رشد آموزش فیزیک

سال ششم ــ زمستان ۱۳۶۹ شماره مسلسل ۲۳

بها: ۱۰۰ ریال

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

رشد آموزش فیزیک

سال ششم ــ زمستان ۱۳۶۹ شماره مسلسل ۲۳

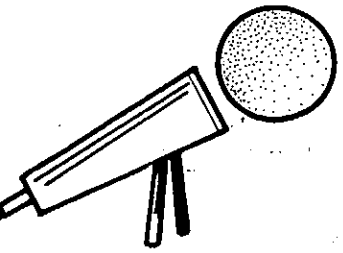
نشریهٔ گروه فیزیک دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی، تلفن ۴ ــ ۸۳۹۲۶۱ داخلی (۴۳)

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 ــ ۱۵۸۵۵ ارسال فرمائید.

سردبیر: اصغر لطفی
مدیر داخلی: سید مرتضی میرخانی
مسؤول تولید و هماهنگی: فتح‌الله فروغی
صفحه آرا: ماکان رزاقی

● پیشگفتار		۳
● سرگذشت فیزیک	دکتر ابوالقاسم قلمسیاه	۴
● آهنرباهای سرامیکی	ترجمه: دکتر عزت‌اله ارضی	۹
● مسائل پنجمین المپیاد بین‌المللی فیزیک	ترجمه: دکتر منیژه رهبر	۱۲
● ارتباط میان بقای انرژی و بقای اندازهٔ حرکت	ترجمه: رضا حسین‌نژاد	۱۹
● آتش‌پیمایی	ترجمه: شهرام باقر قنبری ــ رضا خالو	۲۱
● تکان یا مشتق شتاب نسبت به زمان	ترجمه: سیدجعفر مهرداد	۲۴
● سؤالات امتحان گزینش دانشجو	سال تحصیلی ۷۰ ــ ۱۳۶۹ مرحله دوم	۲۸
● «کرزوس و کاساندرا: پاسخ سیاست‌گذاری به مسئله گرم‌شدن سراسری»	ترجمه: دکتر منیژه رهبر	۴۰
● اخبار علمی، فرهنگی		۵۴
● جدول	ناصر غفّاری	۵۷
● پاسخ تشریحی امتحان گزینش دانشجو	سال تحصیلی ۷۰ ــ ۱۳۶۹ مرحله دوم	۵۸

پیشگفتار



دبیران فیزیک چه می‌گویند؟

در کنفرانس فیزیک همدان جلسه گفت و شنودی با دبیران فیزیک تشکیل شد. بیان نظرات معلمان می‌تواند راهگشای آموزش فیزیک کشور باشد. اهم مطالب مطرح شده به قرار زیر است:

۱ ــ مطابق معمول دربارهٔ کتب درسی فیزیک سخن به میان آمد و به خصوص این مطلب عنوان شد که: «... در مقایسه کتابهای فیزیک دبیرستانی موجود با کتابهای فیزیک قبل از آن مؤلف خواسته است دانش‌آموز خود کاوش و آزمایش و نتیجه‌گیری کند...»

۲ ــ گروهی از دبیران تقاضا داشتند که الفبایی از مطالب جدید فیزیک درباره الکترونیک ـ ابر رسانایی ـ فیزیک حالت جامد ـ لیزر و کوانتم مکانیک و فیبرهای نوری در دبیرستانها تدریس شود.

۳ ــ عده‌ای از دبیران از کمی وقت برای آموزش لازم عناوین کتب درسی فیزیک شکایت داشتند و متذکر شدند که «... مطالبی در متن درسی حذف شده ولی همانها جزء پرسش یا مسائل مطرح شده است...»

۴ ــ گروهی از دبیران متذکر شدند که: «... چرا قبل از تغییر دادن مطالب سال اول، کتاب مکانیک و فیزیک سال چهارم تغییر داده شده است...»

۵ ــ بعضی نارسایی کتابهای فیزیک در رشته‌های فنی و حرفه‌ای را یادآور شدند.

۶ ــ ناهماهنگی اصطلاحات علمی برای مفهوم واحد فیزیکی در کتب دبیرستانی و دانشگاهی به عنوان یکی از مشکلات آموزش مطرح شد.

۷ ــ دبیران عموماً خواستار ضابطه در انتخاب طراحان سؤالات امتحانات بودند.

۸ ــ عده‌ای از دبیران متذکر شدند که «بعض سؤالات کنکور، دانش‌آموز را به حفظ فرمولهای تستی سوق می‌دهد و این تنها کار معلمان به اصطلاح «بازاری» را پر رونق می‌سازد...»

۹ ــ چاپ غیرمجاز کتب متعدد «حل المسائل» به عنوان یکی از مشکلات آموزش مطرح شد. عموماً دبیران خواستار نظارت وزارت آموزش و پرورش در انتشار این گونه کتابها بودند.

۱۰ ــ دبیران خواستار تشکیل دوره‌های بازآموزی و جلسات گردهم آیی برای انتقال تجربیات به یکدیگر بودند.

۱۱ ــ این سؤال مطرح شد که دبیران چقدر می‌توانند از محدوده مطالب کتاب درسی خارج شوند؟

۱۲ ــ دبیران خواستار رفع کمبود وسایل کمک آموزشی و تجهیز آزمایشگاهها، فعال کردن آزمایشگاههای موجود و سپردن امور آن به معلمان شدند.

۱۳ ــ بعضی از دبیران پیشنهاد کردند که دانشکده‌های فیزیک کشور به فیزیک پیش دانشگاهی توجه و عنایتی داشته باشند و در تهیه کتابهای کمک درسی با ارزش با دبیران کشور توحید مساعی نمایند.

۱۴ ــ دبیران عموماً خواستار کتاب راهنمای تدریس فیزیک برای هر مقطع تحصیلی بودند.

۱۵ ــ دبیران فیزیک از عدم انتشار به موقع «مجله رشد آموزش فیزیک» و توزیع نامرتب ناخرسند و گله‌مند بودند.

از دبیران، استادان، کارشناسان و علاقمندان به امر آموزش کشور تقاضا داریم درباره موارد مذکور و سایر موارد که در بهبود آموزش کشور تأثیر می‌گذارد اظهار نظر نمایند. رشد آموزش فیزیک انتشار این نظرات را مغتنم می‌شمارد.

دکتر ابوالقاسم قلمسیاه

سرگذشت فیزیک (قسمت دهم)

دنبالهٔ نخستین سالهای قرن نوزدهم میلادی (از ۱۸۰۰ تا ۱۸۳۵)

رشد شاخه‌های دیگر

۱ ــ کارنو، پیشگام ترمودینامیک ــ ماشین بخار که از اختراع آن بیش از یک قرن می‌گذشت، بدون اینکه به کمال مطلوب برسد، به درجهٔ بسیار رضایت‌بخشی رسیده بود. این ماشین نتیجهٔ چندین تجسّس تجربی و برخوردی بود که هنوز بصورت یک کار آرویی (آمپیریک) باقی مانده بود، و ماهرترین متخصصان هم نمی‌دانستند برای بهتر کردن بازدهی آن از چه راهی باید اقدام کنند. نظریه‌ای که بطور وضوح بیان کنندهٔ اصول کلّی و قوانین اساسی پدیده‌های بسیار متنوعّی باشد که ماشین بخار نمایانگر آنها بود هنوز وجود نداشت. پیگیری این مسأله که نقطهٔ آغاز شاخه‌ای جدید در فیزیک است ــ یعنی ترمودینامیک (گرماپویائی) ــ اندکی دیرتر بعد از ۱۸۴۰، ظاهر می‌شود. امّا دوره‌ای که ما اینک از آن صحبت می‌کنیم یک پیشگام نابغه به نام نیکولا لئونار سادی کارنو[1] (۱۷۹۶ ــ ۱۸۳۲) داشته است.

نیکولاسادی کارنو، پسر لازارنیکولا مارگریت کارنو (ریاضیدان و انقلابی فرانسوی معروف به کارنوی بزرگ و سازمان دهندهٔ پیروزی فرانسه در جنگهای اروپائی انقلاب فرانسه در جمهوری اوّل) و عموی

کارنو (۱۸۳۲ـ۱۷۹۶)

سادی کارنو (رئیس جمهور فرانسه در جمهوری سوم) بود. گرچه او بین عامه مردم کشورش کمتر از این دو بستگان مشهور خود شناخته شده بود، ولی کار وی از اهمیّت زیادی برخوردار است. این کار، اثر کوچک و معروف او به نام:

«Reflexions Sur la puissance motrice du feu et les machines propres à deuelopper cette puissance»

(«اندیشه‌هائی دربارهٔ توان محرکهٔ آتش و ماشینهای مناسب برای افزودن این توان»)

است که در ۱۸۲۴ منتشر شد و شامل اظهارات قاطع بسیار است. کارنو در این اثر لزوم بکار بردن یک منبع گرم و یک منبع سرد را بطور وضوح متذکّر می‌شود و تاکید می‌کند که قدرت محرکه ماشین به دماهای این دو منبع بستگی دارد نه به عوامل خارجی. این اظهار نظر همان است که بعدها «**اصل کارنو**» نامیده شد. بدین ترتیب، ماشین بخاری که بر پایهٔ این نظریه طرح‌ریزی شده بود، تمام اسبابهای زائد آن حذف می‌شد. اکنون معلوم بود که چگونه می‌توان از یک طرف بازدهی ماشین را ــ با عمل کردن روی دو منبع ــ بهتر کرد، و از طرف دیگر ماشینهائی با اجزای بسیار متفاوت با ماشینهای قدیمی طرح‌ریزی نمود؛ ولی در هر حال وجود دو منبع گرم و سرد ضروری و غیرقابل گذشت بنظر می‌رسید.

شاید هنوز خیلی زود بود که این کار اساسی مورد توجّه قرار گیرد. کارنو در گمنامی باقی ماند و کسی به از بین رفتن او در ۱۸۳۲، در اثر همه‌گیری وبا، توجّهی نکرد. بعدها، فقط اثر فراموش شدهٔ او کشف شد و به مؤلّف آن پس از مرگش، با بزرگداشتی افتخارآمیز، مقامی که درتاریخ فیزیک شایسته آن بود داده شد.

امّا کار نیکولاسادی منحصر به این نبود. با انتشار یادداشتهای منتشر نشده‌ای که توسّط او در اواخر دوران کوتاه زندگیش گردآوری شده بود، بیان اصل مهم دیگر ترمودینامیک، یعنی قانون بقای انرژی را در آنها یافتند که نسبت

بین کار و گرما نزدیک به «هم ارز مکانیکی کالوری» برآورد شده بود. بنابراین کارنو بحق عنوان پیشگام را در ترمودینامیک دارا می‌باشد.

۲ ــ نظریه اتومی ــ مدت زمانی بود که دیگر از اتومها گفتگوی جالب به میان نمی‌آمد. دانشمندان به اتوم همچون مخلوقی متافیزیکی می‌نگریستند و حاضر نبودند وقت خود را صرف بحثهای بیهوده دربارهٔ آن کنند.

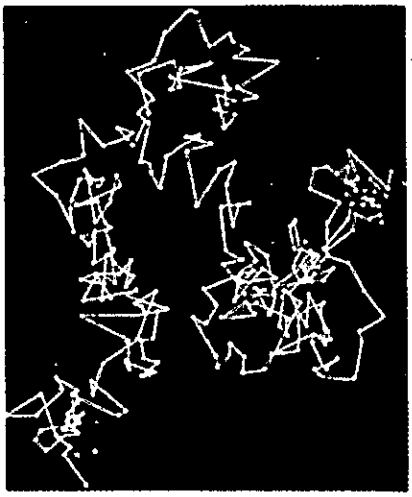
در آغاز قرن نوزدهم، ناگهان اتومها دوباره موضوع روز شدند؛ ولی این بار، دیگر فیلسوفان نبودند که با نظرات بسیار مبهم خود از اتومها دفاع کنند، بلکه شیمیدانها با تکیه بر دلایل محکمتر وارد میدان شدند. **جان دالتن** (دالتون)، شیمیدان و فیزیکدان انگلیسی (۱۷۶۶ ــ ۱۸۴۴) این تحرک را بوجود آورد.

جان دالتن (۱۸۴۴ـ۱۷۶۶)

او با بیان قانون نسبتهای مضاعف (درشیمی) مسأله اتومها را از نو به میان آورد. این قانون نشان می‌داد که ذرّات اجسام ساده (یا عناصر)، در مقیاس بینهایت کوچک، تقسیم ناپذیرند: یک اتوم کربون، بنا به حالتهائی که اتفاق می‌افتند، با یک یا دو اتوم اوکسیژن ترکیب می‌شود بدون اینکه حالت واسطه‌ای امکان داشته باشد. دالتن چنین درنظر گرفت که هر جسم ساده از اتومهای یکسانی تشکیل شده است. بهمین جهت مولکولهای اجسام مرکّب از اتصال اتومهای اجسام ساده تشکیل دهنده آنها، برحسب ترتیب‌های تغییر ناپذیر، حاصل می‌شوند نه در اثر نفوذ مواد تشکیل دهنده این اجسام در یکدیگر (آنطور که در فرضیه ماده پیوسته متصوّر بود).

براساس این فرضیه، تمام واکنشهای شیمیائی به‌طریقی ساده و زیبا توضیح داده شدند هرچند این فرضیه تا ۱۹۰۰ زیاد مورد بحث قرار گرفت، ولی دانشمندان متعدّدی که خواهان نتایج مثبت و عینی بودند نمی‌خواستند به‌گفتگو دربارهٔ اتومهای فرضی و ناشناختنی بپردازند. عده‌ای دیگر برعکس به‌بسط اندیشه دالتن پرداختند؛ از جمله **آمادئو آووگادرو**،[۳] فیزیکدان و شیمیدان ایتالیائی (۱۷۷۶ ــ ۱۸۵۶)، در ۱۸۱۱ بیان کرد که **در یک حجم معین، تحت فشار و دمای معین، تمام گازها دارای تعداد مولکولهای مساویند**، و آمپر این نتیجه را در ۱۸۱۴ به‌اثبات رسانید.

در اینجا لازم است متذکّر شویم که کشف جالب توجّهی در ۱۸۲۷ توسط رابرت براون گیاه‌شناس انگلیسی (۱۷۷۳ ــ ۱۸۵۸) انجام گرفت. او که با یک میکروسکوپ قوی گرده‌های بسیار ریز معلّق در آب را نگاه می‌کرد، دریافت که گرده‌ها حرکت بی‌نظم دائمی نظیر پایکوبی تند (از خشم یا خوشحالی) ولی کاملاً ناهماهنگ دارند. این حرکات نامنظّم که حرکات براونی نامیده شده‌اند، بعدها بطریقی مطلوب برای توضیح و تفسیر ساختار مولکولی ماده و حرکات سریع مولکولهای مایعات و گازها بکار رفتند و یکی از قانع کننده‌ترین دلایل بر واقعیت حرکت مولکولها بشمار می‌روند.



حرکات براونی

آزمایشهای دیگر نشان دادند که این حرکات به‌خواص مایع یا گازی که ذرّات در آن معلّقند و به‌خواص ماده‌ای که خود ذرّات معلّق را تشکیل می‌دهند بستگی ندارند؛ علاوه بر این با مبدأ بیولوژیکی ذرّات یا با حرکات مایع یا گاز نیز ارتباطی ندارند.

طبیعتاً هر ذره درون مایع یا گاز، از همه طرف در معرض چنین برخوردهائی واقع است. به سبب بی‌نظمی کاملی که در حرکت مولکولها وجود دارد می‌توانیم انتظار داشته باشیم که تعداد ضربه‌هائی که یک ذره در یک جهت دریافت می‌کند درست برابر تعداد ضربه‌هائی باشد که در جهت مخالف دریافت می‌دارد بطوری که ضربه‌ها کاملاً یکدیگر را خنثی کنند و ذرّه معلّق ساکن بماند. این درست همانست که در مورد ذرّاتی که نسبتاً بزرگ هستند اتّفاق می‌افتد. ولی هنگامی که با ذرات میکروسکوپی (به قطر از 10^{-4} تا 10^{-5} سانتیمتر) سروکار داریم موضوع متفاوت است. از این واقعیت که حرکات مولکولها بی‌نظمند، این نتیجه گرفته می‌شود که **رویهمرفته** تعداد ضربه‌ها در جهات مختلف یکی است.

با وجود این، انحرافهائی از میانگین یا از مقادیر متوسّط در چنین سیستم آماری (مانند مایع یا گاز) حتمی و مسلّم است. اینگونه انحرافهای از میانگین یا از مقدار متوسّط کمیّات را که در حجم کوچکی اتّفاق می‌افتد یا در مدّت کوتاهی رخ می‌دهد «اُفت و خیز[5]» آن کمیّات نامیده‌اند. اگر جسمی به ابعاد معمولی درون مایعی یا گازی باشد تعداد ضربه‌هائی که از مولکولها دریافت می‌کند به قدری زیاد است که غیرممکن است برخوردهای مجزّا را یا غلبهٔ تصادفی برخوردها در یک راستا بر راستاهای دیگر را بتوان در نظر گرفت. ولی در مورد ذرات ریز، تعداد کل برخوردها در مقام مقایسه کمتر است بدانسان که غلبهٔ تعداد برخوردها، ابتدا در یک جهت و پس از آن در جهت دیگر، قابل توجّه است، و درست به سبب چنین «افت و خیزهائی» در تعداد برخوردهاست که حرکات آشفته ذرّات معلّق (حرکات براونی) و ویژگی آنها آشکار می‌شود.

مسلّم است که حرکت براونی، حرکت مولکولها نیست. نتیجهٔ برخورد یک مولکول تنها هم نیست، بلکه نتیجهٔ غلبهٔ تعداد برخوردها در یک جهت نسبت به تعداد برخوردها در جهت مخالف است و بطور وضوح فقط وجود حرکات مولکولی نامنظم را آشکار می‌سازد.

۳ ــ از سریهای فوریه تا نخستین راه‌آهنها ــ اینک باقیمانده است آخرین پیشرفتهای فیزیک این دوره را مرور کنیم:

مسأله انتشار گرما تا آن زمان هیچگاه مورد مطالعه قرار نگرفته بود. چون آزمایشها چندان آسان نبودند و دانشمندان به نتایج کیفی و تقریبهای نسبتاً کم دقّت راضی بودند. امّا حل این مسأله به کمک نظریه ریاضی هدایت گرما توسط ژان باتیست فوریه[6] ریاضیدان فرانسوی (۱۷۶۸ ــ ۱۸۳۰) صورت گرفت. او بدون این‌که وارد فرضیه طبیعت گرما شود، نخست قانونی مقدّماتی برای انتشار پیدا کرد و بی‌درنگ از آن معادلاتی که جواب آنها می‌بایست کلید حلّ مسأله باشد نتیجه گرفت. ولی این کار کافی نبود، زیرا طرز انتگرال‌گیری آن معادلات را نمی‌دانستند؛ آیا مسأله لاینحل بود؟ فوریه در مقابل این مشکل، که در واقع ناکافی بودن ابزار ریاضیات آن زمان بود متوقّف نشد، بلکه او رشته معادلاتی عرضه کرد که به نام وی به «**سری‌های فوریه**» معروفند و در واقع نظریه‌ای ریاضی است که درباره انتشار گرما عرضه شده است (۱۸۱۲ م.). رشته معادلات فوریه نه تنها تحلیل‌گر مسأله انتشار گرما بودند بلکه در حل مسائل مربوط به بخشهای دیگر، از جمله صوت‌شناسی (آکوستیک) نیز مؤثّر واقع شدند.

در اینجا لازم است کارهای معروف کارل فرید ریش گاوس،[7] ریاضیدان و فیزیکدان مشهور آلمانی (۱۷۷۷ ــ ۱۸۵۵) روی نظریه مغناطیس را یادآور شویم. او روشهائی ساده برای اندازه‌گیری مشخّصات مختلف آهنربا تعیین کرد و واحدی نیز برای خاصیت القای مغناطیسی پیشنهاد کرد که به نام وی نامیده شده است.

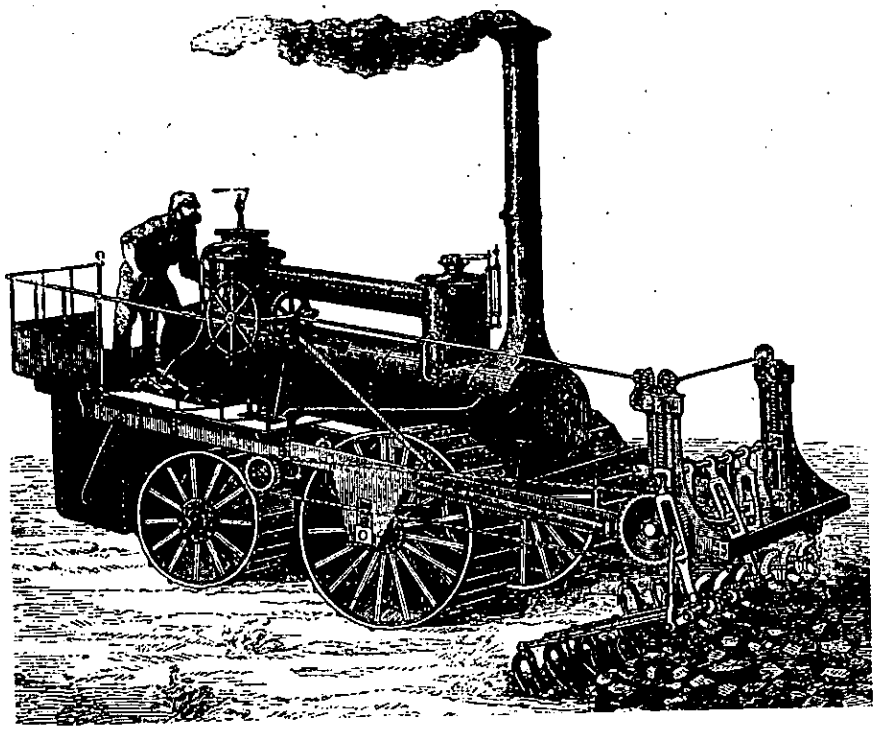
جانشینان ماریوت در فرانسه، تصور می‌کردند همانطور که قوانین بسیار ساده و عمومی وجود دارند که بطور دقیق پدیده‌های طبیعی را بیان می‌کنند، قانون معروف وی را نیز می‌توانند برای تمامی گازها و در همهٔ فشارها تعمیم دهند. ولی در واقع معلوم شد که بسیاری از گازها از این قانون پیروی نمی‌کنند؛ اورستد در ۱۸۲۵ این عدم پیروی را در مورد گاز سولفورو (SO_2) مشاهده کرد و انحرافهای متعدد مشابهی از قانون نیز در همین دوران دیده شد. با مشاهده آنهمه انحراف از قانون این پرسش مطرح شد که آیا دست کم هوا از این قانون پیروی می‌کند؟ برای تحقیق در موضوع، پی‌یر ــ لوئی دولُن، فیزیکدان فرانسوی (۱۷۸۵ ــ ۱۸۳۸) و آراگو در برج مدرسه هانری چهارم در پاریس یک رشته اندازه‌گیری دقیق تا فشار ۲۷ آتمسفر انجام دادند. گرچه به مقداری انحراف پی بردند ولی آن را ناشی از خطای آزمایش دانستند و قانون را در مورد هوا صادق تصوّر کردند. بعدها معلوم شد که این قانون محدود و در مورد گازهای کامل صادق است. در جریان همین اندازه‌گیریها بود که دولن اسباب اندازه‌گیری بسیار خوبی به نام **کاتتومتر**[8] اختراع کرد.

انبساط گازها در اثر گرما نیز در همین زمان مورد مطالعه قرار گرفت، نتایج بیان شده تا آن وقت ضد و نقیض بودند. لوئی ــ ژوزف گیلوساک[9]، فیزیکدان و شیمیدان فرانسوی با دقّت چند گاز را مورد اندازه‌گیری قرار داد و ثابت کرد که تمام گازها به طریق بسیار ساده‌ای منبسط می‌شوند (قانون گیلوساک ۱۸۰۷). بعداً خواهیم دید که این قانون هم مانند قانون ماریوت (بویل ــ ماریوت) در واقع فقط برای گازهای کامل صادق است.

سرعت صوت در این دوره نیز دوباره مورد بحث قرار گرفت؛ هیأتی در فرانسه اندازه‌گیریهای سابق را بین ویل‌ژوئیف[10] و مونژلری[11] از سر گرفت و سرعت صوت را در ۱۰°C در هوا ۳۳۷/۲ متر بر ثانیه بدست آورد (۱۸۲۲). سرعت صوت در مواد دیگر نیز اندازه‌گیری شد؛ دولُن آنرا در چندین گاز اندازه گرفت، بیو در فلزّات آنرا بدست آورد و کولادون[12] واشتورم[13] در ۱۸۲۷ نخستین اندازه‌گیری دقیق سرعت صوت در آب را در دریاچه ژنو انجام دادند. در اینجا قبل از به پایان رساندن سخن دربارهٔ صوت خوبست اشاره‌ای هم به اختراع سیرن در ۱۸۰۹ توسّط کانیار دولاتور[14] (۱۷۷۷ ــ ۱۸۵۹) بشود.

ظهور راه‌آهنها در این دوره از حوادث مهم است. انگلیسی‌ها پس از آزمایشهای طولانی در ۱۸۰۲ به نتیجه رسیدند و نخستین راه‌آهنها در نواحی معدنی برای حمل زغال‌سنگ مورد استفاده قرار گرفتند. جورج استیونسن[15] (۱۷۸۱ ــ ۱۸۴۸) مهندس انگلیسی، در ۱۸۱۴ لوکوموتیوی برای حمل زغال از معادن ساخت

و در ۱۸۱۵ نخستین لوکوموتیو بخار را اختراع کرد و ترنهای مسافربری شروع به حمل مسافر کردند؛ راه‌آهن لندن ــ منچستر در ۱۸۳۰ براه افتاد. بدین ترتیب پس از ساخت نخستین ماشین بخار توسط پاپن، یک قرن و نیم تلاش و تحقیق برای بدست آوردن چنین نتیجه‌ای به انجام رسید. فرانسه با اندکی تأخیر اختراع جدید را پذیرفت و نخستین راه‌آهن در این کشور در ۱۸۲۶ بین لیون و سَن.اِتین[۱۶] براه افتاد و نخستین ترن‌مسافربری در ۱۸۳۷ پاریس را به شهر سَن ــ ژرمَن متّصل کرد. از آن پس، راه‌آهن توسعه یافت و کم‌کم وسیله‌ای مطمئن و پرتوان برای حمل مسافر و بار شد که ما امروز شاهد آن هستیم.



لوکوموتیو بخار قرن نوزدهم

---

۱ ــ Nicolas Léonard sadi Carnot

۲ ــ John Dalton

۳ ــ Amadeo Avogadro

۴ ــ Robert Brown

۵ ــ Fluctuation

۶ ــ Jean Batist Fourier

۷ ــ Karl Friedrich Gauss

(اسباب اندازه‌گیری طول بر اساس سنجش اختلاف سطح تراز دو نقطه)

۸ ــ Cathétomètre

۹ ــ Louis – Joseph Gay – Lussac

۱۰ ــ Willejuif

۱۱ ــ Montlhéry

۱۲ ــ Colladon

۱۳ ــ Sturm

۱۴ ــ Cagniard de Latour

۱۵ ــ Stephenson (Stevenson)

۱۶ ــ Saint – Etienne

آهنربـــاهای سرامیکی[1]

نوشتهٔ: پرفسور لوید اچ بارو[2]

ترجمهٔ: دکتر عزت‌اله ارضی گروه فیزیک
دانشگاه تهران

این آهنربای متداول خانگی شاید به زودی جای آهنربای میله‌ای سنتی را در فعالیت‌های کلاسهای درسی بگیرد.

وقتی از بچه‌های دبستانی پرسیده شود که آهنرباها را چگونه در منازل بکار می‌برند، بیشتر آنها ابتدا آشپزخانه به فکرشان می‌رسد. این سؤال را من پرسیده‌ام و بارها گفته‌اند که: «آنها را به یخچالمان می‌چسبانیم تا کاغذهای ما را روی جدارهٔ یخچال نگهدارند». بعضی از دانش‌آموزان می‌گویند که آهنرباها را روی چراغ‌قوه‌ها، درب‌های ماشین‌های لباس خشک‌کن، درب قوطی‌بازکن‌ها، درهای کابینت‌ها و داخل جعبه ابزارها (برای برداشتن میخ و سوزن) دیده‌اند. تمام اینها آهنرباهای سرامیکی هستند که استفاده از آنها در کلاسهای درسی فراموش شده است.

دربارهٔ سرامیک

برخلاف آهنرباهای میله‌ای که معمولاً در کلاسهای درس علوم دیده می‌شوند (و هر یک در حدود ۵ دلار قیمت دارد)، آهنرباهای سرامیکی در اندازه‌ها و شکل‌های متعددی یافت می‌شوند و خیلی هم ارزان هستند (برای مثال یکی از سازندگان، تعداد ۱۰۰ عدد از آنها را به قیمت ۱۵ دلار می‌فروشد). با همان بودجه می‌توان آنقدر آهنرباهای سرامیکی خرید و در کلاس درس توزیع کرد که هر دانش‌آموز بتواند جذب و دفع مغناطیسی را با آهنرباهای خودش مشاهده کند.

من یک دسته آزمایش برای کار با آهنرباهای سرامیکی به صورت کارت طراحی کرده‌ام. این کارت‌ها به دانش‌آموزان کمک می‌کند که به طور مستقل در مفاهیم اساسی آهنرباییش کنکاش کنند و بعضی تفاوت‌های بین آهنرباهای سرامیکی که اغلب در منزل می‌بینند و آهنرباهای میله‌ای که در مدرسه بکار می‌برند را دریابند. پس از انجام این تمرین‌ها، بچه‌ها مطالب زیر را آموخته‌اند:

- آهنرباها همیشه دارای دو ناحیه‌اند که در آنجا بیشترین نیرو اعمال می‌شود (قطب‌ها).
- مواد آهنی به سمت آهنرباها جذب می‌شوند.
- وقتی آهنرباها به هم نزدیک می‌شوند، قطب‌های غیرهمنام یکدیگر را جذب و قطب‌های همنام یکدیگر را دفع می‌کنند.
- آهنرباها دارای یک *میدان* نیرو هستند که به داخل اشیاء نفوذ می‌کند.
- آهنرباها در اندازه‌ها و شکل‌های متعددی ساخته می‌شوند.
- آهنرباها کاربردهای فراوانی دارند.

کار را شروع کنیم

چند کارت اوّل اجازه می‌دهد که بچه‌ها آزادانه به شناسائی و کنکاش بپردازند. خیلی از بچه‌ها هرگز با دو آهنربا بازی نکرده‌اند و متعجب می‌شوند که ببینند وقتی دو آهنربای سرامیکی را به هم نزدیک می‌کنند، ممکن است یکدیگر را دفع کنند. اینان یکی از آهنرباها را به سمت دیگری می‌برند و انتظار دارند که جذب شود، در حالی که می‌بینند دوباره دفع می‌شود. دانش‌آموزان انتظار دارند که قطب‌ها در دو انتهای آهنرباهای سرامیکی قرار داشته باشند ولی وقتی یک آهن‌ربا را وارونه می‌کنند، انتهای آنها یکدیگر را جذب می‌کنند. شگفت‌انگیز نیست اگر چهرهٔ بهم‌رفتهٔ دانش‌آموزی را ببینیم که بپرسد: «آهن‌ربای من چه اشکالی دارد؟». آنها اغلب آزمایششان را تکرار می‌کنند تا صحت و سقم مشاهدهٔ‌شان را امتحان کنند.

در آزمایش با زنجیره‌ای از گیره‌های کاغذ (کارت ۴)، گیره‌هایی با هر اندازه، حتی گیره‌های خیلی بزرگ، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. ولی در هر تمرین، حتماً از گیره‌های جدید استفاده کنید، در غیر اینصورت گیره‌های شما ممکن است خودشان آهنربا شوند و اطلاعات غلطی بدست دهند.

پس از انجام کارت ۸، دانش‌آموزان قادر خواهند بود قطب‌های همنام و غیرهمنام را از هم تمیز بدهند و خواهند فهمید که قطب‌های آهنرباهای سرامیکی در بالا و پائین آنها قرار دارد و نه در دو انتهایشان.

به محض اینکه بچه‌ها دربارهٔ آهنرباهای سرامیکی شروع به فکر کردن کنند، اغلب راههای دیگر استفاده از آنها را به خاطر خواهند آورد. داستانهائی که خواهند نوشت (کارت ۱۱) خلاّقیت و درک آنها را از این مفاهیم نشان خواهد داد. در داستانهائی که دانش‌آموزان من نوشته‌اند، موارد زیر به چشم می‌خورد: کارت‌های اعتباری مغناطیسی، سیستم مغناطیسی درب ورودی اطاقهای بعضی از هتل‌ها و حتی داستان دامپزشکی که یک آهنربا در داخل شکم گاوی قرار داد تا خرده‌آهن‌هائی را که تصادفاً توسط گاو خورده شده است، جذب نماید. این داستانها موقعیت بسیار خوبی را فراهم می‌آورد تا آنچه را دانش‌آموزان دربارهٔ مغناطیس یاد گرفته‌اند بازنگری کنیم.

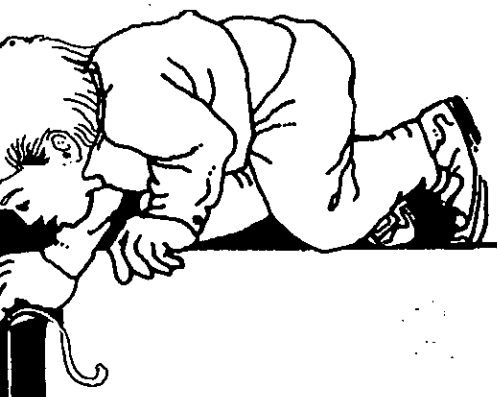
به کلاس درس آوردن آهنرباهای سرامیکی، یک شیئی آشنا و روزمرهٔ زندگی را با علم کلاسی مرتبط می‌سازد. دستورالعمل کارت‌ها که اغلب فعالیت‌های ساده‌ای هستند را هم می‌توان به صورت یک واحد جداگانه و هم برای پرمایه‌تر کردن درس موجود (اگر مغناطیس جزء کتابهای درسی باشد) انجام داد و در هر صورت به آسانی در سرفصل دروس علوم ــ تکنولوژی ــ اجتماع جای می‌گیرد. با اینهمه نکات جذاب و جالب توجه، کدام معلم است که به سمت آهنرباهای سرامیکی کشیده نشود؟

به این آهنرباها از این جهت *سرامیکی* گفته می‌شود که خیلی شبیه سفالهای سرامیکی در کوره پخته می‌شوند. این آهنرباها آلیاژهایی هستند که عمدتاً از فریت باریم و فریت استرانسیوم ساخته می‌شوند. اخیراً، نگرانی‌های راجع به محیط زیست، تولیدکنندگان آمریکائی را بر آن داشته است که به علت سمی بودن محصول فرعی حاصل از فرآیند ساخت آهنرباهای سرامیکی فریت باریم، استفاده از فریت استرانسیوم را ترجیح بدهند.

آهنرباهای سرامیکی در یک قالب تحت فشار شکل می‌گیرند. در حالی که تحت فشار هستند، آهن‌رباها را جهت‌دار می‌کنند. در فرآیند فشاردهی و قبل از پختن این سرامیک‌ها، ابتدا باید آنها را مغناطیس کرد و سپس عاری از مغناطیس. سرامیک‌ها پس از پخته شدن، خیلی سخت و شکننده‌اند. این سرامیک‌ها پس از پخته شدن باید دوباره مغناطیس شوند.

آهنرباهای سرامیکی به شکلهای متعددی ساخته می‌شوند که اغلب با شکل میلهٔ بلند و یا نعل‌اسبی معمول در کلاسهای درسی متفاوت است. برای ساختن آهنرباهای سرامیکی نعل‌اسبی، یک قطعه فولاد (آهن) روی هر قطب آهنربای سرامیکی قرار دهید، اینها صفحات قطبی هستند. مقایسهٔ زیر را در نظر داشته باشید: فرض کنید که جلد روئی یک کتاب، یک قطعه فولاد است (قطب شمال) و جلد زیری آن هم یک قطعه فولاد دیگر است (قطب جنوب) و صفحات کتاب، آهنرباهای سرامیکی هستند. وقتی کتاب سرپا بایستد، فقط جلدها (قطعات آهنی مغناطیس شده) با میز در تماس خواهند بود، در اینصورت یک آهنرباي نعلی‌شکل خواهید داشت.

آهنرباهای سرامیکی را در همهٔ اطراف خود می‌توانید ببینید: ناقلهای مغناطیسی، جاروهای مغناطیسی، وسایلی برای جابجا کردن و بلند کردن قطعات آهنی و همچنین آهنرباهای خانگی آشنا. به خاطر گرانقیمت بودن سایر انواع آهنرباها، شهرت و معروفیت آهنرباهای سرامیکی رو به فزونی است. گرانقیمت بودن آهنرباهای آلنیکو (آلیاژی از آلومینیوم، نیکل و کبالت) ممکن است مانعی در راه استفاده از آنها در کلاسهای درسی و نیز صنعت باشد. آهنرباهای میله‌ای موجود در کلاسهای درسی، اغلب فقط تکه‌هایی از فولاد هستند که مغناطیس شده‌اند و فقط می‌توانند به عنوان آهنرباي موقتی مورد استفاده قرار گیرند. آهنرباهای آلنیکو، آهنرباهای دائمی هستند ولی آهنرباهای سرامیکی نیز دائمی‌اند، اما به مراتب ارزانتر.



