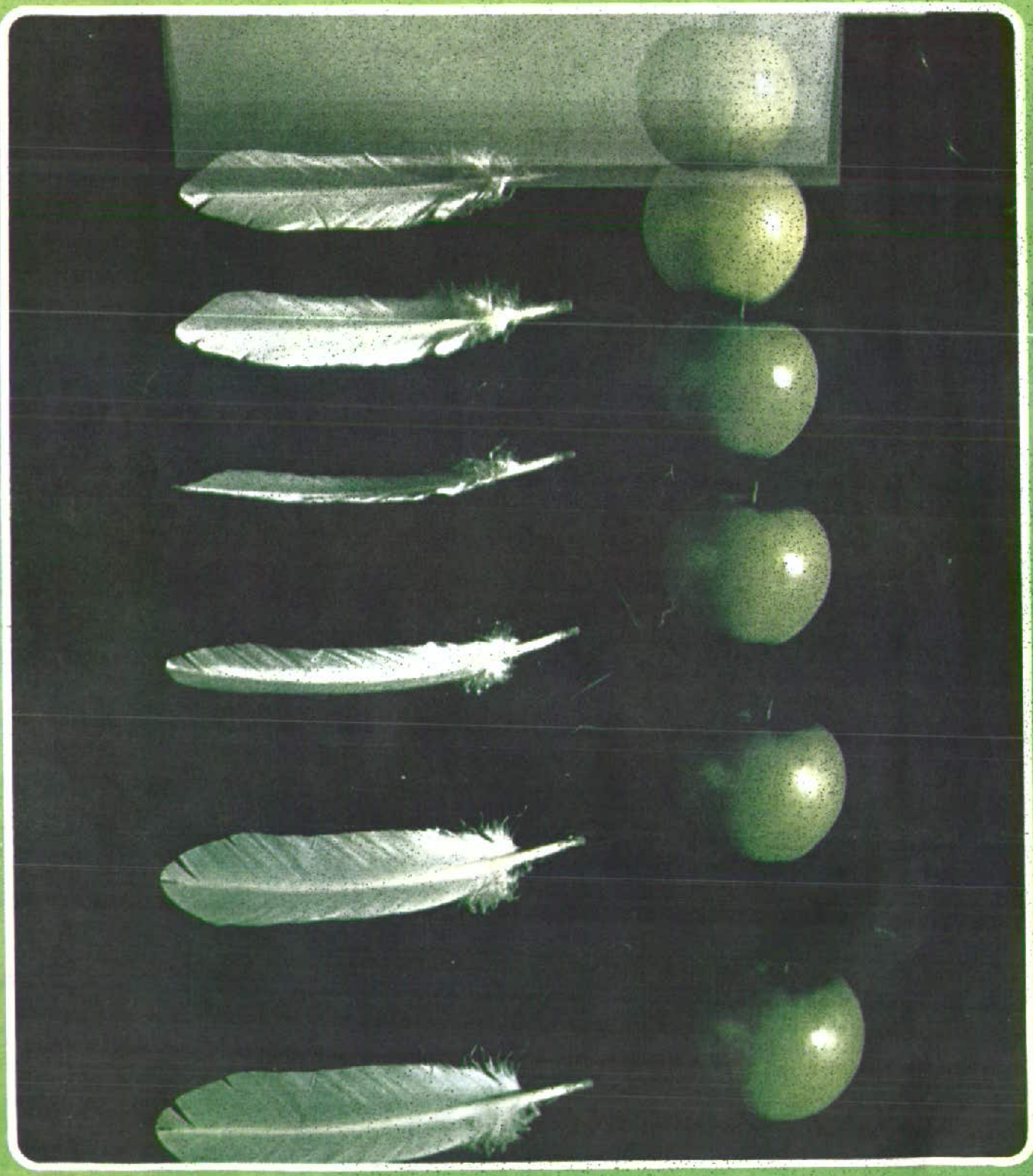
رشد آموزش فیزیک

دوره سیزدهم ـ تابستان و پاییز ۱۳۷۸ ـ شماره مسلسل ۱۷ و ۱۸ ـ ۱۰۰ ریال



۷ نفر دانش‌آموزان برگزیده دومین المپیاد فیزیک ایران.

ایستاده از راست به چپ: حمیدرضا راتق ـ کامبیز کاویانی ـ آزاد جعفری نعیمی ـ محمدرضا مشایخ

نشسته از راست به چپ: سیدعلی حاجی‌میری ـ شروین مولودی ـ سهراب امامی نیستانک

رشد **آموزش فیزیک**

سال پنجم ـ تابستان و پائیز ۱۳۶۸ ـ شماره مسلسل ۱۸ ـ ۱۷

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

سردبیر: اصغر لطفی

مدیر داخلی: سیدمرتضی میرخانی

مدیر فنی‌هنری و تولید: حسین فرامرزی نیکنام

صفحه آرا: خالد قهرمانی دهبکری

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

فهرست

پیشگفتار		۳
نیروی گریز از مرکز: واقعیت یا توهم؟	ترجمه: سیدجعفرمهرداد	۴
مسائل دومین المپیاد بین‌المللی فیزیک	ترجمه: دکترمنیژه رهبر	۱۲
مسائل سومین المپیاد بین‌المللی فیزیک	ترجمه: دکترمنیژه رهبر	۱۵
گلچین رشد فیزیک		۱۸
دستگاهی برای آموزش فیزیک	ترجمه: رامین گلستانیان	۲۰
در جستجوی اسرار گرانش	ترجمه: دکتر منیژه رهبر	۲۲
امتحان گزینش دانشجو ـ گروه ریاضی		۳۴
امتحان گزینش دانشجو ـ گروه علوم تجربی		۴۰
پاسخ تشریحی ریاضی ـ علوم تجربی		۴۴
فیزیک برای همه	محمدمهدی سلطان بیگی	۴۹
ثابت‌های بنیادی فیزیک براساس آخرین تنظیمات سال ۶۹	دکتر عزت‌الله ارضی	۵۰
جدول	ناصر غفاری	۵۸
مجله و خوانندگان		۵۹
نقدی بر مقاله «انرژی جرم دارد»	ابوالقاسم زال‌پور	۶۰
دو پرسش و پاسخ	ترجمه: علی معصومی	۶۱
شبهه دیوار سنگین و قوانین بقاء (بایستگی)	ترجمه: صیادرزمکن	۶۲
اخبار علمی و فرهنگی		۶۴
بعضی موارد درمانی الکتریسته ساکن	ناصر غفاری	۶۶

بسم الله الرحمن الرحیم

پیشگفتار

در پیشگفتارهای قبل، گفتیم: «... در دنیایی که علم امروز اساس تکنولوژی فرداست و هر تکنولوژی جای خود را به تکنولوژی برتر می‌دهد سرمایه‌گذاریها برای آموزش علوم توفیق در تکنولوژی را به دنبال خواهد داشت در دنیای امروز تکنولوژی بدون علم نمی‌تواند برپا و استوار بماند..» و «... برای اینکه علوم جدید در کشور ما مثل ممالک پیشرفته رواج پیدا کند، در ایران نیز مانند اروپای در آستانه ورود به تمدن جدید، علم باید ملکه روز وجزو «مُد» بشود. باید نیاز جامعه به علوم را در ردیف احتیاجات و ضروریات اولیه زندگی بدانیم و به این باور برسیم که برای وصول به استقلال ملی راهی جز توسل و تجهیز به علم و آموزش درست آن نداریم...»

برای رسیدن به این مقصود باید آموزش علوم و توجه به آن جزیی از فرهنگ جامعه باشد. رسالت ایجاد چنین فرهنگی بر عهده وزارت آموزش و پرورش، دانشگاهها و مؤسسات عالی آموزشی و وسایل ارتباط جمعی است. نگاه اجمالی به موقعیت آموزش علوم و عوامل و مسائل مربوط به آن مانند بودجه، مدیریت، کتب و مجلات علمی، آزمایشگاه و... به روشنی نشان می‌دهد که با جوابگویی به نیازمندیهای جامعه فاصله زیادی داریم و مطالب قابل ذکر زیاد است. در این پیشگفتار از کتب و مجلات علمی در کشور سخن می‌گوییم.

* * *

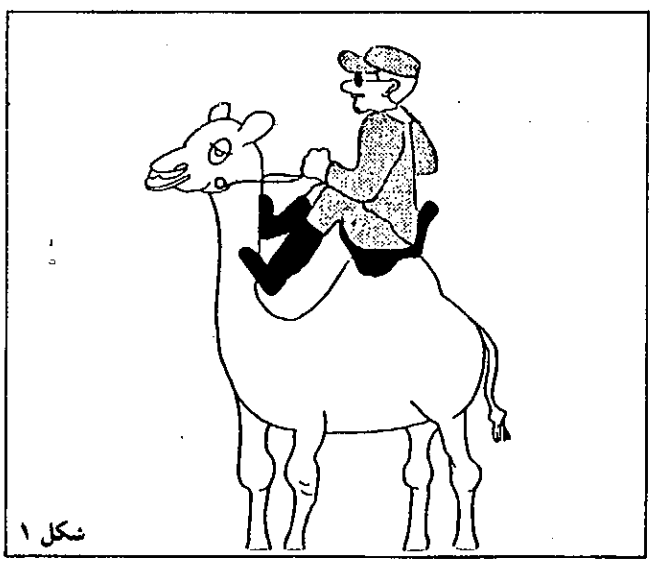
۱ ـ وزارت آموزش و پرورش با مشکلات گوناگون مانند افزایش تصاعدی دانش‌آموز با قدر نسبت بیش از حد و تهیه کتب درسی با تیراژ بسیار زیاد روبروست. انتشار کتابهای کمک

بقیه در صفحه ۳۳

نیروی گریز از مرکز: واقعیت یا توهم؟[1]

ترجمه: سیدجعفر مهرداد

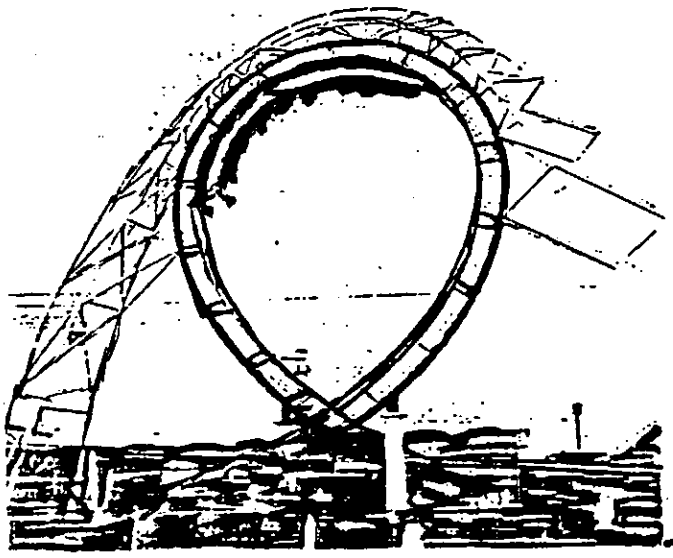
یک خانواده انگلیسی در سفر به سودان، در شهر خارطوم، هر روز پسر نوجوان خود را برای دیدن مجسمهٔ ژنرال گوردون[2] می‌برد. در آخرین روز مسافرت، پسرک همراه مادر خود برای «خداحافظی» با ژنرال گوردون رفت. در لحظه برگشت مادر متوجه شد که جوانک با شگفتی به مجسمه چشم دوخته است. از او پرسید: «به چه چیز فکر می‌کنی؟». جوانک گفت: این مرد کیست که روی ژنرال گوردون نشسته است؟ (شکل ۱)



شکل ۱

این افسانه و قصه‌های نظیر آن نشان می‌دهد که چگونه به‌آسانی، تصوری اشتباه‌آمیز صورت می‌گیرد. در مکانیک نیوتونی پندارهای نادرستی درباره مفاهیمی مانند نیرو، شتاب، و قوانین حرکت نیوتن وجود دارد. برای دانش‌آموز مکانیک، شاید مفهومی اشتباه‌آمیزتر از مفهوم «نیروی گریز از مرکز» نباشد. در این مقاله می‌خواهیم بدانیم، این اشتباه از کجا سرچشمه گرفته است و چگونه باید برطرف شود.

هم اکنون بسیاری مردم از جمله آنهایی که با علم سروکار ندارند، با «نیروی گریز از مرکز» آشنا می‌باشند. اغلب، وقتی از این گونه افراد می‌پرسید: «در موقع دور زدن سریع اتومبیل در پیچ جاده، چه چیزی احساس می‌کنید؟». همواره جواب می‌شنوید: «نیروی گریز از مرکز». از دیدنیهای جالب توجه برخی پارکهای تفریحی این است که بعضی وسایل نقلیه، مسیر دایره‌ای قائمی را می‌پیمایند. هنگامی که سؤال شود چه چیز این وسایل و مردم را از سقوط مصون می‌دارد؟ همانطور که حدس می‌زنید، جواب می‌شنوید: «نیروی گریز از مرکز»! (شکل ۲)



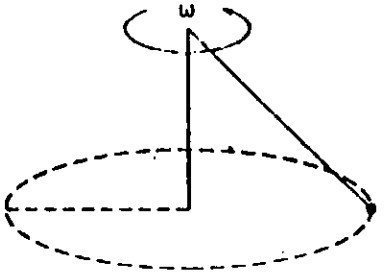
شکل ۲

پرسشنامه مکانیک:

در دانشگاه لیدز انگلستان بـه‌شاگـردان سال اول علوم و مهندسی پرسشنامه‌ای داده شد تا از آگاهی آنان با مفاهیم اولیه مکانیک آزمونی به‌عمل آید. این پرسشنامه شامل دو مسأله زیر بوده است:

مسأله ۱:

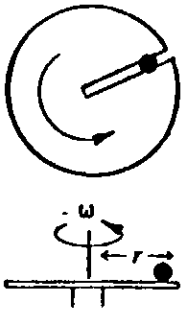
گلوله‌ای به‌جرم m به نخ سبک با طول ثـابت، بسته شده است و دایره‌ای افقی به شعاع r را با سرعت زاویـه‌ای ω حـول مـحور قـائم می‌پیماید. از مقاومت هوا چشم‌پوشی می‌شود. نیروهای وارد بر گـلوله را مشخص کنید. (شکل ۳)



شکل ۳

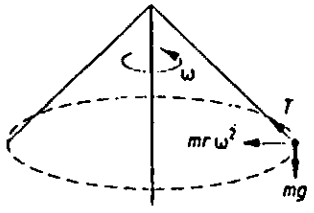
مسأله ۲:

یک میز گردان با سرعت زاویه‌ای ثـابت ω دوران مـی‌نـماید و گلوله‌ای به جرم m می‌تواند در شیار صاف این میز آزادانه حرکت کند. نیروهای وارد بر گلوله را نشان دهید. (شکل ۴)

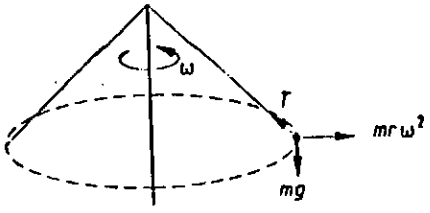


شکل ۴

در مسأله اول تعدادی از شاگردان مطابق شکل ۵ و ۶ علاوه بـر نیروی جانب مرکز یا گـریز از مـرکز $mr\omega^2$، نـیروهای دیگری را نـیز منظور داشته‌اند.



شکل ۵



شکل ۶

اضافه کردن $mr\omega^2$ بـه نـیروهای دیگر وارد بـر گـلوله، اساس اشتباهی است که از ناآگاهی به‌طبیعت F در قانون دوم نیوتون سرچشمه می‌گیرد. برای یک ذره به جرم m و شتاب $\vec{a}$ این قانون بـه صورت زیـر است:

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (1)$$

روشن است که اولاً: نیرو علت شتاب است و هر دو قانون اول و دوم نیوتون نوعی تعریف برای نیرو است. ثـانیاً: نـیروهای نـیوتونی شامل «نـیروهای تـماسی[3]» (عکس‌العمل R، اصطکاک f، کشش T) و «نیروهای جسـمی»[4] (ثقل یا گرانش mg) است. ثالثاً: **نـیروی نـیوتونی همواره شامل اثر متقابل (برهم کنش) بین دو جسم است و کـنشی است** که یک جسم بر جسم دیگر وارد می‌کند. بدین ترتیب یک مـنشأ اشتباه فـوراً از مـیان بـرداشته مـی‌شود[5]. روشن است هر چند $mr\omega^2$ دارای دیمانسیون (بعد) نـیرو است، ولی دارای مـفهوم نـیروی نـیوتونی، برخاسته از جسم دیگر، نیست.

با مراجعه به شکل ۵ و ۶ جسمی را نمی‌شناسیم که علت نیروی $mr\omega^2$، خواه جانب مرکز (به‌طرف مرکز دایـره) و یـا گـریز از مـرکز (به‌طرف خارج مرکز) باشد.

استراتژی نیوتونی:

در جستجوی حل یک مسأله دینامیک یکی از رهیافتها پـیروی

از استراتژی روشن نیوتونی است[۴]، خلاصه آن به‌قرار زیر است:

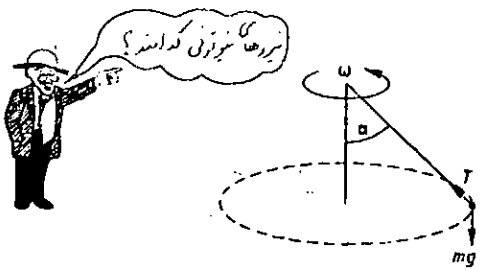
۱ ــ نمودار نیروهای وارد بر یک جسم فقط باید شامل نیروهای نیوتونی باشد که از اجسام دیگر بر این جسم وارد می‌شود.

۲ ــ نیروهای نیوتونی وارد بر جسم هنگامی مشخص می‌شود که ناظری (در حال سکون)، بپرسد: «چه نیروهای نیوتونی وارد شده است؟». (به شکل ۷ نگاه کنید)

۳ ــ این نیروهای نیوتونی، $\vec{F}$ مربوط به قانون دوم نیوتون $\vec{F} = m\vec{a}$ را می‌سازند و a شتاب ملاحظه شده به‌وسیله ناظر است.

این رهیافت در هر یک از دو مسأله ۱ و ۲ به‌صورت زیر، به‌خوبی روشن شده است.

مسأله ۱ ــ آونگ مخروطی



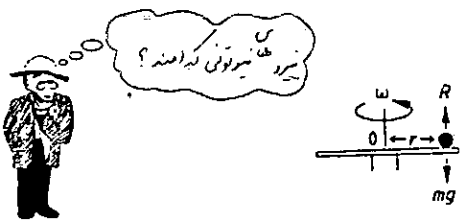
شکل ۷

نیروهای نیوتونی عبارت است از نیروی کشش T و وزن mg. از قانون دوم نیوتون در امتداد قائم و شعاعی (افقی) چنین نتیجه می‌شود:

$$T\cos\alpha - mg = 0 \qquad (۲)$$

$$T\sin\alpha = mr\omega^2 \qquad (۳)$$

مسأله ۲ ــ گلوله در شیار



شکل ۸

در این مسأله در امتداد شعاع نیروی نیوتونی نداریم. و بنابراین گلوله نمی‌تواند نسبت به‌میزگردان ساکن بماند (نیرویی برای ایجاد شتاب $r\omega^2$ وجود ندارد). در حرکت گلوله نسبت به‌میزگردان r برحسب زمان تغییر می‌کند، بنابراین شتاب باید برحسب این تغییر در جمله‌هایی منظور شود. از قانون دوم نیوتون در امتداد شعاع به‌طرف خارج نتیجه می‌شود:

$$0 = m(\ddot{r} - r\omega^2) \qquad (۴)$$

$$\ddot{r} - r\omega^2 = 0 \qquad (۵)$$

و از حل این معادله، r(t) به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$r(t) = Ae^{\omega t} + Be^{-\omega t} \qquad (۶)$$

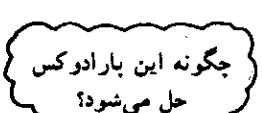
A و B ثابت‌های اختیاری است. «فاصله شعاعی»[۵] گلوله، به‌صورت تابع‌نمایی، برحسب زمان افزایش می‌یابد. (در مختصات قطبی، شتاب شعاعی ذره به‌طرف خارج $\ddot{r} - r\dot{\theta}^2$ و در این حالت $\dot{\theta} = \omega$ است). شکل ۸

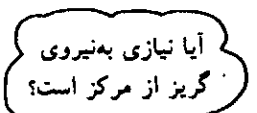
***نتیجه:** این مثالها رهیافت مناسب و آسانی را درباره حرکت دایره‌ای، روشن می‌سازد. وانگهی به‌وارد کردن مفهوم نیروی گریز از مرکز هم نیازی نیست.*

نیروی گریز از مرکز برای چه؟

در توضیح حرکت دایره‌ای مذکور، نیروی گریز از مرکز، به‌هیچوجه، لزومی ندارد. با وجود این هم شخص عامی و هم دانش‌آموز مکانیک مدعی هستند که نیروی گریز از مرکز وجود دارد. زیرا آن را به‌هنگام دور زدن وسیله نقلیه در سر پیچها و یا در پارکهای تفریحی به‌تجربه حس می‌کنند.

برای اغلب دانش‌آموزان سال آخر دبیرستان، این اشتباه از آنجا ناشی می‌شود که یکی تأکید می‌کند که نیروی گریز از مرکز وجود ندارد، در حالی که دیگری می‌گوید: این نیرو وجود دارد و آن را در نمودار نیروها منظور می‌نماید. بنابراین سردرگم شدن دانش‌آموزی که در درس مکانیک ضعیف است، تعجب‌آور نیست.

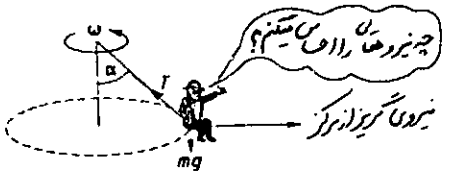




+ برای اینکه احساس «پرتاب شدن به‌خارج» توجیه شود، مفهوم نیروی گریز از مرکز مطرح شده است. هر کدام از ما چنین احساسی را در دور زدن سرپیچها با وسایل نقلیه، داشته‌ایم.

- در واقع، هنگامی که ما به‌جای ناظری باشیم که با سرعت زاویه‌ای

ω حول محور قائم حرکت دایره‌ای می‌کند، همانند او نیرویی در امتداد شعاع و به‌طرف خارج احساس می‌کنیم.[۷] (مطابق شکل ۹)

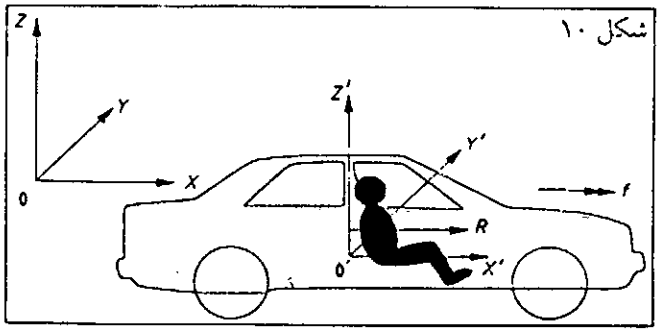


ش ۹

آیا این «احساس» نیروی گریز از مرکز، واقعاً مثالی از پندار نادرست دانش‌آموز در فیزیک است؟ پاسخ منفی است.

برای مفهوم نیروی اینرسی، یک اساس کاملاً معقول و علمی وجود دارد که با نظریه نیوتونی ناسازگار نیست. این نکته را معدودی از معلمان ریاضیات کاربردی، به‌درستی درک کرده‌اند

شکل ۱۰



مطابق شکل ۱۰، حالت جسمی (مثلاً راننده) را که با اتومبیل شتابدار در حرکت است در نظر می‌گیریم.

دانش‌آموزان بنا به‌تجربه حسی نیروی «رانش معکوس»[۸] را همانند پرتاب شدن به‌خارج، در دور زدن سرپیچها با اتومبیل، توصیف می‌نمایند.

دستگاه مرجع اینرسی (در حال سکون) oxyz و دستگاه مرجع ó x́ ý́ ź وابسته به‌اتومبیل با شتاب $\vec{f}$ را در نظر می‌گیریم.

در واقع راننده نیروی نیوتونی $\vec{R}$ را به‌تجربه حس می‌کند. عکس‌العمل صندلی او را به‌جلو می‌برد و قانون دوم نیوتون برای راننده با رابطه زیر بیان می‌شود:

$$\vec{R} = \vec{mf} \qquad (۷)$$

در این رابطه m جرم راننده و $\vec{f}$ شتاب او نسبت به‌دستگاه مرجع ساکن oxyz است.

هرگاه شتاب اتومبیل را نسبت به‌دستگاه مرجع ó x́ ý́ ź در نظر بگیریم. چون راننده نسبت به‌آن ساکن است بنابراین شتاب او نسبت به‌اتومبیل صفر است. رابطه ۹ به‌صورت زیر این مطلب را بیان می‌نماید.

$$\vec{R} - \vec{mf} = 0 \qquad (۸)$$

یا

$$\vec{R} - \vec{mf} = m \times 0 \qquad (۹)$$

بنابراین عکس‌العمل R با «رانش معکوس»، (نیروی اینرسی با اندازه mf) متعادل می‌شود و راننده نسبت به‌اتومبیل شتابی ندارد.

همه مسائل دینامیک در اتومبیل را، می‌توان به‌همین روش شرح داد. به این ترتیب قانون دوم نیوتون به طریقی بازسازی شده است که در طرف چپ رابطه، نیروهای نیوتونی و «نیروی اینرسی» $\vec{mf}$ - و در طرف راست آن حاصلضرب جرم در شتاب نسبت به‌اتومبیل قرار دارد. ملاحظه می‌کنیم که هرگاه جسمی به‌جرم m بر اثر نیرو یا نیروهای نیوتونی $\vec{F}$ دارای شتاب $\vec{r}$ نسبت به‌دستگاه مرجع ó x́ ý́ ź و این دستگاه دارای شتاب $\vec{f}$ نسبت به‌دستگاه مرجع ساکن oxyz باشد، قانون دوم نیوتون به‌صورت زیر بیان می‌شود. $\vec{F} = m\vec{a}$ و یا

$$\vec{a} = \vec{r} + \vec{f}$$

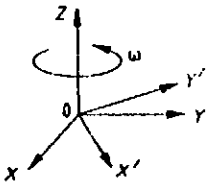
$$\vec{F} - \vec{mf} = \vec{mr} \qquad (۱۱)$$

نتیجه: *هر جسم در حرکت شتابدار نسبت به‌دستگاه مرجع شتابدار، تحت تأثیر 'رانش معکوس' $\vec{mf}$ - است.*

---

[۷] به طور اساسی، قانون دوم نیوتون (که فقط برای دستگاه مرجع بی‌شتاب به کار میرود). برای دستگاه مرجع شتابدار نیز تعمیم داده شده است.

شکل ۱۱



مطابق شکل ۱۱ دستگاه مرجع OXYZ ثابت است و دستگاه مرجع OX́Ý́Z با سرعت زاویه‌ای ω حول OZ دوران می‌کند. با توجه به شکل ۹، ناظری را درنظر می‌گیریم که در حال سکون نیست و در دستگاه مرجع OX́Ý́Z حول OZ با سرعت زاویه‌ای ω می‌چرخد. رابطه نیوتون در امتداد شعاع برای جسم به جرم m. که تحت تأثیر نیرو یا نیروهای

نیوتونی F_r باشد به صورت زیر است:

$$F_r = m(a - r\omega^2) \qquad (۱۲)$$

و در نتیجه خواهیم داشت:

$$F_r + mr\omega^2 = ma \qquad (۱۳)$$

این رابطه برای حرکت در امتداد شعاع به طرف خارج، نسبت به دستگاه مرجع چرخان است. a معلول نیروهای نیوتونی F_r و یک نیروی اینرسی $mr\omega^2$ است. این نیروی اینرسی علت شتاب شعاعی به طرف خارج، نسبت به دستگاه مرجع چرخان است و بنابراین نیروی گریز از مرکز نامیده می‌شود.

حال هریک از دو مسأله ۱ و ۲ را با توجه به رابطه (۱۳) بررسی می‌کنیم.

الف ــ برای آونگ مخروطی، رابطه نیوتون، در امتداد شعاع عبارت است از:

$$-T\sin\alpha = m(a - r\omega^2) \qquad (۱۴)$$

و یا:

$$mr\omega^2 - T\sin\alpha = ma \qquad (۱۵)$$

نیروی گریز از مرکز $mr\omega^2$ تمایل دارد که به جرم در امتداد شعاع به طرف خارج، شتابی نسبت به دستگاه مرجع چرخان بدهد. در حالی که نیروی نیوتونی $T\sin\alpha$ به جسم شتابی در امتداد شعاع و به طرف داخل می‌دهد. هنگامی که r ثابت است $a=0$ و $mr\omega^2$ و $T\sin\alpha$ متعادل می‌شوند.

$$mr\omega^2 - T\sin\alpha = 0 \qquad (۱۶)$$

ب ــ برای گلوله در شیار، رابطه نیوتن در امتداد شعاع به صورت زیر است.

$$0 = m(a - r\omega^2) \qquad (۱۷)$$

و یا

$$mr\omega^2 = ma \qquad (۱۸)$$

دراین حالت، هیچ نیروی نیوتونی در امتداد شعاع بر گلوله وارد نمی‌شود. شتاب گلوله در امتداد شعاع به طرف خارج، نسبت به میز گردان، اثر مستقیم نیروی گریز از مرکز $mr\omega^2$ است.