کارت‌های کار با آهن‌ربا

کارت ۱

دربارهٔ دو آهنربائی که دارید چه چیزهایی می‌توانید پیدا کنید؟ هرچه را پیدا می‌کنید به صورت تصویر درآورید و دربارهٔ آن بنویسید.

کارت ۲

وقتی یکی از آهنرباهایتان را به یک دسته اشیاء مختلف نزدیک می‌کنید، چه اتفاقی می‌افتد؟ مشاهداتتان را ثبت کنید.

کارت ۳

معلمتان یک کیسه پلاستیکی پر از مخلوطی از اشیاء کوچک به شما داده است. اشیاء را به دو گروه تقسیم کنید: گروهی که آهنربایتان آنها را برمی‌دارد و دسته‌ای که جذب آهنربایتان نمی‌شود.

کارت ۴

آهن‌ربایتان را با یک گیرهٔ کاغذ تماس بدهید. چه اتفاقی می‌افتد؟ این گیره را به گیرهٔ دیگری نزدیک کنید. چند گیره می‌توانید به این زنجیره اضافه کنید؟

کارت ۵

وقتی مواد گوناگونی نظیر چوب، چرم، پلاستیک، آلومینیوم، مس، آهن و کاغذ را بین یک آهنربا و گیره‌ای که در نزدیکی آن قرار دارد می‌گذارید، چه اتفاقی می‌افتد؟

کارت ۶

چند گیرهٔ کاغذ را در یک لیوان آب نیمه‌پر بریزید. آهن‌ربایتان را در اطراف لیوان حرکت دهید. چه اتفاقی می‌افتد؟ آیا آهنرباها می‌توانند اشیائی را که درون آب هستند جذب کنند؟ (بعد از اتمام آزمایش، گیره‌ها را از آب درآورده و خشک کنید).

کارت ۷

یک آهنربا روی میز بگذارید. یک آهنربای مشابه دیگری را بردارید و یک انتهای آنرا به یک انتهای آهنربای روی میز نزدیک کنید. آنچه اتفاق می‌افتد را به تصویر بکشید. همین کار را با انتهای دیگر آهنربا انجام دهید. چه اتفاقی می‌افتد؟

کارت ۸

کدام قسمت آهنربا قوی‌ترین قسمت آنست؟ به کدام قسمت آهنربا گیره‌های کاغذ چسبیدند؟ این قسمت آهنرباها را قطب‌ها، می‌نامند. قطب‌های همنام یکدیگر را دفع و قطب‌های غیرهمنام یکدیگر را جذب می‌کنند. با استفاده از هر دو آهنربا، قطب‌های آنها را پیدا کنید.

کارت ۹

روشی را پیدا کنید تا توسط آن بتوان قدرت آهنرباهای گوناگون را امتحان کرد. آیا آهنرباهای با قدرت متفاوت یکدیگر را جذب می‌کنند یا دفع؟ آزمایش کنید و نتایج خود را با دوست دیگری در میان بگذارید.

کارت ۱۰

با یکی از اعضای خانواده‌تان صحبت کنید تا دریابید که آهنرباها چگونه در منزلتان مورد استفاده قرار می‌گیرند. از کاربردها لیستی تهیه کنید. لیست خود را با لیست یکی از همکلاسی‌هایتان معاوضه و مقایسه کنید.

کارت ۱۱

یک داستان کوتاه که در آن آهنربا نقش داشته باشد بنویسید. داستانتان را در اختیار یکی از دوستانتان قرار دهید. آنرا تجدیدنظر کنید و تصویرهایی به آن اضافه نمائید.

زیرنویس‌ها

1. Ceramic Magents pass the Bar. By Lloyd H. Barrow (April 1990). Scienc and children 22 (7), 15-16.

۲ ــ لویـد اچ بـارو، استاد آمـوزش علوم در دانشگاه میسوری در کلمبیا است.

۳ ــ گرچه این مقاله در سطح آموزش ابتدائی است، به دو علت اهمیت دارد: الف ــ روشی جدید برای تدریس توأم با آزمایش را مطرح می‌کند و ب ــ به بچه‌ها یاد می‌دهد که آهنرباهای غیرفلزی، از جمله آهنرباهای سرامیکی، که فلز به صورت ترکیب در آنها وجود دارد، نیز یافت می‌شوند. و امیدواریم بعضی از این دانش‌آموزان بعدها به دنبال ساخت آنها بروند ــ مترجم.

منابع

Garigliano, L. J. (1981). Something missing in magnetism?
Science and Children, 18(4), 24-25.
Henriques, D., and Arnold, K. (1985). Magnets, Sacramento, CA: Didacti co

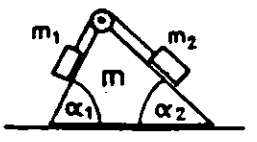
ترجمه: دکتر منیژه رهبر ــ دانشگاه تهران

■ مسائل پنجمین المپیاد بین‌المللی فیزیک

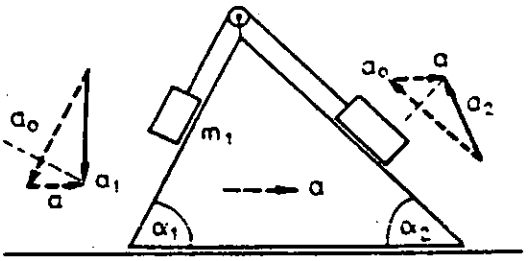
۱۹۷۱ـ صوفیه ـ بلغارستان

مسأله ۱ـ جرمهای m_1 و m_2 به دو انتهای نخی متصل شده‌اندکه از روی یك سطح شیبدار دوگانه می‌گذرد. جرم صفحات شیبدار m و زوایای‌آن با صفحهٔ افقی α_1 و α_2 است. دستگاه در ابتدا ساکن است. شتاب صفحات شیبدار و شتاب اجسام را پس‌از آزاد شدن پیداکنید. شرط سکون صفحات شیبدار را پیداکنید. اصطکاك ناچیز است.

حل ـ اگر شتاب صفحات شیبدار در چارچوب مرجع لخت را با a نشان دهیم (علامت مثبت به معنی جهت دست راست است). a_0 شتاب اجسام نسبت به صفحات شیبدار خواهد بود (شتاب وقتی m_1، یعنی جسم سمت چپ سقوط می‌کند مثبت است). شتاب اجسام در سیستم لخت، a_1 ، a_2، با جمع برداری a و a_0 به‌دست می‌آید. F کشش نخ است (شکل ۱۸ و ۱۹).



شکل ۱۸



شکل ۱۹

با استفاده از قانون دوم نیوتون برای مؤلفه‌های در امتداد سطوح شیبدار. نیرویی که سبب شتاب m_1 در سراشیب می‌شود

$$m_1 g\sin\alpha_1 - F$$

است. در دستگاه لخت مؤلفهٔ شتاب m_1 در امتداد سطح شیبدار

$$a_0 - a\cos\alpha_1$$

است. درنتیجه طبق قانون دوم نیوتون برای همنه‌ها (مؤلفه‌ها)

$$m_1(a_0 - a\cos\alpha_1) = m_1 g\sin\alpha_1 - F$$

به طور مشابه برای m_2

$$m_2(a_0 - a\cos\alpha_2) = F - m_2 g\sin\alpha_2$$

از جمع معادلات خواهیم داشت

$$(m_1 cos\alpha_1 + m_2 cos\alpha_2)a = (m_1 + m_2)a_0 - (m_1 sin\alpha_1 - m_2 sin\alpha_2)g \qquad (1)$$

برای بررسی حرکت صفحات شیبدار از اصل بقای اندازه حرکت استفاده می‌کنیم.

سرعت‌صفحات شیبدار در دستگاه لخت v است (به سمت راست) مؤلفه‌های افقی v_0 (چپ) و سرعتهای اجسام برروی سطوح شیبدار در دستگاه اولیه به ترتیب برابرند با

$$v_0 cos\alpha_1 - v \quad و \quad v_0 cos\alpha_2 - v$$

با استفاده از اصل بقای اندازه حرکت:

$$m_1(v_0 cos\alpha_1 - v) + m_2(v_0 cos\alpha_2 - v) = mv$$

برای حرکت با شتاب یکنواخت، سرعت متناسب با شتاب است، درنتیجه

$$m_1(a_0 cos\alpha_1 - a) + m_2(a_0 cos\alpha_2 - a) = ma$$

در نتیجه

$$a = \frac{m_1 cos\alpha_1 + m_2 cos\alpha_2}{m + m_1 + m_2}\, a_0 \qquad (2)$$

این معادله اطلاعاتی در مورد شتابها می‌دهد. بدیهی است که سطوح شیبدار در صورتی ساکن‌اندکه هر دو جسم ساکن باشند. یعنی اجسام در حالت تعادل باشند. این یك نتیجه طبیعی اصل بقای اندازه حرکت است. دستگاه معادلات (۱) و (۲) شتابهای زیر را می‌دهند.

$$a_0 = \frac{(m + m_1 + m_2)(m_1 sin\alpha_1 - m_2 sin\alpha_2)}{(m_1 + m_2)(m + m_1 + m_2) - (m_1 cos\alpha_1 + m_2 cos\alpha_2)^2} \cdot g$$

$$a = \frac{(m_1 cos\alpha_1 + m_2 cos\alpha_2)(m_1 sin\alpha_1 - m_2 sin\alpha_2)}{(m_1 + m_2)(m + m_1 + m_2) - (m_1 cos\alpha_1 + m_2 cos\alpha_2)^2} \cdot g$$

شتابها درصورتی صفراند که

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{sin\alpha_2}{sin\alpha_1}$$

باشد.

مسأله ۲- دستگاه معروف توریچلی در یك استوانهٔ پیستون‌دار قرار گرفته است. در بالای جیوه هیدروژن و در داخل استوانه هوا وجود دارد. در مرحله ۱ ارتفاع ستون جیوه ۷۰cm، فشار هوا

$P_{a_1} = ۱/۳۱۴$ جو $= ۱۳۳/۴kPa = ۱۰۰cmHg$

و دما $0°C = ۲۳۷K$ است پیستون را به طرف بالا حرکت می‌دهیم تا ارتفاع ستون جیوه به ۴۰cm وفشار هوا به

$P_{a_2} = ۰/۷۹$ جو $= ۸۰kPa = ۶۰cmHg$

کاهش یابد. سپس با ثابت نگهداشتن حجم دما را تا T_3 افزایش می‌دهیم و ارتفاع ستون جیوه در این حالت ۵۰cm است (مرحله ۳).

سرانجام در مرحلهٔ ۴، دما T_4، ارتفاع ستون جیوه ۴۵cm و فشار هوا بدون تغییر است. فشار و دمای هیدروژن را در مرحلهٔ نهایی تعیین کنید.

حل ـ اطلاعات مربوط به هوا وهیدروژن را جدول بندی می‌کنیم. دماها یکسان است. طول لولهٔ شیشه‌ای با L نشان‌داده شده است. حجم هیدروژن را برحسب cm با اندازه‌گیری طول لولهٔ محتوی‌آن اندازه می‌گیریم‌کلیهٔ فشارها برحسب سانتیمتر جیوه است (رك شکل ۲۰/۱-۴)

	۱	۲	۳	۴
فشار هیدروژن	P_{h_1}	P_{h_2}	P_{h_3}	P_{h_4}
حجم هیدروژن	V_{h_1}	V_{h_2}	V_{h_3}	V_{h_4}
فشار هوا	۱۰۰cmHg	۶۰cmHg	$P_{a_{23}} = P_{a_{24}}$	$P_{a_{24}} = P_{a_{23}}$
حجم هوا	V_{a_1}	$V_{a_{23}}$	$= V_{a_{23}}$	V_{a_4}
دمای هردو	۲۷۳K	۲۷۳K	T_3	T_4

برای هیدروژن درمراحل ۱ـ۲ ازقانون بویل استفاده می کنیم.

$$(L-۷۰)(۱۰۰-۷۰)=(L-۴۰)(۶۰-۴۰)$$

از معادلهٔ فوق طول لوله $L=۱۳۰cm$ به‌دست می‌آید، در نتیجه برای حجمهای هیدروژن

$$V_{h۱}=۶۰cm \quad و \quad V_{h۲}=۹۰cm$$
$$V_{h۳}=۸۰cm \quad و \quad V_{h۴}=۸۵cm$$

بین مراحل ۳ـ۴ باید پیستون را به سمت بالا حرکت دهیم تا فشار هوا ثابت بماند.

معادلهٔ حالت هیدروژن بین مراحل ۲ و ۳:

$$\frac{۲۰/۹}{۲۷۳}=\frac{(P_{a۲۴}-۵۰)\times ۸۰}{T_۳}$$

معادلهٔ حالت هیدروژن بین مراحل ۳ و ۴:

$$\frac{(P_{a۲۴}-۵۰)\times ۸۰}{T_۳}=\frac{(P_{a۲۴}-۴۵)\times ۸۵}{T_۴}$$

قانون گیلوساك برای هوا بین مراحل ۲ و ۴:

$$\frac{P_{a۲۴}}{T_۳}=\frac{۶۰}{۲۷۳}$$

حل دستگاه معادلات بالا به‌صورت زیر است:

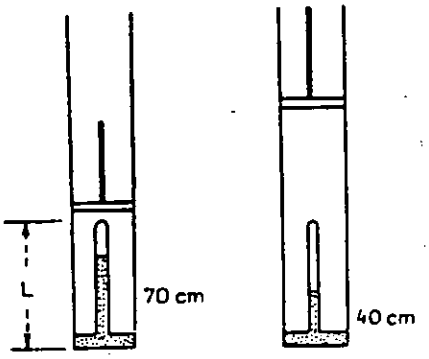
$$P_{a۲۴}=۸۰cmHg \qquad T_۳=۳۶۴K \qquad T_۴=۴۵۱K$$

بنابراین مقادیر فشار هیدروژن،

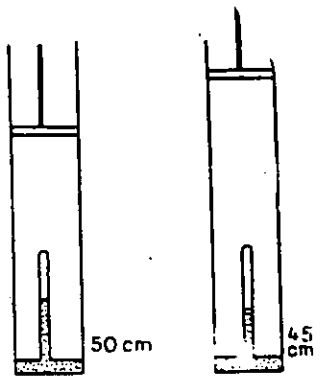
$$P_{h۳}=۳۰cmHg \quad و \quad P_{h۴}=۳۵cmHg$$

با محاسبه نسبت حجمهای هیدروژن

$$V_{a۱}:V_{a۲}:V_{a۴}=۶:۱۰:۱۲/۴$$



۱ ۲



۳ ۴

شکل ۲۰

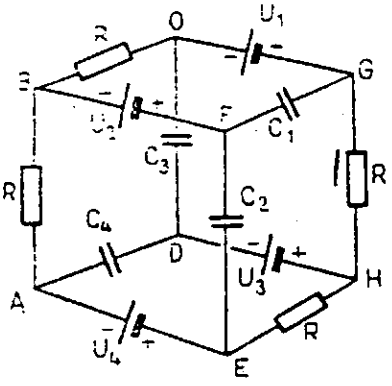
مساله ۳- چهار مقاومت برابر R، چهار خازن $۱۰\mu F$ و چهار باتری به رئوس مکعب شکل ۲۱ متصل شده‌اند. ولتاژ باتریها برابر ولت $u_۱=۴$، ولت $u_۲=۸$، ولت $u_۳=۱۲$ و $u_۴=۱۶$ است. مقاومتهای داخلی ناچیزاند.

الف) ولتاژ و بار هرخازن را به دست آورید.

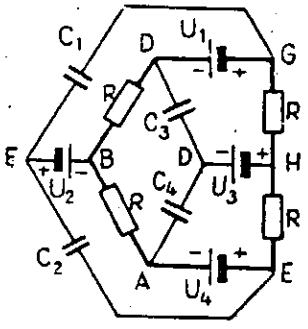
ب) بار خازن $C_۲$ را درصورتی‌که نقاط H و B با مدار کوتاه متصل شوند، محاسبه کنید.

حل ـ شبکه را به صورت یك صفحه بازکنید (شکل ۲۲). در خازنها باری جریان ندارد، بنابراین جریان فقط در سیمهایی وجود داردکه با خطوط پهن در شکل نشان داده شده است. دراین مدار ولتاژ ۱۲ ولت و مقاومت $۴R$ است. در نتیجه جریان

$$I=\frac{u_۴-u_۱}{۴R}$$



شکل ۲۱



شکل ۲۲

ولتاژ دوسر مقاومتها ومنابع مشخص است. به‌آسانی می‌توانیم پتانسیلها را درهر نقطه با درنظر گرفتن پتانسیل صفر در نقطه A به‌دست‌آوریم.

A		۰ ولت
B	$(U_۴-U_۱)/۴$	۳ ولت
O	$(U_۴-U_۱)/۲$	۶ ولت
G	$(U_۴-U_۱)/۲+U_۱$	۱۰ ولت
H	$(U_۴-U_۱)/۲+U_۱+(U_۴-U_۱)/۴$	۱۳ ولت
E	$(U_۴-U_۱)/۲+U_۱+(U_۴-U_۱)/۲$	۱۶ ولت
D	$(U_۴-U_۱)/۲+U_۱+(U_۴-U_۱)/۴-U_۳$	۱ ولت
F	$(U_۴-U_۱)/۴-U_۳+U_۲$	۱۱ ولت

با استفاده از اختلاف پتانسیل هر خازن می‌توان بارها را محاسبه‌کرد.

$C_۱$(۱۰ — ۱۱) ولت = ۱ ، ۱×۱۰^{-۶} کولن

$C_۲$(۱۱ — ۱۶) ولت = ۵ ، ۵×۱۰^{-۶} کولن

$C_۳$(۱ — ۶) ولت = ۵ ، ۵×۱۰^{-۶} کولن

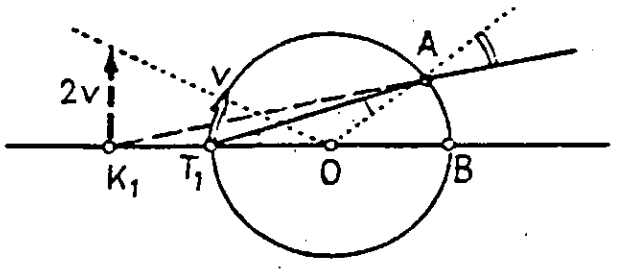
$C_۱$(۰ — ۱) ولت = ۱ ، ۱×۱۰^{-۶} کولن

می‌توان انرژی خازنها را از رابطهٔ $\frac{Cu^۲}{۲}$ محاسبه‌کرد.

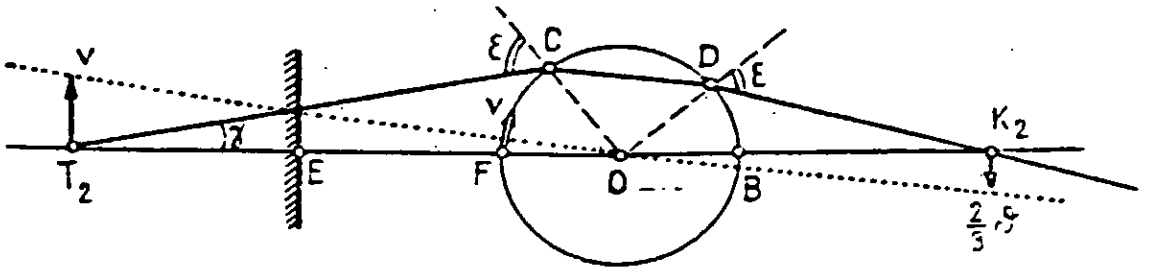
برای خازنهای $C_۱$ و $C_۴$ مقدار $۰/۵\times۱۰^{-۶}$ ژول، برای $C_۲$ و $C_۳$ $۱۲/۵\times۱۰^{-۶}$ ژول به دست می‌آیدکه جمع آنها ۲۶×۱۰^{-۶} ژول است.

ج) با وصل نقاط H و B دو مدار جداگانه به‌دست می‌آید. در مدار پائین (رك شکل) جریان $u_۴/۲R$ و پتانسیل نقطهٔ E نسبت به A، ولت $u_۴=۱۶$، پتانسیل HB برابر ولت $u_۴/۲=۸$ است. درنقطهٔ F، ولت $u_۴/۲+u_۲=۱۶$؛ بنابراین پتانسیل در هر دو صفحهٔ خازن $C_۲$ برابر ۱۶ ولت است. در نتیجه باری برروی $C_۲$ وجود ندارد.

مسأله ۴- یك آکواریوم شیشه‌ای کروی به شعاع R در مقابل یك آئینه مسطح عمودی قرار گرفته است. دیواره‌های آکواریوم نازك‌اند، فاصلهٔ مرکز آن ازآئینه ۳R و پرازآب است. یك ناظر ازفاصلهٔ دور در امتداد مرکز وعمود برآئینه به‌آکواریوم نگاه می‌کند. یك ماهی کوچك با سرعت v در امتداد دیوارهٔ آکواریوم در نزدیکترین فاصله به‌آئینه شنا می‌کند. سرعتهای نسبی تصویر ماهی که توسط ناظر مشاهده می‌شود را پیداکنید. ضریب شکست شیشه $\frac{۴}{۳}$ است(رك شکل ۲۳ الف و ۲۳ ب).



شکل ۲۳ الف



شکل ۲۳ ب

حل ـ ماهی فاصله v را در یك ثانیه طی مـی‌کند. باید دو تصویر مختلف این فاصله را به عنوان جسم به دست آوریم. در محاسبات خود فقط پرتوهای پیرا محوری وزوایای کوچك را درنظر می‌گیریم. مـی‌توان به‌جای سینوس از خود زاویه استفاده‌کـرد. اگر ماهی در نقطهٔ P_1 شناکند، فقط یك سطح شکست تشکیل تصویر می‌دهد. در A زاویهٔ شکست پرتو، که از نقطهٔ T_1 با زاویهٔ $\gamma = \measuredangle AT_1O$ فرود می‌آید در آب γ و در هوا $n\gamma$ است. با حرکت به عقب پرتو خروجی محل تصویر مجازی را در K_1 می‌دهد.

$$K_1AT_1 = n\gamma - \gamma = (n-1)\gamma$$

از مثلث K_1T_1A

$$\frac{K_1T_1}{K_1A} = \frac{(n-1)\gamma}{\gamma} = n-1$$

با استفاده از تقریبهای معمولی

$$K_1A = K_1O + R \quad و \quad K_1T_1 = K_1O - R$$

داریم

$$\frac{K_1O-R}{K_1O+R} = n-1$$

بنابراین فاصلهٔ تصویر مجازی از مرکز

$$K_1O = \frac{n}{2-n}R$$

برای آب

$$K_1O = 2R \quad و \quad n = \frac{4}{3}$$

اگـر ضریب شکست بیش‌از ۲ بـاشد، تصویـر حقیقی است. بزرگنمایی خارج قسمت فواصل تصویر و جسم است:

$$\frac{K_1O}{T_1O} = \frac{n}{2-n}$$

برای آب بزرگنمایی ضربدر ۲ به دست می‌آید.

آئینه تخت در F جسمی در فـاصلهٔ 2R ایجاد مـی‌کند، یعنی از پاره خط متناظر بـا v، یك تصویر مجازی بـا همان انـدازهٔ جسم در فـاصلهٔ 2R در T_2، در پشت آئینه تشکیل می‌شود. فاصلهٔ T_2 ازمرکز کره 5R است. درحالت عمومی فرض مـی‌کنیم $T_2O = KR$، تصویر مجـازی در T_2 جسم (مجازی) است که به‌وسیله کره که به عنوان عدسی عمل‌می‌کند، مشاهده می‌کنیم. دیگر لازم نیست که آئینه تخت را جز برای تعیین تصویر حقیقی T_2 مورد استفاده قرار دهیم.

مـی‌خواهیم ε، یعنی زاویـهٔ تابش در C را بـرای پرتو فرودی که با T_2 زاویهٔ $\gamma = \measuredangle CT_2F$ می‌سازد، تعیین کنیم.

از مثلث T_2OC

$$\frac{\varepsilon}{\gamma} = \frac{T_2O}{CO} = \frac{kR}{R} = k \quad , \quad \varepsilon = k\gamma$$

زاویهٔ شکست در شیشه:

$$\frac{\varepsilon}{n} = \frac{k\gamma}{n} = \measuredangle DCO = \measuredangle CDO$$

زاویهٔ $\measuredangle DOG$ را محاسبه‌کرده‌ایم. داریم

$$\measuredangle COF = \varepsilon - \gamma = k\gamma - \gamma = \gamma(k-1)$$

بـا افزودن $\measuredangle COD$ بـه مجموع زوایا در C و D و یـا مجموع زوایـای $\measuredangle COF$ و $\measuredangle DOG$، در هر دو مـورد ۱۸۰° به دست می‌آید. بنابراین

$$\measuredangle DOG + \gamma(k-1) = 2\,\frac{k\gamma}{2}$$

در نتیجه

$$\measuredangle DOG = \gamma\left(\frac{2k}{n} - k + 1\right)$$

از مثلث DOK_2

$$\frac{OK_2}{DK_2}=\frac{\varepsilon}{\gamma\left(\frac{2k}{n}-k+1\right)}=\frac{K\gamma}{\frac{2k}{n}-k+1}$$

همچنین

$$\frac{OK_2}{OK_2-R}=\frac{k}{\frac{2k}{n}-k+1}$$

بنابراین فاصلهٔ تصویر

$$OK_2=\frac{kn}{n(2k-1)-2k}\cdot R$$

اگر $k=5$ و $n=\frac{4}{3}$ باشد، خواهیم داشت

$$OK_2=\frac{10R}{3}$$

بزرگنمایی:

$$\frac{OK_2}{OT_2}=\frac{n}{n(2k-1)-2k}$$

اگر $k=5$ و $n=\frac{4}{3}$ باشد، بزرگنمایی $\frac{2}{3}$ است.

با جمع‌بندی نتایج: اگر ماهی با سرعت v حرکت کند، تصویر مجازی‌آن با سرعت 2v به طرف بالا، تصویر حقیقی آن با سرعت $\frac{2v}{3}$ به طرف پایین حرکت خواهدکرد. سرعت نسبی تصاویر $\frac{2v}{3}+2v$ ، $\frac{8}{3}$ سرعت اولیه است.

هنوز باید مهمترین مسأله را حل‌کنیم: می‌دانیم که تصاویر نظری چگونه حرکت می‌کنند، ولی اگرآزمایش انجام شود، ناظر چه می‌بیند؟

برروی مقیاسی که‌درآب‌قراردارد، اندازه سرعتهای‌تصاویر ماهی با مقادیر سرعت واقعی توافق دارند. سرعتها در جهت خلاف مشاهده می‌شوند، یك سرعت سه برابر دیگری است و طول یك تصویر نیز سه برابر طول تصویر دیگر است. باید از فاصلهٔ دور نگاه‌کنیم، زیرا می‌خواهیم تصویری راکه در فاصله دور ازکره قرار دارد و تصویر دیگری راکه در جلو کره قرار دارد همزمان مشاهده‌کنیم. فاصلهٔ تصاویر 8/33R است. می‌توان تصویر حقیقی را با نگاه‌کردن ازفاصله بیش‌از فاصله دید طبیعی مشاهده‌کرد. در مسأله از یك «ناظر دوردست» صحبت شده است که تغییرات زوایای پرتوهایی را مشاهده می‌کندکه از تصاویر در فواصل مختلف می‌آیند. اگر ناظر به اندازه کافی دور باشد، نسبت سرعتهای مشاهده شده علیرغم فواصل مختلف تقریباً با ضریب $\frac{8}{3}$ افزایش می‌یابد. او باید اطلاعاتی در مورد سرعت واقعی (v) ماهی داشته باشد.

فرمول‌کلی برای نسبت افزایش سرعت:

$$\frac{2n}{2-n}\cdot\frac{(k-1)(n-1)}{2k(n-1)-n}$$

آزمایش را می‌توان به‌آسانی با یك لیوان استوانه‌ای پر از آب، یك‌آئینه و یك چوب انجام داد. چوب،که در امتداد دیوارهٔ لیوان حرکت می‌کند، نمایانگر ماهی خواهد بود.

مسأله تجربی. توان مفید P یك منبع معین‌را برحسب جریان I معین‌کنید. مقاومت داخلی R_s و نیروی محرکه $u_\circ$ چشمه را تعیین‌کنید. منحنیهای توان مفید، توان‌کل و کارآیی (بازده) را برحسب مقاومت خارجی R رسم‌کنید.

حل ـ ولتاژ پایانه برابر است با

$$u=\frac{u_\circ R}{R+R_b}$$

جریان

$$I=\frac{u_\circ}{R+R_b}=\frac{u}{R}$$

توان‌کل

$$P_t=u_\circ I$$

توان مفید

$$P=U\cdot I$$

کارآیی (بازده)

$$\eta=\frac{P}{P_\circ}$$

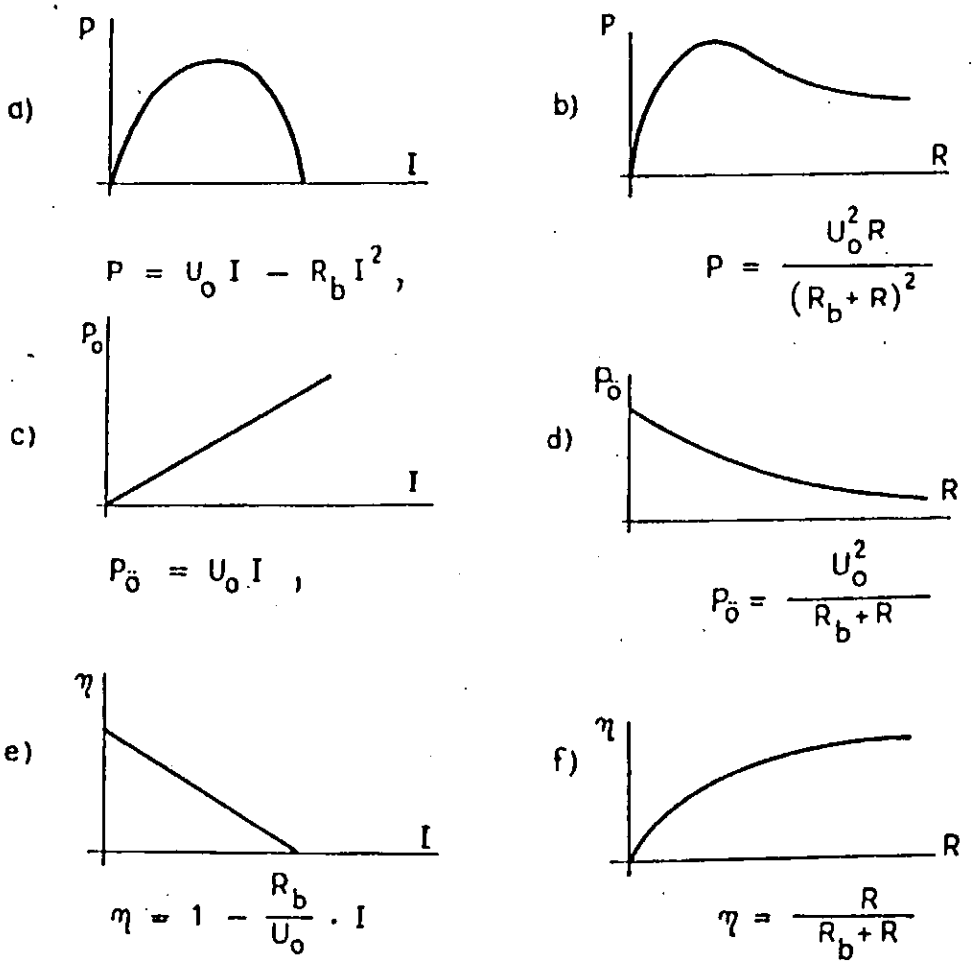
با استفاده از روابط فوق شش تابع مطلوب به دست می‌آید (شکل ۲۴ ـ الف ـ و)

$$P = u_\circ I - R_b I^2 \quad , \quad P = \frac{u_\circ^2 R}{(R_b + R)^2}$$

$$P = u_\circ I \quad , \quad P_t = \frac{u_\circ^2}{R_b + R}$$

$$\eta = 1 - \frac{R_b}{u_\circ} \cdot I \qquad \eta = \frac{R}{R_b + R}$$

با اندازه‌گیری دو مقدار که به طور مناسب انتخاب شده‌اند، R_b و $u_\circ$ از روابط فوق به‌دست می‌آیند. اطمینانی درمورد استقلال اطلاعات از بارخارجی مخصوصاً در بارهای بزرگ وجود ندارد.



شکل ۲۴

ارتباط میان بقای انرژی و بقای اندازه حرکت

● ترجمه: رضا حسین‌نژاد

دانش‌آموز دومین دورهٔ المپیاد فیزیک ایران

تقریباً همزمان با نیوتون، برای مدتی، جدلی جدی بین دو گروه وجود داشت.

کسانی از دکارت جانبداری می‌کردند که معتقد بود، اندازهٔ حرکت خطی، در برخوردها، بقا دارد و دیگران که توسط لایب نیتز هدایت می‌شدند، عقیده داشتند که انرژی جنبشی در طی برخوردها بقا دارد. حالا، ما می‌دانیم که هر دو قانون بقا برای دستگاههای منزوی اجسام الاستیک، صحیحند و به بیان عامتر می‌دانیم که هردو بقا از ساختار قراردادی مکانیکی که به‌وسیله نیوتون گسترش یافت، اقتباس می‌شوند. ولی این قوانین بقا، می‌توانند بدون مراجعه به قوانین نیوتون تعریف شوند و در واقع این گونه تعریف شدند. لذا ما می‌توانیم این سؤال را مطرح کنیم که: آیا رابطه‌ای، بیرون از ساختار قراردادی مکانیک بین این دو قانون اساسی و پایه وجود دارد؟ در قلمرو نسبیت خاص رابطهٔ نزدیکی بین پایستگی (بقای) اندازه حرکت خطی و بقای انرژی وجود دارد. این مطلب، ناشی از آنست که اندازه حرکت خطی و انرژی (جنبشی) هردو مؤلفه‌هایی از یك چهاربردارند. این چهار بردار براساس تبدیل لورنتز تبدیل می‌یابد و به عنوان یك نتیجه، ناظران مختلف، مقادیر متفاوتی را برای اندازه حرکت خطی و انرژی یك دستگاه ذرات، «می‌بینند». از تبدیل لورنتس چنین برمی‌آید که اگر با اندازه حرکت خطی یا انرژی بقا داشته باشند، دیگری هم ابقاء نشود. این بحث را چنین پی می‌گیریم که از تبدیل لورنتز داریم

$$\Delta P'_x = \gamma(\Delta P_x - u\Delta E/c^2), \qquad (1)$$

$$\Delta P'_y = \Delta P_y, \qquad (2)$$

$$\Delta P'_z = \Delta P_z, \qquad (3)$$

$$\Delta E' = \gamma(\Delta E - u\Delta P_x), \qquad (4)$$

در معادلات تبدیل لورنتز $\vec{u}$ سرعت نسبی دو ناظر در طول محور xهاست. [برای توضیح بیشتر، اگر دو ناظر در طول محور xها حرکت کنند از نظر نسبیت و مطابق تبدیل لورنتز، این دو تغییرات P را در جهت محور yها و zها برای هر جسمی یکسان می‌بینند ولی برای آنها تغییرات P برای یك جسم در جهت محور xها یکسان نیست و به $\vec{u}$ بستگی دارد نیز تغییرات انرژی آنها E — (مترجم)] بدین ترتیب، اگر فرض کنیم اندازه حرکت خطی برای همه ناظران، بقا دارد [یعنی می‌توان در معادلات لورنتز قرار داد:

$$[-\text{صفر} = \Delta P_x = \Delta P'_x = \Delta P_y = \Delta P'_y = \Delta P_z = \Delta P'_z$$

آنگاه معادلهٔ ۱ به ما می‌گوید که انرژی باید باقی باشد.