***نتیجه:** در حرکت دایره‌ای یک جسم با سرعت زاویه‌ای ثابت ω، شتاب شعاعی و به طرف خارج، نسبت به دستگاه مرجع چرخان، حاصل نیروی گریز از مرکز $mr\omega^2$ است.*

این مثالها برای بیان تمایز رهیافت‌ها در حرکت دایره‌ای به کار می‌رود. در یک حالت ناظر در دستگاه مرجع ساکن است (دستگاه مرجع اینرسی) و نیروهای نیوتونی و شتاب‌های واقعی را در نظر می‌گیرد و در حالت دیگر، ناظر در دستگاه مرجع چرخان یا مرجع شتابدار است و شتاب نسبی حاصل از نیروهای نیوتونی و اینرسی را منظور می‌نماید. این هردو رهیافت به طور یکسان معتبر است.

احساس نیرو و حرکت:

مسأله دشوار برای معلم مکانیک این است که یک پاسخ منطقی برای شاگردی پیدا کند که می‌گوید:

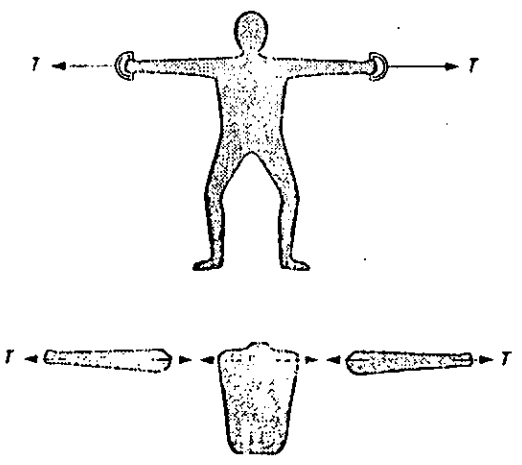
«نیروی گریز از مرکز وجود دارد زیرا من آن را، هنگامی که در پیچی دورمی‌زنم، احساس می‌کنم. آیا می‌توانم آن چه را به تجربه حس می‌کنم انکار کنم؟» یا می‌گوید:

«رانش معکوس وجود دارد. من آن را هنگامی که به طرف جلو شتاب می‌گیرم، احساس می‌کنم. آیا می‌توانم آن چه را به تجربه حس می‌کنم انکار کنم؟»

در مطالب گذشته ملاحظه کردیم که چه گونه مفهوم نیروی گریز از مرکز یا رانش معکوس، به طور طبیعی، از بازسازی ریاضی معادله نیوتون، برای شرح حرکت نسبت به دستگاه مرجع شتابدار، حاصل شده است. حال می‌پردازیم به این موضوع که چگونه نظریه نیوتون به ما کمک می‌کند. تا احساس ذهنی از نیرو و حرکت را ادراک کنیم.

نیرو چگونه احساس می‌شود؟

شکل ۱۲



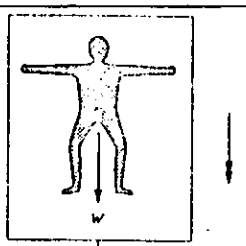
مطابق شکل ۱۲ اثر نیروی تماسی را، هنگامی که به وسیله دو نیروی «T» کشیده می‌شود در نظر می‌گیریم. نیروی کشش احساس می‌شود به وسیله:

- فشار بر روی پوست دست در ناحیه تماس
- کشش در انگشتان، بازوها و شانه‌ها، در واقع نیروهای داخلی، مطابق شکل وارد شده است.

نتیجه: نیروی تماسی به وسیله فشار روی پوست در ناحیه تماس و نیروهای داخلی وارد بربدن احساس می‌شود.

حالت «نیروی جسمی» مانند وزن به این اندازه ساده نیست. به عنوان مثال مطابق شکل ۱۳ فرض کنید: شخصی در داخل اتاقک تاریکی است (به طوری که حرکت نامریی است) این اتاقک تحت اثر جاذبه زمین است. هرگاه نیروی دیگری بر آن وارد نشود. شخص با اتاقک در جهت جاذبه زمین شتاب می‌گیرد. و این نمونه گردش اتاقک به دور زمین و یا سقوط آزاد به طرف زمین است. **این شخص چه نیرویی احساس می‌کند؟** پاسخ این است که چیزی احساس نمی‌کند.

شکل ۱۳

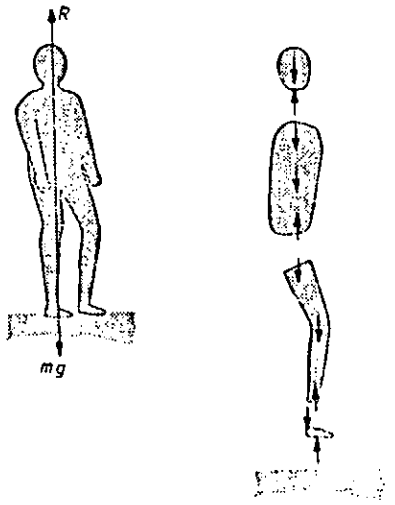


عموماً درباره (بی وزنی)[۷] پندارهای نادرستی است هنگامی که یک فضانورد به دور زمین می‌گردد احساس وزن نمی‌کند و می‌گوید در حالت «بی‌وزنی» است. بعض از دانش آموزان بر این باورند که این فضانورد تحت تأثیر نیروی جاذبه زمین قرار ندارد. لازمه رفع این اشتباه، این است که این گونه دانش آموزان دریابند که نیروی گرانشی که مخالفتی با آن نشود احساس نمی‌شود.

نتیجه: نیروی گرانشی که با آن مخالفتی نشود احساس نمی‌شود.

می‌توان نیروی جاذبه را احساس کرد. به عنوان مثال هنگامیکه شخصی روی زمین یا ماه ایستاده است احساس می‌کند که روی زمین سنگین‌تر از روی ماه است. این احساس سنگینی از آنجا منشأ می‌گیرد که نیروی عکس‌العمل R متقابل با جاذبه، به صورت نیروهای داخلی بر بدن وارد می‌شود. (شکل ۱۴)

شکل ۱۴



برای تمام بدن، قانون دوم به صورت زیر است.

$$R - mg = 0 \quad (۱۹) \text{ و یا}$$

$$R = mg \quad (۲۰)$$

براثر تماس بازمین، کف پاها احساس فشار می‌کند و پوست آن له می‌شود. به همان ترتیب که زمین تکیه‌گاه پاهاست، مچ پا تکیه‌گاه ساق پا و ... و بالاخره گردن تکیه‌گاه سر و تحت فشار است.

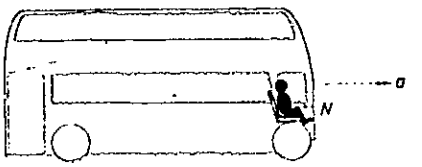
نتیجه: نیروی گردش به طور غیرمستقیم به وسیله اثر یک نیروی تماسی متقابل، به صورت نیروهای داخلی وارد بر بدن احساس می‌شود

حال می‌پردازیم به این موضوع که چگونه شتاب احساس می‌گردد. دو مثال شامل مسافر یا راننده‌ی وسایل نقلیه شتابدار را به شرح زیر بررسی می‌کنیم.

مثال ۱:

مطابق شکل ۱۵، اتومبیلی با شتاب $\vec{a}$ به سمت راست می‌رود. راننده «رانش معکوس» را احساس می‌کند. نیروی نیوتونی وارد بر

شکل ۱۵



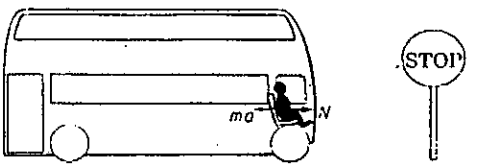
راننده عکس‌العمل $\vec{N}$ است و قانون دوم نیوتن با رابطه زیر بیان می‌شود.

$$\vec{N} = \vec{ma} \qquad (۲۱)$$

m جرم راننده است. این عکس‌العمل به‌وسیله فشار بر پشت به‌صورت نیروهای داخلی وارد بربدن، احساس می‌شود.

در واقع این احساس (فشار بر پوست و نیروهای داخلی) همانند احساسی است که تحت‌تأثیر نیروی گرانشی (ثقلی) در جهت چپ به اندازه ma قراردارد. در حالیکه در یک اتومبیل ساکن است. (شکل ۱۶)

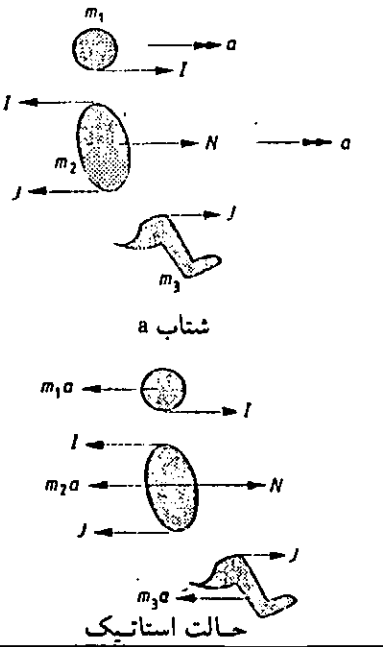
شکل ۱۶



بنا به قانون دوم نیوتن، $N - ma = 0$ و یا

$$N = ma \qquad (۲۲)$$

شکل ۱۷



بنابراین راننده، اثر شتاب اتومبیل را مانند «رانش معکوس» ادراک می‌کند. (به‌صورت نیروی گرانشی معکوس ma). نمودارهای نیروی داخلی برای هرحالت مطابق شکل ۱۷ است. N نیرویی است که بربدن وارد می‌شود.

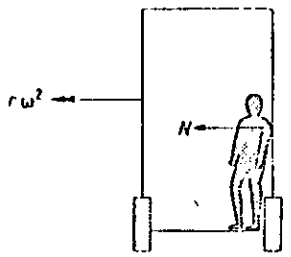
کاربرد قانون دوم نیوتن به صورت زیر است.

	دینامیک	استاتیک
سر	$I = m_1a$	$I - m_1a = 0$
بدن	$N - I - j = m_2a$	$N - m_2a - I - j = 0$
پا	$j = m_3a$	$j - m_3a = 0$

مثال ۲:

مطابق شکل ۱۸ اتومبیلی با سرعت زاویه‌ای یکنواخت ω دایره‌ای به شعاع r را دور می‌زند، مسافری که در اتومبیل ایستاده است ملاحظه می‌کند که به خارج پرتاب می‌شود و «نیروی رانشی به طرف خارج وارد برخود را احساس می‌کند.»

شکل ۱۸



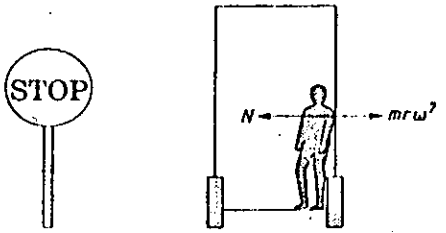
نیروی عامل شتاب $r\omega^2$ وارد بر مسافر، نیروی عکس‌العمل N است و بنا به قانون دوم نیوتن:

$$N = mr\omega^2 \qquad (۲۴)$$

این عکس‌العمل به وسیله فشار برپشت و نیروهای داخلی وارد بربدن احساس می‌شود.

این احساس همانند احساسی است که تحت تأثیر نیروی گرانشی به طرف خارج و با اندازه $mr\omega^2$، قرار دارد. در حالیکه در یک اتومبیل

شکل ۱۹



ساکن است. (شکل ۱۹).

حاصل قانون دوم نیوتن این است که:

$$N - mr\omega^2 = 0 \qquad (۲۵)$$

و $N = mr\omega^2$ است. مسافر اثر یک شتاب به جانب مرکز و همانند آن یک نیروی گرانشی به طرف خارج با اندازه $mr\omega^2$ را احساس می‌کند.

نتیجه: این مثالها روشن می‌سازد: اثر ذهنی یک شتاب، همانند اثر ایجاد شده در حالت سکون است که به وسیله 'نیروی حسی' (مانند گرانش)، در جهت مخالف وارد شده است.

اگر چه به این نتیجه بهای زیادی داده نشده است ولی، خلبانان هواپیماهای جنگی سریع‌السیر آن را به خوبی می‌شناسند. هنگامی که این هواپیماها به سرعت دور می‌زنند و شتاب زیاد می‌گیرند خلبانان می‌گویند که آنها نیرویی چند برابر نیروی جاذبه زمین «نیروی g[8]» را احساس می‌کنند

خلبان به «نیروی g» اشاره می‌کند و دانش آموز می‌گوید «من رانش معکوس یا پرتاب شدن به خارج را احساس می‌کنم». اینها هر دو در دستگاه مرجع ساکن یا اینرسی تحت‌تأثیر نیروی جسمی («نیروی g») با اندازه‌ای برابر با نیروی اینرسی متناظر، احساس‌های یکسانی دارند.

احتمال دارد که احساس ما با احساس آنها در دستگاه مرجع ساکن متباین باشد زیرا حالت «طبیعی» ما دارای ایستایی بیشتر یا کمتری است.

امکان دارد نسلی که در سفینه‌های فضایی با شتاب زیاد متولد می‌شود، روزی توقف بر سیاره زمین را با احساس مداوم شتاب ـــ ۹/۸۱ به طرف بالا توجیه کند.

از آموختن درس مکانیک در دبیرستانها چه نتیجه می‌گیریم؟ لازمه حل مسائل مکانیک، پذیرش رهیافت مناسب، قانون دوم نیوتن، است. این قانون برای اجسام در دستگاه اینرسی (یا دستگاه ساکن) به کار می‌رود. در این صورت اجسام تنها تحت تأثیر نیروهای نیوتنی می‌باشند. ملاحظه کردیم که چه‌گونه می‌توان با تعمیم، نظریه دیگری را جانشین آن کرد. بدین صورت که در دستگاههای مراجع شتابدار نیروهای اینرسی را نیز باید منظور کنیم. این هر دو روش از لحاظ ریاضی و علمی یکسان و معتبر است. وانگهی دیدیم که مکانیک نیوتنی چه‌گونه می‌تواند برای تحلیل تأثیر نیروهای تماسی و جسمی بر بدن انسان به کار رود و احساس دانش‌آموزان را در حرکت شتابدار به‌طور منطقی توجیه کند.