یقیناً به نظر می‌رسد که ما با آن قسمت از این نتیجه که در فیزیك کلاسیك آمده، آشنایی کمی داریم. برای مطالعه بیشتر این مطلب می‌توان مشاهده دقیقتری را در:

«The Science of Mechanics» Machs یافت. او اولین مشاهده را بـه دانشمند معاصر، آقای J. R. Schütz نسبت مـی‌دهد. فرم کلی، بحث نشریهٔ Mach بـه قرار زیر است:

فرض کنیم که مجموع انرژی جنبشی دستگاه ذرات، نسبت به ناظری خاص، مقداری ثابت است، یعنی:

$$\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{1}{2}m_i v_i^2\right)=\text{const}, \qquad (۵)$$

و فرض می‌کنیم کـه مجموع انرژی جنبشی دستگاه نسبت به هر ناظر دیگری که با سرعت $\vec{u}$ نسبت بـه ناظر اول حرکت می‌کند مقداری ثابت باشد. بدین ترتیب:

$$\sum_{i=1}^{N}\left[\frac{1}{2}m_i(\vec{v_i}+\vec{u})^2\right]=\text{const} \qquad (۶)$$

یا

$$\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{1}{2}m_i v_i^2\right)+\sum_{i=1}^{N}(m_i\vec{v_i}\cdot\vec{u})+\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{1}{2}m_i u^2\right)=\text{const}. \qquad (۷)$$

هرگاه ۵ را از ۷ کم کرده، جملاتی را که ثابتند، در طرف راست مرتب کنیم خواهیم داشت:

$$\left(\sum_{i=1}^{N}m_i\vec{v_i}\right)\cdot\vec{u}=\text{const}. \qquad (۸)$$

که به ازای هر مقدار $\vec{u}$ صادق است و درنتیجه برای هر $\vec{U}$

$$\left[\left(\sum_{i=1}^{N}m_i\vec{v_i'}\right)_{\text{final}}-\left(\sum_{i=1}^{N}m_i\vec{v_i}\right)_{\text{initial}}\right]\cdot\vec{u}=0 \qquad (۹)$$

نهایی — اولیه

بنابراین:

$$\left(\sum_{i=1}^{N}m_i v_i'\right)_{\text{نهایی}}=\left(\sum_{i=1}^{N}m_i v_i\right)_{\text{اولیه}}, \qquad (۱۰)$$

کـه بیان سنتی بقای اندازه حرکت خطی است. در به دست آوردن رابطه فوق از قوانین نیوتون استفاده نشده است. اما باید توجه کـرد کـه این مطلب بـرگشت‌پذیر نیست، یعنی در فیزیک کلاسیك پایستگـی (بقای) اندازه حرکت خطی، دلیل بقای انرژی جنبشی نیستُ. این مطلب تعجب‌آور نیست، زیرا به‌خوبی می‌دانید که در برخوردهای ناکشسان، اندازهٔ حرکت خطی، ابقاء مـی‌شود ولـی اصل بقای انـرژی جنبشی وجود ندارد. به بیان عامتر اگر حدکلاسیکی را در معادلات ۱ و ۴ را درنظر بگیریم، یعنی فرض کنیم $C \to \infty$ می‌بینیم که بقای انرژی هنوز بربقای اندازه حـرکت خطی دلالت دارد ولـی بقای اندازه حرکت خطی دیگر بربقای انرژی دلالت ندارد.

بدین‌ترتیب در فیزیك کلاسیك. نسبیت کلاسیك، پایستگـی انرژی، پایستگـی اندازه حرکت زاویه‌ای را ایجاب می‌کند. این، یك مشاهدهٔ پرمعنی و پرعمق است و ارزش منتقل کردن به دانشجویان فیزیك را دارد. این مطلب،مخصوصاً ازآنجائیکه در سطحی بسیار بنیادی برتوان بحثهای تأکید می‌کند، جالب توجه است.

1– Connection between Conservation of energy & Conservation of momentum Carl – G. Adler. American Journal of Physics. Vol. 44. No. 5 MAY 1976.

■

● آتش‌پیمایی!

یک درس فیزیک[1]

● ترجمه: شهرام باقر قنبری ــ رضا خالو

توانایی گام برداشتن با پای برهنه از میان بستری از زغالهای گداخته، از دیرزمان نشانی از یک قدرت فوق طبیعی قلمداد می‌شد. چنانچه، در چند سال اخیر توجه بسیاری به این کار مشاهده شده است که احتمال دارد دلیل آن عمومیت یافتن این شیوه کار در کلاسهای افزایش اعتماد بنفس باشد. نمونهٔ شایان ذکر این کلاسها، دانشجویانی هستند که روی زغالهای داغ گام برمیدارند و موفقیت آنها گواهی است بر آنکه آنان بخشی از چیرگی غیرعادی ذهن بر بدن را فرا گرفته‌اند. هزاران آمریکایی طبقهٔ متوسط که توانستند راه رفتن روی زغالها را بیاموزند، معتقدند که در این عمل نیازی به هیچ نیروی مرموز یا قدرت فوق طبیعی نیست، بلکه در توجیه این عمل می‌توان چند توضیح ساده فیزیکی ارائه داد. این عقیده درست است و توضیح فیزیکی آتش‌پیمایی به خوبی توسط لیکیند و مک کارتی در مقالهٔ جدیدشان شرح داده شده است. اهداف من در این مورد توجه بیشتر به مقالهٔ خوب لیکیند و مک کارتی، تأکید بر این نکته که آتش‌پیمایی یک نمایش زیبا از چندین مفهوم اساسی در ترمودینامیک می‌باشد و ثبت یک یا دو مشاهده از تجربیات گام برداشتن روی زغالهای آتشین است.

توضیح چه چیزی ضروری است؟

قبل از اینکه به شرح آتش‌پیمایی بپردازم، اجازه بدهید توضیح مختصری دربارهٔ نحوهٔ کار بیان کنم. در تجربیات شخصی، به دقت و در حد امکان از تجربیات عملی دیگران تقلید کردم. ما با کندن ۲۵ حفره در طرفین یک شبکهٔ روغن ۵۵ گالنی کوره‌ای ساخته و تکه‌هایی از الوار (اکثراً ۲ تا ۴ تکه) را در آن سوزاندیم. همچنانکه چوبها می‌سوخت و فرو می‌نشست، چوب بیشتری می‌افزودیم، تا اینکه رویهم رفته سه بشکه چوب گداخته فراهم آمد، در اوج سوختن دمای کوره‌ها به مرز ۱۳۷۰k (۲۰۰۰°F و حدود ۱۱۰۰°c) رسید، اما با گذشت زمان، زبانه‌های آتش فروکش کرد و دمای اطراف زغالها ۱۱۵۰k (۱۶۰۰°F و ۸۷۷°C) گردید.[5] سپس بشکه‌ها را روی سطح پوشیده از شن قرار دادیم و زغالها را در بستری به ابعاد تقریبی ۰/۰۷m × ۱m × ۳m (۳in × ۳ft × ۱۰ft) گرد آوردیم.

کفشها و جورابهایم را در آوردم و با بیم و هراس بسیار یک قدم روی زغالها برداشته و عرض دو فوتی را طی کردم. نخستین عبور بطور حیرت‌انگیزی بدون درد بود. سپس من و یک دانشجوی دورهٔ لیسانس، جس پترسون، چندین بار طول ده فوتی بستر آتش را طی کردیم. لازمهٔ هر عبور، برداشتن سه یا چهار گام روی زغالها بود. با کمی تمرین توانستیم به آرامی و با وقار روی ذغالها راه برویم، هر گذر حدود ۲ ثانیه به طول انجامید. شکل (۱).

خوانده بودم که در بسیاری از آتش‌پیمایی‌ها، علف اطراف بستر زغالها مرطوب نگاهداشته می‌شود. بدین منظور، یک حولهٔ مرطوب روی زمین در دو طرف بستر زغالها به جای علف خیس قرار دادیم. به هر حال، در دومین جلسه تصمیم گرفتیم اهمیت مرطوب بودن پا را آزمایش کنیم. حوله‌های مرطوب را با حوله‌های خشک تعویض کردیم و پاهایمان را قبل از عبور از روی زغالها به دقت خشک نمودیم. هیچیک از ما تفاوتی بین عبور با گامهای خشک و مرطوب مشاهده نکرد.

بلافاصله پس از آخرین عبور با پای خشک و چند ده دقیقه پس از گستردن زغالها، دمای آتش را در چندین نقطه اندازه گرفتیم، دریافتیم که دما از ۷۶۰k (۹۰۰°F، ۴۸۷°C) تا ۹۲۰k (۱۲۰۰°F، ۶۴۷°C) تغییر می‌کند، بویژه دمای بیشتر جا پاهای اخیر من بیش از ۹۲۰k بود.

در اولین جلسه چندین رفت و برگشت از روی زغالها انجام دادم که فاصلهٔ زمانی بین این رفت و برگشتها یک یا دو دقیقه بود و در هیچ موردی درد جدی احساس نکردم، با این همه، دو بار تکه‌ای زغاله به کف پایم چسبید که ناچار هنگام رسیدن به انتهای مسیر، می‌بایست از پایم جدا می‌کردم؛ اگرچه در آن لحظه هیچ درد شدیدی احساس نکردم. اما صبح روز بعد دو تاول روی پای من بوجود آمده بود که تا حدی ناراحت کننده می‌نمود. در دومین جلسه نیز درد قابل توجهی احساس نکردم، اینبار خود را به برداشتن چهار گام محدود کردم و با اینکار، دیگر پایم تاول نزد.

البته پرسشی که می‌بایست پاسخ داده شود، اینست که: چگونه شخصی با پای برهنه می‌تواند یک یا دو ثانیه زغالهای داغی را لمس کند که دمای آنها بالاتر از ۸۰۰k (۵۲۷°C) باشد، بی‌آنکه آسیبی جدی بر او وارد آید؟

دما در برابر گرما*

توضیح آتش‌پیمایی مستلزم بیان چندین اصل فیزیکی می‌باشد، اما بیش از همه، این موضوع تصویر زیبایی از تفاوت بین دما و گرما ارائه می‌کند. دمای زغالها که فرد روی آنها راه می‌رود، می‌تواند به شدت بالا باشد؛ همچنانکه قبلاً اشاره شد، دمای زغالهای یکی از جا پاهای من حدود ۹۲۰k (۱۲۰۰°F، ۶۴۷°C) بود. گینس در کتاب *رکوردهای جهانی* اظهار می‌دارد که، رکورد دما تقریباً ۱۰۹۰k (۱۵۰۰°F، ۸۱۷°C) می‌باشد. اما صدمهٔ وارد شده به پا اساساً با گرمای انتقال یافته از زغالها به پا تعیین می‌گردد نه با دمای زغالها و به دلائلی که بعداً توضیح خواهم داد، انتقال گرما معمولاً به آن اندازه ناچیز است که کاملاً قابل تحمل می‌شود.

جان تایلور از میان بستری از زغالهای سرخ گداخته گام برمی‌دارد، که دمای آنها دقیقاً ۱۲۰۰°F (۶۴۷°C) است.

چرا انتقال گرما ناچیز است؟

گرمای منتقل شده از زغالهای داغ به پا، به چندین عامل بستگی دارد که در درجهٔ نخست دمای زغالها است. علاوه بر این، دست کم سه عامل مهم قابل مقایسه دیگر نیز وجود دارد:

- ظرفیت گرمایی زغال
- قابلیت رسانایی زغال
- طول زمان تماس با زغال

امکان آتش‌پیمایی بدون صدمه این نکته را مشخص می‌کند که هر سه عامل کوچک هستند.

برای نشان دادن اهمیت این عوامل، لیکیند، مقایسه‌ای آموزنده بین این پدیده و قرص نان در حال پخت در اجاق انجام می‌دهد. هنگامیکه شما در اجاق را باز می‌کنید، همه چیز درون آن، هوا، نان و قفسهٔ فلزی در دمای بالای یکسانی است. معهذا، اثرات لمسی هوا، نان و یا بدنهٔ فلزی به شدت با هم متفاوت است.

شما می‌توانید دست خود را برای چندین ثانیه بدون هیچگونه مشکلی در هوای داغ اجاق نگاهدارید، می‌توانید نان را بدون صدمه برای مدت کوتاهی لمس کنید، اما اگر این زمان بیش از یک یا دو ثانیه ادامه یابد، باعث ناراحتی شدید می‌شود، در حالیکه لمس لحظه‌ای بدنهٔ فلزی اجاق شما را خواهد سوزاند.

تفاوتهای اساسی بین هوا، نان و بدنهٔ فلزی، ظرفیت گرمایی و قابلیت رسانایی آنها است. ظرفیت گرمایی هوا بسیار کم بوده بنابراین هوا دارای گرمای کمی برای انتقال بدست شما است. بعلاوه رسانایی کم هوا باعث می‌شود که هوای مجاور، دستان شما را گرم کند، لیکن گرمای نقاط دور، بسیار آرام منتقل می‌گردد. در نقطهٔ مقابل هوا، فلز دارای ظرفیت گرمایی و قابلیت رسانش بالا است. بنابراین بدنهٔ فلزی از انرژی گرمایی زیادی برای انتقال بدست شما برخوردار است؛ گرما نیز می‌تواند بسیار سریع از نقاط دور به دست شما منتقل گردد. نان از هر دو نظر حد واسط، هوا و فلز است، پس با ایمنی می‌توانید برای مدت طولانی‌تری نسبت به فلز، آن را لمس کنید اما مطمئناً این مدت همان مدتی نیست که شما توانایی تماس با هوا را دارید.

در این مقایسه، نان داغ در فر اجاق مانند زغالهای گداخته زیرپا می‌باشد. ظرفیت گرمایی و قابلیت رسانایی زغالها به آن اندازه کم است که شخص بتواند با ایمنی یک یا دو ثانیه بدون آسیب آنها را لمس کند. لیکن اگر مدت طولانی‌تری در تماس باشد، سوختگی‌های شدیدی بوجود خواهد آمد. در واقع، لیکیند، مواردی را ذکر می‌کند دال بر این که حتی متخصصینی که مدت بسیار طولانی (شاید ۷ ثانیه در کل) را روی بستر زغالها گذرانده‌اند، به شدت سوخته‌اند.

عوامل دیگر

چندین عامل دیگر وجود دارد که مطمئناً دارای اثراتی بر آتش‌پیمایی می‌باشد.

۱. خنک بودن سطح زغال ۲. رطوبت روی پا ۳. پوست ضخیم کف پا ۴. تحمل درد ۵. عوامل کنترل نشدهٔ دیگر. اجازه بدهید هر یک از این عوامل را به ترتیب مورد بررسی قرار دهیم.

۱ ــ خنک بودن سطح زغال: بدون شک این حالت وجود دارد که سطح زغالهایی که در معرض هوا قرار دارند در دمایی پایین‌تر از بدنهٔ زغالها می‌باشد. قسمت حساس دماسنج ترموکوپل ما حدود یک اینچ طول داشت و ما نمی‌توانستیم تفاوت بین دمای سطح و بدنه را تعیین کنیم. به هر حال این موضوع ارزش چندانی هم نداشت، زیرا با وزیدن باد در جلسهٔ دوم، انسان می‌توانست شاهد برافروخته شدن سطح زغال باشد که در نتیجهٔ وزش باد درخشانتر شده بود، بنابراین خنک بودن سطح زغال اثر بسیار مهمی در آزمون ما نداشت.

اگر بستر زغالها بسیار کم عمق می‌بود، تمام بستر به سرعت خنک می‌شد. در یکی از اولین آزمایشاتم، بستر زغال مورد آزمایش من فقط حدود یک اینچ عمق داشت و روی زمین مرطوب و سرد گسترده شده بود، در این حالت، زغالها به سرعت پس از دو تا سه دقیقه تا دمای حدود ۴۲۰ k (۳۰۰°F، ۱۴۷°C) خنک شدند.

لی‌کیند نمونه‌هایی را ذکر می‌کند که در آن بستر زغالها نیز کم عمق بوده است. در این موارد، بدون شک زغالها سردتر بوده و یک فرد می‌توانست بی‌وقفه بر بستر زغالها چند رفت و برگشت انجام دهد و صدمه نبیند.

۲ ــ رطوبت روی پا: واضح است که رطوبت روی پا مقداری از گرما را جذب می‌کند که در صورت نبود رطوبت، این گرما جذب پا می‌شد. جرل والکر[1] بیان داشته است، که بخار آب حاصل از تبخیر رطوبت پا، یک لایهٔ عایق رابین زغالها و پا پدید می‌آورد، همانند لایه‌ای که بین فلز داغ و قطرهٔ آب در اثر لیندن فراست بوجود می‌آید. نظر من اینست که این بخار نمی‌تواند دارای اهمیت خاصی باشد. سوختگی‌ها در آن نقاطی بوجود می‌آید که وزن فرد باعث تماس نزدیک بین زغالها و پا می‌شود و دقیقاً در این نقاط، فشار ناشی از سنگینی بدن، هر بخاری را به بیرون خواهد راند. لیکیند به ذکر مواردی می‌پردازد که افراد پاهای خود را قبل از پیمایش، خشک می‌کنند، بدلیل آنکه آنها براین باورند که رطوبت سبب چسبیدن ذغالها به کف پا می‌شود. همانطور که قبلاً اشاره کردم، میان پیمایش با پای مرطوب و پیمایشی که در آن ابتدا پای خود را خشک می‌کردیم، هیچگونه تفاوت محسوسی نیافتیم، پس براین باورم که رطوبت، اگر چه احتمالاً مفید است، اما ضروری نیست، والکر به من گفت که، حالا دیگر او نیز همین عقیده را دارد.

۳ ــ پوست ضخیم کف پا: بدیهی است، افرادی که از روی عادت با پای برهنه راه می‌روند پای آنها دارای پوست ضخیم‌تری خواهد بود وبنابراین راه رفتن روی آتش برای آنها ساده‌تر است. به هر حال، من تقریباً هیچگاه با پای برهنه راه نرفته‌ام و همین نکته احتمالاً در مورد اکثر شرکت کنندگان در سمینارهای آتش پیمایی صادق است. اینکه ما هیچ صدمه‌ای ندیدیم بسادگی اهمیت سه عامل ذکر شده را نشان می‌دهد.

۴ ــ تحمل درد: قطعاً توانایی تحمل حدی از درد، قسمت مهمی از پدیدهٔ آتش پیمایی است. تجربهٔ خود من این نکته را نشان می‌دهد. پس از اولین جلسه دو تاول روی پاهای من بوجود آمد در حالیکه در آن لحظه تقریباً هیچ صدمه‌ای را احساس نکردم. در کلاسهای آموزش آتش پیمایی تحمل درد دارای اهمیت بیشتری است. حالت تهییجی که در این کلاسها با سخنرانیها و خواندن سرودها بوجود می‌آید یک مضمون کاملاً آشکار دارد و آن اینست که: «سوختن نشانه‌ای از شکست است.» لذا تحت این شرایط، احتمالاً بسیاری از شرکت کنندگان حتی اگر سوخته باشند به صدمه دیدن خود اعتراف نخواهند کرد.

۵ ــ عوامل کنترل نشدهٔ دیگر: موارد ثبت شده از افرادی وجود دارد که با موفقیت چندین بار روی آتش رفته‌اند ولی بعد دچار صدمه شده‌اند شاید بارزترین نمونه فیزیکدان جرل والکر باشد او صدمات خود را به اطمینان بیش از حد و عدم وجود عرق بر روی پاهایش نسبت می‌داد. همانطور که گفتم، تجربهٔ ما آن بود که عدم وجود رطوبت هیچ تفاوت قابل توجه‌ای را پدید نمی‌آورد. دلایل هر چه باشند، ما بایستی تشخیص دهیم که اغلب تمرینات آتش پیمایی از آزمایشاتی که با دقت کنترل شده، فاصلهٔ بسیار دارند، و چندین متغیر ممکن است در این صدمات احتمالی مشارکت داشته باشند. در تجربیات من دمای زغالها به نحو چشمگیری از مکانی به مکان دیگر تغییر می‌کرد، می‌توان درک کرد یک قطعه زغال در دمای بسیار بالا امکان دارد باعث مقداری از این صدمات گردد. مطمئناً اگر به هر دلیل فرد مدت بسیار طولانی را روی زغالها بگذارند تقریباً این احتمال وجود دارد که بسوزد.

نتیجه

روشن است که آتش پیمایی آزمایشی نیست که بتوان آن را ساده انگاشت: در واقع، آتش پیمایی آزمونی است که امکان دارد بسادگی منجر به آسیب شدیدی شود، بویژه اگر شخص به چندین نفر اجازه شرکت در آزمایش را بدهد. در یکی از مواردی که جرل والکر آسیب دید، صدماتش بسیار دردناک بود و منجربه عفونتهای شدیدی شد. به هر حال، یک فرد می‌تواند براحتی در کلاس درس به بحث دربارهٔ آتش پیمایی بپردازد بی‌آنکه آنرا تجربه کرده باشد. خوشبختانه مثالهای واقعی فراوانی از آتش پیمایی‌های موفق وجود دارد که برای برخی مدارک مستند در دست می‌باشد. این پدیده به اندازهٔ کافی پیچیده بوده و توضیح آن به همان اندازه فیزیکی است، بطوری که آتش پیمایی ارزش یک بحث چند دقیقه‌ای را در هر کلاس فیزیک مقدماتی دارد، بویژه در رویارویی با تمام خرافات بیهوده‌ای که عموم مردم دربارهٔ این مطلب ارائه می‌کنند.

قدردانی

از برنارد لی‌کیند و جرل والکر به خاطر در اختیار گذاشتن تجربیاتشان در مورد آتش پیمایی، از چندین عضو گروه فیزیک در دانشگاه کلرادو در بولدر برای کمک در مورد تجهیزات و از جس پترسون که برای تهیهٔ زغال چوب هنگام به سرقت رفتن ذخیره‌مان، یک روز وقت صرف کرد، و سپس با آرامش روی زغالها به من ملحق گشت سپاسگزارم و بویژه از افسر حراست محوطهٔ بولدر نیز تشکر و قدردانی می‌نمایم. او به ما اجازهٔ انجام آزمایشات را داد، و خود در طول مدت آزمایش مراقب بود که ما به خود و محوطه صدمه نزنیم، بدون کمک سخاوتمندانهٔ او آزمایشات ممکن نبود.

1 - John. R. Taylor

The physics Teacher march 1989.

تکان
یا مشتق شتاب نسبت به زمان*

ترجمه: سیدجعفر مهرداد

مراجع (۱) و (۲) [که در پایان ذکر شده است]، به یک کمیت سینماتیک به نام Jerk (= تکان یا جهش یا خیز) و مثالهایی در باره آثار آن، اشاره داشت. «استون لوزادر» [نویسنده یکی از این نوشته‌ها] جویای منابع تعریف این اصطلاح بود. و نوشت که: «پس از جستجو در فهرست راهنمای تعدادی متون، فقط یک منبع دیگر[۳]، علاوه بر نوشته خودم[۴]، یافتم». در این مقاله می‌خواهم «تکان» را از دیدگاهی تعریف کنم و مورد بحث قرار دهم که بتوانیم این موضوع مبهم را در دوره‌های درس فیزیک مطرح کنیم.

تعریف Jerk یا تکان:

بنا به تعریف: تکان عبارت است از آهنگ تغییر زمانی شتاب. این تعریف، تکان لحظه‌ای را مشخص می‌نماید.

ابتدا **تکان متوسط** ($\vec{J}_{av}$) با رابطه زیر تعریف می‌شود.

$$\vec{j}_{av} = \frac{\vec{a}_2 - \vec{a}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{a}}{\Delta t} \qquad (1)$$

t زمان است. هرگاه در رابطه (۱)، Δt به صفر نزدیک شود رابطه زیر را برای بیان **تکان لحظه‌ای** خواهیم داشت:

$$\vec{j} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{a}}{\Delta t} = \frac{d\vec{a}}{dt} \qquad (2)$$

و این شبیه تعریفهایی است که برای سرعت و شتاب متوسط و لحظه‌ای به کار برده شده است. مطابق معمول وقتی می‌گوییم «تکان» منظور «تکان لحظه‌ای» است. یادآوری می‌شود که تکان یک کمیت برداری است و در جهت تغییر شتاب است. بنابراین $\vec{j}$ و $\vec{a}$ تنها در حالت خاصی می‌توانند هم جهت باشند.

اگر شتاب در لحظه t_2 برابر شتاب در لحظه t_1 باشد، حتی برای شتاب غیرثابت، تکان متوسط صفر می‌شود. تکان لحظه‌ای فقط هنگامی صفر است که اندازه و جهت شتاب ثابت باشد بنابراین $\vec{J}_{av}$ و $\vec{J}$ در حرکت پرتابی در یک مسیر سهمی صفر است.

هرگاه $\vec{r}$ بردار مکان ذره باشد سرعت لحظه‌ای

$$\vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

و شتاب لحظه‌ای

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$$

و بنابراین

$$\vec{j} = \frac{d\vec{a}}{dt} = \frac{d^2\vec{v}}{dt^2} = \frac{d^3\vec{r}}{dt^3}$$

است. (بردار مکان ذره در هر لحظه برداری است که مبدأ آن معمولاً دستگاه مرجع و انتهای آن نقطه‌ای است که ذره در آن قرار دارد).

بدین ترتیب سرعت ذره مشتق اول مکان آن نسبت به زمان وشتاب مشتق دوم و تکان مشتق سوم است.

نیوتن قانون دوم خود را در باره حرکت (با علائم جدید) بدین صورت بیان کرد.

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \qquad (4)$$

که

$$\vec{P} = m\vec{V} \qquad (۵)$$

است. در معادله‌های (۴) و (۵)، F نیروی خالص خارجی (برآیند نیروها) وارد بر دستگاه و $\vec{P}$ اندازه حرکت مرکز جرم، m جرم دستگاه و V سرعت مرکز جرم است. با قرار دادن معادله (۵) در معادله (۴) نتیجه می‌شود:

$$\vec{F} = m\vec{a} + \vec{V}\frac{dm}{dt} \qquad (۶)$$

که $\vec{a}$ شتاب مرکز جرم است. هرگاه جرم ثابت فرض شود

$$\frac{dm}{dt} = ۰$$

و

$\vec{F}=m.\vec{a}$ (۷) (جرم ثابت)

jerk یا تکان چگونه با قانون دوم نیوتن ارتباط پیدا می‌کند؟ هرگاه از طرفین معادله (۷) نسبت به زمان مشتق بگیریم نتیجه می‌شود:

$$\frac{d\vec{F}}{dt} = m\vec{j} \quad (۸) \text{ (جرم ثابت)}$$

بنابراین هرگاه نیروی خالص خارجی ثابت نباشد حرکت یک دستگاه با جرم ثابت دارای تکان است. تکان با آهنگ تغییر نیرو نسبت به زمان نسبت مستقیم و با جرم نسبت معکوس دارد.

هرگاه جرم ثابت باشد هنگامی که نیرو ثابت است «تکان» وجود ندارد

تکان در یک بعد:

مطابق معمول، سینماتیک با بررسی حرکت یک بعدی آغاز می‌شود. حرکتی موازی با محور x را در نظر می‌گیریم. j و a و v و x به ترتیب همنه‌های تکان و شتاب و سرعت و مکان بر روی محور x است. یادآور می‌شویم که این همنه‌ها می‌توانند مثبت، منفی یا صفر باشند.

تحلیل حرکت با تکان ثابت، آسان‌تر است. فرض می‌کنیم در رابطه (۱)، $\vec{a_۱}=\vec{a}$ و $\vec{a_۰}=\vec{a}$ است ($\vec{a}$ شتاب در لحظه $t=۰$ بنابراین $t_۰=۰$ و a شتاب در لحظه t بنابراین $t_۱=t$ است). هنگامی که تکان ثابت است، [در هر فاصله زمان دلخواه]، تکان متوسط برابر تکان لحظه‌ای است بنابراین معادله (۱) به صورت زیر درمی‌آید:

$$j = \frac{a - a_۰}{t - ۰} \qquad (۹) \text{ (تکان ثابت)}$$

پس:

$a=a_۰+jt$ (۱۰) (تکان ثابت)

همین نتیجه را می‌توانیم از معادله (۲) به‌صورت $da=jdt$ با انتگرال‌گیری (تابع اولیه گرفتن) به دست آوریم. شباهتهایی بین معادله (۱۰) و رابطه سرعت با شتاب ثابت را ملاحظه می‌کنیم

$v=v_۰+at$ (۱۱) (شتاب ثابت)

روشهای به دست آوردن

$$x = x_۰ + V_۰t + \frac{۱}{۲}at^۲ \qquad (۱۲) \text{ (شتاب ثابت)}$$

را در نظر بگیرید.

می‌توانید همان روشهای انتگرال‌گیری، سطح زیر منحنی، اندازه متوسط یا... را برای به دست آوردن:

$$V = V_۰ + a_۰t + \frac{۱}{۲}jt^۲ \qquad (۱۳) \text{ (تکان ثابت)}$$

به کار برید. ملاحظه می‌شود که می‌توانیم از رابطه شتاب ثابت با جانشین کردن x با v و v با a و a با j، به معادله تکان ثابت برسیم. از حساب دیفرانسیل و انتگرال و به آسانی به دست می‌آید:

$$x = x_۰ + V_۰t + \frac{۱}{۲}a_۰t^۲ + \frac{۱}{۶}jt^۳ \qquad (۱۴) \text{ (تکان ثابت)}$$

با توجه به اینکه اگر شتاب ثابت باشد تکان صفر است، هرگاه در معادلات (۱۴) و (۱۳)، $j=۰$ بگذاریم معادلات (۱۲) و (۱۱) به دست می‌آید. هرگاه تکان ثابت نباشد با انتگرال‌گیری از $da=jdt$ تغییر شتاب و سپس با انتگرال‌گیری از $dv=adt$ تغییر سرعت و سرانجام با انتگرال‌گیری از $dx=vdt$ تغییر مکان پیدا می‌شود.

هنگام «تکان» چه احساس می‌کنید؟

فرض کنید، در اتومبیلی نشسته‌اید که از حال سکون سریعاً شتاب می‌گیرد. در ابتدا تکان زیادی به سوی جلو وجود دارد زیرا در یک زمان کوتاه شتاب شما از اندازه صفر در حال سکون تغییر می‌یابد تا به اندازه‌ای برسد که مرکز جرم شما با مرکز جرم اتومبیل سرعت یکسان داشته باشد.

هنگامی که از حال سکون شتاب می‌گیرید بردار تکان اتومبیل به سوی جلو است در صورتیکه شما احساس تکانی به طرف عقب دارید. به همین دلیل تکان و شتابی که شما در دستگاه مرجع خود احساس می‌کنید، هر دو برخلاف جهت تکان و شتاب، در دستگاه مرجع یک ناظر خارج است. وقتی موتور به شدت ناهماهنگ کار کند شتاب سریعاً تغییر می‌کند. نام «تکان» از این حرکت تکان‌دار گرفته شده است.

احتمالاً به نوع دیگری از حرکت با تکان بر روی خط راست برخورد کرده‌اید: در خیابان با اتومبیل به زمین یخزده می‌رسید و به شدت، ترمز می‌کنید. در این حالت همه شتاب منفی ناگهان بسیار کم می‌شود و حاصل آن تکان زیاد دیگری به طرف جلو است. این تکان هم جهت با حالتی است که شما ناگهان به طرف جلو شتاب می‌گیرید. این احساس را می‌توانید بدین‌گونه تفسیر کنید که در رسیدن به سطح لغزنده سرعت شما واقعاً افزایش یافته است.

ممکن است در حرکت تکان‌دار یک‌بعدی علاوه بر ناراحتی احساسی دیگر نیز وجود داشته باشد

در «بند III، برخورد اتومبیل و ساخت» بسیار جالب و آموزنده هانس ــ س ــ اُهانیون، حداکثر تکان قابل‌تحمل برای انسان را تقریباً $۲۰۰۰۰ m/s^3$ ذکر کرده است.

(عملاً اصطلاح تکان را به کار نبرده و حدود «۲۰۰۰ G بر ثانیه» بیان کرده است.)[5]

در این مثال او تغییر از ۰ تا $۴۵۰ m/s^2$ در مدت زمان کمتر از $\frac{۴۵۰}{۲۰۰۰۰ s}$ یا $۰/۰۲۳ s$ بی‌خطر نیست.

(در نسخه متعلق به من از متن [اصلی] او این زمان به غلط $۰/۲۳ s$ چاپ شده است)

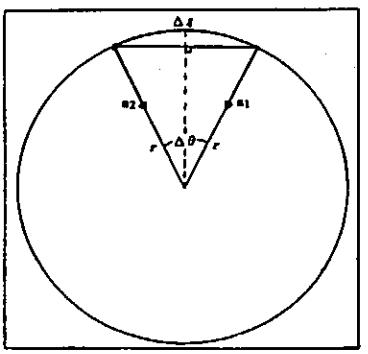
آیا همواره تکان را احساس می‌کنید؟

بین احساس ذهنی «حرکت با تکان» و تشخیص عینی تکان یک حرکت، تفاوتهایی وجود دارد.

می‌دانیم جهت به دستگاه مرجع ما بستگی دارد. حال یک حرکت دایره‌ای یکنواخت را بررسی می‌کنیم.

فرض کنید مسافر وسیله‌نقلیه‌ای هستید که بر روی خط راست با سرعت ثابت حرکت می‌کند (شتاب و تکان صفر است). ناگهان این وسیله‌نقلیه به چپ می‌پیچد و بر روی دایره‌ای به شعاع r به حرکت ادامه می‌دهد. شتاب شما از صفر سریعاً به $\omega^2 r = \frac{v^2}{r}$ تغییر کرده است و اولین تکان را احساس می‌کنید. ($\omega = \frac{v}{r}$ سرعت زاویه‌ای و برحسب $\frac{\text{رادیان}}{\text{زمان}}$ است) بعد از این اولین تکان، هرگاه v و ω و r ثابت بماند و شما روی دایره به حرکت یکنواخت ادامه دهید، به نظر می‌رسد که حرکت بی‌تکان است.

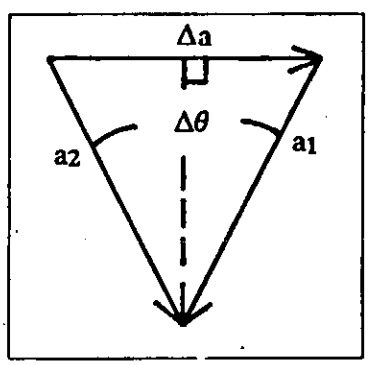
هرچند حرکت بی‌تکان است اما اندازه شتاب ثابت و جهت آن پیوسته تغییر می‌کند. شتاب در حرکت دایره‌ای یکنواخت، شتاب جانب مرکز و همواره به سوی مرکز است. با وجود این‌که [در هر لحظه] شتاب «به سوی مرکز» است، پیوسته جهت آن در تغییر است.



شکل ۱

مطابق شکل ۱ در حرکت یکنواخت دایره‌ای تکان وجود دارد زیرا جهت شتاب همواره تغییر می‌کند.

رابطه تکان را برای حرکت دایره‌ای یکنواخت به دست می‌آوریم. برای زاویه‌های کوچک، طول کمان تقریباً برابر طول وتر متناظر آن است.



شکل ۲

مطابق شکل ۲ زاویه بین دو بردار شتاب برابر بازاویه بین دو بردار شعاعی متناظر آنهاست.

در شکل ۱ و ۲ برای دومثلث متشابه داریم.

$$\frac{\Delta a}{a} \approx \frac{\Delta s}{r} \qquad (۱۵)$$

$$\frac{\Delta a}{\Delta t} \approx \frac{a}{r}\,\frac{\Delta s}{\Delta t} \qquad (۱۶)$$

$$a = \omega^2 r \quad و \quad \frac{\Delta s}{\Delta t} = V = \omega r$$

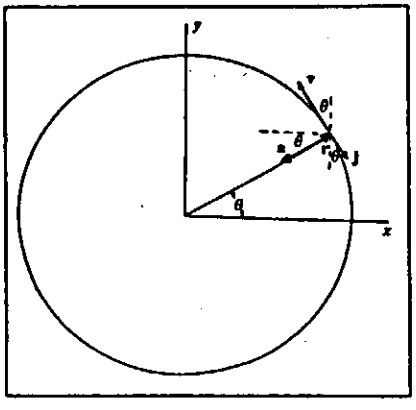
و برای $\Delta t \to 0$ طول کمان به طول وتر متناظرش نزدیک می‌شود. با توجه به رابطه (۱۶) اندازه تکان به دست می‌آید.

$$j = \omega^3 r = \frac{V^3}{r^2} \qquad (۱۷)$$ (حرکت دایره‌ای یکنواخت)

رابطه (۱) و شکل ۲ نشان می‌دهد که تکان متوسط عمود بر نیمساز زاویه بین دو شتاب است. بنابراین هنگامی که $\Delta\Theta$ کوچک می‌شود، تکان لحظه‌ای مماس بر دایره و برخلاف جهت سرعت مماسی است. در شکل ۳ کمیات لحظه‌ای (سرعت ــ شتاب ــ تکان) یک ذره در یک حرکت دایره‌ای یکنواخت پادساعتگرد (گردش برخلاف عقربه ساعت) رسم شده است.

آیا این تکان را احساس می‌کنیم؟ گمان نمی‌کنم. علت اصلی آن این است که تکان جزیی است.

در حرکت بر روی دایره به شعاع ۱۲۵ m با سرعت ثابت ۲۵ m/s شتاب جانب مرکز (برای یک اتومبیل)، $5\ m/s^2$ ولی اندازه تکان فقط $1\ m/s^3$ است. (هنگامی که اتومبیل وارد پیچ می‌شود و شتاب از صفر به $5m/s^2$ در مدتی بسیار کمتر از ۵ s تغییر یابد تکان در ورود به پیچ بسیار بیشتر از $1m/s^3$ است و می‌توانیم آن را احساس کنیم.



شکل ۳

به نظر می‌رسد، در حرکت دایره‌ای یکنواخت، حتی اگر با کم کردن شعاع اندازه تکان را زیاد کنیم، به علت «نرمی» حرکت وجود تکان در جهت حرکت احساس نمی‌شود.

(یادآوری می‌شود که احساس تکان برخلاف بردار تکان در دستگاه مرجع خارج است.)