نتیجه‌ها:

- **دانش‌آموزان ابتدا باید بیاموزند که ساده‌ترین رهیافت مناسب قوانین نیوتن را برای اجسام، نسبت به دستگاه مرجع ساکن به کار گیرند.**
- **همه مسائل مکانیک به همین روش مورد بحث قرار می‌گیرد. وارد کردن نیروهای اینرسی در سالهای آخر دبیرستان مزیت خاصی ندارد.**
- **پیدا کردن توجیه کافی برای احساس دانش‌آموزان در حرکت شتابدار، مسأله ساده‌ای نیست.**

یک راه این است که دستگاه مرجع غیراینرسی و مفهوم نیروی اینرسی را مورد نظر قرار دهیم. راه دیگر این است که بگوییم اثر شتاب پریدن انسان همانند آن است که ساکن باشد و بر آن نیروی جسمی (مانند گرانش) در جهت مخالف وارد شود.[9]

---

۱ ـ Phys. Educ. 24 (1989). Printed in the UK

۲ ـ گوردون Gordoan: چارلز جورج معروف به‌گوردون پاشا، افسر کاشف انگلیسی (۱۸۳۳ - ۱۸۸۵م)، فرمانروای سودان، که به هنگام تصرف خارطوم پایتخت سوذان کشته شد.

۳ ـ contact forces

۴ ـ body forces، در کتب فارسی معادل آن، **نیروهای حجمی**، برای تمایز از نیروهای سطحی Surface forces، نیز به کار رفته است.

۵ ـ radial distance

۶ ـ reverse thrust

۷ ـ weight less

۸ ـ g force

۹ ـ ر - ک به‌رشد آموزش فیزیک شماره مسلسل ۹ و ۱۰، سال ۱۳۶۶ صفحه ۲۷ بحث «نیروی گریز از مرکز».

سوال = امتحان (دومین المپیاد بین المللی فیزیک سال ۱۹۶۸)

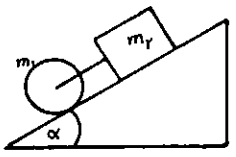
المپیاد فیزیک (

مسائل دومین المپیاد بین المللی فیزیک

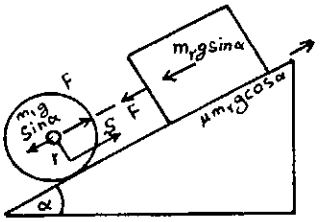
بوداپست ـ مجارستان
سال ۱۹۶۸

ترجمه: دکتر منیژه رهبر
دانشگاه تهران

مسأله ۱- برروی سطحی با شیب ۳۰°، قطعه‌ای به جرم $m_2 = 2kg$ توسط ریسمان سبکی به یك استوانهٔ جامد به‌جرم $m_1 = 8kg$ و شعاع $r = 5cm$ (شکل ۱) متصل شده است. شتاب حاصل دراثر رها شدن این اجسام را پیدا کنید. ضریب اصطکاك بین قطعه و سطح شیب‌دار $\mu = 0/2$. اصطکاك در محل تماس استوانه و اصطکاك غلتشی ناچیز است.



شکل ۱



شکل ۲

حل ـ اگر ریسمان کشیده شود استوانه و قطعه با شتاب برابر a حرکت می‌کنند. فرض می‌کنیم F کشش ریسمان و S اصطکاك بین قطعه و سطح شیب‌دار باشد. شتاب زاویه‌ای استوانه $\frac{a}{r}$ است. نیرویی که سبب شتاب قطعه می‌شود:

$$m_2 a = m_2 g \sin\alpha - \mu m_2 g \cos\alpha + F$$

و نیرویی که سبب شتاب استوانه می‌شود:

$$m_1 a = m_1 g \sin\alpha - S - F$$

معادلهٔ حرکت دورانی استوانه:

$$Sr = \frac{a}{r}\,\Theta$$

است (Θ ممان اینرسی استوانه؛ $S \cdot r$ گشتاور نیروی اصطکاك است.) با حل دستگاه معادلات خواهیم داشت:

$$a = g\,\frac{(m_1 + m_2)\sin\alpha - \mu m_2 \cos\alpha}{m_1 + m_2 + \Theta/r^2} \qquad (1)$$

$$S = \frac{\Theta}{r^2} \cdot g \cdot \frac{(m_1 + m_2)\sin\alpha - \mu m_2 \cos\alpha}{m_1 + m_2 + \Theta/r^2} \qquad (2)$$

$$F = m_2 g \cdot \frac{\mu(m_1 + \Theta/r^2)\cos\alpha - \Theta\sin\alpha/r^2}{m_1 + m_2 + \Theta/r^2} \qquad (3)$$

ممان اینرسی یك استوانهٔ یکنواخت $\Theta = m_1 r^2/2$ است.

با استفاده از مقادیر عددی داده شده

$$a=\frac{(m_1+m_2)sin\alpha-\mu m_2 cos\alpha}{1/5m_1+m_2}\cdot g$$

$$=0/3317g=3/25m/S^2$$

$$S=\frac{m_1 g}{2}\cdot\frac{(m_1+m_2)sin\alpha-\mu m_2 cos\alpha}{1/5m_1+m_2}$$

$$=1/327kP=13/01N$$

$$F=m_2 g\cdot\frac{(1/5\mu cos\alpha-0/5sin\alpha)m_1}{1/5m_1+m_2}$$

$$=0/020kP=0/196N$$

بحث. (شکل ۳ را ملاحظه کنید) شرط شروع به حرکت دستگاه $a>0$ است. با قرار دادن $a=0$ در معادلهٔ (۱) حد زاویهٔ α_1 بدست می‌آید:

$$tg\alpha_1=\mu\cdot\frac{m_2}{m_1+m_2}=\frac{\mu}{3}=0/0667$$

$$\alpha_1=3^\circ,49'$$

برای استوانهٔ تنها $\alpha_1=0$ و برای قطعهٔ تنها

$$\alpha=arctg\mu=11^\circ,19'$$

است.

اگر ریسمان کشیده نشود، هریك ازاجسام به تنهایی حرکت می‌کنند. و حد با قرار دادن $F=0$ در معادلهٔ (۳) بدست می‌آید.

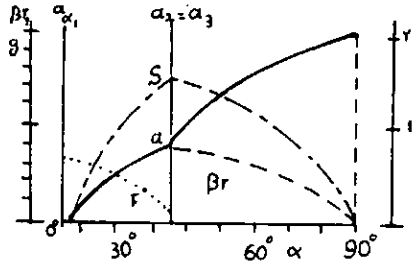
$$tg\alpha_2=\mu\left(1+\frac{m_1 r^2}{\Theta}\right)=3\mu=0/6$$

$$\alpha_2=30^\circ,58'$$

شرط شروع به لغزش استوانه‌آن است که مقدار S (کسه از معادله (۲) با درنظر گرفتن همان ضریب اصطکاك محاسبه شده است) برابر $\mu m_1 g cos\alpha$ گردد. این رابطه α_2 برابر α_1 را به دست می‌دهد. شتاب مرکز استوانه و قطعه یکی است:

$$g(sin\alpha-\mu cos\alpha)$$

نیروی اصطکاك زیر استوانه $\mu m_1 g cos\alpha$، و شتاب مماسی نقاط پیرامون استوانه $\mu(m_1 r^2/\Theta)\cdot g cos\alpha$ است.



شکل ۳

مسأله ۲- دریك لیوان $300cm^3$ تولوئن در دمای $0C^\circ$ و در لیوان دیگر $110cm^3$ تولوئن در دمای $100C^\circ$ وجود دارد (مجموع حجم آنها $410cm^3$ است). حجم این دو را پس‌ازمخلوط کردن پیدا کنید. ضریب انبساط حجمی تولوئن $\beta=0/001\ (C^\circ)^{-1}$ است. اتلاف گرما را نادیده بگیرید.

حل ـ اگر حجم در دمای t_1 برابر V_1 باشد، در دمای $0C^\circ$ این حجم برابر $V_{10}=\frac{V_1}{1+\beta t_1}$ خواهد بود.

به همین طریق اگر حجم در دمای t_2، V_2 باشد در $0C^\circ$ خواهیم داشت $V_{20}=\frac{V_2}{1+\beta t_2}$. اگرچگالی مایع در $0C^\circ$ برابرd باشد، جرمها به‌ترتیب $m_1=V_{10}d$ و $m_2=V_{20}d$ می‌باشند. پس‌از مخلوط کردن مایعات دما

$$t=\frac{m_1 t_1+m_2 t_2}{m_1+m_2}$$

و حجم در این دما

$$V_{10}(1+\beta t)\quad و\quad V_{20}(1+\beta t)$$

می‌شود.

مجموع حجمها پس‌از اختلاط:

$$V_{10}(1+\beta t)+V_{20}(1+\beta t)=V_{10}+V_{20}$$

$$+\beta(V_{10}+V_{20})t=V_{10}+V_{20}$$

$$+\beta\cdot\frac{m_1+m_2}{d}\cdot\frac{m_1 t_1+m_2 t_2}{m_1+m_2}$$

$$=V_{10}+V_{20}+\beta(m_1 t_1/d+m_2 t_2/d)$$

$$=V_{10}+\beta V_{10}t_1+V_{20}+\beta V_{20}t_2$$

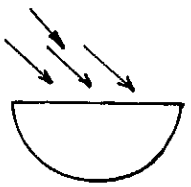
$$=V_{10}(1+\beta t_1)+V_{20}(1+\beta t_2)$$

$$=V_1+V_2$$

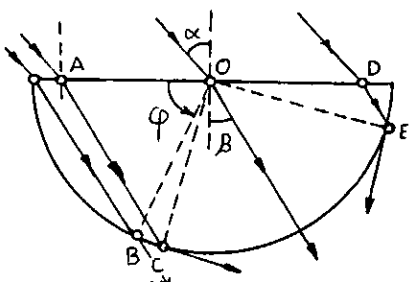
مجموع حجمها ثابت است. که دراین مورد $410cm^3$ است.

این نتیجه برای هر تعداد از مقادیر تولوئن معتبر است. زیرا مخلوط کردن را می‌توان به طور متوالی با افزودن هربار یك لیوان تولوئن به مخلوط انجام داد.

مسأله ۳- پرتوهای نورانی با زاویهٔ 45° در صفحه عمود برمحور بر سطح یك نیم استوانه می‌تابند (شکل ۴) (ضریب شکست $\sqrt{2}$). این پرتوها ازکدام قسمت سطح استوانه خارج می‌شوند.



شکل ۴



شکل ۵

حل ـ برای تشریح موقعیت پرتوها در شیشه از زاویهٔ φ استفاده می‌کنیم (شکل ۵). طبق قوانین شکست

$$\frac{\sin 45^\circ}{\sin\beta}=\sqrt{2} \quad \text{و} \quad \sin\beta=0/5 \quad \text{و} \quad \beta=30^\circ$$

کلیهٔ پرتوهای شکسته شده شامل یك زاویهٔ 30° با عمود برسطح‌اند.

حال ببینیم با تغییر φ از 0° تا 180° چه رخ می‌دهد.

به‌آسانی مشاهده می‌شودکه φ نمی‌تواند از 60° کمتر باشد. زاویهٔ حد در سطح شیشه از رابطهٔ

$$\sin\beta_1=\frac{1}{n}=\frac{\sqrt{2}}{2}$$

به دست می‌آید؛ بنابراین $\beta_1=45^\circ$. در حالت بازتاب کلی

$$\text{ACO} \measuredangle = 45^\circ$$

بنابراین

$$\varphi=180^\circ-60^\circ-45^\circ=75^\circ$$

اگر φ بیش‌از 75° باشد، پرتوها ازاستوانه خارج می‌شوند. با افزایش زاویه اگر

$$\text{OED} \measuredangle = 45^\circ$$

باشد، مجدداً به زاویه حد می‌رسیم. بنابراین پرتوها در صورتی از استوانه خارج می‌شوندکه

$$75^\circ < \varphi < 165^\circ$$

CE(کمان پرتوهای خروجی)کمان مقابل به‌زاویهٔ 90° است.

مسأله تجربی ـ هریك از شرکت‌کنندگان سه جعبهٔ دارای دو پریز دریافت می‌کنند. آنها باید بدون بازکردن جعبه‌ها عناصر داخل آنها را شناسایی و خصوصیات مشخصهٔ آنها را اندازه بگیرند. وسائل AC و DC (با مقاومت داخلی و دقت معلوم) AC (با فرکانس 50/S) و منابع DC در اختیار آنها قرار دارد.

حل ـ هیچ ولتاژی در پریزها مشاهده نمی‌شود. بنابراین هیچیك از جعبه‌ها حاوی منبع نیستند.

با اندازگیری مقاومتها با استفاده از وسائل AC و سپس DC، در یکی از جعبه‌ها نتایج مشابه‌اند. نتیجه‌گیری: جعبه حاوی یك مقاومت ساده است. مقاومت آن با اندازه‌گیری مشخص می‌شود.

یکی از جعبه‌ها دارای مقاومت DC بسیار زیاد است ولی AC را به خوبی هدایت می‌کند. این جعبه شامل یك خازن است‌که ظرفیت آن از رابطهٔ $C=\frac{1}{\omega R}$ محاسبه می‌شود.

جعبه سوم هر دو جریان AC و DC را هدایت می‌کند و مقاومت‌آن در برابر جریان AC بیشتر است. این جعبه شامل یك مقاومت و یك سلف است‌که به طور سری به هم متصل‌اند. مقدار مقاومت و ضریب خود القایی بوسیله اندازه‌گیری محاسبه می‌شود.

مسائل سومین المپیاد بین‌المللی فیزیک

سال ۱۹۶۹ ـ برنو ـ چکسلواکی

ترجمه: دکتر منیژه رهبر
دانشگاه تهران

مسأله ۱ـ دستگاه مکانیکی شکل ۱ ازسه ماشین به جرمهای:

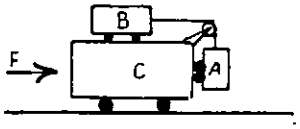
$$m_A = ۰/۳kg \quad ، \quad m_B = ۰/۲kg$$

و

$$m_C = ۱/۵kg$$

تشکیل شده است.

الف) نیروی F که در جهت افقی به ماشین C وارد می‌شود به قدری قوی است که ماشینهای A و B نسبت به C بیحرکت می‌مانند. نیروی F وکشش ریسمان‌را محاسبه‌کنید.



شکل ۱

ب) ماشین C ساکن است. دراین حالت شتابهای A و B وکشش نخ e محاسبه‌کنید.

کشش، اصطکاک و ممان اینرسیهای قرقره و چرخها صرفنظر کردنی است.

حل.