در حرکت هماهنگ ساده (SHM) که تصویر یک حرکت دایره‌ای یکنواخت بر روی قطر است مطابق شکل ۳، $\Theta = \omega t + \phi$ (که ϕ ثابت فاز است) و نشان داده می‌شود که.

$$J_x = \omega^3 x_m \sin(\omega t + \phi) = -\omega^2 V_x \quad (SHM) \qquad (۱۸)$$

j_x همنه x تکان لحظه‌ای، x_m (r=) دامنه و V_x همنه x سرعت لحظه‌ای است. می‌توانیم با سه بار مشتق‌گیری از رابطه

$x = x_m \cos(\omega t + \phi)$.

رابطه (۱۸) را به دست آوریم.

رابطه (۱۸) نشان می‌دهد که حداکثر قدر مطلق [= اندازه] تکان در مکانی است که سرعت حداکثر و آن در وضع تعادل است.

باز هم، بسیار شک دارم که شخصی که حرکت هم‌آهنگ ساده (SHM) را تجربه کند مطمئناً حرکت «با تکان» را احساس می‌کند. به عنوان مثال، می‌دانیم که آونگ که با زاویه‌های کوچک نوسان می‌کند با تقریب قابل قبول حرکت هم آهنگ ساده (SHM) دارد

هنگامی که در یک پارک (گردشگاه) از افراد بالغی که مشغول تاب خوردن بودند پرسیدم: «آیا حرکتی با تکان احساس می‌کنند؟» پاسخ این بود که حرکتی یکسان و بی‌تکان دارند. و احتمالاً اگر تکانی وجود دارد هنگامی است که تاب در نقاط بالا (در جایی که شتاب حداکثر و تکان صفر است) و یا در پایین در حالت پایین آمدن است (جایی که شتاب جانب مرکز حداکثر و تکان افقی است). این پاسخها مشخص می‌نماید که شتاب احساس می‌شود نه تکان.

* Tom S. Sandin, Thy Physics Teacher January 1990

■

مراجع:

1. Stephen Luzader, Phys. Teach. 26, 423 (1988) and the following "Editor's Note."
2. Jack M. Wilson, Phys. Teach. 27,7 (1989).
3. F. W. Sears, M.W. Zemansky, and H.D. Young, University Physics, 7thed. (Addison-Wesley, Reading, MA, 1987), P. 31.
4. T.R. Sandin, Essentials of Modern Physics (Addison-Wesley, Reading, MA, 1989), P.12.
5. Hans C. Ohanian, Physics, 2nd ed. (W.W. Norton & Co., NewYork, 1989), P. III - 13.

سوالات امتحانی (گزینش دانشجو سال ۷۰-۱۳۶۹)

امتحان گزینش دانشجو برای دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی کشور «گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی» مرحله دوم سال تحصیلی ۷۰-۱۳۶۹

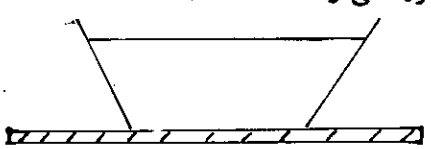
۱۱۱ـ در ظرفی مطابق شکل مایع ریخته‌ایم کدام گزینه در مورد برآیند نیروهای وارد بر مایع از طرف دیوارهٔ ظرف درست است؟

۱) در راستای قائم ـ بطرف بالا

۲) در راستای قائم ـ بطرف پایین

۳) برآیند مورد نظر صفر است

۴) هر سه گزینه می‌توانند درست باشند.



۱۱۲ـ یك جسم متخلخل ته ظرف آبی قرار دارد. اگر پس‌از مدتی جسم مقداری آب جذب کرده باشد، کدام گزینه دربارهٔ نیروئی که جسم برته ظرف وارد می‌کند درست است؟

۱) تغییر نکرده است ۲) کمتر شده است

۳) بیشتر شده است

۴) هر یك از سه حالت ممکن است اتفاق افتاده باشد.

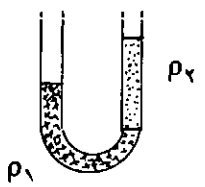
۱۱۳ـ یك تخته بر سطح آب شناور است. پس‌از مدتی بعلت جذب آب ۱Kg به جرم آن افزوده می‌شود. تغییر آن قسمت از حجم چوب که در آبست چند سانتی‌مترمکعب است؟

۱) ۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۱۰۰۰ ۴) 10^6

۱۱۴ـ در یك لوله U شکل دو مایع مخلوط نشدنی به جرم حجمی‌های ρ_1 و ρ_2 مطابق شکل وجود دارد. کدام گزینه درست است؟

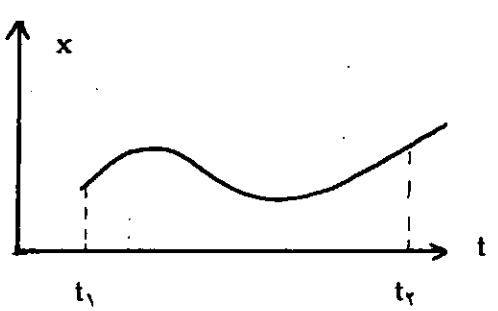
۱) $\rho_1 > \rho_2$ ۲) $\rho_2 \geqslant \rho_1$

۳) $\rho_1 \geqslant \rho_2$ ۴) $\rho_2 > \rho_1$



۱۱۵ـ نمودار مکان ـ زمان متحرکی مطابق شکل است. در فاصله زمانی t_1 تا t_2 چند بار نیروی وارد جسم تغییر جهت داده است؟

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳



۱۱۶ـ فاصلهٔ متوسط زمین تا خورشید ۱۵۰ میلیون کیلومتر است. اگرعطارد تقریباً هر ۸۸ روز یك دورخورشید را دور بزند، فاصله‌اش از خورشید تقریباً چند میلیون کیلومتر است؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۷ ۳) ۵۸ ۴) ۸۰

۱۱۷ـ جسمی بر روی سطح شیبداری که با افق زاویهٔ α می‌سازد ساکن است. نیروی اصطکاك بین جسم وسطح شیبدار کدام است؟

۱) $mg\sin\alpha$ ۲) $\mu mg\cos\alpha$

۳) $\mu mg\sin\alpha$ ۴) $\mu mg\tan\alpha$

۱۱۸ـ ذره‌ای بجرم m با سرعت‌ثابت V روی دایره می‌گردد در مدت نیم پریود $\left(\frac{T}{2}\right)$ میزان تغییراندازه حرکت کدامست؟

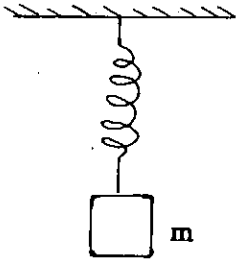
۱) ۰ ۲) $2mV$ ۳) mV ۴) $m\frac{V}{2}$

۱۱۹ـ مطابق شکل جسمی به جرم m را به فنری‌که به سقف متصل است‌آویخته وجسم درحال سکون است. نیروی کشش فنرکدام است؟

۱) ۰ ۲) mg

۳) $2mg$

۴) Kmg (K ثابت فنر است).



۱۲۰ـ یك قطعه‌آهن از ارتفاع ۹ متری از حال سکون سقوط کرده و به زمین می‌خورد. اگر همهٔ انرژی صرف گرم شدن‌آهن شود، دمای آهن چند درجه سلسیوس بالا خواهد رفت؟

$$C = 450\ \frac{J}{Kg\cdot c^\circ}$$

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲

۳) ۰/۳ ۴) بستگی به جرم قطعه‌آهن دارد.

۱۲۱ـ قطاری با سرعت $54\ \frac{Km}{h}$ در حال حرکت است. یك تکه‌گل به جرم ۴۰۰gr را با سرعت $20\ \frac{m}{s}$ بطور افقی بطرف قطار پرت‌کرده و به‌آن می‌چسبد. اتلاف انرژی چند ژول است؟

۱) ۱۴۰ ۲) ۷۰ ۳) ۳۵ ۴) ۱۷/۵

۱۲۲ـ اگر زاویهٔ پرتاب‌یك پرتابه را با اندازهٔ $\Delta\theta$ افزایش دهیم. برد پرتابه چه تغییری می‌کند؟

۱) کم می‌شود ۲) زیاد می‌شود

۳) ثابت می‌ماند

۴) هر سه حالت ممکن است اتفاق بیفتد.

۱۲۳ـ جسمی به جرم ۲ کیلوگرم را با سرعت ۵ متر برثانیه در راستای قائم بطرف بالاپرتاب می‌کنیم. وقتی جسم به نقطهٔ پرتاب برمی‌گردد، سرعتش به ۴ متر بر ثانیه رسیده است. نیروی مقاومت هوا (به‌فرض ثابت بودن) چند نیوتن است؟

$$g = 10\ \frac{m}{s^2}$$

۱) ۱/۸ ۲) ۳/۶

۳) ۷/۲

۴) داده‌های مسئله کافی نیست.

۱۲۴ـ از یك ورقه فلزی مربع شکل دایره‌ای به شعاع R بریده‌ایم. اگر دمای ورقه را باندازهٔ $\Delta\theta$ افزایش دهیم تغییر شعاع قسمت بریده شده برابر است با (λ ضریب انبساط طولی ورقه است)؟

۱) $\frac{R}{\lambda\Delta\theta}$ ۲) $2R\lambda\Delta\theta$

۳) $\frac{R}{2}\lambda\Delta\theta$ ۴) $R\lambda\Delta\theta$

۱۲۵ـ یك دماسنج مخصوص، نقطهٔ ذوب یخ را ۲۰ و نقطهٔ جوش‌آب در فشار یك‌آتمسفر را ۱۰۰ نشان می‌دهد. این دماسنج دمای جسمی راکه $25C^\circ$ است چند نشان خواهد داد؟

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

۱۲۶ـ یك گـاز ایداه‌آل را در فشار ثـابت حرارت داده تا حجمش دو بـرابر شود و سپس در این حجم حرارت می‌دهیم تا فشارش دو برابر شود. دمای گاز نسبت به دمای اولیه چند است؟

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

۱۲۷ـ بـــه یك کیلوگرم یـخ صفر درجه، ۱۰۰KJ حرارت می‌دهیم. اگر گرمای نهان ذوب یخ $۳۳۵ \frac{J}{gr}$ باشد، دمای نهائی چند است؟

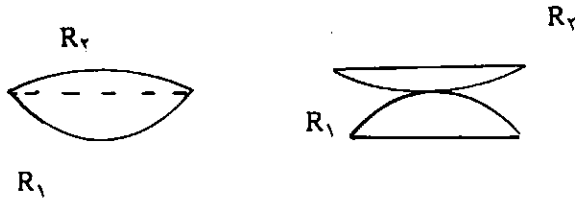
۱) ۰ ۲) ۳/۳۵ ۳) ۲۵ ۴) ۴۰

۱۲۸ـ یك عدسی محدب الطرفین مطابق شکل را ازوسط دونیم کرده و رخ محدب آنهـا را روی هـم قرار می‌دهیم. فاصلهٔ کانونی عدسی مرکب جدید نسبت به عدسی قبلی چگونه است؟

۱) تغییر نمی‌کند ۲) زیادتر می‌شود

۳) کمتر می‌شود

۴) بسته به شرایط هرسه حالت ممکن است اتفاق بیفتد.



۱۲۹ـ کدام گزینه در مورد یك تیغه متوازی السطوح درست است؟

۱) نور ورودی و خروجی زاویـه‌کمی بـا یکـدیگر می‌سازند

۲) نور ورودی و خروجی بر هم منطبق‌اند

۳) هرگز نور سفید را تجزیه نمی‌کند

۴) می‌تواند نور سفید را تجزیه‌کند.

۱۳۰ـ شخصی بـه فاصلهٔ ۵۰ سانتی‌متری از یك آینه تخت به مساحت ۱۰۰ سانتی‌مترمربع ایستاده است. این شخص چه مساحتی (برحسب سانتی‌متر مربـع) از یك دیوار پشت سرش وبفاصلهٔ ۲ متر ازخودش را می‌تواند ببیند؟

۱) ۴۰۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۱۶۰۰ ۴) ۳۶۰۰

۱۳۱ـ به یك رخ یـك منشور متساوی‌الساقین یك باریکه نور تك رنگ مـی‌تابانیم بطوریکه باریکه نور در منشور بموازات قاعده منشوراست. اگر در این حالت زاویهٔ تابش را یکبارکمی کمتر و بار دیگرکمی بیشترکنیم:

۱) درحالت اول زاویهٔ انحراف کمتر و درحالت دوم بیشتر می‌شود

۲) در حالت اول زاویـهٔ انحراف بیشتر و در حالت دوم کمتر می‌شود

۳) در هر دو حالت زاویهٔ انحراف بیشتر می‌شود

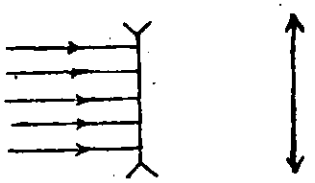
۴) در هر دو حالت زاویهٔ انحراف کمتر می‌شود.

۱۳۲ـ جسمی مقابل یك عدسی همگرا بـــه فاصلهٔ کانونی ۸ سانتی‌متر قرار دارد. کمترین فاصله میان جسم وتصویر حقیقی آن چند سانتی‌متر است؟

۱) ۲۴ ۲) ۳۲ ۳) ۴۰ ۴) ۴۸

۱۳۳ـ یك دسته نور موازی به عدسی واگرا به شعاع کانونی ۱۰ سانتی‌متر می‌تابانیم. یك عدسی همگرا بـه فاصله کانونی ۱۵ سانتی‌متر را بـــه چه فاصله‌ای (برحسب سانتی‌متر) از عدسی واگرا قراردهیم تا نور خروجی موازی باشد؟

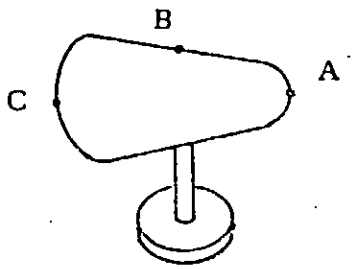
۱) ۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۵۰



۱۳۴ـ مطـابق شکل جسم دوکـی شکلی را از فلز ساخته و روی پایهٔ عایق قرار داده‌ایم. بار الکتریکی Q روی قسمت فلزی قرار دارد. کـدام گزینه دربارهٔ پتانسیل نقاط A و B و C درست است؟

۱) $V_A = V_C < V_B$ ۲) $V_A = V_C > V_B$

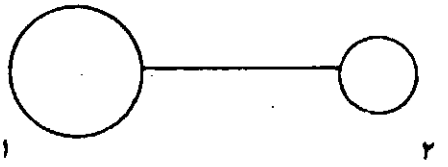
۳) $V_A = V_B = V_C$ ۴) $V_A < V_B < V_C$



۱۳۵ـ دو جسم فلزی ۱ و ۲ را با یك سیم بهم وصل می‌کنیم ومشاهده می‌شود جریان الکتریکی از جسم ۱ به طرف ۲ است. کدام گزینه درست است؟

۱) $Q_۱ = Q_۲$ ۲) $V_۲ = V_۱$

۳) $Q_۱ < Q_۲$ ۴) $V_۲ < V_۱$



۱۳۶ـ بریك قطره روغن بسیارکوچك به جرم ۱۶×۱۰^{-۱۲} گرم، یك الکترون خنثی نشده قرار دارد. این قطره میان صفحات یك خازن مسطح به فاصلهٔ صفحات ۱ سانتی‌متر به حالت تعادل معلق است. اختلاف پتانسیل صفحات خازن چند ولت است؟ بار الکترون $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ کولن است؟

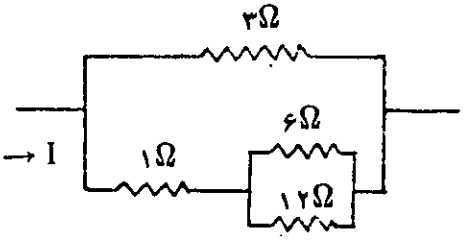
۱) $۱۰^{۴}$ ۲) $۱۰^{-۴}$ ۳) $۱۰^{-۷}$ ۴) $۱۰^{۷}$

۱۳۷ـ ابعاد یك مکعب مستطیل فلزی ۱، ۲ و ۴ سانتی‌متراست. این مکعب مستطیل را می‌توان از هریك از دو وجه موازی آن در مدار قرارداد. نسبت بزرگترین مقاومت به‌کوچکترین مقاومت آن چند است؟

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۶ ۴) ۲۴

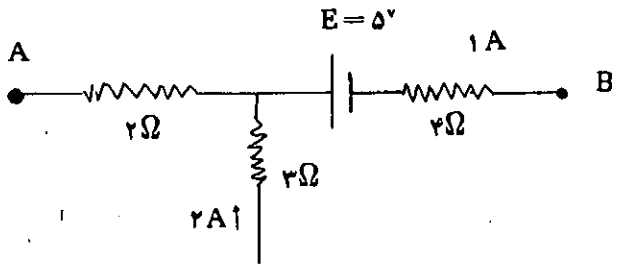
۱۳۸ـ مداری مانند شکل ساخته‌ایم. اگر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت یك اهمی ۳ ولت باشد، جریان I در مدار اصلی چندآمپر است؟

۱) ۳ ۲) ۵ ۳) ۸ ۴) ۱۲



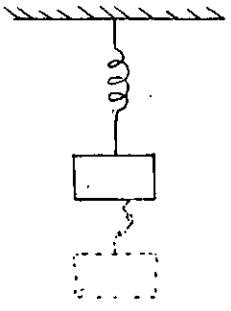
۱۳۹ـ در مدار شکل زیر V_{AB} چند ولت است؟

۱) ۱− ۲) ۱ ۳) ۵ ۴) ۵−



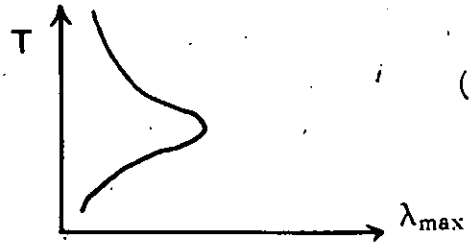
۱۴۰ـ جسمی به‌جرم ۱Kg را به‌انتهای یك فنر که سردیگرش به نقطه ثابتی بسته شده است می‌بندیم و جسم را از حالتی‌که فنر طول اولیه خود را دارد رها می‌کنیم. حداکثر اضافه طول فنر چند سانتی‌متر است؟ ثابت فنر $۵۰۰ \frac{N}{m}$ و $g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$ است.

۱) ۰/۰۴ ۲) ۰/۰۲ ۳) ۲ ۴) ۴

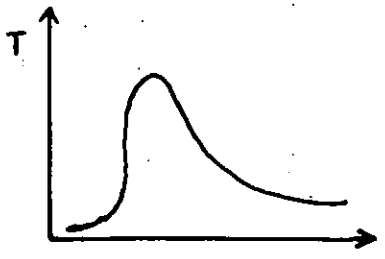


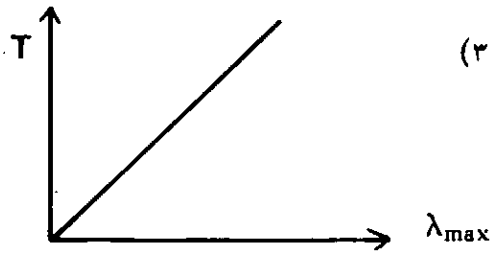
۱۴۱ـ کدامیك از نمودارها دربارهٔ دمای یك جسم و طول موج با ماکزیمم شدت درست است؟

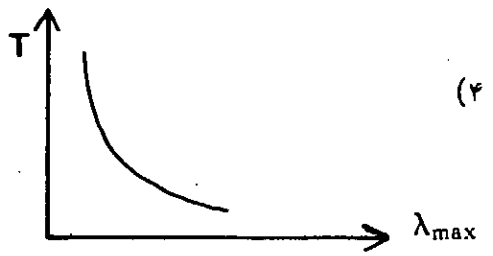
۱)



۲)



۳)


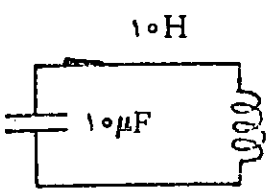
۴)


۱۴۲ــ در اتم هیدروژن، الکترون از تراز $n=1$ به تراز $n=2$ می‌رود. شعاع مدار الکترون نسبت به حالت قبل چند برابر و انرژی الکترون چه تغییری می‌کند؟

۱) ۲ و کمتر ۲) ۲ و بیشتر
۳) ۴ و بیشتر ۴) ۴ و کمتر

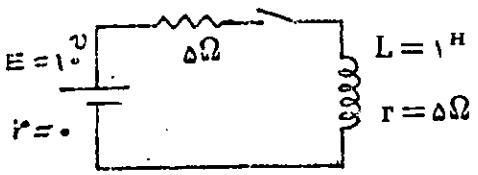
۱۴۳ــ در مداری که رسم شده است قبل از بستن کلید، خازن دارای بار الکتریکی ۵ میکروکولن است. بیشترین جریانی که از سیم‌پیچ می‌گذرد چند میلی‌آمپر است؟ (مقاومت مدار صفر است).

۱) ۰/۵ ۲) ۰/۰۰۵
۳) ۵×۱۰^{-۶} ۴) ۵۰۰



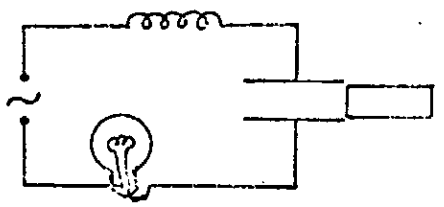
۱۴۴ــ در مداریکه رسم شده است، درست بلافاصله پس‌از بستن کلید، جریان مدار چندآمپر و اختلاف پتانسیل دو سر سیم‌پیچ چند ولت است؟

۱) ۱ و ۵ ۲) ۰ و ۱۰
۳) ۲ و ۰ ۴) ۰/۵ و ۵



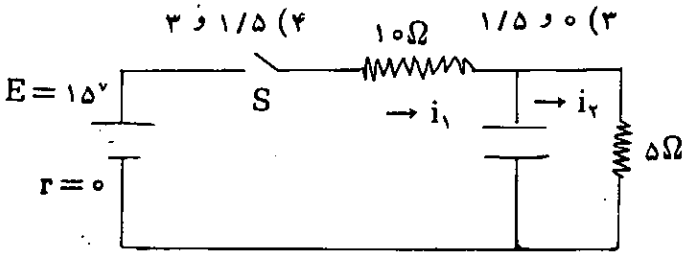
۱۴۵ــ در مدار مقابل یک قطعه دی‌الکتریک را میان صفحات خازن وارد می‌کنیم. شدت نور لامپ نسبت به حال قبل چه تغییری می‌کند؟

۱) تغییر نمی‌کند ۲) بیشتر می‌شود
۳) کمتر می‌شود
۴) بسته به‌شرایط هرسه حالت ممکن است اتفاق بیفتد.



۱۴۶ــ در مدار شکل مقابل، خازن بار الکتریکی ندارد. درست بلافاصله پس‌ازبستن کلید S جریان‌های i_1 و i_2 به ترتیب چندآمپر است؟

۱) ۱ و ۱ ۲) ۱/۵ و ۰
۳) ۰ و ۱/۵ ۴) ۱/۵ و ۳



۱۴۷ــ تعداد دور سیم‌پیچهای اولیه و ثانویه یک ترانسفورماتور بترتیب ۱۰۰۰ دور و ۴۰ دور است اگر از اتلاف انرژی در هسته وسیم‌پیچها صرفنظر شود، درصورتیکه ولتاژ اولیه ۲۰۰ ولت و جریان در مدار ثانویه ۵A باشد جریان در اولیه و ولتاژ ثانویه به ترتیب برابر است با:

۱) ۰/۲ و ۸ ۲) ۸ و ۰/۲
۳) ۰/۰۴ و ۸ ۴) ۱۲۵ و ۸

۱۴۸ــ در مدار شکل زیر، کدام گزینه درست است؟ (وسایل

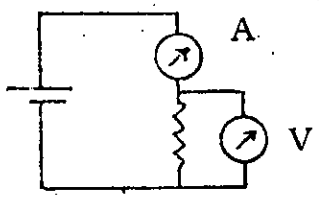
اندازه‌گیری ایده‌آل نیستند)

۱) اگر ولت متر را حذف کنیم آمپر متر عدد بزرگتری نشان خواهد داد

۲) اگر آمپرمتر را حذف کنیم ولت متر عدد کوچکتری نشان خواهد داد

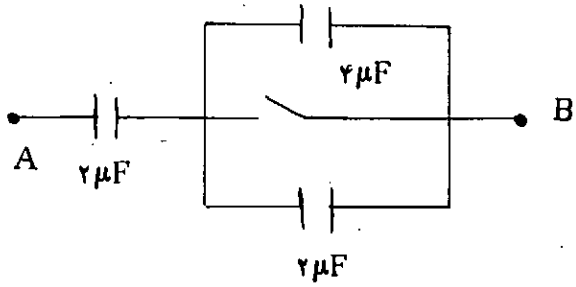
۳) اگر آمپرمتر را حذف کنیم ولت متر عدد بزرگتری نشان خواهد داد

۴) اگر آمپرمتر و ولت‌متر جابجا شوند آمپرمتر عدد بیشتری نشان خواهد داد.



۱۴۹ــ مداری مطابق شکل را به باطری وصل و سپس جدا می‌کنیم. اگر اختلاف پتانسیل خازن ۴ میکرو فاراد، ۴ ولت باشد، پس‌از بستن کلید، اختلاف پتانسیل میان A و B چند ولت خواهد شد؟

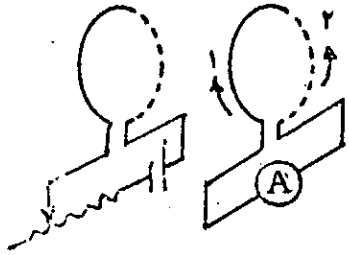
۱) ۲۰ ۲) ۱۲ ۳) ۱۶ ۴) ۸



۱۵۰ــ در شکل زیر، ابتدا مقاومت رئوستا را زیاد و سپس کم می‌کنیم. جهت جریان القائی در حلقه دوم، بترتیب با کدامیک از دو جهت مشخص شده مطابقت دارد؟

۱) ۱ و ۱ ۲) ۱ و ۲

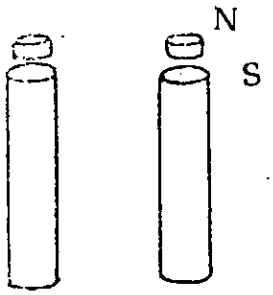
۳) ۲ و ۱ ۴) ۲ و ۲



۱۵۱ــ یك آهن‌ربا و یك آهن که ظاهراً مشابهند، مطابق شکل داخل دو لوله مسی بدون آنکه با دیواره تماس داشته باشند، سقوط می‌کنند. سرعت آهن‌ربا هنگام خروج از لوله، نسبت به سرعت آهن چگونه است؟

۱) کمتر ۲) بیشتر ۳) مساوی

۴) بسته به شرایط هر سه حالت ممکن است رخ دهد.



۱۵۲ــ یك آهن و یك آهن‌ربا که از نظر ظاهر کاملاً مشابهند، در اختیار داریم، تنها با ملاحظه نیروی ایندو بریکدیگر کدام گزینه دربارهٔ تشخیص آهن از آهن‌ربا و تشخیص قطب‌های آهن‌ربا درست است؟

۱) آهن‌ربا مشخص شده ولی قطب‌ها مشخص نمی‌شود

۲) آهن‌ربا و قطب‌هایش مشخص می‌شود

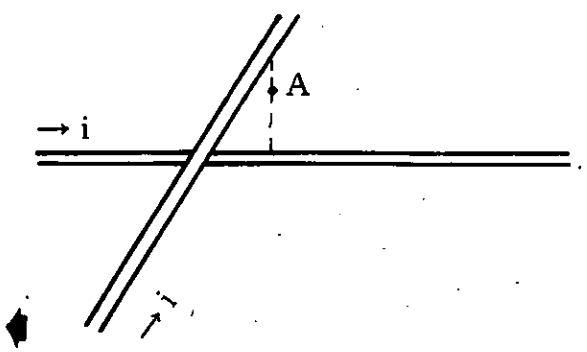
۳) نه آهن‌ربا و نه قطب‌ها مشخص نمی‌شود

۴) اظهارنظر قطعی میسر نیست.

۱۵۳ــ از دو سیم افقی که یکی در راستای شرقی، غربی و دیگری بالای آن در راستای شمال، جنوب است، جریان الکتریکی مساوی در جهتی که در شکل مشخص شده است می‌گذرد. کدام گزینه دربارهٔ جهت میدان مغناطیسی حاصل در نقطهٔ A میان دو سیم درست است؟

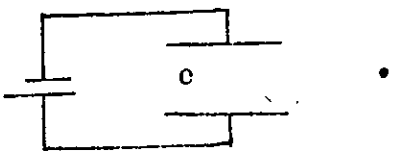
۱) شمال شرقی ۲) شمال غربی

۳) جنوب شرقی ۴) جنوب غربی



۱۵۴ـ مطابق شکل یك الکترون عمود برصفحه شکل و بطرف داخل میان صفحات خازن شلیك مـی‌شود. می‌خواهیم با یك آهن‌ربای نعلی شکل مانع از انحراف الکترون از مسیر مستقیم شویم. قطب N آهن‌ربا نسبت به مسیر حرکت الکترون کجا باید قرار گیرد؟

۱) چپ ۲) راست ۳) بالا ۴) پایین



۱۵۵ـ از یك مـاده رادیواکتیو با نیمه عمر ۳۰۰ دقیقه ۱۲ گرم در اختیار داریم. پس‌از ۱۵ ساعت چندگرم از آن به ماده دیگر تبدیل شده است؟

۱) ۱/۵ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۱۰/۵

۱۵۶ـ دو لامپ ۶۰W و ۴۰W را به طور سری بهم وصل کـرده و بـه برق شهر متصل مـی‌کنیم. توان لامپها برحسب وات در این حالت به ترتیب برابر است با:

۱) ۹/۶ و ۱۴/۴ ۲) ۱۴/۴ و ۹/۶

۳) ۱۶ و ۳۶ ۴) ۳۶ و ۱۶

۱۵۷ـ یك طناب سنگین از سقف آویخته است. محل آویز را در راستای افقی بـه نوسان مـی‌آوریم و ارتعاش در طول طناب ایجاد می‌شود. طول موج درقسمت پائینی طناب نسبت به نقاط نزدیك به محل آویز چگونه است؟

۱) مساوی ۲) بزرگتر ۳) کوچکتر

۴) هر سه حالت ممکن است اتفاق بیفتد.

۱۵۸ـ دو حرکت نوسانی همراستا بهٔ معادله‌های

$$y_1 = 3\sin(100\pi t + 75^\circ)$$

و

$$y_2 = 5\sin(100\pi t + 135^\circ)$$

با یکدیگر ترکیب می‌شوند. دامنه نوسان حاصل چند است؟

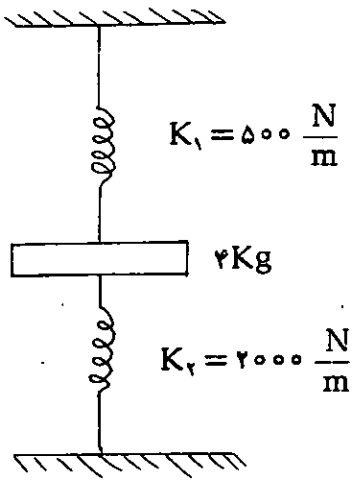
۱) ۲ ۲) ۷ ۳) ۸ ۴) ۱۰

۱۵۹ـ تاری هماهنگ اول خود را تولید می‌کند. اگر نیروی کشش تار۲ برابر شود، فاصله دوگره متوالی هماهنگ اول در این حـالت نسبت بـه حالت اول چند برابر خواهد شد؟

۱) $\frac{1}{4}$ ۲) ۱ ۳) $\sqrt{2}$ ۴) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

۱۶۰ـ مطابق شکل دو فنر از یك سر به جرم ۴ کیلوگرم بسته شده و سرهای دیگرشان به دو نقطه ثابت وصل است. پریود نوسانهای کم دامنه جسم تقریباً چند ثانیه است؟

۱) ۱۵۰ ۲) ۲۵ ۳) ۰/۶۲ ۴) ۰/۲۵



امتحان گزینش دانشجو
برای دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی کشور
سال تحصیلی ۷۰-۱۳۶۹
«گروه آزمایشی علوم تجربی» مرحله دوم

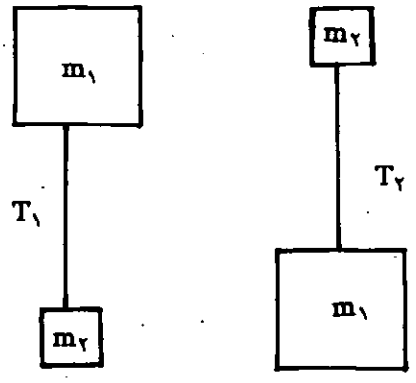
وقت: ۴۰ دقیقه

۱۸۶ـ دوجسم m_1 و m_2 را با یك رشته نازك بهم بسته‌ایم. مطابق شکل یکبار آنها را طوری رها می‌کنیم که m_1 بالا باشد و بار دیگر طوری رها می‌کنیم که m_2 بالا باشد. نیروی کشش نخ را به ترتیب T_1 و T_2 می‌نامیم. کدام گزینه درست است؟

۱) $T_1 = T_2$ ۲) $T_1 > T_2$

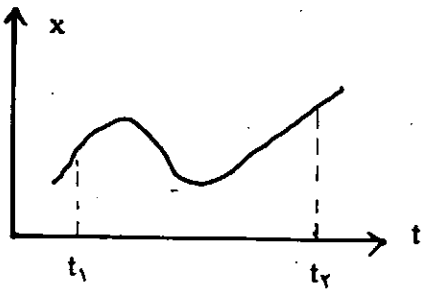
۳) $T_2 > T_1$

۴) بسته به شرایط هر سه حالت می‌تواند رخ دهد.



۱۸۷ـ نمودار مکان زمان متحرکی مطابق شکل است. در فاصله زمانی میان t_1 تا t_2، سرعت جسم چندبار تغییر جهت داده است؟

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳



۱۸۸ـ اتومبیلی با سرعت ۵۴ کیلومتر در ساعت درحال حرکت‌است. اتومبیل با ترمز کردن، پس‌ازطی مسافت ۲۲/۵ متر می‌ایستد. مدت زمان توقف چند ثانیه است؟

۱) ۶ ۲) ۵ ۳) ۴ ۴) ۳

۱۸۹ـ توپی را در راستای قائم به زمین می‌زنیم و سپس به طرف بالا برمی‌گردد. در تماس توپ با زمین نیروی وارد بر توپ را در هنگام کند شدن، F_1 و موقع برگشتن F_2 می‌نامیم. کدام گزینه درباره جهت

نیروهای F_1 و F_2 صحیح است؟

۱) پایین و بالا ۲) پایین و پایین

۳) بالا و پایین ۴) بالا و بالا

۱۹۰ـ توپی به جرم ۲۰۰ گرم را با سرعت ۱۰ متر برثانیه در راستای قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. سرعت توپ موقع رسیدن به نقطهٔ پرتاب ۹ متر برثانیه است. چند ژول گرما به محیط و توپ داده شده است؟

۱) ۱/۹ ۲) ۱۹ ۳) ۳۸ ۴) ۱۹۰۰

۱۹۱ـ درون یك ظرف مکعب‌مستطیل که مقطع آن مربعی به ضلع ۲۰ سانتیمتر است، تا ارتفاع ۴۰ سانتیمتر آب می‌ریزیم. نیروی وارد بریك بدنه ظرف از طرف آب چند نیوتن است؟

$g = 10 \frac{m}{s^2}$

۱) ۱۶۰ ۲) ۳۲۰

۳) ۱۶۰۰۰ ۴) ۳۲۰۰۰

۱۹۲ـ به مخزن آب یك کشتی که در بندر توقف کرده است، ۱۵۰ تن آب پمپ می‌کنیم. حجمی از کشتی که درون آب است تقریباً چند مترمکعب تغییر می‌کند؟

۱) ۱۵×۱۰^۴ ۲) ۱۵×۱۰^۶

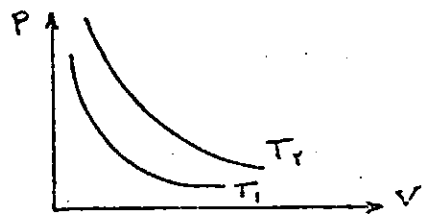
۳) ۱۵۰ ۴) ۱۵۰۰

۱۹۳ـ ارتفاع جیوه درون لوله هواسنج ۷۶ سانتیمتر است. لوله را کج می‌کنیم تا ارتفاع قائم جیوه به ۶۵ سانتیمتر می‌رسد. فشار بر ته بسته لوله تقریباً چند نیوتن بر مترمربع است؟ $g = 10 \frac{m}{s^2}$ و جرم حجمی جیوه $۱۳/۶ \frac{g}{cm^3}$ است.

۱) ۱۱۰۰ ۲) ۱۵×۱۰^۵

۳) ۱۱×۱۰^۴ ۴) ۱۵×۱۰^۳

۱۹۴ـ نمودار تغییرات فشار و حجم یك گاز در دو دمای متفاوت مطابق شکل است. کدام گزینه درست است؟



۱) $T_1 > T_2$ ۲) $T_2 > T_1$

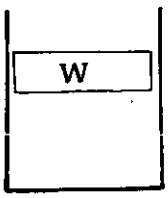
۳) $T_1 = T_2$ ۴) $T_1 T_2 = 1$

۱۹۵ـ یك پیستون بدون اصطکاك به وزن W گازی به حجم V_1 را در ظرف محبوس کرده است. وزنهٔ دیگری به اندازهٔ W روی پیستون قرار می‌دهیم پس‌از تعادل پیستون حجم گاز V_2 می‌شود (دما ثابت می‌ماند) کدام گزینه درباره $K = \frac{V_2}{V_1}$ درست است؟

۱) $K = ۰/۵$ ۲) $۰ < K < ۱$

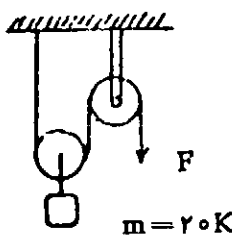
۳) $۰/۵ < K < ۱$

۴) بسته به شرایط هرکدام ازحالتها می‌تواند رخ‌دهد.



۱۹۶ـ نیروی F برای متعادل نگهداشتن دستگاه چند نیوتن است؟ (از جرم قرقره‌ها صرفنظر کنید)

۱) ۱۰ ۲) ۵۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۲۰۰



۱۹۷ـ فاصلهٔ جسمی را تا روزنه اتاق تاریك ۲ برابرمی‌کنیم. ابعاد تصویر نسبت به حالت قبلی چند برابر می‌شود؟

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

۱۹۸ـ جسم باریکی به طول ۸ سانتیمتر را منطبق بر محور اصلی یك عدسی همگرا به فاصله کانونی ۸ سانتیمتر

قرارمی‌دهیم به‌طوریکه نزدیکترین فاصلهٔ جسم تاعدسی ۱۶ سانتیمتر می‌شود. طول تصویرچند سانتیمتر است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۱۲

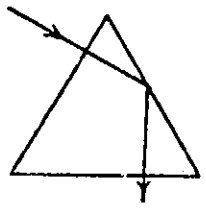
۱۹۹ـ جسمی را از فاصلهٔ دور تا رأس یك آئینه مقعر، حرکت می‌دهیم. تصویر جسم چندبار تغییر جهت می‌دهد؟

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) ۰

۲۰۰ـ نوری مطابق شکل بر یك وجه منشور متساوی‌الاضلاع می‌تابد و از قاعده‌آن خارج می‌شود. کدام گزینه دربارهٔ ضریب شکست منشور درست است؟

۱) حداکثر ۲ است ۲) حداقل ۲ است

۳) حداکثر ۱/۱۵ است ۴) حداقل ۱/۱۵ است



۲۰۱ـ به‌هنگام گرفتن ماه یا خورشیدکدام گزینه درست است؟

۱) اگر فاصلهٔ خورشید از زمین زیادتر شود، قطر سایهٔ ماه بزرگتر می‌شود

۲) اگر فاصلهٔ خورشید از زمین کمتر شود، قطر سایهٔ ماه بزرگتر می‌شود

۳) اگر فاصلهٔ ماه از زمین زیادتر شود، قطر سایهٔ زمین بزرگتر می‌شود

۴) اگر فاصلهٔ ماه از زمین کمتر شود، قطر سایهٔ زمین کوچکتر می‌شود.

۲۰۲ـ دوکره به شعاعهای R_1 و R_2 دارای بار الکتریکی Q_1 و Q_2 هستند. دوکره را بهم چسبانده وسپس ازهم دور می‌کنیم. اگر در این حالت دوکره را با یك سیم بهم وصل‌کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟ $(R_1 > R_2)$

۱) جریانی ازکره با شعاع بزرگتر به‌طرف‌کره دیگر جاری می‌شود

۲) جریانی ازکره با شعاع کوچکتر به‌طرف‌کره دیگر جاری می‌شود

۳) جریانی در سیم برقرار نمی‌شود

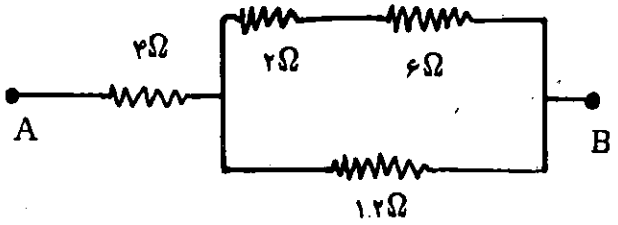
۴) جریان ازکره با بار بیشتر به طرف‌کره دیگر جاری می‌شود.

۲۰۳ـ دوبار الکتریکی ۴ میکروکولن و ۸ـ میکروکولن به فاصلهٔ ۱۰ سانتیمتر از یکدیگر قرار دارند. در چند سانتیمتری باراول و روی خط واصل دوبار، شدت میدان الکتریکی صفر است؟

۱) ۴۰ ۲) ۲۴ ۳) ۱۰ ۴) ۴

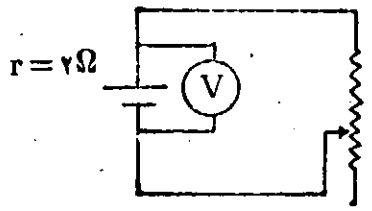
۲۰۴ـ مداری مطابق شکل موجود است. اگر توان حرارتی مقاومت۲ اهمی ۱۸ وات باشد، V_{AB} چند ولت است؟

۱) ۳۶ ۲) ۴۴ ۳) ۹۰ ۴) ۱۳۲



۲۰۵ـ در مدار مقابل مقاومتی از رئوستا که در مدارست۲۰Ω است. مقاومت رئوستا را به چند اهم کاهش دهیم تا ولت متر $\frac{1}{2}$ مقدار اولیه را نشان دهد؟

۱) ۱/۶ ۲) ۱۶ ۳) ۰/۶ ۴) ۶



۲۰۶ـ یك لامپ روشنایی برای کار با اختلاف پتانسیل ۲۴۰ ولت ساخته شده است. اگر این لامپ را با اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت روشن‌کنیم، توان لامپ تقریباً چند درصدکم می‌شود؟

۱) ۲ ۲) ۸ ۳) ۱۶ ۴) ۴۰

۲۰۷ـ دو ظرف تجزیه یکی برای تجزیهٔ آب و دیگری برای تجزیهٔ نیترات نقره به طور سری بهم وصل شده‌اند. پس‌ازآزاد شدن۰/۵ لیتر ئیدروژن در شرایط متعارفی، چندگرم نقره روی کاتد ظرف دوم رسوب می‌کند؟ جرم مولکولی نقره ۱۰۸ است.

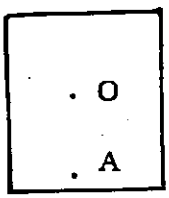
۱) ۲/۷ ۲) ۲۷ ۳) ۵۴ ۴) ۱۰۸

۲۰۸ـ یك پی‌پت به ارتفاع ۲۵ سانتیمتر را تا ۱۵ سانتیمتر درآب فرو برده و سپس دهانهٔ بالایی پی‌پت را با انگشت می‌بندیم و ازآب خارج می‌کنیم. ارتفاع آب درون پی‌پت چند میلیمتر کم می‌شود؟ فشار هوای خارج ۷۵ سانتیمتر جیوه است.

۱) ۰ ۲) ۰/۱۴ ۳) ۱/۴ ۴) ۱۴

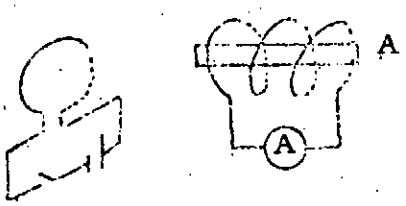
۲۰۹ـ مطابق شکل سیم مستقیم بلندی به‌طور عمود برصفحهٔ افقی، از نقطهٔ O گذشته و جریان درآن به‌طرف بیرون از صفحه شکل است. یك عقربه مغناطیسی را در نقطه A قرار می‌دهیم. قطب شمال عقربه کدام طرف نقطه A خواهد ایستاد؟

۱) بالا ۲) پایین ۳) چپ ۴) راست



۲۱۰ـ در مجموعهٔ مقابل، کلید را وصل و سپس قطع می‌کنیم. طرف A میلهٔ آهنی از نظر قطب آهن‌ربا، به ترتیب چه خواهد شد؟

۱) جنوب، شمال ۲) جنوب، جنوب
۳) شمال، جنوب ۴) شمال، شمال

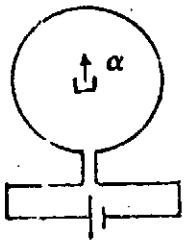


۲۱۱ـ کدام گزینه درست است؟

۱) ذره بتا هسته هلیوم است
۲) ذره آلفا در میدان الکتریکی منحرف نمی‌شود
۳) ذرهٔ بتا در میدان مغناطیسی منحرف نمی‌شود
۴) ذرات آلفا هسته هلیوم است.

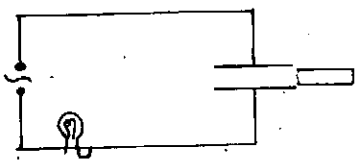
۲۱۲ـ مطابق شکل مداری از یك حلقه تشکیل شده است. نزدیك مرکز حلقه یك چشمه ذرات α قرار دارد. ذرات α به کدام طرف منحرف می‌شوند؟

۱) بیرون صفحهٔ مدار ۲) داخل صفحهٔ مدار
۳) چپ ۴) راست



۲۱۳ـ مداری مطابق شکل از یك لامپ و یك خازن تشکیل شده است. اگر یك قطعه دی‌الکتریك میان صفحات خازن قرار دهیم، شدت نور لامپ نسبت به حالت قبل چه می‌شود؟

۱) بیشتر می‌شود ۲) کمتر می‌شود



۳) تغییر نمی‌کند
۴) بسته به شرایط هرسه حالت ممکن است رخ دهد.

۲۱۴ـ یك خازن مسطح را به باتری وصل کرده تا بار Q_1 پیدا کند و سپس آن را از باطری جدا می‌کنیم. اگر یك قطعه دی‌الکتریك میان صفحات خازن واردکنیم، کدام گزینه دربارهٔ بار، اختلاف پتانسیل و انرژی خازن نسبت به حالت قبل درست است؟

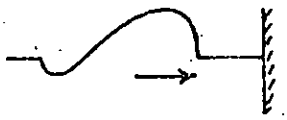
۱) $Q_1 > Q_2 \quad V_2 < V_1 \quad W_2 = W_1$
۲) $Q_2 > Q_1 \quad V_2 > V_1 \quad W_2 < W_1$
۳) $Q_2 = Q_1 \quad V_2 = V_1 \quad W_2 = W_1$
۴) $Q_2 = Q_1 \quad V_2 < V_1 \quad W_2 < W_1$

۲۱۵ـ روی یك طناب دونقطه به فاصله ۱۲ سانتیمتر مشخص شده است. درحالی‌که یك سر طناب درحال ارتعاش است، دو نقطهٔ یاد شده در فاز مخالفند. فرکانس ارتعاش را زیاد می‌کنیم، تا دو نقطه همفاز شوند. فرکانس نسبت به حالت قبل چند برابر شده است؟

۱) ۱/۲ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) ۲

۴) بسته به شرایط هر سه حالت ممکن است رخ دهد.

۲۱۶ـ موجی مطابق شکل در یك طناب که انتهایش به دیوار بسته شده تولید شده است.

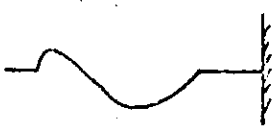


کدام گزینه موج برگشتی از دیوار را نشان می‌دهد؟

۱)

۲)

۳)



۴)

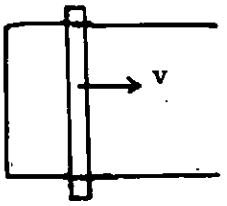
۲۱۷ـ مطابق شکل سیمی روی یك قاب فلزی بدون اصطکاك با سرعت ثابت به طرف راست کشیده می‌شود. قاب در یك میدان مغناطیسی که برسطح قاب عمود است قرار دارد. کدام گزینه درباره جهت نیروی وارد بر سیم ازطرف شخصی که آن‌را حرکت می‌دهد درست است؟

۱) بموازات میدان مغناطیسی و به‌طرف بیرون ازصفحه

۲) منطبق برصفحه حرکت و به طرف چپ

۳) منطبق برصفحه حرکت و به طرف راست بسته به شرایط

۴) بموازات میدان مغناطیسی و به طرف داخل صفحه.



۲۱۸ـ درنقطه‌ای به‌فاصلهٔ d ازیك سیم راست بلندکه جریان الکتریکی از آن می‌گذرد میدان مغناطیسی B است اگر فاصلهٔ سیم ازآن نقطه دو برابر شود میدان درآن نقطه چند برابر می‌شود؟

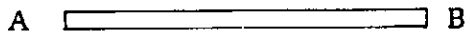
۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ۲ ۴) ۴

۲۱۹ـ جرم واحد طول در یك سیم‌که میان دو نقطه بسته شده است یکنواخت نبوده بلکه $\rho_A > \rho_B$ است. یکطرف سیم بـه ارتعاش درآمده و نوسان به سر دیگـر منتقل می‌شود. طول موج در حوالی نقطه A را λ_A و در حوالی نقطه B ، λ_B می‌نامیم. کـدام گـزینه درست است؟

۱) $\lambda_B > \lambda_A$ ۲) $\lambda_B = \lambda_A$

۳) $\lambda_B < \lambda_A$

۴) داده‌های مسأله کافی نیست.



۲۲۰ـ نوری مـرکب از طول مـوج‌هـای ۴۸۰۰ و ۶۴۰۰ آنگستروم به‌دو شکاف یانگ می‌تابد. به ترتیب چندمین نوار روشن از نوار مـرکزی، نورها برای اولین بار روی پرده با یکدیگر ترکیب می‌شوند؟

۱) ۳ و ۲ ۲) ۴ و ۳

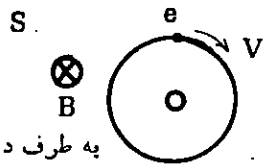
۳) ۸ و ۶ ۴) ۲۴ و ۱۸

۲۲۱ـ مطابق شکل، الکترونی در یك مدار دایره‌شکل به دور هسته می‌گردد. مدار گردش الکترون میان دو قطب یك آهن‌ربای الکتریکـی قرار دارد. کدام گزینه دربارهٔ سرعت حـرکت الـکترون پس‌از ایجـاد جـریان در سیم‌پیچ‌های آهن‌ربا درست‌است؟ شعاع‌حرکت‌الکترون مقدار ثابتی فرض می‌شود.

۱) تندتر ۲) کندتر

۳) بدون تغییر

۴) بسته به شرایط هرکدام از حالتها ممکن است رخ دهد.



۲۲۲ـ در یك حركت نوسانی روی خط راست، در مدت $\frac{T}{2}$ سرعت به‌ترتیب حداقل چندبار صفر و چندبار ماکزیمم می‌شود؟

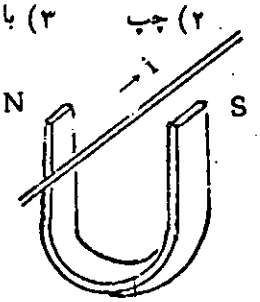
۱) ۰ و ۱ ۲) ۱ و ۱
۳) ۱ و ۰ ۴) ۲ و ۲

۲۲۳ـ در فاصلهٔ ۲ متری از یك منبع صوتی نقطه‌ای شکل، صوت با شدت معینی شنیده می‌شود. چند متر دیگر از منبع صوتی در همان راستای اولیه دور شویم تا صوت ۵ بار ضعیف‌تر از محل اول شنیده شود؟

۱) ۲/۴ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۴/۴

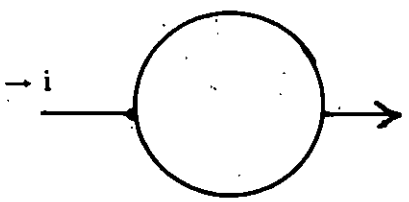
۲۲۴ـ یك سیم افقی مطابق شکل از میان قطب‌های یك آهن‌ربای نعلی شکل عبور کرده است. اگر جریان الکتریکی در جهت نشان داده شده در سیم برقرار شود، سیم به‌کدام طرف منحرف خواهد شد؟

۱) راست ۲) چپ ۳) بالا ۴) پایین



۲۲۵ـ سیمی به مقاومت ۴۰ اهم را به شکل حلقه درآورده سپس آن را ازدو نقطه روی قطر در مدار قرارمی‌دهیم. مقاومت بین این دو نقطه چند اهم است؟

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۸۰



■

«کرزوس و کاساندرا: پاسخ سیاست‌گذاری به مسئله گرم شدن سراسری[1]»

● ترجمه: دکتر منیژه رهبر
گروه فیزیک دانشگاه تهران

سخنرانی کارل ساگان* در مراسم پذیرش مدال اُرستد مجمع امریکایی معلمین فیزیک که در ۲۳ ژانویه ۱۹۹۰ ایراد شد.

من به شدت تحت تأثیر این جایزه قرار گرفته و از دریافت آن بسیاری مفتخرم ــ به خصوص از نظر سابقه و دریافت‌کنندگان قبلی. این مطلب سبب تشویق من به کوشش بیشتر در جهت انتقال اهمیت و لذت علوم فیزیکی به دانشجویان و افراد اجتماع می‌شود.

موضوع مورد بحث من گرم شدن سراسری است و می‌خواهم آنرا در سطح مقدماتی بیان کنم. فیزیک و فیزیکدانها از چهار جهت در این مسئله درگیراند: (۱) در تکنولوژیهای

** کارل ساگان استاد نجوم و علوم فضایی و رئیس آزمایشگاه مطالعات سیاره‌ای در دانشگاه کورنل است. وی دانشمندی بانفوذ، نویسنده‌ای شگفت‌انگیز و استادی باشهرت جهانی است. او با مهارت و تفسیرهای روشن خود رابطهٔ عمیق بین بشر و جهان را برای افراد عادی، دانشجویان و دانشمندان با جستجوی بی‌گیر ناشناخته‌ها و نگرانی احترام‌آمیز برای زندگی در روی سیاره نمودار ساخته است.*

وی نویسنده یا همکار در تألیف ۲۵ کتاب از جمله کتب زیر است ارتباط کیهانی (۱۹۷۳) برندهٔ جایزه کمبل برای بهترین کتاب علمی سال؛ اژدهای عدن (۱۹۷۷) برنده جایزه پولتیزر؛ مغز بروکا: بازتابهایی در مورد ماجرای علم (۱۹۷۹)؛ کیهان (۱۹۸۰) و ارتباط: یک داستان کوتاه (۱۹۸۵).

سریال علمی تلویزیونی ۱۳ قسمتی «کیهان» تاکنون در بیش از ۶۰ کشور نمایش داده شده است و جایزه جورج فوستر را به خاطر ممتاز بودن دریافت داشته است.

کارل ساگان یکی از دانشمندانی است که مسئولیت دانشمندان را در جلب توجه عامه به مسائل مربوط به سیاست ملی در مسائل مربوط به علم مانند مسابقهٔ تسلیحاتی، افزایش سلاحهای هسته‌ای و مسائل محیطی مانند اثر گلخانه و لایهٔ ازن به خوبی درک کرده است. ولی به عنوان یک منتقد نظرات متناقض را به طور منصفانه مورد بررسی قرار داده و با بوجود آوردن مباحث روشنفکرانه آگاهی عموم را در این موارد حیاتی به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داده است. در این مورد وی در سال ۱۹۸۵ جایزهٔ لئوزیلارد انجمن فیزیک امریکا را برای طرح مسائل مورد علاقهٔ عموم دریافت داشت.

مسئول؛ (۲) در کشف و تحلیل آن؛ (۳) در جستجوی وسایل تخفیف آن و (۴) در شرح مسئله و عواقب آن برای سیاست‌گذاران و افراد اجتماع. دانشجویان فیزیک باید زمینه‌ای در هر مورد کلی داشته باشند ــ که البته این مطلب درمواردی غیر از گرم شدن سراسری نیز صادق است. این موضوع کاملاً میان دیسیپلینی و مربوط به برنامه‌های جدید فیزیک است.

یک جنبهٔ حیاتی گرم شدن سراسری سطح مشترک پیش‌بینیها و واکنشهای سیاست‌گذاری است. ما افراد بشر سنتی غنی در مقابله با پیشگوییها و سیاست‌گذاریها داریم و اغلب درسهای سازنده مربوط به یونان باستان است.

آپولوی المپی، رب‌النوع خورشید بود. علاوه بر آن وی مسئول مسائلی غیر از نور آفتاب از جمله پیشگویی نیز بود ــ البته خدایان المپی همگی می‌توانستند تا اندازه‌ای آینده‌نگری‌کنندولی این موضوع زمینهٔ تخصصی آپولو و وی تنها کسی بود که این هدیه را به طور سیستماتیک به افراد بشر تقدیم کرد. آپولو وخشگرهایی به وجود آورد که معروفترین آنها که در دلفی محل تقدیس کاهندها بود ــ پی‌تیا نامیده می‌شد. شاهان و اشراف ــ و گاهی افراد معمولی ــ برای آگاهی از آینده به دلفی می‌آمدند.

یکی از مراجعه‌کنندگان،کرزوس پادشاه لیدیا بود. ما نام او را در گفتهٔ معروف «ثروتمند مانند کرزوس» شنیده‌ایم. یکی از دلایل ثروتمند بودن وی اختراع پول توسط او بود ــ اولین سکه‌ها لیدیایی بودند و در زمان حکومت کرزوس ضرب شدند. (لیدیا در آناتولی یعنی ترکیهٔ فعلی قرار داشت). جاه‌طلبی کرزوس نمی‌توانست محدود به مرزهای کشور کوچکش گردد و بنابراین طبق تاریخ، هرودوت فکر حمله به پارس یعنی ابرقدرت قرن هفتم قبل از میلاد به سرش زد. کوروش پارسها و مادها را متحد کرده و امپراتوری قدرتمند پارس را به وجود آورده بود. طبیعتاً کرزوس تا حدی هراسناک بود.

به منظور بررسی عاقلانه بودن تسخیر پارس، وی فرستندگانی را برای مشورت با وخشگر دلفی فرستاد. شما می‌توانید آنها را با هدایای فراوانشان ــ که تصادفاً تا یک قرن بعد یعنی تا زمان هرودوت در معبد دلفی به نمایش گذاشته شده بود ــ مجسم کنید. سؤالی که این فرستندگان از طرف کرزوس مطرح کردند این بود «اگر کرزوس با پارس جنگ کند چه رخ می‌دهد؟»

پی‌تیا بدون تردید پاسخ داد: «او ملت قدرتمندی را نابود خواهد کرد.»

بنابراین کرزوس تصور کرد که «خدایان با ما هستند و زمان تهاجم فرا رسیده است!».

کرزوس شادمان از شمردن ساتراپیهایی که به زودی متعلق به وی می‌شدند به جمع‌آوری سپاه مزدور خود پرداخت و به پارس حمله کرد ــ و به‌طور حقارت‌آمیزی شکست خورد. نه تنها قدرت لیدیا از بین رفت، بلکه خود او برای بقیهٔ عمر به صورت یکی از گماشتگان حقیر در دربار پارس درآمد که غالباً نظرات مشورتی بی‌اهمیت خود را به مقامات بی‌تفاوت عرضه می‌کرد ــ یعنی به صورت طفیلی شاهان سابق، تا اندازه‌ای مثل اینکه امپراتور هیروهیتو ایام خود را به عنوان مشاور راههای کمربندی در واشنگتن بگذراند.

خوب، به نظر می‌رسید که کرزوس گرفتار بی‌عدالتی شده است. بالاخره، او قوانین بازی را رعایت کرده بود. با پی‌تیا مشورت کرده و مبلغ گزافی پرداخته بود و او به وی نارو زده بود. بنابراین این بار فرستندگانی را با هدایایی کمتر که مناسب موقعیت جدید او بود به معبد فرستاد و پرسید «چطور توانستی با من این‌طور رفتار کنی؟» این بار طبق «تاریخ» هرودوت پاسخ پی‌تیا این بود:

طبق پیشگویی آپولو کرزوس در صورت جنگ با پارس امپراتوری قدرتمندی را نابود می‌کرد. حال، در مقابل این گفته، اگر مشاور زیرکی داشت باید مجدداً فرستادگانی را برای پاسخ به این پرسش که این امپراتوری متعلق به وی بود یا کورش می‌فرستاد. ولی کرزوس مفهوم گفته را درنیافته و مجدداً سؤال نکرده بود. بنابراین آنچه دیده بود از چشم خودش بود.

اگر پیشگوییهای دلفی فقط یک وسیله برای چاپیدن پادشاهان زودباور بود، البته دلایلی نیز برای توجیه خطاهای اجتناب‌ناپذیر لازم بود. ابهاماتی در این حرفه وجود داشتند. با وجود این، درس پی‌تیا بسیار مناسب است: حتی از پیشگوها باید سؤال کرد، سؤالات زیرکانه ــ حتی در مواردی که آنها چیزی را می‌گویند که مورد نظر ماست. سیاست‌گذاران نباید هر چیز را کورکورانه بپذیرند؛ باید بفهمند. و نباید بگذارند که جاه‌طلبی آنها سد راه تفاهم شود. تبدیل پیشگویی به سیاست‌گذاری باید با دقت انجام شود. این پند در مورد پیشگوهای جدید مانند دانشمندان، مخازن فکری و دانشگاهها نیز کاملاً صادق است. سیاست‌گذاران گاهی با بی‌میلی کسانی را برای آگاهی از پیشگویی می‌فرستند و سؤالاتی باز پس فرستاده می‌شوند. این روزها وخشگرها معمولاً پیشگوییها را بدون سؤال به‌طور داوطلبانه انجام می‌دهند. در هر مورد، سیاست گذران باید تصمیم بگیرند که چه کنند. اولین کار درک مطلب است و به علت طبیعت وخشگرهای جدید و پیشگوییهای آنها، سیاست گذاران ــ بیش از پیش ــ محتاج درک علوم و تکنولوژی هستند.

داستان دیگری در مورد آپولو و وخشگرها وجود دارد، که به اندازه داستان قبلی به مسئله ما مربوط می‌شود و آن داستان کاساندرا، شاهزاده خانم تروآ است. (این داستان درست قبل از تسخیر تروآ توسط یونانیان رخ داده است.) کاساندرا باهوشترین و زیباترین دختر پریام پادشاه تروآ بود. آپولو، که مانند بسیاری از ارباب انواع دائماً در صدد شکار افراد جذاب بود، عاشق او شد. نکته تعجب‌آور این است ــ که تقریباً هیچگاه در افسانه‌های یونانی اتفاق نمی‌افتد ــ که کاساندرا در مقابل درخواست وی مقاومت و پیشنهاد رب‌النوع را رد کرد. بنابراین، آپولو در صدد تطمیع او بر آمد. ولی چه می‌توانست به او بدهد؟ او یک شاهزاده خانم، ثروتمند، زیبا و شادمان بود. ولی هنوز آپولو می‌توانست یکی دو چیز پیشنهاد کند. آپولو به کاساندرا هدیهٔ پیشگویی را عرضه کرد که در مقابل آن نمی‌توانست مقاومت کند. آپولو آنچه را که خدایان می‌توانستند برای خلق پیش‌بینها، وخشگرها و پیشگوها از افراد فانی انجام دهند، در مورد کاساندرا انجام داد. ولی بعداً کاساندرا مرتد شد.

آپولو از این مطلب شادمان نبود، ولی نمی‌توانست هدیهٔ پیشگویی را پس بگیرد، زیرا بالاخره او یک رب‌النوع بود (هر چه می‌خواهید در مورد خدایان بگوئید ولی آنها به عهد خود وفا می‌کنند). در عوض، وی کاساندرا را به سرنوشت بی‌رحمانه‌ای محکوم کرد؛ تا هیچکس پیشگوییهای او را باور نکند. (آنچه در اینجا می‌آید به طور مفصل در نمایشنامهٔ آگاممنون نوشتهٔ آخیلوس نقل شده است). بنابراین کاساندرا سقوط تروآ را برای ملت خود پیشگویی کرد، ولی هیچکس توجهی نکرد. او مرگ مهاجم یونانی، آگاممنون را پیشگویی کرد، کسی توجهی نکرد. آنها نمی‌خواستند بشنوند و او را مسخره می‌کردند. آنها ــ یونانیان و مردم تروآ ــ او را «بانوی با غمهای بسیار» خواندند. امروزه شاید وی را به عنوان «پیشگوی هلاکت و دلتنگی» طرد کنند.

لحظهٔ زیبایی در نمایشنامه وجود دارد که در آن او نمی‌تواند بفهمد چگونه این پیشگوییهای تهدید به فاجعه ــ که از بعضی از آنها در صورت باور می‌توان جلوگیری کرد ــ نادیده گرفته می‌شوند. او به یونانیان می‌گوید، «چگونه نمی‌توانید مرا درک کنید؟ من زبان شما را به خوبی می‌دانم». ولی مسئله تلفظ یونانی او نبود. پاسخ (طبق تعبیر من) این بود «می‌بینید، حتی گاهی وخشگرهای دلفی اشتباه می‌کنند. بعضی اوقات پیشگوییهای آنها مبهم است. ما نمی‌توانیم اطمینان داشته باشیم و اگر نتوانیم از چیزی مطمئن باشیم، آن را نادیده می‌گیریم». این نزدیکترین چیز به پاسخی است که کاساندرا دریافت داشت. داستان در مورد مردم تروآ یکسان بود: «برای هموطنانم تمام فجایع را پیشگویی کردم» ولی آنها پیشگوییهای او را نادیده گرفته و نابود شدند و خود او نیز به زودی نابود شد.

مقاومت در برابر پیشگوییهای ترسناک که کاساندرا تجربه کرد، امروز نیز جدی است. در مقابله با پیشگویی شوم در مورد نیروهای توانمند که ممکن است به آسانی تحت تأثیر قرار نگیرند، تمایل داریم که آن را رد کنیم یا نادیده بگیریم. تخفیف خطر یا پیشدستی کردن بر آن ممکن است محتاج زمان، کوشش، پول و شجاعت باشد. ممکن است مجبور شویم اولویتهای زندگی خود را تغییر دهیم. و همه پیش‌بینی‌های فاجعه، حتی آنها که توسط دانشمندان انجام می‌شود، به وقوع نمی‌پیوندند: علیرغم اتیوپی و ساحل، قحطی جهانی سال ۱۹۸۰ بارز نبود؛ مسافرت مافوق صوت لایهٔ ازن را تهدید نمی‌کند ــ اگر چه همهٔ این پیش‌بینی‌ها توسط دانشمندان برجسته انجام شده بود. بنابراین در مواجه با یک پیشگویی جدید ناخوشایند، ممکن است تمایل به گفتن «غیرمتحمل»، «هلاکت و دلتنگی»، «هرگز چیزی که شباهت دوری با آن داشته باشد تجربه نکرده‌ایم»، «کوشش برای ترساندن همه»، «مضر برای اخلاق عمومی» داشته باشیم. از همه مهمتر، اگر عوامل تسریع کنندهٔ فاجعه پیش‌بینی شده مربوط به درازمدت باشد،

پیش‌بینی غیرمستقیم و سرزنشی غیرقابل بیان است. چگونه گذاشتیم خطر به وجود آید؟ آیا نمی‌باید قبلاً از آن مطلع می‌شدیم؟ آیا خودمان در آن همدست نیستیم؟ زیرا اقدامی برای اطمینان از عکس‌العمل مناسب مسئولان نکرده‌ایم؟ و چون این تفکرات ناراحت کننده هستند ــ که بی‌توجهی و عدم اقدام ممکن است خود و عزیزانمان را به خطر اندازد ــ تمایل طبیعی برای رد کامل مسئله وجود دارد. می‌گوئیم، قبل از اینکه بتوانیم مسئله را جدی بگیریم باید آن را کاملاً درک کنیم. تمایلی برای به حداقل رساندن، رد و فراموشی وجود دارد. روانشناسان به این تمایل کاملاً آگاهی دارند و آن را «انکار» می‌نامند.

داستانهای کرزوس و کاساندرا نمایندهٔ دو واکنش حدی سیاست‌گذاری به پیشگویی خطرات مهلک است ــ خود کرزوس نمایندهٔ قطب زودباوری و پذیرش غیرانتقادی است که در اثر طمع و سایر نقایص شخصیتی به پیش رانده می‌شود؛ پاسخ یونانیها و مردم تروآ به کاساندرا نمایندهٔ قطب دیگر بی‌حسی و رد بدون تحرک احتمال خطر است. وظیفهٔ سیاست‌گذاران اتخاذ روش میانه بین این دو موضع است.

فرض کنید که گروهی از دانشمندان ادعا کنند که فاجعهٔ محیطی عظیمی در راه است. همچنین فرض کنید که برای جلوگیری یا تخفیف این فاجعه هزینهٔ زیادی لازم است. هزینه مالی و فکری، همچنین به مبارزه طلبیدن طرز فکر ما یعنی از نظر سیاست‌گذاری. در چه نقطه‌ای سیاست‌گذاران باید پیشگوییهای علمی را جدی بگیرند؟ آیا راههایی برای ارزیابی اعتبار پیشگوییهای جدید وجود دارد ــ زیرا در روشهای علمی، دستورالعمل جهت تصحیح خطا وجود دارد، یک رشته قوانینی که به خوبی کار کرده‌اند، بعضی اوقات روش علمی نامیده می‌شوند. اصول چندی وجود دارند: دلایل اولیای امور وزن کمی دارند («اینکه من می‌گویم، به اندازه کافی معتبر نیست»)؛ پیش‌بینی کمی راه بسیار خوبی برای بیختن ایده‌های مفید از مزخرفات است؛ روشهای تحلیل باید نتایجی بدهند که با آنچه دربارهٔ جهان می‌دانیم کاملاً سازگار باشد. بحثهای داغ نشانه سلامتند؛ برای جدی گرفتن یک ایده باید نتیجه‌گیریهای مشابهی توسط گروههای مختلف داشته باشیم. برای تصمیم‌گیری سیاست‌گذاران باید راه میانی بین اقدام شتابزده و بی‌تحرکی را پیدا کنیم.

گاهی در مورد «اقیانوس» هوا که کرهٔ زمین را احاطه کرده است چیزهایی می‌شنویم. ولی ضخامت قسمت اعظم جو ــ از جمله آنچه شامل اثر گلخانه می‌شود ــ فقط ۰/۱٪ ضخامت زمین است. حتی اگر جو بالایی را نیز در نظر بگیریم، ضخامت آن بیش از ۱٪ قطر زمین نیست. «اقیانوس» بزرگ و اختلال‌ناپذیر به نظر می‌رسد. ولی، ضخامت هوا، در مقایسه با اندازهٔ زمین چیزی مانند لایهٔ لاک بر روی کرهٔ جغرافیایی است. بسیاری از فضانوردان این لایه ظریف، نازک، آبی‌رنگ را در افق کرهٔ نیم روشن مشاهده و بلافاصله متوجه شکنندگی و آسیب‌پذیری آن شده‌اند. دلایلی برای نگرانی آنها وجود دارد. امروزه با مسایل کاملاً جدیدی مواجهیم که در تمام تاریخ بشر بی‌سابقه بوده است. در هنگام پیدایش بشر بر روی کرهٔ زمین در صدها هزار سال پیش چگالی جمعیت چیزی مانند یکصدم نفر در کیلومترمربع یا کمتر بود. پیشرفت تکنولوژی در آن ایام منحصر به تبردستی و آتش بود. ما نمی‌توانستیم تغییرات اساسی در محیط کرهٔ زمین به وجود آوریم. ایدهٔ آن هرگز به ذهنمان خطور نمی‌کرد. تعدادمان بسیار کم و قدرتمان ضعیف بود. ولی با گذشت زمان و گسترش تکنولوژی، تعدادمان به طور نمایی افزایش یافت؛ و در حال حاضر به طور متوسط در حدود ۱۰ نفردر هر کیلومترمربع وجود دارد که این عده در شهرها متمرکزاند و زرادخانهٔ تکنولوژیکی مهیبی وجود دارد که قدرت آن را کاملاً درک نکرده و نمی‌توانیم آن را کنترل کنیم. موانع ایجاد شده در راه استفادهٔ غیرمسئولانه از این تکنولوژی، ضعیف و اغلب توأم با بی‌میلی است و تقریباً همواره در سراسر جهان محدود به علایق کوتاه مدت ملی یا صنفی است. در حال حاضر می‌توانیم محیط کره زمین را عمداً یا سهواً تغییر دهیم. اینکه تا چه حد می‌توانیم فجایع مختلف در مورد کرهٔ زمین را پیشگویی کنیم هنوز یکی از مباحث علمی است. در اینکه اکنون قادر به انجام این کار هستیم تردیدی وجود ندارد.