الف) ماشین A در جهت عمودی دارای شتابی نیست، بنابراین ریسمان را با نیروی $m_A g$ می‌کشد. این نیرو به ماشین B شتابی برابر:

$$a_B = \frac{m_A g}{m_B}$$

می‌دهد. بنابراین، کل دستگاه متشکل از سه ماشین با شتاب یکسان حرکت می‌کند یعنی:

$$F = (m_A + m_B + m_C) \cdot \frac{m_A}{m_B} \cdot g$$

با مقادیر عددی داده شده:

$$a_B = a_C = ۱/۵g = ۱۴/۷m/S^۲$$

کشش

$$۰/۳kP = ۲/۹۴N,$$

و

$$F = ۲۹/۴N = ۳kP$$

ب) اگر ماشین C ساکن باشد، نیروی $m_A g$ جرم $m_A + m_B$ را شتاب می‌دهد، بنابراین شتاب برابر:

$$\frac{m_A}{m_A + m_B} \cdot g = ۰/۶g$$

وکشش تفاوت وزن و نیروی شتابدهنده است.

$$m_A g - m_A \times ۰/۶g = ۰/۱۲kP = ۱/۱۷۶N$$

مسأله ۲ـ در یك کالریمتر مسی به جرم $m_۱$ آب به جرم $m_۲$ وجود دارد. دمای مشترك آب و کالریمتر $t_{۱۲}$ است. یك قطعه یخ به‌جرم $m_۳$ و دمای $t_۳$ داخل کالریمتر می‌اندازیم (شکل ۲). دمای نهایی کلیهٔ حالات ممکن را پیدا کنید. $t_۳$ در محاسبات باید عددی منفی باشد. گرمای ویژه مس:

$$C_۱ = ۰/۱Kcal/Kg \cdot °C$$

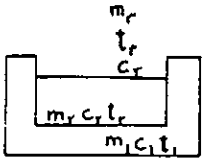
گرمای ویژه آب:

$$C_۲ = ۱Kcal/Kg \cdot °C$$

گرمای ویژهٔ یخ:

$$C_۳ = ۰/۵Kcal/Kg \cdot °C$$

وگرمای نهان ذوب یخ $۸۰Kcal/Kg$ است.



شکل ۲

حل. سه حالت نهایی مختلف امکان‌پذیر است:

الف) فقط یخ　　ب) یخ و آب

ج) فقط آب.

الف) یخ تا دمای منفی t_a گرمتر می‌شود؛ با تساوی گرمای دریافتی و داده شده داریم:

$$c_۳m_۳(t_a - t_۳) = (c_۱m_۱ + c_۲m_۲)(t_{۱۲} - t_a) + m_۳L,$$

دمای نهایی برابر است با:

$$t_a = \frac{(c_۱m_۱ + c_۲m_۲)t_{۱۲} + c_۳m_۳t_۳ + m_۳L}{c_۱m_۱ + c_۲m_۲ + c_۳m_۳} \quad (۱)$$

برای حصول به موقعیت (الف) باید $t_a < ۰$ باشد؛ اگر صورت منفی باشد، شرط زیر به دست می‌آید:

$$(c_۱m_۱ + c_۲m_۲)t_{۱۲} < -c_۳m_۳t_۳ - m_۳L \quad (۲)$$

ج) حال موردی را بررسی می‌کنیم که تمام یخ ذوب می‌شود. با مساوی قرار دادن گرمای دریافتی توسط یخ و گرمای داده شده بوسیله کالریمتر:

$$c_۳m_۳(۰ - t_۳) + m_۳L + c_۲m_۳t_c = (c_۱m_۱ + c_۲m_۲)(t_{۱۲} - t_c)$$

دمای نهایی زیر به دست می‌آید:

$$t_c = \frac{(c_۱m_۱ + c_۲m_۲)t_{۱۲} + c_۳m_۳t_۳ - m_۳L}{c_۱m_۱ + c_۲m_۲ + c_۳m_۳} \quad (۳)$$

این حالت در صورتی رخ می‌دهد که $t_c > ۰$ باشد؛ برای صورت مثبت شرط زیر به دست می‌آید:

$$-c_۳m_۳t_۳ + m_۳L < (c_۱m_۱ + c_۲m_۲)t_{۱۲} \quad (۴)$$

(ب) در این مورد پس‌از مخلوط کردن، آب و یخ هر دو در دمای $0^\circ C$ در کالریمتر وجود دارند. شرط آن با توجه به روابط (۲) و (۴) به صورت زیر است:

$$-c_۳m_۳t_۳ + m_۳L < (c_۱m_۱ + c_۲m_۲)t_{۱۲} < c_۳m_۳t_۳ - m_۳L$$

اگر x گرم یخ پس‌از مخلوط کردن آب شود:

$$-c_۳m_۳t_۳ + xL = (c_۱m_۱ + c_۲m_۲)t_{۱۲},$$

بنابراین مقدار یخ ذوب شده،

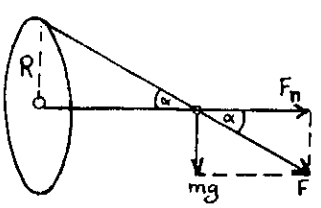
$$x = \frac{(c_۱m_۱ + c_۲m_۲)t_{۱۲} + c_۳m_۳t_۳}{L}$$

بنابراین پس‌از اختلاط $m_۳ - x$ گرم یخ و $m_۲ + x$ گرم آب در کالریمتر موجود است. مقدار منفی x به معنی یخ زدن قسمتی از آب و افزایش مقدار یخ است. از روابط داده شده به آسانی می‌توان نتایج نهایی را با توجه به مقادیر داده شده بدست آورد.

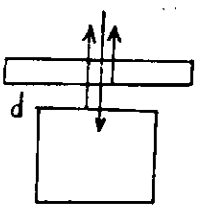
مسأله ۳- شعاع یك حلقه سیم که در صفحه، عمودی قرار دارد، $R = ۵cm$ است (شکل ۳). یك کره کوچك به جرم $m = ۱gr$، که به ریسمان عایقی به طول l متصل است از بالاترین نقطهٔ حلقه‌آویزان است. با دادن بار:

$$Q = ۹ \times ۱۰^{-۸} C$$

به حلقه و کره، کره در امتداد محور تقارن عمود بر صفحهٔ حلقه به حالت تعادل درمی‌آید. طول ریسمان را پیدا کنید.



شکل ۳



شکل ۴

حل. اگر همهٔ بار حلقه در یك نقطه متمرکز شود. نیروی کولنی برابر $F = \frac{KQ^۲}{L^۲}$ خواهد بود. نیروهای وارد توسط نقاط حلقه با محور تقارن زاویه α می‌سازند، تصویر این نیروها برروی محور $F_n = F \cdot \cos\alpha$ و وزن کره mg است (شکل ۳):

$$\sin\alpha = \frac{mg}{F} = \frac{R}{L} = \frac{mg}{KQ^۲/l^۲}$$

بنابراین

$$L = \sqrt[۳]{\frac{RkQ^۲}{mg}} = ۷/۲cm$$

$$(k = ۹ \times ۱۰^۸ Nm^۲/c^۲)$$

مسأله ۴- یك صفحهٔ شیشه‌ای برروی مکعبی از شیشه به

ابعاد ۲cm طوری قرار گرفته است که لایه نازکی از هوا بین آنها بوجود آمده است. امواج الکترومغناطیسی با طول موج بین ۰/۴μm و ۱/۱۵μm که به طور عمودی به صفحه می‌تابند از هردو سطح هوا بازتاب یافته و تداخل می‌کنند. دراین گستره فقط دوطول موج سبب بیشترین تقویت می‌گردند. که یکی از آنها $\lambda_1 = ۰/۴\mu m$ است. ضخامت لایه هوا را پیدا کنید.

حل. در لایهٔ هوا به ضخامت d، نور در رفت‌وبرگشت مسافت ۲d را طی می‌کند (شکل ۴). در بازتاب از شیشه تغییر فاز ۱۸۰° صورت می‌گیرد. بنابراین شرط تقویت نور با طول موج λ_1 به صورت زیر است:

$$۲d = k_1\lambda_1 + \frac{\lambda_1}{۲} \quad (k_1 = ۰, ۱, ۲, \dots)$$

همینطور برای طول موج دیگرکه بیشترین تقویت را ایجاد می‌کند:

$$۲d = k_2\lambda_2 + \frac{\lambda_2}{۲} \quad (k_2 = ۰, ۱, ۲, \dots)$$

با مقایسهٔ این شرایط داریم

$$\frac{۲k_1 + ۱}{۲k_2 + ۱} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

ازگسترهٔ طول موجهای داده شده

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{۱/۱۵}{۰/۴} = ۲/۸۷۵$$

کمترین مقدار ممکن این کسر یک است، بنابراین شرط زیر برای k_1 و k_2 بدست می‌آید

$$۱ < \frac{۲k_1 + ۱}{۲k_2 + ۱} < ۲/۸۷۵ \qquad (۵)$$

با بررسی مقدار این کسر برای مقادیر مختلف k_1 و k_2 داریم:

k_2 \ k_1	۰	۱	۲	۳	۴	۵
۰	۱	۳	۵	۷	۹	۱۱
۱	۰/۳۳	۱	۱/۶۷	۲/۳۳	۳	۳/۶۷
۲	۰/۲	۰/۶	۱	۱/۴	۱/۸	۲/۲
۳	۰/۱۴	۰/۴۳	۰/۷۱	۱	۱/۲۹	۱/۵۷
۴	۰/۱۱	۰/۳۳	۰/۵۶	۰/۷۸	۱	۱/۲۲
۵	۰/۰۹	۰/۲۷	۰/۴۵	۰/۶۴	۰/۸۱	۱

فقط زوجی از مقادیر k_1 و k_2 قابل قبولندکه برای آنها مقدارکسر در شرط (۵) صادق باشد. این مقادیر در جدول مشخص شده‌اند، ولی فقط یك زوج مجاز وجود دارد. این بدان معنی است‌که باید در جستجوی ستونی باشیم‌که در آن فقط یك زوج مجاز یافت شود. فقط یك ستون با $k_1 = ۲$ و $k_2 = ۱$ وجود دارد و مقدارکسر ۱/۶۷ است‌که جواب مسأله می‌باشد.

برای $\lambda_1 = ۰/۴\mu m$ ضخامت لایهٔ هوا از رابطهٔ

$$۲d = ۲ \times ۰/۴ + ۰/۲ = ۱\mu m$$

برابر $d = ۰/۵\mu m$ است.

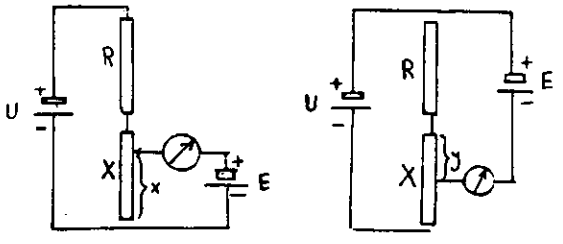
دومین طول موج از رابطه

$$۲ \times ۰/۵ = ۱ \times \lambda_2 + \frac{\lambda_2}{۲} \quad \text{و} \quad \lambda_2 = ۰/۶۶۷\mu m$$

بدست می‌آید.

مسأله تجربی ـ یك مدار بسته از مقاومت معلوم R، مقاومت مجهول X و مولدی با مقاومت داخلی ناچیز تشکیل شده است، X مقاومت قابل تنظیم متشکل از یك سیم، خط‌کش میلیمتری و یك اتصال لغزنده است. مداری متشکل از یك پیل خشك و یك گالوانمتر مرکز صفر باید طوری به مدار اصلی متصل شودکه جریانی از گالوانمتر نگذرد. مقاومت X و نسبت ولتاژهای پایانه را تعیین کنید.

حل. با استفاده از مدارهای شکل ۱۰ (الف) و ۱۰ (ب)



$$\frac{E}{U} = \frac{R + yX}{R + X} \qquad \frac{E}{U} = \frac{xX}{R + X}$$

(الف) (ب)

شکل ۵

اختلاف پتانسیل با مقاومت R و بدون‌آن را اندازه می‌گیریم، محل اتصال لغزنده در حالت نخست با x و در حالت دوم با y مشخص شده است. بنابراین

$$\frac{E}{U} = \frac{x}{۱ + x - y} \quad \text{و} \quad X = R \cdot \frac{۱}{x - y}$$

موج
آموزش فیزیک (مفهوم موج)
امواج عرضی
حرکت (امواج)

گلچین رشد فیزیک

- گلچین رشد فیزیک منتخباتی در ارتباط با آموزش فیزیک است. مجموعه این مطالب در باره عنوان خاص می‌تواند راهنمای سودمند برای معلمان فیزیک و دانش‌آموزان باشد. اولین عنوان «موج چیست؟» انتخاب شده است. از خوانندگان علاقمند تقاضا میشود با ارسال این گونه مطالب وانتشار آن در رشد، این مجموعه را پربارتر سازند.

ص 19-11

موج چیست؟[1]

شایعه‌ای که از واشنگتن شروع می‌شود سریعاً به نیویورک می‌رسد، با آن که حتی یک تن از کسانی هم که آن را پراکنده‌اند سفری میان این دو شهر نکرده باشد. در اینجا دو حرکت کاملاً متفاوت وجود دارد: یکی حرکت شایعه از واشنگتن تا نیویورک است، و دیگری حرکت کسانی که شایعه را انتشار می‌دهند. هنگامی که باد بر مزرعهٔ گندمی می‌وزد، موجی تولید می‌کند که در سرتاسر مزرعه منتشر می‌شود. در اینجا نیز باید بین دو حرکت، یکی حرکت موج و دیگری حرکت تک‌تک ساقه‌های گیاهان، که تنها نوسانات کوچکی دارند، فرق قائل شد. ما موجهایی را دیده‌ایم که با انداختن سنگی در حوض آب تولید می‌شود و به شکل دایره‌هایی منتشر می‌گردد که رفته رفته بزرگتر می‌شوند. حرکت موج چیزی است، و حرکت ذرات آب چیز دیگر. ذرات آب فقط در جای خود بالا و پایین می‌روند، حرکت مشهود موج حرکت *حالت ماده* است نه حرکت خود *ماده*، چوب پنبه‌ای که روی موج باشد، این مسأله را بخوبی روشن می‌سازد، زیرا به جای این که همراه موج پیش برود، به تبعیت از حرکت واقعی آب پایین و بالا می‌رود.

برای آن که ساز و کار حرکت موج را بهتر بفهمیم به آزمایش خیالی دیگری متوسل می‌شویم. فرض شود که فضای بزرگی به طور کاملاً یکنواخت از آب یا هوا یا محیط دیگری پر شده باشد. در وسط این فضا کره‌ای قرار داده شده است. در آغاز آزمایش هیچ حرکتی وجود ندارد. ناگهان این کره به «نفس زدن» آهنگ‌داری آغاز می‌کند و بدون آنکه از کروی بودن خارج شود، منبسط و منقبض می‌شود. در محیط اطراف این کره چه اتفاقی خواهد افتاد؟ مطالعهٔ خود را از لحظه‌ای آغاز می‌کنیم که کره شروع به انبساط می‌کند. ذراتی از محیط که در مجاورت کره هستند رانده می‌شوند به قسمی که چگالی پوسته‌ای کروی از این محیط (هوا، آب یا هر چیز دیگر که باشد) نسبت به مقدار معمولی آن زیاد می‌شود. به همین ترتیب هنگامی که کره منقبض می‌شود، چگالی همین قسمت از محیط که در مجاورت بلافصل کره است کاهش خواهد یافت. این تغییرات چگالی در تمام محیط منتشر می‌شود. ذراتی که محیط از آنها تشکیل شده است فقط ارتعاشات کوچکی می‌کنند، در صورتی که حرکت کلی حرکت یک موج پیشرونده است. نکتهٔ اساساً جدیدی که در اینجا با آن روبرو هستیم این است که برای اولین بار شاهد حرکت چیزی هستیم که ماده نیست بلکه انرژی است که در ماده انتشار پیدا می‌کند.

با توجه به مثال کرهٔ تپنده، دو مفهوم کلی فیزیکی را مطرح می‌کنیم که برای مشخص کردن امواج کمال اهمیت را دارند. مفهوم اول سرعت انتشار موج است که به جنس محیط بستگی دارد، و مثلاً در هوا و در آب فرق می‌کند. مفهوم دوم *طول* موج است. در مورد امواج دریا یا رودخانه، طول موج فاصلهٔ میان دو برآمدگی متوالی یا دو فرورفتگی متوالی موج است. به این ترتیب طول موج امواج دریا بزرگتر از طول موج امواج رودخانه است. در مورد امواجی که کرهٔ تپنده بوجود می‌آورد، طول موج عبارت از فاصلهٔ میان دو پوستهٔ کروی مجاور یکدیگر است که در یک لحظهٔ معین چگالی ماکزیمم یا مینیمم را دارند. بدیهی است که این فاصله تنها تابع جنس محیط نیست. آهنگ تپش کره نیز مسلماً تأثیر زیادی دارد، و هر چه تپش سریعتر باشد، طول موج کوتاهتر می‌شود، و هر چه تپش کندتر گردد طول موج بلندتر می‌شود.

مفهوم موج در فیزیک قرین توفیق بسیار بوده است. قدرمسلم این که این مفهوم مفهومی مکانیکی است. این پدیده‌ها نتیجهٔ حرکت ذراتی است که، بنابر نظریهٔ جنبشی، اجزای تشکیل دهندهٔ ماده‌اند. از این قرار، می‌توان هر نظریه را که در آن از مفهوم موج استفاده می‌شود، به طور کلی نظریه‌ای مکانیکی شمرد. مثلاً توضیح پدیده‌های صوتی اساساً بر این مفهوم مبتنی است که اجسام مرتعش مانند تارهای صوتی و سیمهای ویولن، چشمه‌های امواج صوتی هستند و این امواج، بنحوی که در مورد کرهٔ تپنده شرح داده شد، در هوا منتشر می‌شوند. پس می‌توان تمام پدیده‌های صوتی را به میانجیگری مفهوم موج به پدیده‌های مکانیکی تحویل کرد.

قبلاً اصرار کردیم که باید میان حرکت ذرات و حرکت موج، که حرکت حالت محیط است، فرق گذاشت. این دو حرکت خیلی با یکدیگر فرق دارند، منتها در مثال کرهٔ تپنده بخوبی آشکار است که بر امتداد واحدی صورت می‌پذیرند: ذرات محیط بر قطعه خطهای کوتاهی نوسان می‌کنند، و چگالی نیز

گرفته و بالاخره به این نتیجه رسیدند که فقط یک نیروی جدید، یعنی نیروی پنجم می‌تواند پاسخگو باشد.

این یافته در صورت صحت، شایستهٔ جایزهٔ نوبل بود. ولی آنها به اندازه‌ای محتاط بودند که مسئله نیروی پنجم را شش سال مسکوت گذاشتند. در این حال تجربیات گذشته در مورد گرانش را مورد بررسی مجدد قرار دادند.

گرانش همواره برجسته‌ترین اذهان را به خود مشغول داشته است، از جمله گالیله، ایتالیایی برجستهٔ قرن هفدهم که می‌توان وی را نخستین فیزیکدان جدید دانست. قبل از گالیله ــ عمدتاً به اعتبار گفته ارسطو ــ فرض می‌شد که یک جسم سنگین سریعتر از یک جسم سبک سقوط می‌کند. ارسطو اثر کشش گرانش را با مسافتی که جسم می‌تواند پیشرانده شود، اشتباه می‌کرد: شما می‌توانید یک سنگ کوچک را دورتر از سنگ بزرگ پرتاب کنید، بنابراین سنگ بزرگ باید سریعتر سقوط کند. گالیله مصمم به مشاهده رویداد واقعی شد.

برخلاف باور عمومی وی احتمالاً گلوله توپ یا چیز دیگری را از فراز برج معروف پیزا که تقریباً از زمان ساختمانش در قرن سیزدهم به سمت جنوب خم شده است، پایین نیانداخت. در عوض، گلوله‌های با وزن مختلف را بر روی سطح شیبدار غلتاند. این سراشیبها گلوله‌ها را کند کرده و اثر گرانش را مستقیماً قابل مشاهده ساختند.

گالیله دریافت که تمام اجسام، بدون توجه به جنس آنها، با آهنگ فزایندهٔ یکسانی سقوط می‌کنند. بنابراین، اگر از مقاومت هوا چشمپوشی شود، یک گلولهٔ توپ و یک توپ چوبی که به طور همزمان رها شوند، در یک لحظه به زمین برخورد می‌کنند.

آزمایشهای انجام شده توسط بارون‌رولاند اوتوش در اوایل قرن حاضر نتیجه‌گیری گالیله را تأیید کرد. اوتوش اثر گرانش را بر مواد آزمایشی مختلف بررسی و عملاً تفاوتی نیافت. سه ربع قرن بعد افرائیم فیشباخ و همکارش نگاهی دیگر به یافته‌های او انداختند.

آنچه مشاهده کردند، تکان‌دهنده بود. آزمایشهای اوتوش عملاً نشان می‌داد که اجسام برحسب ترکیب اتمی خود با آهنگهای مختلف سقوط می‌کنند ــ هرچه پیوند اجزاء هسته اتم محکمتر باشد آهنگ سقوط آنها کندتر است. همکاران اوتوش که نتایج را پس از مرگ او منتشر کردند. این تفاوتها را از نظر آماری قابل چشمپوشی دانستند.

گروه فیشباخ تصمیم گرفت که آزمایش اوتوش را تکرار و نتایج آنرا مجدداً تحلیل کند. مواد آزمایشی وی عبارت بودند از پنبهٔ نسوز، پیه آب‌کرده، مس، آب، پلاتین و مارچوب ولی فیشباخ هیچ اطلاعی در مورد نوع و محل این چوب نداشت فقط می‌دانست که این چوب یک چوب چگال استوایی است ولاغیر.

فیشباخ برای کسب اطلاعات در این مورد به شیمیدانها و الوارفروشها در مجارستان و افریقای جنوبی مراجعه کرد ولی نتیجه‌ای بدست نیاورد. روزی در جایی خواند که ویولون‌سازهای قرن نوزدهم از این چوب برای ساختن آرشه استفاده می‌کردند. بنابراین شروع به تماس با موسیقیدانان کرد و بالاخره در سیاتل الکساندر ایلچ اپلر که نوازندهٔ بالالایکا بود را ملاقات کرد. اپلر مقداری مارچوب کهنه برای ساختن بالالایکا داشت که قطعه‌ای از آن مربوط به سال ۱۸۹۰ بود. فیشباخ توانست ترکیب آنرا تحلیل کند و این درست نمونهٔ موردنظر بود.

در همین ایام، اطلاعات حاصل از یک معدن در استرالیا اعتقاد به نیروی پنجم را قوت بخشید. فرانک استاسی ژئوفیزیکدان و همکارانش در کوئینزلند با استفاده از یک دستگاه حساس گرانش در اعماق مختلف را اندازه می‌گرفتند. با نفوذ به اعماق بیشتر، کشش گرانش تغییر می‌کرد و این امری طبیعی بود زیرا به مرکز زمین نزدیکتر می‌شدند ولی گروه استاسی متوجه نیرویی با شدتی در حدود یک درصد گرانش و بردی در حدود چند صدمتر شدند که با گرانش مخالفت می‌کرد. اندازه‌گیریهای دیگر در گودالها و معادن نقاط دیگر کوئینزلند مطلب فوق را تأیید می‌کرد.

بعضی از فیزیکدانها کشف جدید را «نیروی هیپربار» نامیده‌اند ــ هیپربار تعداد پروتونها و نوترونهای هسته است ــ که برای هر عنصر متفاوت است. ربایشی که به نیروی قوی معروف است ذرات زیر اتمی را بهم متصل می‌کند. و در جهان اسرارآمیز اتم، انرژی بستگی می‌تواند به صورت جرم باشد.

ممکن است انرژی بستگی کلید نیروی ضدگرانش باشد. یک گلولهٔ آهنی، با انرژی بستگی زیاد می‌تواند نیروی ضدگرانشی شدیدتر از چوب را تجربه کرده و اندکی کندتر از یک گلولهٔ مارچوب با وزن مساوی سقوط کند. به گفتهٔ فیشباخ ممکن است گالیله اشتباه کرده باشد.

طبیعتاً این بدعت در محافل فیزیکی سبب گفتگوی بسیار شده است، و صدها پژوهشگر در سراسر جهان درصدد بدام انداختن این نیرو برآمده‌اند. ولی هنوز، معمای این نیرو حل نشده است. طبق گفتهٔ رابرت دایک فیزیکدان برجستهٔ پرینستون «آزمایشها در این مورد از نظر اصول بسیار ساده و در عمل بسیار مشکل‌اند و مفهومی دور از دسترس دارند».

یک راه جهت محک‌زدن این نظریه تکرار آزمایشهای اوتوش با وسایل جدید است. اولین آزمایش از این نوع توسط پیترتای برگر انجام شد. او یک کره مسی را برای جستجوی نیروی پنجم در مخزنی از آب شناور ساخت. پل بونیتون از دانشگاه واشنگتن، نیز وزنه‌هایی از بریلیوم و آلومینیوم را در مجاورت یک دیوارهٔ عظیم گرانیتی در

رشته کوههای کاسکید آویزان کرد. «ایده اصلی این آزمایش مشاهده این مسئله بود که آیا جرم صخره دو جسم را به طور متفاوت می‌کشد».

بونیتون و همکارانش تغییراتی را ملاحظه کرده‌اند ولی هنوز نمی‌دانند که آیا نیروی پنجم سبب آنست یا عواملی دیگر وجود دارند.

دو ژئوفیزیکدان بریتانیایی نیز آزمایشی را در یک مخزن آب در ویلز انجام دادند که هدف آن مطالعه در مورد نیروی پنجم با اندازه‌گیری کشش گرانشی آب در هنگام پر و خالی شدن مخزن بود. این گروه انحرافی در حدود ۵ درصد را از کشش گرانشی موردنظر ثبت کردند.

گروه دونالد اچ. اکهارت با صعود از یک برج تلویزیون به‌ارتفاع ۶۰۰ متر در کارولینای شمالی ربایش گرانشی را در ارتفاعات مختلف اندازه گرفتند. این گروه انحراف قابل توجهی از گرانش عادی را ملاحظه کردند.

دانشمندان از نقاط مختلف کره زمین برای منظم کردن نیروی پنجم و مسائل مربوط به‌گرانش گردهم آمده‌اند. مارک آندر از آزمایشگاه ملی لوس‌آلاموس در نیومکزیکو و مارک زابرج ازانستیتوی اقیانوس‌شناسی اسکریپز در یولای کالیفرنیا تیمی را هدایت کردند که در سرما و سوز گرینلند یک دستگاه حساس اندازه‌گیری گرانش را در یک حفره ۲۰۰۰ متری که در یخ حفر شده بود پایین بردند.

این تیم ناهنجاریهای بسیار بزرگی را مشاهده کردند که چیزی بیش از گرانش عادی نیوتونی را مطرح می‌ساخت. ولی نتایج این گروه برخلاف سایر پژوهشگران نیرویی را نشان می‌داد که عملاً سبب افزایش گرانش می‌شد. چند ماه بعد این گروه اظهار داشتند که ممکن است ناهنجاریهایی در پوستهٔ زمین در اندازه‌گیری آنها تأثیر کرده باشد.

گروهی از پژوهشگران نیروی پنجم نیز نتایج نومیدکننده‌ای بدست آورده‌اند. اریک آولبرگ از دانشگاه واشنگتن در آزمایشی مشابه آزمایش پل بونیتون موفق به‌یافتن چیزی نشده است. جیمز فالر از کلرادو نیز آهنگ سقوط اجرام با ترکیب مختلف را به‌طریق گالیله بررسی کرد و دست خالی برگشت.

در حقیقت تعداد مخالفان این نیرو به‌اندازهٔ پژوهشگرانی است که در این مورد کار می‌کنند. یکی از این مخالفان فیزیکدان نظری آلوارو دورجرلد از سرن است. وی که در سال ۱۹۸۶ پیش‌بینی کرده بود طی چند سال این مزخرفات مربوط به‌نیروی پنجم از بین خواهد رفت دو سال بعد نظری ملایم‌تر در این مورد پیدا کرده است. طبق نظر وی «در غیاب دو تجربه با نتایج یکسان، هنوز نمی‌توانیم عقیده‌ای علمی در مورد این نیرو اظهار داریم».

حتی پژوهشگران با نتایج مثبت هنوز از دخالت در کار ایزاک نیوتون که طبق نظر همه یکی از بزرگترین متفکران تاریخ است، ابا دارند.

نیوتون که در سال ۱۶۴۲، یعنی سالی که گالیله درگذشت متولد شد، مردی با قدرت تمرکز خارق‌العاده بود. وی هنگام تحصیل در دانشگاه کمبریج سیستمی محاسباتی ابداع کرد که برای درک گرانش ضروری بود.

سالها بعد گرتفرید ویلهلم لایبنیتز ریاضیدان آلمانی سیستم مشابهی را گسترش داد، و طرفداران لایبنتیز مدعی ارجحیت آن شدند. یوهان برنولی ریاضیدان سویسی با طرح دو مسئله که احتیاج به‌استفاده از حساب انتگرال و دیفرانسیل داشتند درصدد رفع غائله برآمد.

نیوتون هر دو مسئله را ظرف ۲۴ ساعت حل کرد. در حالیکه لایبنیتز پس از چند ماه موفق به‌حل یکی از مسائل شده بود. بنابراین برنولی اظهار داشت که «شیر را از پنجه‌اش می‌توان شناخت».

در آن زمان بنابر نظریه مورد توجه دکارت فیلسوف معروف فرانسوی تصور می‌شد که سیارات و اقمار را گردبادهایی در «اثیر نامریی» در مدارهای خود حرکت می‌دهد. نیوتون به‌تفکر در این مورد پرداخت.

در فاصله ۱۸ ماه قبل از ۲۴ سالگی، نیوتون در مورد قوانین حرکت و گرانش عمومی کار کرد و نشان داد که نیرویی که سبب سقوط سیب می‌شود با نیرویی که ماه را در مدارش نگه می‌دارد، یکسان است.