برای تغییرات جو زمین در اثر پیشرفت تکنولوژی سه شاخص کلیدی وجود دارند: زمستان هسته‌ای، تهی شدن لایهٔ اُزُن و گرم شدن گلخانه‌ای. این بحث به طور عمده در مورد مسئلهٔ آخر است، اگر چه هر سه موضوع با یکدیگر ارتباط نزدیک دارند. ممکن است ــ در حقیقت به تصور من اجتناب‌ناپذیر است ــ که فجایع محیطی دیگری در اثر تکنولوژی ایجاد شده باشند که هنوز قادر به تشخیص آنها نیستیم. شاید بحثهای علمی و سیاست‌گذاری در مورد گرم شدن سراسری به کشف این خطرات نامکشوف کمک کنند. ۱

چه چیزی دمای کرهٔ زمین را تعیین می‌کند؟ مقدار حرارتی که از مرکز زمین خارج می‌شود در مقایسه با آنچه از خورشید به سطح زمین می‌رسد، ناچیز است. در حقیقت، اگر خورشید خاموش شود، دمای زمین به اندازه‌ای پایین می‌رود که هوا منجمد شده و سیاره با لایه‌ای از برف ازت و اکسیژن به ضخامت ۱۰ متر پوشیده می‌شود. می‌دانیم که چه مقدار از نور خورشید به زمین می‌رسد. این مقدار ثابت خورشیدی نامیده می‌شود،

$S = 1/4 \times 10^{6} erg/Cm.^{2}S$

آیا می‌توانیم دمای متوسط سطح زمین را محاسبه کنیم؟ این محاسبه آسان است، و در درس نجوم مقدماتی و هواشناسی تدریس می‌شود. مقدار نور خورشید که توسط زمین جذب می‌شود باید با مقدار متوسط انرژی که

از زمین به فضا می‌تابد، برابر باشد.

شار انرژی ورودی به درخشندگی خورشید و بازتابندگی زمین بستگی دارد (آنچه به فضا بازتابیده نشود، جذب می‌گردد.) این نور، البته بیشتر در قسمت مرئی طیف است که چشم ما به آن حساس می‌باشد. تابش از زمین به فضا به دمای زمین بستگی دارد و قسمت اعظم آن بخش فروسرخ طیف است که چشم ما به آن حساس نیست. با مساوی قرار دادن دو طرف معادله دمای پیش‌بینی شدهٔ زمین به دست می‌آید. جالب توجه است! نمی‌تواند ساده‌تر باشد! آنرا محاسبه می‌کنید و نتیجه چیست؟

اگر بازتابندگی (Albedo) زمین A باشد، شار جذب شده $S(1 - A)$ است و باید برابر گسیل استفان ــ بولتزمن به فضا باشد؛ ولی به خاطر داشته باشید که سطح πR^2 (که R شعاع زمین است) در معرض نور خورشید قرار می‌گیرد ولی سطح $4\pi R^2$ پرتو به فضا گسیل می‌کند. بنابراین $S(1 - A) = 4\sigma Te^4$، که در آن σ ثابت استفان ــ بولتزمن و Te دمای تعادل زمین است. با قرار دادن $A \simeq 0/3$، وانتگرالگیری بر روی طیف الکترومغناطیسی $Te \simeq 256K^\circ = -17^\circ C$ بدست می‌آید. بازتابندگی زمین به علت پوشش ابر متغیر است. ولی جواب به دست آمده در همین حدود خواهد بود. بنابراین، محاسبه نشان می‌دهد که دمای زمین باید $30^\circ C$ کمتر از مقدار واقعی اندازه‌گیری شده باشد. یعنی اقیانوسها باید قطعات بزرگی از یخ باشند و همهٔ ما منجمد باشیم. کجای محاسبه غلط است؟ آیا دچار اشتباه شده‌ایم؟ شاید این مطلب که پاسخ ما $30^\circ C$ با مقدار واقعی اختلاف دارد به اندازهٔ کافی مناسب باشد و باید به مسئله دیگری بپردازیم. ولی در این مورد جواب دقیق برای ما اهمیت دارد. ما به $30^\circ C$ وابسته‌ایم. برای ما این مطلب مسئلهٔ مرگ و زندگی است. بنابراین، عذر ما در تمایل به دانستن پاسخ صحیح با دقت چند درجه یا کمتر موجه است.

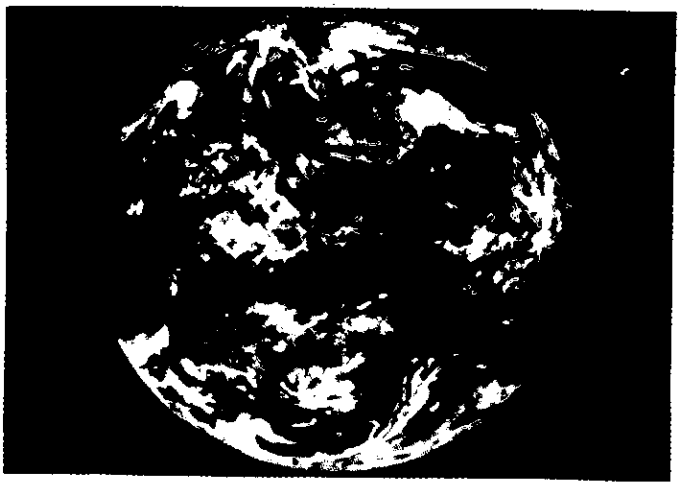
ما در محاسبات خود دچار اشتباه نشده‌ایم. فقط چیزی را نادیده گرفته‌ایم. چه چیزی را نادیده گرفتیم؟ اثر گلخانه را. در حقیقت فرض کردیم که زمین جوی ندارد. در حالی که هوا در طول موجهای معمولی مرئی شفاف است (به جز در محلهایی مانند لوس‌آنجلس) ولی برای قسمت فروسرخ طیف، که در آن زمین به فضا تابش می‌کند، شفاف نیست. و تمام تفاوت ناشی از آن است. بعضی از گازهای موجود در هوا مانند دی‌اکسیدکربن، بخار آب، بعضی اکسیدهای نیتروژن، متان، کلروفلوئور و کربن پرتوهای فروسرخ را شدیداً جذب می‌کنند، در حالیکه در ناحیهٔ مرئی کاملاً شفافند. بخشی از جذب در فرکانسهای بنیادی نوسانی است، مانند CO_2 برای $15\mu m$ ۷، برخی به واسطه ابر تُنهای نوسانی می‌باشد، مانند $3/33\mu m$ برای نوار CH_4. و برخی به علت طیف‌دورانی‌خالص‌است مانند بیش از $20\mu m$ برای بخار آب. از آنجا که قلهٔ وین برای گسیل گرمایی زمین در نزدیکی $10\mu m$ است، این گازها می‌توانند سبب مات شدن قابل ملاحظه گردند. اگر لایه‌ای از این مواد را بر روی سطح زمین بگذاریم، نور خورشید داخل می‌شود، ولی در هنگام بازتاب به فضا مسیر در اثر این پوشش جاذب پرتوهای فروسرخ مسدود می‌شود. در نتیجه برای حصول به تعادل بین نور خورشیدی ورودی و تابش فروسرخ خروجی، زمین گرم می‌شود. اگر بتوانید تاری ایجاد شده در اثر این گازها و اثر گلخانه را محاسبه کنید، پاسخ صحیح را دریافت می‌دارید و به $30^\circ C$ می‌رسید.

زندگی ما به تعادل ظریف گازهای نامریی بستگی دارد. اثر گلخانه به میزان اندک چیز خوبی است. ولی اگر به میزان گازهای گلخانه‌ای بیافزائید ــ همانطور که از آغاز انقلاب صنعتی انجام داده‌ایم ــ تابش فروسرخ بیشتری را جذب کرده و این پوشش را ضخیم‌تر می‌کنید. یعنی کرهٔ زمین را گرم می‌کنید.

ضمناً «اثر گلخانه» نام مناسبی نیست. اساس کار گلخانه‌ها بر مبنای شفافیت جزیی شیشه بین نور مرئی و فروسرخ نیست. ار. دبلیو. وود فیزیکدان دانشگاه جان هاپکینز یکبار گلخانه‌ای ساخت که شیشه‌های آن علاوه بر ناحیهٔ مریی در ناحیهٔ فروسرخ نیز تقریباً شفاف بودند و کاهش قابل ملاحظه‌ای در تأثیر آن مشاهده نکرد. گلخانه‌ها بر اساس ممانعت از خنک شدن در اثر همرفت کار می‌کنند. این نکته در مورد داخل اتومبیلها نیز صادق است که در روزهای گرم تابستان در اثر نور خورشید گرم می‌شوند. ولی این اصطلاح به اندازه‌ای متداول شده است که آنرا حفظ می‌کنیم.

در شکل ۱ سیاره زمین را با نور مریی مشاهده می‌کنیم. نور خورشید از خلاء بین سیاره‌ای گذشته و به زمین می‌تابد. وقتی به افریقا می‌رسد (قارهٔ مرکز تصویر) که تیره است، عمدتاً جذب می‌شود؛ اگر به ابرها برسد ــ می‌توانید خوشه‌ای از ابرها را بر فراز زئیر در افریقای مرکزی ببینید ــ به فضا برمی‌گردد و سبب گرم شدن زمین نمی‌شود. از آنجا که زمین در ناحیهٔ فروسرخ به فضا تابش می‌کند اگر چشم شما به این طول موجها حساس بود، می‌توانستید چیزی مانند تصویر ۲ را مشاهده کنید که منظرهٔ زمین در همان لحظهٔ مربوط به تصویر ۱ است. (این عکسهای زیبا با ماهوارهٔ متئوست ژئوسنکروز آژانس فضایی اروپایی گرفته شده است). از آنجا که ما پرتوهای فروسرخ را نمی‌بینیم در شکل ۲ از فروسرخ به نور مریی نسخه‌برداری شده است تا قادر به درک آن باشیم. شما می‌توانید صحرای بدون ابر را که به فضا تابش می‌کند، ببینید.

ولی قطعات ابر موجود در ناحیهٔ فروسرخ از ناحیه مریی گسترده‌تر است نه تنها قطعات کوچک ابر برفراز زئیر وجود دارد، بلکه تمام افریقای مرکزی با این ابرها پوشیده شده است. این ابرها علاوه بر بازتاب نورخورشید به فضا گرما را نیز در کرهٔ زمین نگهمیدارند. توجه کنید که تابش اروپا به فضا در مقایسه تا



شکل ۱ ــ زمین در نور مریی که توسط ماهوارهٔ متئوست ژئوسنکروز مشاهده شده است.

شکل ۲ ــ زمین در رنگ دروغین در ناحیهٔ فرو سرخ حرارتی که توسط ماهوارهٔ متئوست در همان لحظهٔ تصویر ۱ مشاهده شده است.

چه حد اندک است. زیرا بسیار سردتر از افریقاست.

ولی شکل ۲ با طول موج ۱۰ μm فروسرخ گرفته شده است که در آن گازهای جو هنوز شفافند. این قسمت یکی از تارترین بخشهای فروسرخ نیست. شکل ۳ تصویر زمین را در قسمت تار فروسرخ به شما نشان می‌دهد (در حوالی ۲/۷ μm که در آن دی‌اکسید کربن و بخار آب پرتوها را جذب می‌کنند). حال نمی‌توانیم هیچ اقیانوس و قاره‌ای را مشاهده کنیم. در ناحیهٔ فروسرخ، جو زمین عمدتاً تار است و این شفافیت جزیی بین ناحیهٔ مریی و بعضی قسمتهای فروسرخ طیف مسئول اثر گلخانه است.

برای افراد اجتماع و سیاست‌گذاران، ممکن است این مطلب تا اندازه‌ای مجرد به نظر آید ــ گازهای نامریی، پوششهای فروسرخ، محاسبهٔ فیزیکدانها. در تصمیم‌گیریهای سخت در مورد اینکه به چه مسائلی باید بودجه اختصاص یابد و صرف آن چگونه باید انجام شود، آیا احتیاج به مدارک بیشتر در مورد اینکه اثر گلخانه چیست و تا چه اندازه می‌تواند خطرناک باشد، نداریم؟ طبیعت در نهایت لطف،هشدار دهنده‌ای را در لباس نزدیکترین سیاره در اختیار ما گذاشته است. سیارهٔ زهره اندکی از زمین به خورشید

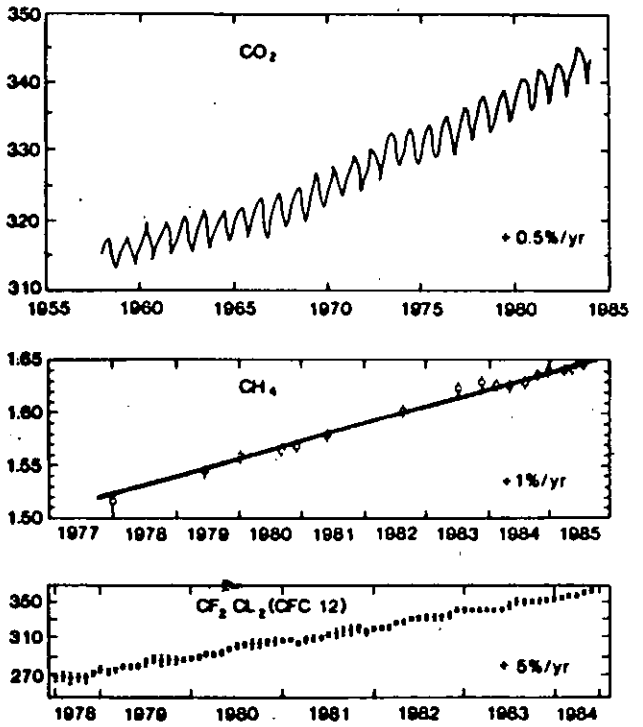
شکل ۳ ــ زمین در نوار مات نزدیک فرو سرخ (۲/۷ μm) به علت جذب توسط CO_2 و بخار آب).

شکل ۴ ــ سطح زهره، که توسط سفینهٔ فضایی ونرای ۹ گرفته شده است. یک استاندارد درجه‌بندی فوتومتریک از سفینه بر روی سیاره افکنده شده است. دمای K ۷۵۰ در سطح نزدیکترین سیاره به علت اثر گلخانه شدید است (فشار ۹۰ بار در سطح در جوی که عمدتاً از CO_2 تشکیل شده است).

نزدیکتر است. جرم و اندازهٔ آن تقریباً برابر زمین است و ممکن است زودباورانه نتیجه بگیریم که دارای محیط مطبوعی مشابه زمین نیز می‌باشد که در نهایت می‌تواند برای جهانگردی مناسب باشد. بهرحال، اگر مانند روسها در پروژه سفینه‌های اکتشافی ونرا سفینه‌ای را بین ابرهایی که عمدتاً از اسیدسولفوریک تشکیل شده‌اند، بفرستید جوی بسیار چگال که عمدتاً از دی‌اکسید کربن تشکیل شده است کشف می‌کنید که فشار آن در سطح سیاره ۹۰ برابر زمین است. اگر به سطح سیاره برسید و دمر بر روی آن بخوابید چیزی مانند شکل ۴ را مشاهده می‌کنید. حال اگر دماسنجی را بر روی سطح آن قرار دهید، دمای برابر $470^{\circ}c$ را ثبت خواهید کرد ــ که برای ذوب قلع یا سرب کافی است. بنابراین زهره برای گذراندن تعطیلات محل مناسبی نیست. دمای سطح زهره ــ که گرمتر از گرمترین فرهای خانگی است ــ به علت اثر گلخانه می‌باشد. که در نتیجهٔ جو دی‌اکسید کربن ایجاد شده است. (مقدار کمی بخار آب و سایر گازهای جاذب فروسرخ نیز وجود دارند). زهره نمایش عملی این مطلب است که افزایش فراوانی گازهای گلخانه‌ای می‌توانند اثرات جدی داشته باشند.

با افزایش تعداد افراد بشر بر روی زمین و افزایش قدرت تکنولوژیکی، گازهای جاذب پرتوهای فروسرخ را داخل جو می‌کنیم. مکانیسمهای طبیعی چندی سبب خروج این گازها از جو می‌شوند. ولی ما آنها را با آهنگی سریعتر از مکانیسمهای جذب کننده تولید می‌کنیم. بنابراین فراوانی این گازها با زمان افزایش می‌یابد.

افزایش فراوانی سه گاز مختلف گلخانه‌ای با زمان برای کرهٔ زمین در شکل ۵ نشان داده شده است. ابتدا نمودار بالا را بررسی می‌کنیم. محور عمودی مقدار دی‌اکسید کربن (برحسب قسمت در میلیون) را نشان می‌دهد. محور افقی نمایندهٔ زمان است (۱۹۵۵ در سمت چپ). این



شکل ۵ ــ افزایش سه گاز اصلی گلخانه‌ای CO_2، CH_4 و CF_2Cl_2 (یکی از کلروفلوئورو کربنها) طی سالهای اخیر. مشاهدات کلاسیک CO_2 از قله مونالوآ در هاوایی بدست آمده است.

منحنی افزایش دی‌اکسید کربن با زمان را در جو زمین نشان می‌دهد. اطلاعات از رصدخانهٔ جوی مونالوآ در هاوایی گرفته شده است. هاوایی بسیار صنعتی نیست و نیز جنگلها در آن به میزان گسترده سوزانده نمی‌شوند. افزایش دی‌اکسید کربن با زمان در هاوایی ناشی از فعالیتهای سایر نقاط زمین است. دی اکسید کربن در اثر گردش جو زمین به سراسر جهان منتقل می‌شود. مشاهده می‌شود که همه ساله صعود و سقوط در میزان دی اکسید کربن صورت می‌گیرد. این تغییرات به علت وجود درختان خزان‌دار است که در هنگام تابستان که برگ دارند Co_2 را جذب می‌کنند ولی در زمستان که برگ آنها می‌ریزد این عمل انجام نمی‌شود. ولی بر روی این نوسانات سالانه یک روند افزایش واضح در دراز مدت وجود دارد. نسبت اختلاط CO_2 در این قرن به ۳۰۰ قسمت در میلیون رسید که از هر مقدار قبلی طی تاریخ بشر بیشتر است. افزایش متان و کلروفلوئور کربن با دو فلوئور و دوکلر نیز در شکل ۵ نشان داده شده است؛ افزایش برای هر یک از آنها سریع است. مشابه CO_2، مقدار CH_4 با انقلاب صنعتی شروع به افزایش کرده است ولی سریعترین افزایش مربوط به کلروفلوئورکربن (CFC) است ــ ۵٪ در سال به علت رشد جهانی صنعت CFC. توجه کنید که CFC به دو دلیل مختلف خطرناک است. این مواد به لایهٔ اُزن حمله می‌کنند و گاز گلخانه‌ای نیز هستند.

گروههای علمی مختلف ــ معادلین جدید وخشگردلفی ــ با مدلهای کامپیوتری افزایش دما را محاسبه کرده‌اند. در شکل ۶ نتایج پنج گروه مختلف مقایسه شده است. این گروهها به طور مستقل با استفاده از مدلهای سه بعدی گردش عمومی جو زمین،افزایش دما به علت دو برابر شدن دی‌اکسید کربن درجو را در اواسط قرن بیست‌ویکم محاسبه کرده‌اند. این وخشگرها عبارتند از: آزمایشگاه دینامیک شاره‌های ژئوفیزیکی NOAA در پرینستون؛ انستیتوی مطالعات فضایی گودارد NASA در نیویورک؛ مرکز ملی پژوهشهای جوی در

PREDICTING THE GREENHOUSE EFFECT WITH GLOBAL CLIMATE MODELS

MODEL	GLOBAL CHANGE IN:	
	TEMPERATURE (°C)	PRECIPITATION (%)
GFDL	4.0	8.7
GISS	4.2	11.0
NCAR	3.5	7.1
OSU	2.8	7.8
UKMO	5.2	15.8

RESULT OF DOUBLING ATMOSPHERIC CO_2 USING EQUILIBRIUM CLIMATE CONDITIONS

شکل ۶ ــ افکنشهای بسیار دقیق با استفاده از مدلهای سه‌بعدی گردش طبیعی زمین از افزایش دمای سراسری و کاهش نزولات به دنبال دو برابر شدن نسبت اختلاط دی‌اکسید کربن در جو.

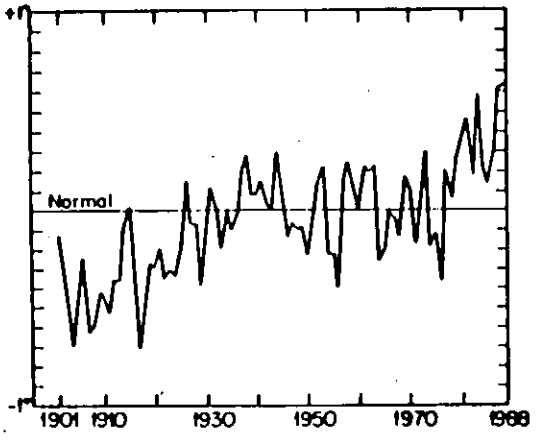
بولدر، کلرادو؛ دانشگاه ایالتی اورگان و سازمان هواشناسی بریتانیا. مشاهده می‌کنید که اختلاف عقیده با ضریب ۲ وجود دارد، ولی متوسط افزایش دما چیزی در حدود ۳ تا ۴ °C است. در قسمت راست جدول میزان نزولات داده شده است. مجدداً اختلاف عقیده وجود دارد. هیچکس مدعی پیش‌بینی کامل نیست.

ولی توجه کنید که هیچ گروهی مدعی آن نیست که دو برابر شدن محتوی دی اکسید کربن جو، زمین را سرد می‌کند و هیچ گروهی مدعی گرم شدن زمین به میزان دهها و صدها درجه نیست.

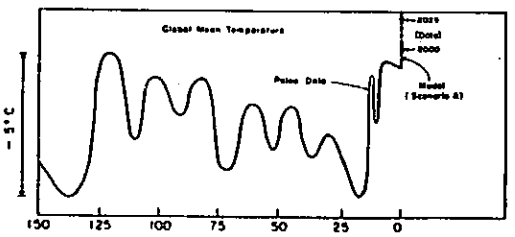
ما در موقعیتی ممتازتر از یونانیانی هستیم که با وخشگرها مشورت می‌کردند، ما می‌توانیم به وخشگرهای مختلف مراجعه و پیشگویی آنها را مقایسه کنیم. در این مورد همهٔ آنها کم و بیش یک چیز را می‌گویند. پاسخها در حقیقت با پیش‌بینی وخشگرهای قدیمی نیز در توافق خوبی دارد ــ ازجمله شیمیدان سوئدی برندهٔ جایزهٔ نوبل سادانته ارمینوس که در هنگام تغییر قرن، پیش‌بینی مشابهی را با استفاده از معلومات کم دقت‌تر جذب فروسرخ دی‌اکسید کربن و مشخصات جو زمین انجام داد. فیزیک به کاربرده شد، دمای فعلی زمین و اثرات گلخانه‌ای در سایر سیارات مانند زهره را به طور صحیح پیش‌بینی می‌کند. البته، ممکن است خطاهای ساده‌ای در تمام موارد وجود داشته باشند. من درمورد عواملی که نادیده گرفته شده‌اند صحبت خواهم کرد ولی بدون شک این پیشگوییهای متفق‌القول شایان توجه جدی هستند.

در رهیافت دیگر می‌توانیم به سابقهٔ واقعی تغییرات دمای کره زمین بنگریم. در شکل ۷ نتایج مجموعه‌ای از ایستگاههای اندازه‌گیری دما در سراسر جهان نشان داده شده است ــ که گسترهٔ دما از شروع قرن تا سال ۱۹۸۸ نشان داده شده است. نوسان قابل ملاحظه‌ای در علائم آب و هوایی ملاحظه می‌شود ولی یک روند صعودی واضح نیز وجود دارد. میانگین دمای کره زمین در سال ۱۹۸۹ به اندازهٔ سال ۱۹۸۸ است. پنج سال بسیار گرم قرن بیستم همه در دههٔ ۱۹۸۰ بوده‌اند. این شاهدی بر وجود اثر گلخانه است ــ نه تنها به عنوان مسئله‌ای که برای قرن بیست و یکم محاسبه شده، بلکه به عنوان مسئله‌ای که هم‌اکنون وجود دارد. این بدان معنی نیست که خشکسالی یک تابستان به خصوص به علت افزایش اثر گلخانه است، بلکه احتمال این خشکسالی و احتمال سالهای گرم با گذشت زمان درحال افزایش است. البته تطابق گرمترین سال قرن بیستم با ماکزیمم بودن گازهای گلخانه‌ای شگفت آور می‌بود، ولی این دو واقعه رابطهٔ معلولی ندارند.

در شکل ۸ دورنمای وسیعی نمایانده شده است. سمت چپ تصویر مربوط به ۱۵۰۰۰۰ سال قبل است که در آن زمان بشر از تبرهای سنگی استفاده می‌کرد و برای مهار آتش بسیار از خود راضی بود. دمای کرهٔ زمین بین دوران یخبندان شدید و دورانهای بین یخبندان متغیر است. دامنهٔ کل نوسانات از سردترین تا گرمترین درحدود ۵°C است. بنابراین منحنی در آن گرمتر بودن شهرها از نواحی روستایی به واسطهٔ صنعتی بودن و چگالی بیشتر جمعیت است و نیز این مسئله که شهرها تا اندازه‌ای تاریکترند و تمایل بیشتری به جذب نور خورشید دارند، درنظر گرفته شده است.



شکل ۷ ــ میانگین دمای سراسری در قرن بیستم. همبستگی بین این دماها و اندازه‌گیریهای CO_2 در شکل ۵ توسط متخصصین آمار آزمایشگاه بل مشاهده شده است. با در نظر گرفتن خنک شدن سطحی اوایل و اواسط سال ۱۹۸۰ توسط تزریق ذرات اتراسفری تزریقی توسط آتشفشان شیکون همبستگی به میزان قابل توجهی بهبود یافته است.



شکل ۸ ــ سیر تکاملی دمای سراسری طی ۱۵۰۰۰۰ سال اخیر. یخبندانهای عمده (دورانهای یخبندان) نشان داده شده‌اند. دماهای اخیر و افکنشهای آیندهٔ نزدیک ــ با شدت گرفتن اثر گلخانه (با فرض کوشش فراوان برای کاهش گسیل گازهای گلخانه‌ای به جو) ــ بالاترین دمای ثبت شده طی این دوران است.

نوسان می‌کند. پس از پایان دوران یخبندان صاحب تیر و کمان شده‌ایم، حیوانات را اهلی کرده‌ایم، شروع کشاورزی، ایجاد محلهای دائم زندگی، سلاحهای فلزی، شهرها، نیروهای پلیس، مالیاتها، رشدنمایی جمعیت، انقلاب صنعتی و سلاحهای هسته‌ای (قسمت آخر در انتهای منحنی خط پر نشان داده شده است). سپس به زمان حاضر می‌رسیم، پایان خط پر. خط چین افکنشهایی را که به واسطهٔ اثر گلخانه خواهیم داشت، نشان می‌دهد. این تصویر کاملاً روشن می‌سازد که دمای کنونی (یا دمایی که به زودی با ادامهٔ روند کنونی خواهیم داشت) نه تنها گرمترین دما در قرن اخیر بلکه گرمترین دما در ۱۵۰۰۰۰ سال اخیر است. این مطلب نمایانگر بزرگی تغییرات کلی به وجود آمده توسط افراد بشر و طبیعت بیسابقهٔ آن است. شکل ۹ مربوط به تحقیقات انجام شده توسط جیمز هانس از انستیتوی تحقیقات فضایی گودارد NASA نیویورک است که دمای متوسط محاسبه شده در چهار سال مختلف از اواسط قرن بیستم تا اواسط قرن بیست و یکم را نشان می‌دهد. محاسبات قابل اعتماد توزیع دما بسیار مشکلتر از متوسط دمای سراسری است. با وجود این نقشه‌های خصوصیات، بهترین برآورد در دسترس درحال حاضر اند. فرض شده است که ورود co_2، متان، کلروفلوئوروکربنها، اکسیدهای نیتروژن و سایر گازهای گلخانه‌ای به جو ادامه یابد ولی کوششی در جهت تعدیل آنها به عمل آید. نتایج دلگرم کننده نیستند، شما می‌توانید به کُد رنگی مراجعه کنید: هرچه سرخ تیره‌تر باشد، افزایش دما بیشتر است، هرچه آبی تیره‌تر باشد کاهش دما بیشتر است. در سمت چپ تصویر بالا سال ۱۹۶۵ به عنوان نوعی مبنا درنظر گرفته شده است، زیر آن سال ۱۹۹۰ در بالای قسمت راست سال ۲۰۲۰ و پایین آن سال ۲۰۵۰ قرار دارد. شکل ۱۰ شاخص خشکسالی برای همان سالها را نشان می‌دهد. برای این تصویر که از حد در دسترس بسیار دور است به غرب میانه در امریکا و اوکراین در شوروی توجه کنید ــ دمای بسیار بالاتر و خشکسالی بیشتر. به نتایج این افزایش دما در کشاورزی بیاندیشید. توجه کنید که عواقب آب و هوا محدود به یک منطقه نیست. گرم شدن واقعاً سراسری است. خشکسالی در سراسر سیاره وجود دارد. محلی برای فرار وجود ندارد. محل مناسبی برای کشاورزی موجود نیست. در این بازی در درازمدت برنده‌ای وجود ندارد. همه خواهند باخت.

دما و افزایش خشکی نتایج ثانویه‌ای بسیار خطرناکی نیز دارند. افزایش دما به میزان چند درجهٔ سانتیگراد در اواسط قرن بیست و یکم سبب انبساط گرمایی آب دریا و تاحدی کمتر ذوب شدن یخهای قطبی و یخچالهای طبیعی می‌گردد. نتیجهٔ آن بالا رفتن سطح دریاهاست. محاسبات افزایش متوسط چند دهم متر را در سراسر جهان در نیمهٔ دوم قرن بیست و یکم پیش‌بینی می‌کند. در دراز مدت نتایج دیگری نیز به وجود خواهندآورد ازجمله سقوط ورقهٔ یخ در قسمت غربی قطب جنوب و زیر آب رفتن بیشتر شهرهای ساحلی در کرهٔ زمین. اقدام مهندسی قهرمانانه‌ای برای جلوگیری یا حتی اصلاح این مسئله ضروری است.

چون به کشف نتایج دیگر گرم شدن گلخانه‌ای می‌پردازم و به مسئله سیاست‌گذاری خواهم پرداخت، بعضی جنبه‌های دیگر اعتبار علم را درنظر می‌گیرم. اگر به قطب جنوب یا گرین‌لند رفته و حفرهٔ عمیقی در یخ حفر کنید، هرچه پایین‌تر بروید، ازنظر زمانی عقب‌تر رفته‌اید. ازنظر زمین‌شناسی نمی‌توانید خیلی عقب بروید ولی سابقهٔ زیبایی از چینه نگاری بدست خواهید آورد. در یک عمق به خصوص، متناظر با زمان خاصی در گذشته یخ را بررسی کنید. شواهدی چند دال بر میزان دما در هنگام تشکیل یخ وجود دارند ــ از گرده (گیاهان مختلف در دماهای مختلف گرده‌افشانی می‌کنند) یا از طریق رادیو ایزوتوپها و غیره. همچنین حبابهای هوا در یخ وجود دارند. می‌توانید هوا را خارج کرده و مقدار دی‌اکسید کربن را اندازه بگیرید. همبستگی بارزی وجود دارد. در هنگام فراوانی زیاد دی‌اکسید کربن، دماهای قدیمی بالا بوده‌اند؛ وقتی دی‌اکسید کربن کم بوده است، دماهای قدیمی کم بوده‌اند. بدیهی است که این مسئله با داستان گلخانه سازگار است.

قول دادم چیزی نیز دربارهٔ فیدبک بگویم. این یکی از حوزه‌های نسایقین است که سیاست‌گذاران باید درک کنند. در سیستم آب و هوای سراسری فیدبکهای مثبت و منفی هردو امکان‌پذیرند. یک مثال فیدبک مثبت را درنظر بگیرید: به علت اثر گلخانه دما اندکی افزایش می‌یابد و قسمتی از یخهای قطبی ذوب می‌شوند. یخ در مقایسه با آب دریاهای آزاد درخشان است بنابراین در نتیجه ذوب یخ، زمین تاحدی تیره‌تر می‌شود؛ به علت تیره‌تر بودن، زمین نور آفتاب بیشتری را جذب می‌کند؛ بنابراین گرمتر می‌شود و این فیدبک مثبت است. یک فیدبک مثبت دیگر: وجود co_2 بیشتر در هوا سطح زمین ازجمله اقیانوسها را

کمی گرمتر می‌کند. این اقیانوسهای گرمتر بخار آب بیشتری به جو می‌فرستند. بخار آب یک گاز گلخانه‌ای است، بنابراین گرمای بیشتری را نگهداشته و دما بالاتر می‌رود.

ــ فیدبکهای مثبت خطرناکند.

فیدبکهای منفی نیز وجود دارند. آنها مانند ترموستات هموستاتیک هستند. یک مثال: زمین را با افزودن اندکی دی‌اکسید کربن در جو کمی گرم کنید. مانند حالت قبل این مسئله باعث تزریق بخار آب بیشتر به جو می‌شود، ولی این مسئله سبب ایجاد ابر می‌شود. ابرها روشن‌اند و نور بیشتری را به فضا منعکس می‌کنند و بنابراین نور خورشید کمتری برای گرم کردن زمین در دسترس است. افزایش دما سبب کاهش دما می‌شود. یا دی اکسید کربن بیشتری را وارد جو کنید. گیاهان معمولاً به دی‌اکسید کربن علاقمندند ــ بنابراین سریعتر رشد می‌کنند و در رشد سریعتر دی‌اکسید کربن بیشتری را جذب می‌کنند ــ که به نوبهٔ خود سبب کاهش اثر گلخانه می‌گردد. فیدبکهای منفی نقش ترموستات را در آب و هوای سراسری دارند. اگر بخت یار باشد و این فیدبکها توانمند شوند، گرم شدن گلخانه‌ای می‌تواند سبب محدودیت خود گردد و ما از تجمل رقابت با شنوندگان کاساندرا بودن داشتن سرنوشت آنها برخوردار می‌شویم.

سؤال این است. تمام فیدبکهای مثبت و منفی را مقابل یکدیگر بگذارید، نتیجه چیست؟ پاسخ این است: هیچکس در این مورد اطمینان کامل ندارد. یک برآورد اخیر توسط دانیل لاشوف از آژانس حفاظت محیط زیست این است که مجموع تمام فیدبکهای مثبت و منفی می‌تواند تغییر دما را دو یا سه برابر آنچه برای قرن آینده پیش‌بینی شده است، بکند. والاس بروکر از دانشگاه کلمبیا به گرم شدن بسیار سریع درحوالی سال ۱۰۰۰۰ قبل از میلاد، درست قبل از پیدایش کشاورزی اشاره می‌کند.

بنابر باور او شیب به قدری زیاد است که جفت شدگی بین اقیانوس جورا ایجاب می‌کند و اگر شما آب و هوای زمین را به سرعت در یک جهت یا جهت دیگر سوق دهید از آستانه‌ای خواهید گذشت. نوعی «بانگ» وجود دارد و سیستم خود به خود به حالت پایدار دیگری خواهد رفت. طبق پیشنهاد وی ممکن است در حال حاضر در حال حرکت به سوی یک ناپایداری باشیم. مجدداً، در نظر گرفتن این مسائل کارها را خراب می‌کند.

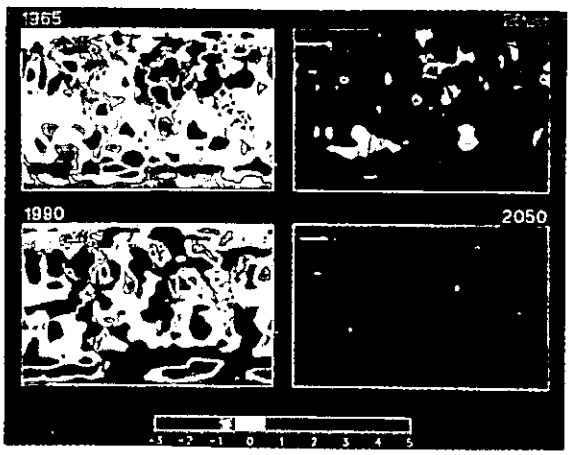
بهر حال، بدیهی است که هر چه آب و هوا سریعتر تغییر کند، برای سیستمهای هموستاتیک، رسیدن به پایداری مشکلتر می‌شود. همچنین، نمی‌دانم آیا امکان ندارد که فیدبکهای نامطبوع را بیش از فیدبکهای اطمینان بخش از دست بدهیم. برای پیش بینی همه چیز به اندازه کافی باهوش نیستم. احتمال این وجود دارد که مجموع چیزهایی که به حساب نیاورده‌ایم سبب نجات ما شود. شاید بشود ولی آیا مایل به قماری هستیم که ممکن است سبب از دست رفتن زندگیمان بشود.

حتی افکنشهای محتاطانه به اواسط قرن آینده، کاهش اساسی در حاصلخیزی کشاورزی را به واسطهٔ خشکسالی وابسته به گرم شدن سراسری ایجاب می‌کند. جنگلها و اکوسیستمهای طبیعی احتمالاً حساسیت بیشتری دارند. بسیاری از کشورها حتی امروز نیز قادر به تهیه غذا برای اتباع خود نیستند. سقوط کشاورزی بومی و کاهش سوبسید مواد غذایی وارداتی ممکن است برای ایجاد قحطی سراسری کافی باشد. خشکسالی در داخل قاره‌ها شدید خواهد شد؛ آب شیرین بیش از پیش نایاب می‌شود؛ کویرها گسترش می‌یابد و نقاط ساحلی زیر آب خواهند رفت. وضع بعضی مناطق ممکن است تا حدی بهتر شود؛ ولی طبق این افکنش وضع بیشتر نقاط بدتر خواهد شد. می‌توانید بگویید اگر غرب میانهٔ امریکا به صورت کویر درآید می‌توانیم غلات خود را در شمال کانادا بکاریم. مسئله چیست؟ حتی اگر خاک شمال کانادا برای کشاورزی مناسب باشد و حتی اگر این منطقه بسیار سردتر و مرطوبتر باشد، انتقال کشاورزی امریکا به این منطقه بسیار گران خواهد بود. همچنین ممکن است کاناداییها ایدهٔ دیگری داشته باشند و علاقمند به پذیرش سیل مهاجرین کشاورز نباشند.