قانون گرانش نیوتون، که توسط کلیهٔ دانشمندان حتی در صورت وجود نیروی پنجم پذیرفته شده است، نشان داد که دو جسم یکدیگر را با آهنگی متناسب با جرم و عکس مجذور فاصله‌شان جذب می‌کنند: جسمی که ده بار نزدیکتر است نیروی ربایشی صد بار شدیدتر را تجربه خواهد کرد.

حساب انتگرال و دیفرانسیل او، این مطلب را که چرا سیب به‌جای اینکه متمایل به‌کوه یا یک ساختمان بیافتد به‌طور مستقیم سقوط می‌کند، توجیه کرد: کلیهٔ جرم گرانشی زمین که در نقطه‌ای در مرکز سیاره متمرکز است، بر کشش ناچیز سایر اجسام غلبه می‌کند.

کتاب اصول نیوتون که برای احتراز از هر نوع سوءتفاهم با ریاضی مجرد نوشته شده است فقط برحسب اتفاق به‌چاپ رسید. تقریباً ۲۰ سال پس از توصیف گرانش توسط نیوتون، ادموند هالی، اخترشناس سلطنتی انگلستان، برای کمک در محاسبهٔ مدار سیارات با او ملاقات کرد. وی با توجه به‌اهمیت مطالبی که روی میز نیوتون انباشته شده بود با هزینهٔ شخصی اقدام به‌چاپ اثر وی کرد.

برخی بر این باورند که نیوتون واقعاً در اثر سقوط سیب به‌قانون گرانش عمومی رسید. به هرحال، دومین درخت میوه مشهور در تاریخ

ـ یا لااقل آنچه در سال ۱۸۲۰ به‌جای درخت اولیه کاشته شده است ـ هنوز در وولستروپ مانور محل تولد نیوتون که تا لندن فاصله چندانی ندارد، وجود دارد و میوه‌های کوچک بدمزه می‌دهد.

چون گرانش نیوتونی نوعی توپولوژی کیهانی است ـ ترکیبی از نیروهای هر ستاره و سیاره که اجسام آسمانی در فضا را جذب می‌کنند. مفهوم آن حتی با وجود نیروی پنجم ممکن است بدون تغییر بماند.

طبق گفتهٔ فیشباخ «چون نیروی پنجم ضعیف و برد آن محدود است، محاسبات سیاره‌ای هنوز تابع قانون نیوتون خواهند بود».

البته حتی اگر نیروی پنجم بتواند بر بالهای تکنولوژی بسیار دقیق امروزی جناح نیوتون را دور بزند، هنوز ناگزیر از رویارویی با آلبرت اینشتین یکی دیگر از متفکران بزرگ تاریخ است.

ـ در سال ۱۹۱۶ اینشتین اصول نیوتون را با نسبیت عام تعدیل کرد. در حالیکه جهان نیوتون منظم بود و مانند ساعت کار می‌کرد، جهان اینشتین عجیب و استقرار نایافته بود. طبق نظریهٔ اینشتین گرانش کششی ساده نیست، بلکه خود معمار جهان است. جهان اینشتین بستر وسیعی از گرانش است و نه آش شله‌قلمکاری از بیلیونها نیروی ربایشی.

طبق نظریهٔ اینشتین، در جهان کاملاً یکنواخت ـ یعنی جهانی که شامل ماده نیست ـ فقط زمان و صفحهٔ عظیمی از فضا وجود دارد که نمایندهٔ احتمال گرانش است. گرانش هنوز وجود ندارد ولی اگر ماده‌ای مانند یک ستاره در این جهان قرار گیرد. در صفحه زمان ـ فضا مانند فرورفتگی مشابه آنچه از قرار دادن یک گلوله بر بوم نقاشی به‌وجود می‌آید، ایجاد خواهد شد. این اثر فرورفتگی گرانش است.

طبق گفتهٔ راجر بلاند فورد از کالتک «از نظر نسبیت عام اینشتین به‌سهولت می‌توان گفت که گرانش اصلاً نیرو نیست بلکه رفتار عادی ماده در فضا ـ زمان است». طبق این نظریه گرانش انحنایی است که توسط اجسام مادی در فضا ـ زمان ایجاد شده است. جهان یعنی ماشینی که سوخت آن گرانش است، انحنی از منحنیهایی است که توسط اجسام آسمانی که بوم فضا ـ زمان را می‌فشارند، ایجاد شده است. البته این تصویر سادهٔ گلولهٔ بر روی بوم ـ بعد زمان را که برای اینشتین بسیار اساسی است، حذف می‌کند.

شکوه نسبیت عام، یکی از نیرومندترین اظهارات علمی تمام زمانها، به‌واسطه پیش‌بینی‌هایی است که نیوتون قادر به‌انجام آنها نبود. طبق نظر اینشتین، گرانش در صورت شدید بودن، زمان را کند و فضا را خم می‌کند. در سال ۱۹۱۹ اختر فیزیکدانها متوجه شدند که جرم عظیم خورشید فضا را به‌اندازه کافی برای کند کردن نوری که از آن می‌گذرد، خم می‌کند. بنابراین، می‌توان جابجایی ظاهری ستاره‌ای را که پشت خورشید قرار دارد، توجیه کرد.

ـ امروزه فیزیکدانها فکر می‌کنند که گرانش نقش عظیمی در شکل‌گیری عالم در دوران طفولیت آن یعنی هنگامی که ماده در اثر کشیده شدن به‌سوی مواد دیگر در اثر گرانش به‌صورت ستارگان و کهکشانها درآمده است، ایفا کرده است. بعضی فیزیکدانها بر این باورند که این نیرو در صورتی که انبساط کنونی جهان در یک انقباض گرانشی وارون شود، نهایتاً سبب پایان جهان نیز خواهد شد.

ـ گرانش مسئول وجود عجیب‌ترین موجود در باغ‌وحش کیهانی است این موجود عجیب که «سیاهچاله» نام دارد به اندازه‌ای چگال است که سرعت لازم برای گریز از گرانش آن از سرعت نور بیشتر است. طبق نظر اینشتین، طی یک واقعه خشونت بار در فضا مانند تولد یک سیاهچاله، امواج گرانشی در میدان فضا ـ زمان به حرکت درمی‌آیند. مانند امواج ضربتی ناشی از یک زمین لرزه در زمین. آشکارسازهای بسیار حساس امواج گرانشی برای آشکارسازی این علائم در نقاط مختلف کره زمین قرار داده شده‌اند ولی تاکنون موفق به ثبت علامت بدون ابهامی نشده‌اند.

به واسطهٔ وجود نیوتون و اینشتین، امروزه دانشمندان می‌توانند اثر گرانش را به دقت اندازه بگیرند ولی هنوز کسی بدرستی نمی‌داند که چه چیز باعث آن می‌شود.

مکانیک کوانتومی که طی سالهای ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰ گسترش یافت، چگونگی کار سه نیروی دیگر را به تفصیل بیان می‌کند. متأسفانه دراین مورد شبهه‌ای ایجاد شده است. طبق نظریه گرانش عام رفتار هر جسم بزرگ ـ یک ستاره، یک سیاره یا یک توپ فوتبال ـ کاملاً قابل پیش‌بینی است. در حالیکه مکانیک کوانتومی فقط قادر به پیش بینی رفتار ماده در مقیاس زیراتمی به طریق آماری است. و این بدان معنی است که قوانین مختلف برای این دو قلمرو وجود دارند.

اینشتین قادر به تحمل اتفاقی بودن مکانیک کوانتومی نبود طبق نظر او «خداوند تاس نمی‌اندازد». اینشتین ۳۰ سال برای یافتن نظریهٔ واحدی که به تنهایی قادر به تشریح ذرات ریز اتمی و هندسه منحنی گرانش باشد، صرف کرد. راز این نظریه که فیزیکدانها آنرا به شوخی «نظریه همه چیز» می‌نامند، ممکن است در آغاز جهان باشد. یعنی هنگامیکه فقط یک نقطه با گرما و چگالی بی‌پایان و انرژی خالص وجود داشت، دراین هنگام احتمالاً تمام چهارنیرو در حال تقارن بودند.

با انفجار جهان به سمت خارج تقارن شکسته شد و نیروها از یکدیگر جدا شدند. سه نیرو با استفاده از حاملین نیروی بسیار کوچک به نام بوزون در جهان داخل اتم مشغول کار شدند. بوزونها که ذراتی با عمر کوتاه‌اند بین الکترونها و پروتونها و نوترونها در حرکتند و آنها را بیکدیگر متصل یا از هم دور می‌سازند. طبق نظریهٔ بعضی فیزیکدانها ذراتی به نام گراویتون همین کار را در مورد گرانش انجام می‌دهند. ولی

تاکنون، ردی از گراویتون بدست نیامده است.

طبق نظر بلند فورد از کالتک «نسبیت عام و مکانیک کوانتومی دو چیز مختلف‌اند» که یکی مربوط به نسبیت‌ودیگری راجع‌به فیزیک اتمی است. «یک طرف نظریه هندسه دارد و دیگری گرانش را به صورت نوع دیگری از نیروی کوانتومی می‌نگرد.

فیزیکدانان نظری با استفاده از هندسهٔ چند بعدی سعی در غلبه براین شکاف کرده‌اند راجر پن‌رز از دانشگاه اکسفورد که ذهن آفریننده و هندسی وی سبب الهام هنرمند هلندی ام. سی. اشر شده است، دنیای زیراتمی را متشکل از اجسام هشت بعدی به نام «تویستور» می‌داند که تمام چهارنیرو از آنها تولید می‌شود.

مدعی دیگر عنوان «نظریهٔ همه چیز» که به اندازه نظریهٔ قبلی عجیب است، نظریه ابر تار می‌باشد.طبق این نظریه‌که مخلوق ذهن جان شوارز از کالتک و مایکل گرین از دانشگاه لندن است جزء اساسی ساختمان عالم تارهایی از انرژی نوسانی است. این تارها که ممکن است باز یا حلقه‌ای باشند، به طور باورنکردنی کوچک‌اند: نسبت ابعاد تار به اتم مانند ابعاد اتم به منظومهٔ شمسی است. این تارهای همیشه متحرک به یک رقص دسته‌جمعی مشغولند، نوسان می‌کنند، بهم می‌خورند، برهم می‌لغزند و طی این فرایند کلیهٔ ذرات زیراتمی از جمله گراویتون گریز پا را تولید می‌کنند. این نظریه هندسهٔ نسبیت عام را با اتفاقی بودن مکانیک کوانتومی ترکیب می‌کند. طبق گفتهٔ شوارز «همواره مسئله برازش گرانش دراین طرح وجود داشته است ولی با استفاده از تارها، نه تنها گرانش وارد می‌شود، بلکه وجود آن ضروری است». البته او قبول دارد که نظریهٔ ابر تار هنوز یک تجرید ریاضی است.

بعضی نظریه‌پردازان براین باورند که نیروی جدیدی مانند نیروی افرائیم فیشباخ درست همان چیزی است که برای یک کاسه کردن گرانش و سه نیروی کوانتومی فیزیک ضروری است.

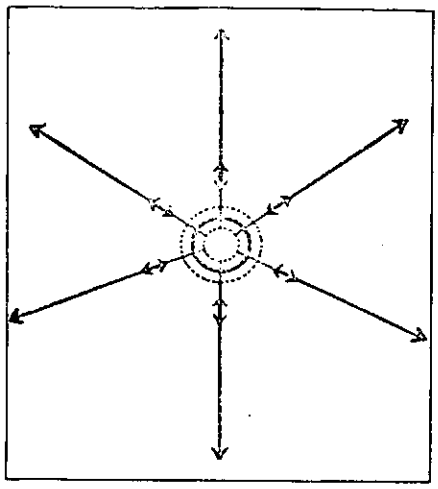
بدون شک امکان وجود نیروی پنجم مرموز جستجوگران را به تکاپو واداشته است. نیروی ضد گرانش می‌تواند قلب همه را به تپش اندازد. اگر بتوانیم چنین نیرویی رامهارکنیم ممکن است روزی ساختمان سازی بدون استفاده از جرائقال، آسانسورهای بدون کابل و سفینه‌های فضایی بین سیارات با استفاده از «ابررانش» نیروی پنجم داشته باشیم. بدیهی است که هیچیک از این امکانات از نظر ابرقدرتها پوشیده نمانده است. پژوهشهای پرخرج در جهت مشخص کردن این نیرو در حال حاضر در آزمایشگاه ملی لوس آلاموس با همکاری فیزیکدانهای ایتالیایی در دست انجام است. هدف این آزمایشها مطالعه اثر احتمالی این نیرو بر پادماده است.

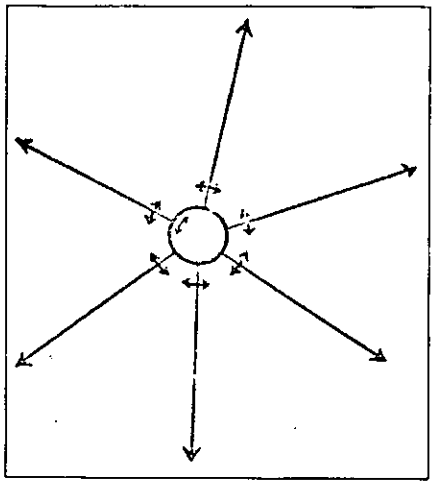
دانشمندان آژانس فضایی اروپایی آزمایشی را در فضا برنامه‌ریزی می‌کنند که هدف آن اندازه‌گیری دقیق تأثیر نیروی پنجم براجسامی است که تحت تأثیر نیروی گرانش زمین قرار ندارند. دانشمندان ژاپنی آزمایشگاه ملی متوکوبا یک روتور بزرگ را برای مشاهدهٔ اثر نیروی پنجم بر مواد مختلف به چرخش درخواهند آورد و دانشمندان ایتالیایی در سرن آزمایش مشابهی را برای تعیین برد نیروی فرضی جدید انجام خواهند داد.