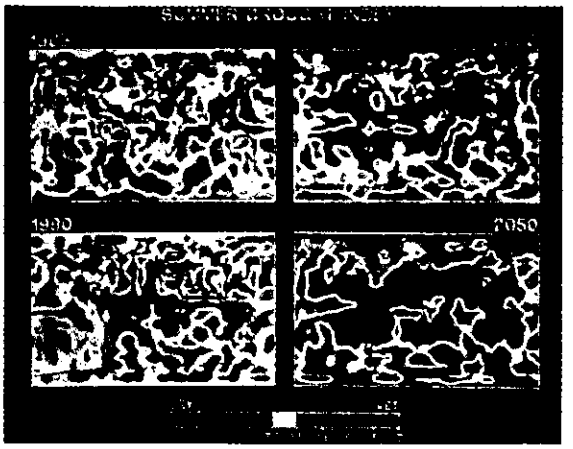
ولی طبق شکل‌های ۹ و ۱۰، وضع کانادا نیز چندان بهتر از امریکا نخواهد بود. اصولاً در گرم شدن سراسری برنده‌ای وجود نخواهد داشت. نکته این نیست که بعضی نقاط بهتر و برخی بدتر می‌شوند و در نتیجه وضع کلی تغییری نخواهد کرد، بلکه یک شستشوی کامل صورت خواهد گرفت. نتیجه کلی ــ اگر زیاد صبر کنیم و کاری برای پیشگیری از آن انجام ندهیم ــ پیش‌بینی می‌شود که همه چیز به پایان برسد. فاجعه‌ای یکنواخت با تقسیم عادلانه رخ خواهد داد.

بعضی دانشمندان بر این باورند که شانس یک فاجعه گستردهٔ کشاورزی ناشی از گرم شدن گلخانه‌ای تا سال ۲۰۵۰ کم است شاید فقط ٪۱۰. ولی برای اقدام اساسی جهت جلوگیری از فاجعه لازم نیست که احتمال آن بسیار زیادباشد. در صوابدیدهای سنتی ارتش، نه تنها باید عملیات تهاجمی، بسیار محتمل جدی گرفته شوند بلکه باید بدترین حالت در نظر گرفته شود. در نتیجه طی جنگ سرد تریلیونها دلار خرج شد؛ چرا باید این پیش بینی دوراندیشانه در مورد بحرانهای محیط زیست کمتر باشد؟ و سال ۲۰۵۰ چندان دورنیست. برای رسیدن به آن فقط باید چند دههٔ دیگر صبر کنیم. در صورت عدم اقدامهای مخفف، گرم شدن گلخانه‌ای با گذشت دهه‌ها شدیدتر خواهد شد.

افزایش سطح دریاها به میزان یک متر را در نظر بگیرید. این افزایش بسیاری از جزایر مسکون پولینزی، مالزی و اقیانوس هند را غرق خواهد کرد و اثرات مخربی بر روی



شکل ۹ ــ تغییرات دمای سراسری برحسب درجهٔ سانتیگراد، با استفاده از مدلهای سه‌بعدی برای گردش عمومی. در افکنشهای آینده فرض شده است که کوشش عمده‌ای جهت تخفیف گسیل گازهای گلخانه‌ای به جو صورت می‌گیرد.



شکل ۱۰ ــ شاخص خشکسالی تابستانی برای موارد شکل ۹.

محلهای مختلف مانند ونیز، بانکوک، مصر، نیواورلئان، میامی، نیویورک و دلتای می‌سی‌سی‌پی خواهد داشت. این مطلب تنها در بنگلادش میلیونها نفر را آواره خواهد کرد. مسئله جدیدی به صورت پناهندگان محیط زیست ایجاد خواهد شد.

در بارهٔ حوضهٔ رودخانه‌های مشترک بیاندیشید که در آن دو یا سه کشور در یک رودخانه شریکند. اگر سطح آب به طور خطرناکی پایین رود، چه رخ می‌دهد؟ آیا جنگ آب و غذا را در خواهد گرفت؟ ژاپن را در نظر بگیرید که بیش از نیمی از غذایش را وارد می‌کند؛ شوروی از نظر غله به امریکا استرالیا و آرژانتین وابسته است. چه بر سر شوروی خواهد آمد اگر از نظر کشاورزی وابسته بماند و واردات غله متوقف شود؟

در بارهٔ چگونگی کار سیستم سراسری بیاندیشید. مردم امریکا نگرانی در مورد راندن اتومبیلهایی با کارآیی سوخت زیاد ندارند. آنها به اتومبیلهای پر مصرف محتاجند، زیرا اتومبیل سمبل موقعیت، آزادی و مردانگی است. بنابراین، دی اکسید کربن بیشتری وارد جو می‌کنیم، زمان می‌گذرد و سپس میلیونها پناهنده در بنگلادش و محلهای دیگر جایی برای رفتن ندارند. ارتباط جالبی است. شما را به فکر می‌اندازد.

بزرگترین Co_2 گسیل سیاره، ایالات متحده امریکاست. در نتیجه، فکر می‌کنم که ایالات متحده برای اجتناب از بدتر شدن وضع، مسئولیتی مناسب به عهده بگیرد. Co_2 گسیل بعدی اتحاد شوروی است. سومین مقام مربوط به تمام کشورهای در حال رشد است. حقیقت بسیار مهمی وجود دارد:

این مسئله دیگر مربوط به کشورهای شدیداً صنعتی نیست ــ کشورهای در حال توسعه نیز از طریق شکستن و سوزاندن چوب و غیره سهم مؤثری در گرم شدن سراسری دارند. سپس برحسب درجه مسئولیت اروپای غربی، چین و سپس ژاپن قرار دارند. ژاپن یکی از کارآمدترین کشورها از نظر مصرف سوخت است. همانطور که گرم شدن سراسری مربوط به همهٔ جهان است، هرگونه راه حل نیز باید جهانی باشد.

مقیاس تغییر لازم برای مواجه شدن اساسی با این مسئله تقریباً هولناک است ــ مخصوصاً برای سیاست گذارانی که عمدتاً علاقمند به انجام کارهایی هستند که در زمان تصدی آنها به ثمر برسد. اگر اقدامات لازم برای بهبود امور بتواند در برنامه‌های ۲ ــ ۴ یا ۶ ساله به نتیجه برسد، سیاستمداران از آن حمایت بیشتری خواهند کرد. زیرا نتایج سیاسی آن ممکن است در زمان لازم برای انتخاب مجدد ظاهر شود.

ولی برنامه‌های ۲۰ ــ ۴۰ یا ۶۰ ساله که نتایج آن هنگامی ظاهر می‌شود که نه تنها سیاستمدار دیگر بر سر کار نیست، بلکه ممکن است زنده نباشد، جاذبه کمتری دارند. نتایج مربوط به آینده و مسئولیتها مربوط به زمان حال‌اند.

بدیهی است که نباید مانند کرزوس عجولانه عمل و سپس کشف کنیم که با صرف هزینهٔ گزاف کاری غیر لازم یا احمقانه یا خطرناک انجام داده‌ایم. ولی نادیده گرفتن یک فاجعهٔ تهدید کننده و امیدواری به اجتناب از آن غیر مسئولانه‌تر است. آیا راه میانه‌ای در سیاست‌گذاری وجود دارد که با جدی بودن مسئله متناسب باشد ولی درصورت مثلاً فیزیک منفی و یا در صورت بیش از اندازه جدی گرفتن مسئله سبب ویرانی نشود؟

در طرح یک پل یا آسمانخراش معمولاً تحمل ساختمان در مقابل یک نقص فاجعه‌آمیز در ماورای تنشهای محتمل در نظر گرفته می‌شود، چرا؟ زیرا نتایج سقوط آسمانخراش یا پل بسیار جدی است و شما باید مطمئن باشید. شما محتاج به تضمین‌های قابل اعتماد از ایمنی هستید. فکر می‌کنم همین رهیافت باید در مسائل محیطی محلی، منطقه‌ای و سراسری اتخاذ شود. و البته به‌علت هزینه زیاد برای دولت و صنایع مقاومت شدیدی در مقابل آن

وجود دارد . به این دلیل، با کوششهای فزاینده در جهت بی‌اعتبار کردن گرم شدن سراسری روبرو خواهیم شد. ولی برای استحکام پلها و تقویت آسمانخراشها نیز به پول محتاجیم و این قسمتی از هزینهٔ عادی ساختمان در نظر گرفته می‌شود. طراحان و سازندگانی که از گوشهٔ کار می‌زنند و چنین احتیاطهایی را نمی‌کنند برای خرج نکردن پول دوراندیش درنظر گرفته نمی‌شوند، بلکه جنایتکار به‌حساب می‌آیند. قوانینی برای اطمینان از عدم سقوط پل یا آسمانخراش وجود دارد. آیا نباید قوانین و دستورالعملهای اخلاقی مشابه برای موارد محیطی که اثرات بالقوه جدیتری دارند، وجود داشته باشد.

حال علاقمندم پیشنهادهای چندی در مواجه با تغییر آب و هوا بکنم. به‌نظر من این پیشنهادات نمایندهٔ نظر تعداد زیادی متخصص ولی البته نه همهٔ آنهاست. این فقط نقطهٔ شروع و کوشش جهت تخفیف مسئله است که به اندازهٔ کافی جدی می‌باشد. از بین بردن کامل مسئله و بازگشت آب و هوای زمین مثلاً به وضعیت سال ۱۹۶۰ بسیار مشکلتر خواهد بود. این پیشنهادات از جنبهٔ دیگری نیز فروتنانه‌اند ــ همگی غیر از مسئله گرم شدن سراسری دلایل خوبی برای اجرای آنها دارند.

ما احتیاج به خارج کردن تدریجی CFC که در حدود ۲۵٪ اثر گلخانه را تشکیل می‌دهد و مؤلفهٔ با سریعترین رشد است را داریم. مقاولنامهٔ مونترآل در خواست خروج ۵۰٪ در هنگام تغییر قرن را دارد. درحالیکه این اقدام گامی به جلوست ولی این گام بسیار کند است و ممکن است بزودی تبدیل به ۱۰۰٪ در سال ۲۰۰۰ گردد (اما مقاولنامه قضیهٔ وجودی را مطرح می‌کند: ممکن است کشورهای صنعتی اقدامات معمول در مواجه با تهدید جدی سراسری را اتخاذ کنند. شاید مشاهدهٔ مقاولنامهٔ مشابه در مورد CO_2 و سایر گازهای گلخانه‌ای غیر ممکن نباشد). می‌توانیم کارآیی انرژی بیشتری داشته باشیم و بدیهی است که می‌توان آن‌را با دردسر کمی انجام داد. بعضی از ما جیبی کارتر را با لباس پشمی در حال لرزیدن در کاخ سفید به‌خاطر داریم. اگر این بهایی است که باید برای ایجاد دنیایی که برای فرزندانمان بدتر از ما نیست بپردازیم، باید این‌کار را بکنیم. ولی حتی به این‌کار هم احتیاجی نیست. با امید معافیت و بیم مجازاتهای مالیاتی می‌توان کارآیی تولید نیروی برق را کاملاً افزایش داد. لامپهای فلورسنت‌را جانشین لامپهای معمولی کرد، مقررات کارآیی سوخت برای اتومبیلها وضع کرد و غیره. (اتومبیلها مسئول تولید بیش از یک سوم دی‌اکسیدکربن در ایالات متحده‌اند. چرا باید اتومبیلهایی را تحمل کنیم که یک گالن بنزین در ۲۰ تا ۳۰ مایل مصرف می‌کنند، در حالی‌که ساختن اتومبیلهایی با مصرف یک گالن در ۶۰ تا ۱۰۰ مایل کاملاً امکان‌پذیر است؟). به‌طور کلی و مخصوصاً در درازمدت، صرفه‌جویی سوختهای فسیلی از سوزاندن آنها ارزانتر تمام می‌شود؛ افزایش کارآیی انرژی فواید بسیار دارد.

باید کوشش بیشتری را صرف منابع انرژی تجدید پذیر، مخصوصاً انرژی خورشیدی بکنیم. درام سیاسی دیگری در این مورد در کاخ سفید به‌وجود آمد. در زمان ریاست جمهوری کارتر یک دستگاه خورشیدی گرمایی در کاخ سفید نصب شد ــ نه یک سیستم خورشیدی ـ الکتریکی بلکه دستگاهی که در آن نور خورشید آب را گرم و آب گرم برای مقاصد مختلف از جمله حمام ریاست جمهور مورد استفاده قرار می‌گرفت. ارزش اساسی این دستگاه به گمان من سمبولیک بود. به مجرد روی کارآمدن ریگان، دستگاه گرمایی خورشیدی از بام کاخ سفید کنده شد. بودجه اختصاصی یافته به پژوهش منابع انرژی تجدید پذیر در زمان ریگان با ضریب قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت و طی ده سال اخیر در موضوع بسیار منطقی مبارزه با مسئلهٔ گلخانه در جا زدیم.

و اکنون دستگاههای انرژی خورشیدی تقریباً با وسایل متداول تولید انرژی الکتریکی قابل رقابت‌اند و اگر هزینه‌های محیطی را بر قیمت یک کیلو وات ساعت بیافزاییم، حتی اکنون نیز انرژی خورشیدی اقتصادی است. با وجود این، پژوهش بیشتر برای افزایش کارآیی باید انجام شود. خطوط انتقال نیرو باید از آرایه سلولهای خورشیدی در محیطهای آفتابی به نقاط ابری‌تر و با تراکم جمعیت بیشتر وجود داشته باشند. خطوط انتقال نیرو با استفاده از ابر رسانایی باید گسترش یابند. طبق برخی مطالعات این مطلب حتی اگر نتوانیم ابر رسانایی در دمای اتاق را داشته باشیم، انجام پذیر است؛ خطوط انتقال نیرو که تا دمای هوای مایع سرد شده باشند، می‌توانند از نظر اقتصادی عملی باشند. البته سایر سیستمها نیز باید گسترش یابند. مخصوصاً تکنولوژیهای مربوط به باد، جزر و مد و هیدروترمال که تجدید پذیرند و آلودگی ایجاد نمی‌کنند. دستگاههایی که هیدروژن را به‌طور شیمیایی می‌سوزانند (پسماند تولیدی در این مورد آب است) امکان‌پذیرند و احتیاج به پژوهش و گسترش دارند.

اخیراً، طی زمان کوتاهی دورنمای همجوشی هسته‌ای در دمای پایین به‌وجود آمد که تحت شرایطی راه حل آرمانی برای ترکیب مسئله گلخانه/انرژی بود. ولی این چشم‌انداز به‌سرعت از میان رفت و ما را با دستگاههای همجوشی فرضی عظیم، گرانقیمت و با تکنولوژی بالا به‌جا گذاشت که حتی پیشنهاد کنندگان آنها نمی‌توانند دسترس‌پذیری تجارتی آنها را تا دهه‌های بسیار مجسم کنند. بهرحال، تجسم این دستگاهها به‌عنوان پاسخی برای جهان در حال توسعه مشکل است.

این مطلب نیروی شکافت هسته‌ای را باقی می‌گذارد که تحت شرایطی ممکن است به‌عنوان وسیلهٔ موقتی بین وابستگی فعلی به سوختهای فسیلی و تکنولوژی که گاز گلخانه‌ای تولید نکند و در آینده پذیرفته شود،

مورد استفاده قرار گیرد. ولی همانطور که حادثهٔ تری مایل آیلند و چرنوبل و قصور در بسیاری از نیروگاههای که تحت نظارت وزارت انرژی کار می‌کنند به ما یادآور شد، در پذیرش انرژی شکافت باید بهای سنگینی بپردازیم. در این مورد گاز گلخانه‌ای تولید نمی‌شود ولی امکان حوادث جدی وجود دارد (هزینهٔ کل حادثهٔ چرنوبل چند ده بیلیون دلار است). آش کشنده‌ای از عناصر رادیو اکتیو با عمر طولانی پخته شده است که فرزندانمان را طی قرون و هزاره‌های آینده آزار خواهد داد. عقیده عمومی در سراسر جهان به‌خصوص پس از حادثهٔ چرنوبل بر علیه اعتماد بر نیروی شکافت هسته‌ای است. اگر روش قابل اعتمادی برای دور ریزی پسماندهای رادیواکتیو وجود داشته باشد، اگر راهی برای منحرف کردن محصولات شکافت برای ساختن سلاحهای هسته‌ای وجود نداشته باشد و اگر این نیروگاهها بتوانند ایمن و اقتصادی گردند، انرژی شکافت می‌تواند یک وسیلهٔ موقتی باشد. ولی بار اثبات این مطالب مسلماً بر دوش سازندگان و حامیان این نیروگاههاست.

کوشش گسترده و در مقیاس وسیع در جهت پژوهش و گسترش شق دیگری از منابع انرژی لازم است که از نظر اقتصادی و تکنولوژیکی برای مناطق مختلف جهان مناسب باشد. توجه کنید، که در درازمدت مسلماً مخلوطی از تکنولوژیهایی موردنیاز می‌باشد. برای مثال، احتیاجات صنعتی کوره‌های ذوب فولاد و آلومینیوم را نمی‌توان با آسیابهای بادی تأمین کرد.

مسئله جنگلها نیز وجود دارد. درختان دی‌اکسید کربن را می‌خورند و آنرا از جو حذف می‌کنند. ما احتیاج به جنگل کاری گسترده داریم. برای تثبیت Co_2 در مقدار فعلی با توجه به Co_2 تولیدی در قرن آینده باید منطقه‌ای به وسعت ایالات متحده جنگل کاری شود. آنچه امروز اتفاق می‌افتد، درست در جهت عکس است. در این لحظه در هر ثانیه یک جریب جنگل در روی کرهٔ زمین از بین می‌رود. مگر در روی زمین چند جریب وجود دارد؟ به نظر من، در این مورد می‌توان کاری کرد. ملتها می‌توانند درخت بکارند، افراد بشر می‌توانند درخت بکارند. در سالهای اخیر شرکتهای ژاپنی غارتگران اصلی جنگلهای استوایی (مخصوصاً چوبهای سخت) بوده‌اند. ولی آگاهی روزافزونی از مسائل محیطی در ژاپن به وجود می‌آید. ملتهایی مانند برزیل نیز وجود دارند که اجازه می‌دهند شرکتهای چوب‌بری خارجی جنگلهای آنها را (البته درازای پول) ببرند و یا به شهروندان خود اجازه می‌دهند که جنگلها را برای ایجاد زمین کشاورزی نابود کنند (که بسیار کیشوتی است زیرا خاک جنگلهای استوایی در یک یا دو فصل برداشت محصول فرسوده می‌شود و پس از آن در جای یک جنگل بزرگ چیزی جز کویر به جا نمی‌ماند). ولی عقیده و سیاست برزیلیها نیز به سرعت تغییر می‌کند. شاید بتوان این ملتها را به اتخاذ راه‌حلهای مناسب متقاعد کرد. ولی آموزش محیطی بهتر یا رجوع به تعهد بین‌المللی می‌تواند آنها را متقاعد به تغییر مشی نماید.

بهرحال، در این مسئله کشورهای صنعتی بیگناه نیستند. اخطار امریکاییها به برزیل در مورد مسئولیت محیطی وزنی نخواهد داشت مگر ایالات متحده متوجه سابقهٔ بد خود در مورد محیط زیست شود و راه خود را تصحیح کند. چین که از نظر منابع زغال‌سنگ در دنیا دوم است، نمی‌تواند به درخواست کشورهای صنعتی در جهت صنعتی نشدن توجه کند، مگر اینکه کشورهای صنعتی تمایلی در جهت فداکاریهای محیطی از خود نشان دهند ــ و شاید شق دیگری از تکنولوژیهای لازم را فراهم سازند. هیچ ملتی در زمینهٔ مسائل محیطی سراسری مصون از سرزنش نیست. باید به‌یکدیگر کمک کنیم.

یک شرکت ویرجینیایی اخیراً قصد خود را در جهت جبران تولید دی‌اکسید کربن طی کار نیروگاه زغال‌سنگی که قصد ساختن آنرا دارد، اعلام داشته است؛ این شرکت ترتیب کاشتن جنگلهایی را در گواتمالا داده است که تمام دی‌اکسید کربنی را که این نیروگاه وارد جو می‌کند، جذب کند. این عمل بسیار پسندیده است که امیدوارم عملاً صورت گیرد. آیا نباید شرکتهای چوب‌بری نیز جنگلهای بیشتری بکارند ــ از نوع سریع‌الرشد پربرگ که برای بهینه‌سازی کاهش اثر گلخانه مناسبند ــ که جبران بریدن درختان را بکنند؟ همینطور در مورد ذغال‌سنگ، نفت، گاز طبیعی و صنایع نفتی و اتومبیل‌سازی. چرا نباید یک تعهد جهانی برای جنگل کاری به وجود آید؟

مطلب دیگری وجود دارد که در گرم شدن سراسری مخصوصاً در درازمدت اثری قاطع دارد و آن رشد جمعیت است. مردم دی‌اکسید کربن تولید می‌کنند، مردم باید خود را گرم کنند، مردم باید غذا بپزند و مردم باید سرکار بروند و این فعالیتها معمولاً شامل ورود گاز گلخانه‌ای به جو است. هرچه تعداد افراد بیشتر باشد، مسئله جدی‌تر می‌شود و حل آن نیز مشکل‌تر می‌گردد. محدود کردن رشد جمعیت ضروری است. راه انجام آن تنها در دسترس بودن وسایل کنترل جمعیت و تنظیم خانواده نیست. مردم فقیر برای محدود کردن اندازهٔ خانوادهٔ خود احمق نیستند، گرچه این مطلب یک سوءتفاهم متداول در غرب است. مردم کشورهای در حال رشد به علت احساسات بشری دارای خانوادهٔ بزرگ نیستند، بلکه این مسئله نوعی بیمه بر اساس سود / هزینه است، زیرا دولت برای آنها تأمین اجتماعی فراهم نمی‌سازد. هزینهٔ بزرگ کردن اطفال بسیار کم است و این اطفال در کشاورزی و اشتغالات خانواده مفیدند. شما اطفال زیادی دارید زیرا احتمال زنده ماندن آنها تا بلوغ کم است و شما احتیاج به کسی دارید که در دوران پیری از

شما مواظبت کند. در سراسر جهان پدیدهٔ جالب‌توجهی به نام‌گذار دموگرافیک وجود دارد. این پدیده در کشورهای کمونیستی و سرمایه‌داری، بودایی و مسیحی، شرق و غرب موجود است. هنگامی که درآمد سرانه از حدی تجاوز می‌کند و مردم غذای کافی برای خوردن دارند، ناگهان رشد جمعیت به طور قابل‌ملاحظه‌ای سقوط می‌کند. مؤثرترین راه برای شمال صنعتی جهت کنترل رشد جهندهٔ جمعیت، کمک به خودکفا کردن بیلیونها فقیر در کرهٔ زمین است. این مطلب تا اندازه‌ای به مسئلهٔ گرم شدن سراسری کمک خواهد کرد.

در رهیافتهای فوق جهت اصلاح گرم شدن سراسری باید زمینه‌های مختلف را از یکدیگر جدا کرد: خارج کردن سریع تولید CFC برای حفاظت لایهٔ ازن ضروری است. کارآیی بیشتر انرژی و جستجو برای منابع انرژی دیگر، مخصوصاً منابع تجدیدپذیر و به حداقل رساندن وابستگی به منابع خارجی نفت و سایر منابع انرژی و نیز حفاظت در مقابل به پایان رسیدن ــ از هر کجا که بیایند (یک موضوع متداول) ــ سوختهای فسیلی. ما اجازه می‌دهیم که حفر چاههای نفت در سکوهای دور از ساحل علیرغم خطرات محیطی صورت گیرد، زیرا «استقلال انرژی» حائزاهمیت است. آیا نباید به همین دلیل از پژوهش و گسترش در مورد شق دیگری بر سوختهای فسیلی حمایت کنیم. جنگل‌کاری و حفظ آنها برای داشتن گونه‌های مختلف و به دلایل عاطفی بسیار حائزاهمیت‌اند: اجداد ما در میان درختان زندگی می‌کردند و ما به آنها تمایل فراوان داریم. محدود کردن جمعیت به دلایلی که خوب می‌دانیم یکی از ضرورتهای زمان ماست. گرم شدن گلخانه‌ای یکی از مسائل سیاسی است که از بسیاری مسائل سیاسی و محیطی معاصر اهمیت بیشتری دارد.

گرم شدن سراسری ــ مانند تهی شدن لایهٔ ازن ، زمستان هسته‌ای، باران اسیدی و بسیاری از مسائل محیطی کره زمین ــ دارای خصوصیتی جدید است. جنبهٔ کلیدی آن عدم ارتباط با مرزهای جغرافیایی است. کشوری را در نظر بگیرید که سوخت فسیلی مصرف می‌کند. CO_2 وارد جو می‌شود. آیا این گاز بر روی این کشور باقی می‌ماند؟ خیر. ملکول CO_2 از مرزهای سیاسی بی‌خبر است. هرگز نام گذرنامه به گوشش نخورده است. ملکول مغز ندارد، بنابراین مسئله بسیار جدی حاکمیت ملی را نمی‌فهمد. بنابراین در اثر وزش باد و گردش طبیعی زمین حرکت می‌کند. اگر در یک محل تولید شده بود می‌تواند از هر محل دیگر سردرآورد. سیاره ما یک واحد است. هیچ ملتی نمی‌تواند به تنهایی مسئلهٔ گلخانه را حل کند. ملتهای جهان باید بدون توجه به تفاوتهای عقیدتی و فرهنگی با هم کار کنند؛ در غیر اینصورت راه حلی برای مسئله گرم شدن گلخانه‌ای وجود نخواهد داشت. همه باهم در گلخانه‌ایم.

همچنین توجه کنید که برای این مسائل راه حلهای کوتاه مدت وجود ندارد. شما چیزی را داخل هوا می‌کنید و آن چیز برای مدت طولانی آنجا می‌ماند. راهی برای تخلیهٔ آن وجود ندارد، ممکن است آنچه امروزه انجام می‌دهیم در سرنوشت فرزندان، نوه‌ها و نتیجه‌های ما مؤثر باشد. فرزندان و اعقاب ما بهای خرابکاریهای امروز ما را خواهند پرداخت. مسائل محیطی تنها تراملیتی نیستند، بلکه مسائل اخلاقی ترانسلی می‌باشند. اگر بخواهیم خود را نجات دهیم باید چنانکه انیشتین در سال ۱۹۴۵ در موردی اندک متفاوت اظهار داشت، طرز فکر جدیدی اختیار کنیم. من تصور نمی‌کنم که این کار تا حد غیرممکن مشکل باشد. بسیاری از مذاهب اصلی عالم چنین دکترینهایی را برای مدتی طولانی تعلیم داده‌اند.

یک ضرب‌المثل ذهن من را به خود مشغول داشته است «خود را به دست خویش هلاک نکنید». ما نمی‌توانیم بی‌خیال به رشد تکنولوژی ادامه دهیم و از عواقب رشد آن غافل باشیم. این در قدرت ماست که تکنولوژی را محدود و آن را در جهت منافع افراد بشر در روی کرهٔ زمین به کار گیریم. شاید مسائل محیطی زمین دارای جنبهٔ مثبتی نیز باشد، زیرا ما را خواه ناخواه به تفکر وامی‌دارد. ما موجوداتی با استعدادیم و در مواقع لزوم می‌دانیم چه کنیم. در صورتی که بشر چندان احمق نباشد بحران محیط زیست در زمان حاضر، منجر به همبستگی بین ملتها و نسلها و پایان دوران طولانی طفولیت بشر خواهد شد.

■

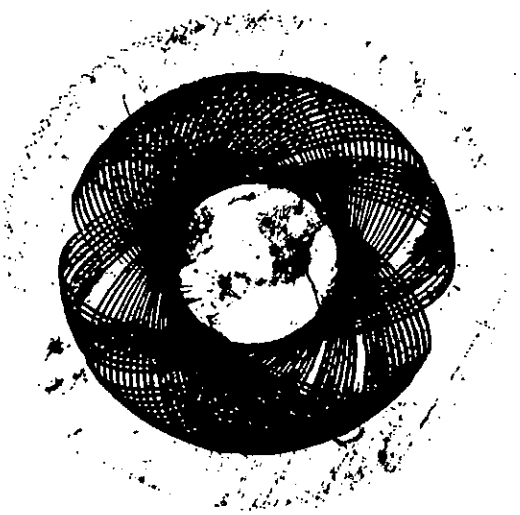
زیرنویس

۱ ــ Croesus and cassandra: Policy response to global Warming.

Carl Sagan - Laboratory for planetary studies, Cornel University, Ithaca, New York 14853 - 6301

نقل از:

AMERICAN JOURNAL OF PHYSICS - VOLUME 58, NO. 8 AUGUST 1990



اخبار علمی و فرهنگی

بورس تحصیلی

دانشگاه صنعتی اصفهان طی نامهٔ شمارهٔ ۱۰۰/۴۰۵۰۷ مورخ ۶۹/۱۱/۲۸ نحوهٔ اعطای بورس تحصیلی به دانش‌آموزان موفق مرحله دوم هشتمین دورهٔ المپیاد ریاضی را به شرح زیر اعلام کرد.

۱) به هریک از ۱۲ نفر اول المپیاد ریاضی کشور در صورت قبولی و ثبت نام در این دانشگاه سالیانه مبلغ ۳۶۰۰۰۰ ریال به عنوان بورس تحصیلی به مدت ۴ سال پرداخت می‌نماید.

۲) به هریک از ۲۴ نفر اول المپیاد ریاضی کشور در صورت قبولی و ثبت نام در یکی از رشته‌های ریاضی و یا فیزیک این دانشگاه سالیانه مبلغ ۲۴۰۰۰۰ ریال به عنوان بورس تحصیلی به مدت ۴ سال پرداخت می‌نماید.

۳) به هریک از ۳۶ نفر اول المپیاد ریاضی کشور در صورت قبولی و ثبت نام در یکی از رشته‌های ریاضی و فیزیک این دانشگاه سالیانه مبلغ ۱۲۰۰۰۰ ریال به عنوان بورس تحصیلی به مدت ۴ سال پرداخت می‌نماید.

انتخاب شدگان مذکور برحسب مورد و اولویت می‌توانند فقط از یکی از بندهای سه‌گانه فوق‌الذکر استفاده نمایند.

۴) در ضمن به هریک از ۴۸ نفر اول المپیاد ریاضی در صورت قبولی و ثبت‌نام در این دانشگاه امکانات خوابگاهی و غذای رایگان مناسب و تخفیف ۲۵٪ جهت خرید کتب درسی اختصاص می‌یابد.

بدیهی است ادامه استفاده از این امکانات بستگی به وضعیت علمی دانشجویان در سالهای بعد دارد. لطفاً دستور فرمائید:

۱ ــ موضوع از طرق مقتضی جهت تشویق دانش‌آموزان در سطح وسیع اعلام گردد و حداقل در انتشارات دفتر تحقیقات درج گردد.

۲ ــ اسامی، آدرس دقیق و رتبه نفرات اول تا چهل و هشتم المپیاد ریاضی بطور رسمی سریعاً به دانشگاه اعلام گردد تا بتوان در فرصت مناسب موضوع را به اطلاع آنان رساند.

نتایج سومین المپیاد فیزیک اعلام شد

دومین آزمون سوّمین المپیاد فیزیک ایران پس از یک دوره آموزش خاص در روزهای ۶۹/۱۰/۲۱ (آزمون الکتریسیته)، ۶۹/۱۰/۲۹ (آزمون مکانیک) و ۶۹/۱۱/۱ (آزمون آزمایشگاه) در محل خانهٔ معلم برگزار شد.

کمیتهٔ المپیاد فیزیک ایران جهت بررسی آزمون و اعلام نتایج تشکیل جلسه داد و اسامی ۷ نفر دانش‌آموز برگزیده سومین المپیاد فیزیک ایران به مقامات مسئول تسلیم کرد. اسامی دانش‌آموزان برگزیده به ترتیب حروف الفبا به شرح زیر می‌باشد.

ردیف	نام‌ونام‌خانوادگی	شهرستان	دبیرستان
۱	بابک‌امیرپرویز	تهران	علاّمه حلّی
۲	نوید باژدان‌زاده	بندر انزلی	فردوسی
۳	اسفندیار بامداد	شیراز	توحید (۱)
۴	ژوبین رضوی‌درخشی	مشهد	نمونه تربیت
۵	سیدامیرحسین شایگان‌سالک	تهران	علاّمه حلّی
۶	محمود کسنوی	تهران	علی‌ابن‌موسی‌الرضا
۷	علیرضا نصیری‌اوانکی	تهران	علامه حلّی

این هفت نفر بدون کنکور سراسری به دانشگاه راه می‌یابند و سومین مرحلهٔ آزمون سومین المپیاد فیزیک ایران، در خردادماه ۷۰ برگزار خواهد شد و در نهایت ۵ نفر به عنوان اعضاء تیم جمهوری اسلامی برای شرکت در بیست و دومین المپیاد جهانی فیزیک عازم کشور کوبا خواهند شد.

انجمن فیزیک ایران

دبیرخانهٔ موقت: تاریخ
دفتر مجلهٔ فیزیک شماره
مرکز نشر دانشگاهی پیوست
خیابان خالد اسلامبولی شمارهٔ ۸۵

بسمه تعالی

جایزهٔ انجمن فیزیک ایران به دبیر برگزیدهٔ فیزیک

انجمن فیزیک ایران هر دو سال یک بار جایزه‌ای به دبیر (یا دبیران) برگزیدهٔ فیزیک از سراسر کشور اهداء خواهد کرد. اولین گزینش در تابستان ۱۳۷۰ انجام خواهد شد و جایزه شامل لوحهٔ انجمن فیزیک و مبلغ ۶۰۰۰۰۰/ ریال خواهد بود.

گزینش بر مبنای نکات زیر خواهد بود:

۱. ایجاد انگیزه و علاقه در دانش‌آموزان در زمینهٔ فیزیک.

۲. عشق ورزیدن به تدریس فیزیک.

۳. کوشش در اعتلای کیفیت آموزش فیزیک.

۴. انجام فعالیتهای فوق برنامه در آموزش فیزیک.

معیارهای گزینش:

۱. نظر دانشجویان (در مورد دبیرهای سابق خودشان).

۲. درصد قبولی دانش‌آموزان.

۳. نظر دانش‌آموزان.

۴. نظر همکاران.

چگونگی معرفی نامزدها:
۱. توسط خود دبیر همراه با شرح حال کامل علمی ــ آموزشی
۲. توسط همکاران، دانش‌آموزان، دانشجویان، رؤسای دبیرستانها یا دیگر مسؤولان آموزش و پرورش، همراه با نظر مسؤول.

از کلیهٔ مسؤولان آموزش و پرورش، دبیران، دانشجویان، و دانش‌آموزان تقاضا می‌شود پیشنهادهای خود را حداکثر تا ۱۵ اردیبهشت ماه ۱۳۷۰ به دبیرخانهٔ انجمن فیزیک به نشانی تهران، مرکز نشر دانشگاهی، خیابان خالد اسلامبولی، شماره ۸۵ صندوق پستی ۴۷۴۸ ــ ۱۵۸۷۵ بفرستند.
جایزه طی مراسمی در هفتهٔ برگزاری کنفرانس در دانشگاه اصفهان (۱۹ تا ۲۴ شهریور ۱۳۷۰) اهداء خواهد شد.

چهارمین المپیاد فیزیک ایران

۷۰/۲/۱۹

شرایط و ضوابط شرکت در چهارمین المپیاد فیزیک ایران که در تاریخ نوزدهم اردیبهشت ماه ۱۳۷۰ برگزار می‌شود به شرح زیر اعلام شد.

۱ ــ داوطلبان باید در سال تحصیلی جاری (۷۰ ــ ۶۹) دانش‌آموز سال سوم دبیرستان در رشته ریاضی ــ فیزیک باشند.

۲ ــ میانگین نمرات امتحان دروس ریاضی (جبر ــ مثلثات ــ هندسه ــ ریاضیات جدید) در ثلث اول و دوم و معدل درس فیزیک آنان در ثلث اول و دوم سال سوم کمتر از ۱۶ نباشد.

$$\frac{\text{جمع نمرات درس فیزیک ثلث اول و دوم}}{۲} + \frac{\text{جمع معدل نمرات دروس ریاضی ثلث اول و دوم}}{۲} \geq ۱۶$$

۳ ــ دبیرستانهای کشور موظفند اسامی داوطلبان واجد شرایط را تا اول اردیبهشت ۱۳۷۰ از طریق اداره متبوع خود به اداره کل آموزش و پرورش استان مربوط اعلام کنند.

۴ ــ پرسشهای آزمون از کل مطالب کتب فیزیک سالهای اول، دوم و سوم دبیرستان و به صورت تشریحی خواهد بود.

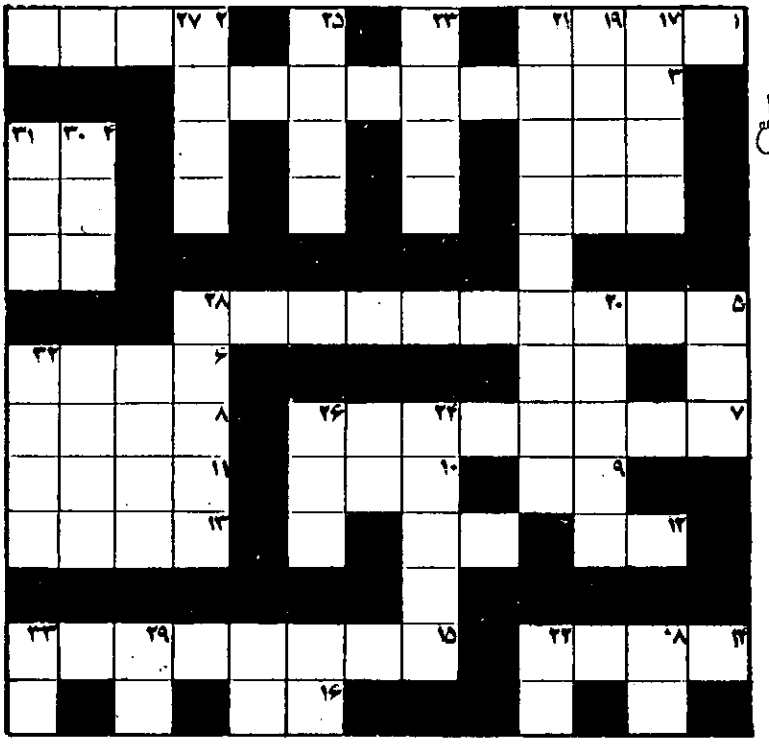
۵ ــ از آنجا که دوره آموزشی به صورت شبانه‌روزی بوده و اولین مرحله آن از اول تیر ماه ۱۳۷۰ به مدت ده هفته در تهران برگزار می‌شود، دانش‌آموزانی که انتخاب می‌شوند باید متعهد شوند به موقع در کلاس درس حاضر شده و تا پایان دوره در کلاس و آزمایشگاه حضور دائمی داشته باشند.

۶ ــ در پایان اولین مرحله آموزش هفت نفر انتخاب می‌شوند که طبق مصوبه شورای عالی انقلاب فرهنگی می‌توانند بدون کنکور در هر یک از رشته‌های دانشگاهی گروه ریاضی ــ فیزیک ادامه تحصیل دهند. این هفت نفر در دومین مرحله آموزشی که از مهر ماه شروع می‌شود شرکت خواهند کرد.
بدیهی است امکان شرکت در کنکور رشته‌های علوم پزشکی برای هفت نفری که انتخاب می‌شوند وجود نخواهد داشت.

۷ ــ در پایان مرحله دوم آموزش، پنج نفر جهت شرکت در بیست و سومین المپیاد بین‌المللی فیزیک که در تابستان ۱۳۷۱ به اجرا در می‌آید انتخاب و اعزام می‌شوند.
دستورالعمل اجرایی آزمون متعاقباً ابلاغ خواهد شد.

طرح: ناصر غفاری

جدول شماره ۳



افقی:

۱ ــ مولّفه

۲ ــ گاز و مایع را گوئیم

۳ ــ نوعی مولّد الکتریسیته ساکن

۴ ــ کرانه

۵ ــ با استفاده از انرژی خورشیدی دمای جسم را تاحد ذوب بالا می‌برد

۶ ــ قطب منفی

۷ ــ در مولّد برق بجوئید

۸ ــ فیزیکدان ایتالیایی متولد ۱۷۴۵ که تحقیقات وسیعی در الکتریسیته دارد

۹ ــ مقدار معیّنی از دارو

۱۰ ــ فلزی است

۱۱ ــ اینرسی

۱۲ ــ اگر آن‌را در کیلومتر ضرب کنیم واحدی در صنعت حمل و نقل می‌شود

۱۳ ــ پیشی گرفتن

۱۴ ــ او پیشنهاد کرد از بالش هوا بجای ریل قطار استفاده شود

۱۵ ــ فیزیکدان لهستانی کاشف پلونیوم

۱۶ ــ مایه حیات

عمودی:

۱۷ ــ تولید می‌کند

۱۸ ــ نوع خشک آن گاز کربنیک جامد است

۱۹ ــ یک هزار میلیونیم از هر چیز

۲۰ ــ عمل قطب‌های غیر همنام آهنربا بر یکدیگر

۲۱ ــ فیزیکدان قرن ۱۹ آلمان که با ساختن اولین‌دستگاه نوسان‌کننده، موج‌الکترومغناطیس را در هوا منتشر کرد

۲۲ ــ الفبای علم موسیقی

۲۳ ــ انرژی در واحد زمان

۲۴ ــ انبوهی

۲۵ ــ یک چهار صدم ($\frac{۱}{۴۰۰}$) محیط دایره

۲۶ ــ جاده پولادین

۲۷ ــ آمیزه هفت رنگ

۲۸ ــ اختلاف پتانسیلی که بتواند جریان یک آمپر را در مقاومت یک اهمی برقرار کند.

۲۹ ــ اگر برعکس بخوانید جهت می‌شود

۳۰ ــ در قضایای علمی از فرض به آن می‌رسیم

۳۱ ــ درجه گرمی و سردی جسم

۳۲ ــ همیشگی

۳۳ ــ عنصری جامد و تیره رنگ و محلول در الکل که در طب کاربرد فراوان دارد

حل جدول شماره ۲

ح	و	ط	س	ل	ا	ی	ز	ا	و	ت	م	▶۱۹
ک	س	ل	ت	▶۱۵	ر	ت	م	و	س	پ	ی	ب
و	▼۱۱	ن	و	ی	س	ا	ز	ی	ر	ا	ه	ا
پ	ق	ر	ب	و	▶۷	ی	ل	ک	ش	ل	▶۱۴	ی
ا	ا	▼۸	ی	ن	ا	گ	ن	ا	ب	پ	ی	د
ن	ب	ب	ن	▶۳	ه	ی	ن	م	ا	▼۱۰	س	ر
ع	ل	ا	▼۵	ع	و	ی	ا	▼۴	ت	ک	ر	▶۱۸
ک	ی	ر	ک	د	ن	▶۲	ث	ی	ز	ا	ن	ر
ا	ت	و	ا	س	ی	چ	ش	م	ا	ک	ی	ا
س	گ	م	ر	م	ا	ی	ه	▶۶	ب	ط	▼ا	ش
ی	ذ	ت	ر	▶۹	ش	ر	ی	ب	ا	ص	▶۱۳	ر
▼۱۶	ر	د	ه	ی	▶۱۲	ر	ا	ک	ت	و	ر	ی
ک	ن	د	و	ک	ت	ا	ن	س	▶۱۷	ت	ع	ی

اسامی برندگان جدول شمارهٔ ۲

۱ ــ علی محجوبی (مشهد) ۲ ــ مجتبی‌حسن‌حسینی (آباده) ۳ ــ نگار عقیلی (آباده)

امیربیژن عدالت ــ غلامعلی محمودزاده

پاسخ تشریحی سؤالات امتحان گزینش دانشجو

گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی «مرحله دوم»

سال تحصیلی ۷۰ ــ ۱۳۶۹

۱۱۱ ــ گزینه (۱) درست است

نیرویی که مایع به بدنه ظرف وارد می‌کند، نیروی وزن است که قائم بطرف پائین است عکس‌العمل این نیرو یعنی نیرویی که بدنه ظرف به مایع وارد می‌کند قائم بطرف بالا خواهد بود.

۱۱۲ ــ گزینه ۳ درست است

نیرویی که بر ته ظرف وارد شود نیروی وزن جسم متخلخل است

۱۱۳ ــ گزینه (۳) درست است.

هر اندازه به وزن جسم شناور افزوده شود همان اندازه سیّال جابجا می‌شود. هر کیلوگرم آب هزار سانتیمتر مکعب حجم دارد.

۱۱۴ ــ گزینه (۱) درست است.

فشار ستون دو مایع بر سطح جدایی آنها با هم برابر است.

$$P_1 = P_2$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \quad و \quad h_1 < h_2$$

در نتیجه $\rho_1 > \rho_2$

۱۱۵ ــ گزینه (۲) درست است.

منحنی بین دو لحظه t_1 و t_2 دارای یک ماکزیمم و یک می‌نیمم است. در ماگزیمم مشتق دوّم جابجایی نسبت بزمان یعنی شتاب منفی و در می‌نیمم مثبت بوده است. و چون نیرو و شتاب هم جهت هستند (قانون دوّم نیوتن) پس در این فاصله زمانی نیرو یک بار مثبت و یک بار منفی بوده است و علامت مثبت و منفی جهت نیرو را می‌رساند و در نتیجه نیرو یک بار تغییر جهت داده است.

۱۱۶ ــ گزینه (۳) درست است.

با استفاده از قانون سوّم کپلر می‌توان نوشت.

$$\left(\frac{T'}{T}\right)^2 = \left(\frac{r'}{r}\right)^3$$

$$\frac{T'}{T} = \frac{r'}{r}\sqrt{\frac{r'}{r}} \longrightarrow$$

$$\frac{۸۸}{۳۶۵} = \frac{r'}{۱۵۰}\sqrt{\frac{r'}{۱۵۰}} \longrightarrow r \simeq ۵۸^{MKm}$$

۱۱۷ ــ گزینه (۱) درست است.

طبق قانون اوّل نیوتن برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر است. نیروهای وارد بر جسم در امتداد سطح شیب‌دار مؤلفه وزن یعنی $mg \sin\alpha$ و نیروی اصطکاک است.

۱۱۸ ــ گزینه (۲) درست است.

تغییر سرعت در زمان $(\frac{T}{2})$ (نیم پریود) عبارتست از:

$$\Delta\vec{V} = \vec{V_2} - \vec{V_1}$$

$$|\vec{V_2}| = |\vec{V_1}| = V \longrightarrow$$

$$\Delta V = 2V \sin\frac{\alpha}{2} = 2V \sin 90^\circ = 2V$$

$$\Delta P = m\Delta V = 2mV$$

۱۱۹ ــ گزینه (۲) درست است.

برآیند نیروهای وارد بر وزنه m صفر است. به این جسم دو نیرو وارد می‌شود یکی وزن (mg) و دیگری نیروی کشش فنر: یعنی

$$F = k\Delta l = ky = mg$$

۱۲۰ ــ گزینه (۲) درست است.

$$mgh = \frac{۱}{۲} mV^۲ = mC\Delta\theta = Q$$

$$gh = C \cdot \Delta\theta \longrightarrow \Delta\theta = \frac{۱۰ \times ۹}{۴۵۰} = ۰/۲^\circ C$$

۱۲۱ ــ گزینه (۳) درست است.

$$\Delta E_C = \frac{۱}{۲} m(V^۲ - V_۰^۲)$$

$$= \frac{۱}{۲} \times \frac{۴}{۱۰۰} (۲۲۵ - ۴۰۰) = -۳۵J$$

علامت منفی نشان می‌دهد که تکه گِل انرژی از دست داده است.

۱۲۲ ــ گزینه (۴) درست است.

اگر زاویه پرتاب با افزایش $\Delta\theta$ کوچکتر از ۴۵ درجه باشد بُرد افزایش می‌یابد اگر بیشتر از ۴۵ درجه شود برد کاهش می‌یابد. و در حالت خاص که اختلاف زاویه پرتاب قبل از افزایش و بعد از افزایش $\Delta\theta$ تا ۴۵ درجه یکسان باشد. برد تغییر نمی‌کند.

۱۲۳ ــ گزینه ( ) درست است.

طبق قضیه کار ــ انرژی $\Delta E_C = W$

$$\begin{cases} -\frac{۱}{۲} mV_۰^۲ = -x(f + mg) \\ \qquad\qquad \longrightarrow \frac{mg + f}{mg - f} = \frac{V_۰^۲}{V^۲} \\ \frac{۱}{۲} mV^۲ = x(mg - f) \end{cases}$$

$$\frac{۲۰ + f}{۲۰ - f} = \frac{۲۵}{۱۶} \longrightarrow f = ۴/۴N$$

که در جوابها نیست.

۱۲۴ ــ گزینه (۴) درست است.

$$\Delta I = I_۱ \lambda \Delta\theta \longrightarrow \Delta R = R\lambda\Delta\theta$$

۱۲۵ ــ گزینه (۲) درست است.

چون رابطه بین درجات دو دماسنج خطی است خواهیم داشت:

$$\frac{x - x_۱}{C - C_۱} = \frac{x_۲ - x_۱}{C_۲ - C_۱}$$

$$\frac{x - ۲۰}{۲۵ - ۰} = \frac{۱۰۰ - ۲۰}{۱۰۰ - ۰} \longrightarrow x = ۴۰^\circ$$

۱۲۶ ــ گزینه (۴) درست است.

$$\frac{P_۲V_۲}{P_۱V_۱} = \frac{T_۲}{T_۱} \qquad \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{T_۲}{T_۱} \text{ و } \frac{P_۲}{P_۱} = \frac{T_۲}{T_۱}$$

فشار و حجم یک گاز کامل با دمای مطلق گاز نسبت مستقیم دارد.

۱۲۷ ــ گزینه (۱) درست است.

$$Q = mL_F = ۱۰۰۰^g \times ۳۳۵ \frac{j}{g}$$

$$= ۳۳۵۰۰۰ j = ۳۳۵KJ$$

گرمای فوق تقریباً ــ جرم یخ را ذوب می‌کند. یعنی دما همچنان در صفر درجه سلسیوس باقی می‌ماند.

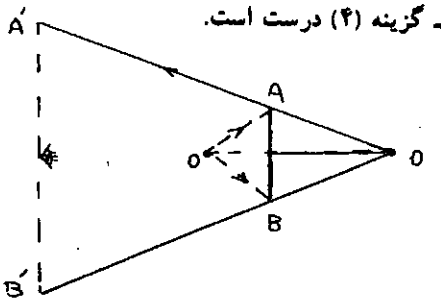
۱۲۸ ــ گزینه (۱) درست است.

$$C = C_۱ + C_۲$$

۱۲۹ ــ گزینه (۴) درست است.

نور سفید هنگام ورود به تیغه تجزیه می‌شود و راستای نورهای رنگی برای تمام رنگها هنگام خروج از تیغه یکسان است. لذا نور خروجی سفید دیده می‌شود.

۱۳۰ ــ گزینه (۴) درست است.



$$\frac{S'}{S}=\left(\frac{q}{p}\right)^{۲} \qquad \begin{cases} p=O'H=۰/۵m \\ q=۲/۵+۰/۵=۳m \end{cases}$$

$$\frac{S'}{۱۰۰}=\left(\frac{۳}{۰/۵}\right)^{۲} \longrightarrow S'=۳۶۰۰cm^{۲}$$

۱۳۱ ــ گزینه (۳) درست است.

وقتی پرتوهای نور درون منشور موازی قاعده باشد، منشور در می‌نیمم انحراف است. پس هر دو حالت (کاهش یا افزایش) زاویه انحراف را افزایش خواهد داد.

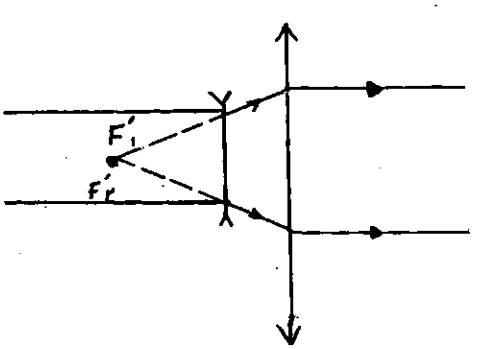
۱۳۲ ــ گزینه (۲) درست است.

شرط تشکیل تصویر حقیقی آن است که فاصله جسم تا تصویر یعنی ($\Delta \geqslant ۴f$) باشد و کمترین فاصله هنگامی است که $\Delta = ۴f$ باشد.

$$\Delta=۴\times۸=۳۲cm$$

۱۳۳ ــ گزینه (۱) درست است.

امتداد پرتوهای خروجی از کانون عدسی واگرا می‌گذرند. اگر کانونهای دو عدسی بر هم منطبق باشند در این صورت امتداد پرتوها از کانون عدسی همگرا گذشته و نور موازی محور اصلی از عدسی همگرا خارج خواهد شد.



۱۳۴ ــ گزینه (۳) درست است.

۱۳۵ ــ گزینه (۴) درست است.

جریان همواره از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر انتقال می‌یابد.

۱۳۶ ــ گزینه (۱) درست است.

به قطره باردار نیروی وزن و نیروی الکترواستاتیکی وارد می‌شود. چون ذرّه در حال تعادل است برآیند این دو نیرو صفر خواهد بود پس $F=mg$ و در نتیجه خواهیم داشت.

$$F=mg$$

$$\left.\begin{matrix} Eq=mg \\ E=\frac{V}{d} \end{matrix}\right\} \longrightarrow \frac{Vq}{d}=mg \longrightarrow$$

$$V=\frac{mgd}{q}=\frac{۱۶\times۱۰^{-۱۵}\times۱۰\times۱۰^{-۲}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}$$

$$V=۱۰^{۴}V$$

۱۳۷ ــ گزینه (۳) درست است.

$$R=l\frac{l}{A} \qquad \frac{R_۱}{R_۲}=\frac{l_۱}{l_۲}\times\frac{A_۲}{A_۱}=\frac{۴}{۱}\times\frac{۴\times۲}{۲\times۱}=۱۶$$

۱۳۸ ــ گزینه (۳) درست است.

$$I_۱=\frac{V}{R}=\frac{۳}{۱}=۳A$$

$$\frac{I_۲}{I_۱}=\frac{R_۱}{R_۲} \longrightarrow \frac{I_۲}{۳}=\frac{۵}{۳} \longrightarrow I_۲=۵A$$

$$I=I_۱+I_۲=۳\times۵=۸A$$

۱۳۹ ــ گزینه (۴) درست است.

وقتی در جهت جریان از ابتدا به انتهای مقاومت جلو رویم پتانسیل باندازه IR کاهش می‌یابد. پس می‌توان نوشت.

$$V+E=-I_1R_1-I_2R_2$$
$$V+5=-1\times4-3\times2 \longrightarrow V=-5V$$

و یا می‌توان مقاومتهای R_1 و R_2 را مقاومت درونی مولد در نظر گرفت و نوشت

$$V=E-I_1R_1-(I_1+I_2)R$$
$$=E-[I_1R_1+(I_1+I_2)R]$$
$$V_A-V_B=5-[1\times4+(1+2)\times2]$$
$$=5-(4+6)=5-10=-5V$$

۱۴۰ ــ گزینه (۴) درست است.

$$\frac{1}{2}Ky^2=mgh=mgy$$
$$y=\frac{2mg}{K}=\frac{2\times1\times10}{500}=\frac{2}{50}=\frac{4}{100}m=4cm$$

۱۴۱ ــ گزینه (۴) درست است.

طبق قانون ویلهلم وین $\lambda \cdot T=C$

و یا $\left(y=\frac{C}{x}\right) \longrightarrow T=\frac{C}{\lambda}$

۱۴۲ ــ گزینه (۳) درست است.

$$\frac{r_2}{r_1}=\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2=4 \quad \text{و یا} \quad r=\frac{n^2h^2}{4\pi^2me^2ZK}$$

برای آنکه الکترون از تراز پائین به تراز بالا برود انرژی دریافت می‌کند. بنابراین انرژی افزایش می‌یابد.

۱۴۳ ــ گزینه (۱) درست است.

$$\frac{q^2}{2C}=\frac{1}{2}LI_m^2$$
$$I_m=\frac{q_m}{\sqrt{LC}}=\frac{5\times10^{-6}}{\sqrt{10\times10\times10^{-6}}}$$
$$=5\times10^{-4}A=0/5mA$$

۱۴۴ ــ گزینه (۲) درست است.

در لحظهٔ $t=0$ (پس از بستن کلید) به علّت خودالقائی شدید سیم‌پیچ، از مدار هیچ جریانی نمی‌گذرد ($i=0$) و نیروی محرکه خودالقائی برابر نیروی محرکه مدار است ($V=10^7$).

۱۴۵ ــ گزینه (۴) درست است.

۱۴۶ ــ گزینه (۲) درست است.

در لحظه $t=0$ چون خازن شارژ می‌شود هیچ اثری در مدار نداشته و تمام جریان از خازن می‌گذرد و در نتیجه دو سر مقاومت ۵ اُهمی اتصال کوتاه می‌شود و $I_2=0$ می‌شود

$$I_1=\frac{E}{\Sigma R}=\frac{15}{10}=1/5A$$

۱۴۷ ــ گزینه (۱) درست است.

راندمان صددرصد است، پس می‌توان نوشت.

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{n_2}{n_1}=\frac{I_1}{I_2}$$
$$\frac{V_2}{200}=\frac{40}{1000}=\frac{I_1}{5} \longrightarrow$$
$$V_2=8V \quad \text{و} \quad I_1=0/2A$$

۱۴۸ ــ گزینه (۳) درست است.

اگر آمپرمتر را حذف کنیم مقاومت مدار کاهش یافته و شدت جریان افزایش می‌یابد در نتیجه اختلاف پتانسیل دوسر مقاومت ($V=IR$) افزایش می‌یابد.

۱۴۹ ــ گزینه (۲) درست است.

خازن ۲میکرو فارادی با ظرفیت معادل دو خازن دیگر به‌طور سری بسته شده است پس بار آن با بار مجموعه دو خازن دیگر برابر است.

$$q_1 = q_2 \longrightarrow C_1V_1 = CV_2$$

$$(C = C_2 + C_3 = 2 + 4 = 6\mu F)$$

$$2V_1 = 6 \times 4$$

$$V_1' = 12v$$

هنگامیکه کلید وصل شود (اتصال کوتاه) دو خازن از مدار حذف می‌شوند.

۱۵۰ ــ گزینه (۴) درست است.

قانون لنز را بخاطر بیاورید.

۱۵۱ ــ گزینه (۱) درست است.

قانونهای الکترومانیتیکی فارادی و لنز را در نظر بگیرید.

۱۵۲ ــ گزینه (۱) درست است.

با توجه به خط خنثی در آهنربای میله‌ای انتهای هر میله که وسط دیگری را جذب کند آن میله آهنرباست.

۱۵۳ ــ گزینه (۴) درست است.

دستور دست راست آمپر را بیاد آورید.

۱۵۴ ــ گزینه (۱) درست است.

با توجه به قاعده انگشتان دست راست میدان مغناطیسی از چپ به راست، یعنی قطب N در سمت چپ باید قرار گیرد.

۱۵۵ ــ گزینه (۴) درست است.

$$T = \frac{300}{60} = 5h$$

$$n = \frac{t}{T} = \frac{15}{5} = 3$$

$$m = \frac{m_0}{2^n} = \frac{12}{2^3} = \frac{12}{8} = 1/5g$$

$$\Delta m = m_0 - m = 12 - 1/5 = 10/5m$$

۱۵۶ ــ گزینه (۱) درست است.

$$R_1 = \frac{V^2}{P_1} \qquad R = R_1 + R_2 = \frac{V^2}{P_1} + \frac{V^2}{P_2}$$

$$= V^2\left(\frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2}\right) = V^2\left(\frac{P_1 + P_2}{P_1P_2}\right)$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$P_1' = R_1I^2 = \frac{V^2}{P_1} \times \frac{V^2}{R^2} = \frac{1}{P_1}\left(\frac{V^2}{R}\right)^2$$

$$= \frac{1}{P_1}\left(\frac{P_1P_2}{P_1 + P_2}\right)^2 = P_1\left(\frac{P_2}{P_1 + P_2}\right)^2$$

$$P_1' = 60\left(\frac{40}{100}\right)^2 = 60 \times 0/16 = 9/6W$$

$$P_1' = P_2\left(\frac{P_1}{P_1 + P_2}\right)^2 = 40\left(\frac{60}{100}\right)^2$$

$$= 40 \times 0/36 = 14/4W$$

۱۵۷ ــ گزینه (۳) درست است.

نیروی کشش طناب در نقاط نزدیک به نقطه آویز بزرگتر از نقاط انتهائی طناب است. پس سرعت انتشار و در نتیجه طول موج در نقاط پائین کوچکتر است.

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$\lambda = \frac{V}{f}$$

۱۵۸ ــ گزینه (۲) درست است.

$$a^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2\cos(\theta_2 - \theta_1)$$

$$a^2 = 5^2 + 3^2 + 2 \times 3 \times 5\cos(135 - 75)$$

$$= 25 + 9 + 30 \times \frac{1}{2} = (49) \qquad a = 7 \text{ واحد}$$

۱۵۹ ــ گزینه (۲) درست است.

فاصله دو گره متوالی در هر دو حالت برابر طول تار است.

۱۶۰ ــ گزینه (۴) درست است.

دو فنر بطور موازی بهم بسته شده‌اند.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K_1 + K_2}}$$

$$= 2\pi\sqrt{\frac{4}{2500}} = \frac{2\pi \times 2}{50} = \frac{8\pi}{100} \Rightarrow T \simeq 0/25S$$

● پاسخ تشریحی سؤالات امتحان گزینش دانشجو

ـ گروه آزمایشی علوم تجربی ـ

«مرحله دوم» سال تحصیلی ۷۰ ـ ۱۳۶۹

۱۸۶ ـ گزینه (۱) درست است.

دو جسم در حال سقوط آزاد بوده و با شتاب g سقوط می‌کنند در نتیجه در هر حال جسم پائینی به نخ نیروئی وارد نمی‌کند و داریم:

$$T_1 = T_2 = 0$$

۱۸۷ ـ گزینه (۳) درست است.

سرعت، شیب نمودار مکان ـ زمان است. و در نقاط ماکزیمم و می‌نیمم شیب نمودار تغییر می‌کند تابع داده شده دارای دو نقطه ماکزیمم و می‌نیمم است.

۱۸۸ ـ گزینه (۴) درست است.

با فرض ثابت بودن تناسب میتوان نوشت.

$$V_0 = 54\ \frac{Km}{h} = 15\ \frac{m}{S}$$

$$x = Vt = \left(\frac{V+V_0}{2}\right)t$$

$$t = \frac{2x}{V_0} = 3S$$

۱۸۹ ـ گزینه (۴) درست است.

در هر دو مورد نیروئی که توپ به زمین وارد می‌کند قائم بطرف پائین است. عکس‌العمل این نیرو در هر دو حالت قائم بطرف بالا به توپ وارد می‌شود.

۱۹۰ ـ گزینه (۱) درست است.

$$m = 200g = 0/2Kg$$

$$W = Q = \frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}mV_0^2$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{2}{10}(81 - 100) \simeq -1/9J$$

علامت منفی بمعنی آن است که انرژی جنبشی جسم کاهش یافته است.

۱۹۱ ـ گزینه (۱) درست است.

$$F = P \cdot A = \frac{1}{2}\rho hg \cdot A = \frac{1}{2} \times 10^3 \times \frac{40}{100}$$

$$\times 10 \times 20 \times 40 \times 10^{-4} = 160N$$

۱۹۲ ـ گزینه (۳) درست است.

وزن جسم شناور برابر است با وزن سیّال جابجا شده هر اندازه که به وزن جسم شناور افزوده شود، بهمان اندازه سیّال جابجا می‌شود. یعنی حجم ۱۵۰ تن آب که برابر ۱۵۰ متر مکعب می‌شود.

۱۹۳ ـ گزینه (۴) درست است.

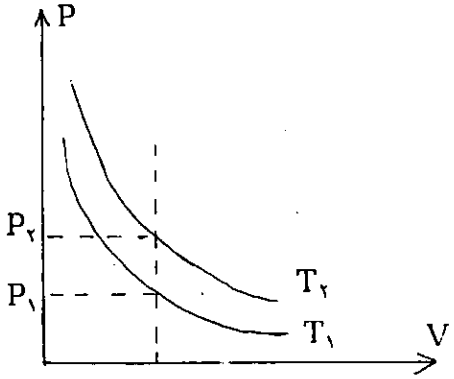
$$\Delta P = 76 - 65 = 11cm\ Hg$$

$$P = \rho hg = \frac{11}{100} \times 13/6 \times 10^3 \times 10$$

$$= 14/96 \times 10^3 \simeq 15 \times 10^3\ \frac{N}{m^2}$$

۱۹۴ ـ گزینه (۲) درست است.

برای یک حجم معین مطابق شکل می‌توان نوشت.



$$V_1 = V_2 \longrightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

چون $P_2 > P_1$ است پس $T_2 > T_1$ خواهد بود.

۱۹۵ ــ گزینه (۳) درست است.

اگر P_0 فشار هوا و P فشار گاز محبوس باشد می‌توان نوشت.

$$\begin{cases} P_1 = \frac{W}{A} + P_0 \\ V_1 \end{cases} \qquad P_2 V_2 = P_1 V_1$$

$$\begin{cases} P_2 = \frac{2W}{A} + P_0 \\ V_2 \end{cases}$$

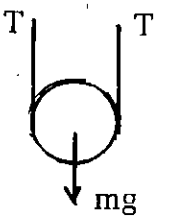
$$K = \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{W}{A} + P_0}{\frac{2W}{A} + P_0} = \frac{P + P_0}{2P + P_0} < 1$$

۱۹۶ ــ گزینه (۳) درست است.

اگر کشش نخ T باشد داریم $T = F$ چون قرقره متحرک در تعادل است می‌توان نوشت

$$mg = 2T = 2F$$

$$F = \frac{mg}{2} = \frac{200}{2} = 100N$$



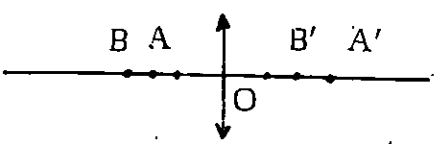
۱۹۷ ــ گزینه (۲) درست است.

در اتاق تاریک وقتی جسم جابجا می‌شود چون q و AB ثابت است. پس طول تصویر با فاصله جسم (P) نسبت عکس دارد.

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{P}$$

۱۹۸ ــ گزینه (۲) درست است.

اگر طول جسم را AB در نظر بگیریم و نقطه A در دو برابر فاصله کانونی قرار داشته باشد تصویر آن در ۲ برابر فاصله کانونی یعنی در ۱۶ سانتیمتری و B' تصویر نقطه B در $q = \frac{24 \times 8}{24 - 8} = 12cm$ تشکیل می‌شود. پس $AB = OA - OB = 16 - 12 = 4cm$



۱۹۹ ــ گزینه (۳) درست است.

تصویر ابتدا حقیقی و معکوس و بعد مجازی و مستقیم می‌شود.

$$i = 0 \rightarrow r = 0 \longrightarrow r' = A = 60^\circ$$

۲۰۰ ــ گزینه (۴) درست است.

$$\sin i' = n \sin r' = \frac{\sqrt{3}}{2} n > 1 \longrightarrow$$

$$n > \frac{2}{\sqrt{3}} \quad n > 1/15$$

توجه کنید که نور روی وجه دوّم انعکاس کلی یافته است.

۲۰۱ ــ گزینه (۱) درست است.

هر چه فاصله خورشید از زمین بیشتر شود. شعاعها بیشتر بطرف خط موازی میل می‌نمایند در نتیجه قطر سایه بیشتر خواهد شد.

۲۰۲ ــ گزینه (۳) درست است.

وقتی که دو کره را بیکدیگر می‌چسبانیم دو کره هم پتانسیل خواهند شد. در نتیجه اختلاف پتانسیل بین آندو صفر می‌شود.

۲۰۳ ــ گزینه (۲) درست است.

وقتی که دو بار غیرهمنام باشند برآیند شدت میدان خارج از فاصلهٔ دو بار و نزدیک به بار کوچکتر صفر خواهد شد. یعنی

$$\frac{Kq_1}{x^2} = \frac{Kq_2}{(d+x)^2}$$

$$\frac{1}{x^2} = \frac{2}{(10+x)^2} \longrightarrow \frac{1}{x} = \frac{\sqrt{2}}{10+x} \longrightarrow$$

$$x = \frac{10}{\sqrt{2}-1} \qquad x = \frac{10(\sqrt{2}+1)}{1} = 24cm$$

۲۰۴ ــ گزینه (۲) درست است.

$$P_1 = RI_1^2 \longrightarrow 18 = 2I_1^2 \longrightarrow I_1 = 3A$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{8}{12}$$

$$I_2 = 2A \qquad I = I_1 + I_2 = 5A$$

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{8 \times 12}{20} = 4/8\Omega$$

$$V = 5(4 + 4/8) = 44v$$

۲۰۵ ــ گزینه (۱) درست است.

$$V_1 = I_1 R_1 = \frac{ER}{R+r} = \frac{20E}{22}$$

بازدید جناب آقای دکتر نجفی

مقام عالی وزارت آموزش و پرورش

و همراهان از مرکز آموزش

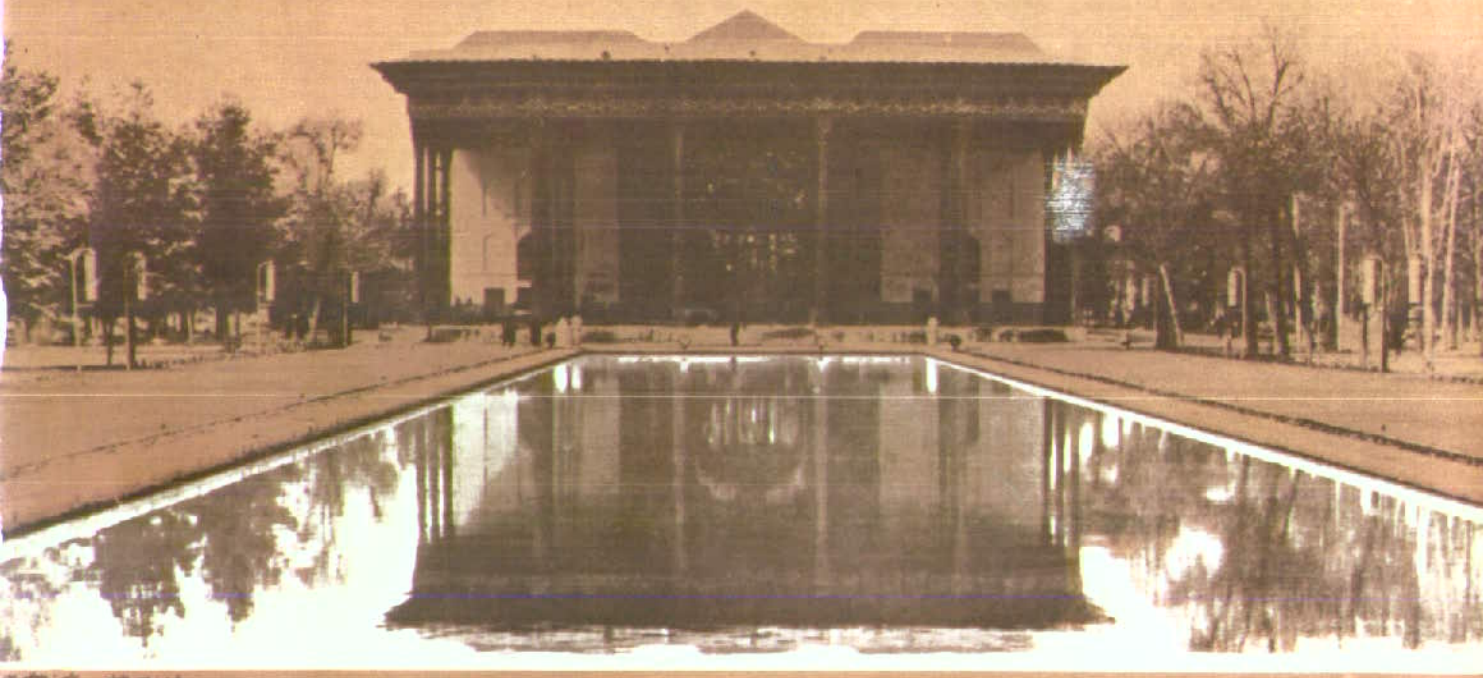
سومین دوره المپیاد فیزیک ایران

کنفرانس فیزیک ایران

همراه با سمینارهای نوری

دانشگاه اصفهان ۱۹ تا ۲۴ شهریور ماه ۱۳۷۰

Annual Iranian Physics Conference



ISFAHAN UNIVERSITY
P.O.BOX 336
ISFAHAN 81744 IRAN
TEL: (031) 49212
TLX: 312205 IREU IR
FAX: 031 77396

خواهشمند است مقاله خود را حداکثر تا پایان دیماه ۱۳۷۰ به نشانی زیر ارسال فرمائید.

نشانی: ارسال چکیده‌ها: دبیر کمیتهٔ علمی، دبیرخانهٔ انجمن فیزیک ایران، تهران
صندوق پستی ۴۷۴۸-۱۵۸۷۵ تلفن ۶۰۳۱-۰۲۱) و ۸۳۴۹۷۴-۰۲۱)

کمیتهٔ اجرایی کنفرانس: اعظم پورقاضی • صمد پاسی‌کار • محمدعلی شاهوقتان • حمید همتیان • محمدتقی فلاحی • سیدمحمدحسن قبض • بوذرجمهر فلسفی • احمد کتاب‌پور (هماهنگ کننده)

نشانی کمیتهٔ اجرایی: اصفهان، دانشگاه اصفهان، صندوق پستی ۳۳۶-۸۱۷۴۴ تلفن ۳۴۹۲۰ (۰۳۱) تلگس ۲۱۲۲۵۵ فاکس ۷۷۳۹۶ (۰۳۱)