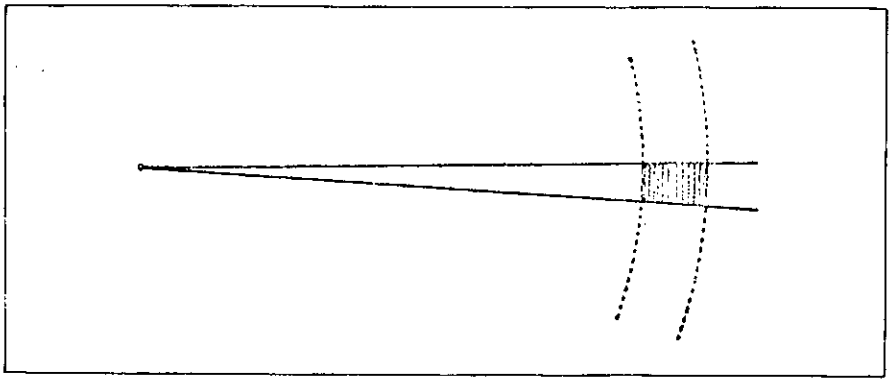
گرانش عملاً در همه چیز مؤثر است. تقریباً کار تمام وسایل مکانیکی روی زمین از ساعت گرفته تا سدهای هیدروالکتریک، مبتنی برگرانش است. همینطور زندگی درروی کره زمین: گرانش ترکیب بدنی ما را تعیین و مانع افتادن ما از سطح گلوله‌ای می‌شود که سرعت آن در استوایش هزاران کیلومتر در ساعت است. طبق گفتهٔ دکتر رالف پلیگرا، رئیس مرکز پژوهشهای پزشکی ناسا «ما فرزندان گرانشیم. با پیرشدن به نقطه‌ای می‌رسیم که ناچار از تسلیم در برابر آن هستیم. پوست پرچین و چروک، رگهای گشاد، ورم مفاصل، نارسایی قلبی همه ناشی از شکست ما در مقابل گرانش است». ما نمی‌توانیم آنرا لمس یا مشاهده کنیم ولی این نیرو راهنمای سرنوشت تکامل گیاهان و حیوانات بوده و شکل و اندازه اندامهای بدن را تعیین می‌کند». ستون فقرات انسان پایه و بازوان ما اهرمهایی هستند که برای غلبه بر گرانش ساخته شده‌اند. هر استخوان و ماهیچه طوری قرار گرفته است که تحرک در یک g را ماکزیمم کند. اگر باور نمی‌کنید به شکل موجوداتی بنگرید که در محلی که گرانش قابل ملاحظه نیست یعنی در آب تکامل یافته‌اند.» می‌توانید بشرواره‌هایی را مجسم کنید که در ماه تکامل یافته‌اند. این موجودات در گرانشی یک ششم گرانش زمین قدی دو برابر ما خواهند داشت و یا می‌توانید موجوداتی را در نظر بگیرید که در روی مشتری با جرمی ۳۱۸ برابر جرم زمین با پاهای کوتاه خود مانند پنکیک بنظر خواهند رسید.

در روی کره زمین نیز گرانش برای حشرات چندان مهم نیست. در حقیقت این نیرو برای حیوانات کوچکتر از موش خطری جدی نمی‌باشد. طبق گفتهٔ جی. بی. اس. هالدین متخصص ژنتیک بریتانیایی «شما می‌توانید یک موش کوچک را از ارتفاع هزار متری پایین اندازید. در برخورد با زمین موش شوک خفیفی دریافت و به حرکت خود ادامه می‌دهد. یک موش صحرایی در اثر این عمل کشته می‌شود، انسان کاملاً در هم شکسته و یک اسب له می‌شود».

قبل از مواجهه با محیط با gصفر نمی‌دانستیم که بدن انسان تا چه اندازه وابسته به گرانش است. در این‌مورد می‌توانیم از تجربه فضانوردان شوروی استفاده کنیم که بیشترین سابقه اقامت در gصفر را داشته‌اند. آلگ اتکوف فضانورد ایستگاه فضایی سالیوت ۷ در اولین شب اقامت در فضا با ناراحتی اینطرف و آنطرف می‌رفت.







هماهنگ با این حرکت متناوباً زیاد و کم می‌شود. امتدادی که موج در آن پراکنده می‌شود و خطی را که این نوسانات بر آن انجام می‌گیرد، یکی است. این نوع موج را موج *طولی* می‌نامند. آیا موج منحصر به همین یک نوع است؟ برای مطالعات بعدی ما توجه به این نکته کمال اهمیت را دارد که بدانیم نوع دیگر از موج به نام *امواج عرضی* نیز وجوددارد.

در مثال سابق خود تغییری می‌دهیم: همان کره را داریم، منتها به جای آن که در هوا یا آب غوطه‌ور باشد، در مادهٔ چسبناکی جای گرفته است. بعلاوه دیگر نمی‌تپد، بلکه به شکل منظمی به دور یک محور ثابت، به زاویهٔ کوچکی در یک جهت دوران می‌کند و سپس در جهت عکس می‌چرخد. مادهٔ چسبنده به کره می‌چسبد و قسمتهای چسبیده ناچار از حرکت کره تقلید خواهند کرد. این قسمتها به نوبهٔ خود قسمتهای مجاور خود را وادار به تقلید می‌سازند و الی آخر، بطوری که موجی در محیط پدید می‌آید. اگر اختلاف میان حرکت ماده و حرکت موج را در نظر آوریم، می‌بینیم که این دو حرکت بر یک خط انجام نمی‌گیرند: موج در امتداد شعاع کره منتشر می‌شود، در صورتی که جهت حرکت ذرات محیط عمود بر این امتداد است. به این ترتیب موجی عرضی ایجاد کرده‌ایم.

امواجی که بر سطح آب منتشر می‌شوند امواج عرضی هستند: چوب پنبه‌ای که روی آب واقع است در جای خود بالا و پایین می‌رود، اما موج بر روی سطح افقی پیش می‌رود. از طرف دیگر امواج صوتی آشناترین نمونهٔ امواج طولی محسوب می‌شوند.

یک نکتهٔ دیگر: موجی که به توسط کرهٔ تپنده یا کرهٔ نوسان کننده در محیطی همگن ایجاد می‌شود، موجی کروی است، و به این جهت چنین نامیده می‌شود که در هر لحظه تمام نقطه‌هایی که بر روی کره‌ای محیط بر چشمهٔ موج واقعند، حالت واحدی را دارند. قطعه‌ای از یکی از این کره‌ها را در فاصلهٔ زیادی از چشمه، در نظر می‌گیریم. هر اندازه که این قطعه دورتر باشد و خود آن قطعه کوچکتر انتخاب شود، شباهت آن به صفحهٔ مستوی زیادتر می‌گردد. اگر خیلی زیاد در بند دقت نباشیم، می‌توانیم بگوییم میان قسمتی از یک صفحه و قطعه‌ای از سطح کره‌ای که شعاع آن خیلی بزرگ است، تفاوت محسوسی وجود ندارد. به همین جهت در بحث از قسمت کوچکی از یک موج کروی، که به فاصلهٔ زیاد از چشمه قرار دارد، از موج تخت نام می‌بریم. در شکل هر اندازه که قسمت هاشور زده از مرکز کره‌ها دورتر و زاویهٔ میان دو شعاع، کوچکتر باشد، موج‌تخت بهتر نمایش داده شده است. مفهوم موج تخت مثل بسیاری از مفاهیم دیگر فیزیکی قصه‌ای است که فقط به درجهٔ معینی از دقت، تحقق می‌یابد. مع‌ذلک مفهومی است بسیار مفید که بعدها به آن محتاج خواهیم شد.

۱ ــ آلبرت آینشتاین ــ لئوپولد اینفلد (۱۹۶۰)، تکامل فیزیک، شرکت سهامی انتشارات خوارزمی، ترجمهٔ احمد آرام (۱۳۶۱)

دستگاهی برای آموزش فیزیک

ترجمه: رامین گلستانیان

حرکت دایره‌ای و یک دستگاه عکس مجذوری:

تجربه‌های معمولی و رایج در حرکت چرخشی، روابط ریاضی جالبی را بین سرعت و شعاع دوران نشان می‌دهد، ولی آنها درباره ماهواره‌ها و حرکت سیاره‌ها اطلاعات زیادی به‌ما نمی‌دهند. با استفاده از دستگاهی که یک نیروی مرکزگرا، متناسب با عکس مجذور فاصله را تأمین کند، می‌توان اثرات نیروهای گرانشی را به‌نمایش گذاشت. در اینجا ما به‌بررسی سه آزمایش می‌پردازیم که می‌توان آنها را روی یک میز هوا (air table) انجام داد. در رابطه با دو آزمایش اوّل من چند پیشنهاد دارم که ممکن است برای بعضی از خوانندگان جدید باشد. در آزمایش سوّم از «دستگاه عکس مجذوری» برای شبیه‌سازی حرکت یک ماهواره استفاده شده است.

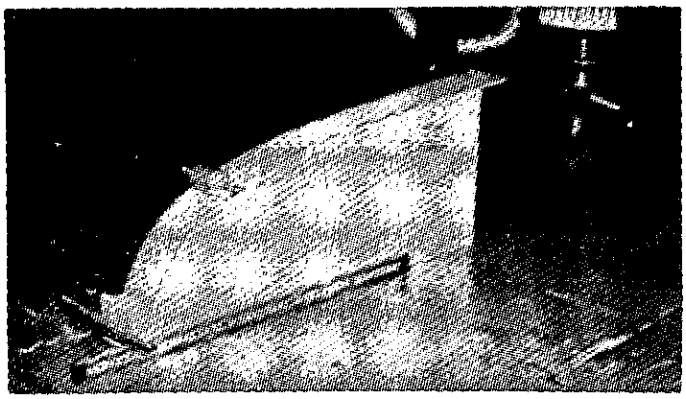
آزمایش اوّل:

در این آزمایش نیروی مرکزگرا توسط یک وزنه (شکل ــ ۲) تولید می‌شود و حرکت بوسیلهٔ عکاسی استروبوسکوپی تحلیل می‌شود.

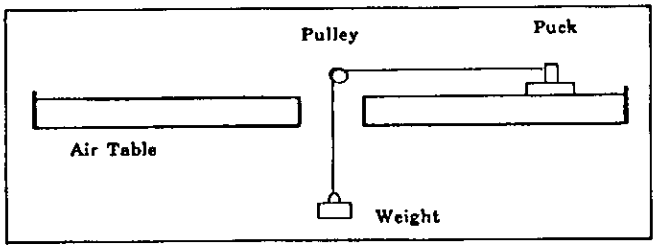
برای کمک به‌حل مشکل اندازه‌گیری‌های کوچک و دقیق، از هر وضعیت قرص عکسی گرفته می‌شود. سپس سوراخهایی در محل قرص در هر وضعیت، بر روی عکس تعبیه می‌شود و این عکس در یک چهارچوب کاغذی در یک پروژکتور قرار داده می‌شود. مسیر حرکت قرص را می‌توان روی یک تختهٔ سفید (chalk board) دید و این مسیر را می‌توان روی تخته رسم کرد.

برای تهیهٔ یک مقیاس، باید از یک خط کش نیم‌متری در روی میز هوا عکس‌برداری شود سپس در هر طرف خط کش در روی عکس، باید سوراخی ایجاد شود. دو نقطه روی تخته به‌فاصله ۵۰ سانتیمتر از هم‌درنظر می‌گیریم. سپس آن عکس درون پروژکتور قرار می‌گیرد و پروژکتور را آنقدر جابجا می‌کنیم تا دو نقطهٔ نوری با دو نقطه‌ای که روی تخته قرار داشت منطبق شوند. حالا تمام فاصله‌ها روی تخته برای هر عکسی که از همان محل دوربین گرفته شود، به‌اندازه‌های واقعی خود در روی تخت هوا هستند.

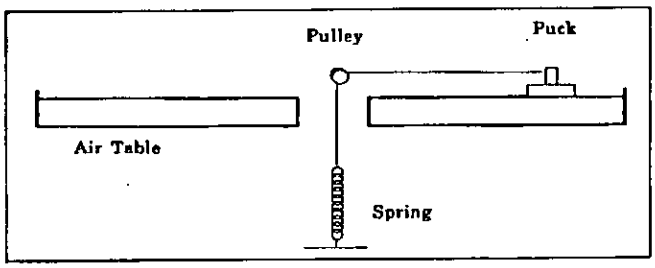
حالا می‌توان شعاع دایره (R) و همچنین فاصلهٔ بین وضعیتهای مختلف قرص را از روی تخته اندازه‌گیری کرد. اگر زمان بین دو عکس‌برداری متوالی را بدانیم، می‌توانیم سرعت قرص (V) را محاسبه کنیم.



شکل ۱ ــ دستگاه عکس مجذوری که در آزمایش سوّم استفاده شده است.



شکل ۲ ــ نیرو مرکزگرا ثابت است

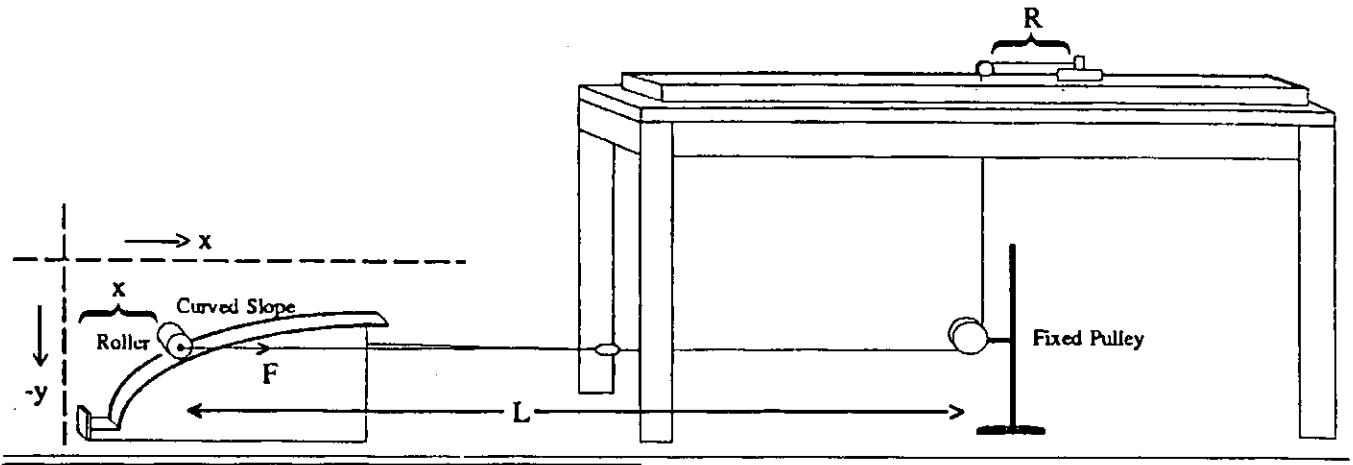


شکل ۳ ــ نیروی مرکزگرا متناسب با شعاع حرکت است.

پس از اندازه‌گیری چند مقدار مختلف برای V و R، می‌توانیم منحنی V^2 برحسب R را رسم کنیم. جرم قرص را می‌توان با استفاده از شیب این منحنی و وزن وزنه‌ای که به‌انتهای ریسمان بسته شده است، تعیین کرد.

آزمایش دوّم:

در این آزمایش نیروی مرکزگرا به‌طریق دیگری تأمین می‌شود و برای اینکار از یک فنر استفاده می‌شود که یک طرفش به‌ریسمان بسته شده است و طرف دیگرش به‌زمین‌محکم‌شده‌است (شکل ــ ۳).



شکل ۴ ــ نیروی مرکزگرا متناسب با عکس مجذور شعاع حرکت است.

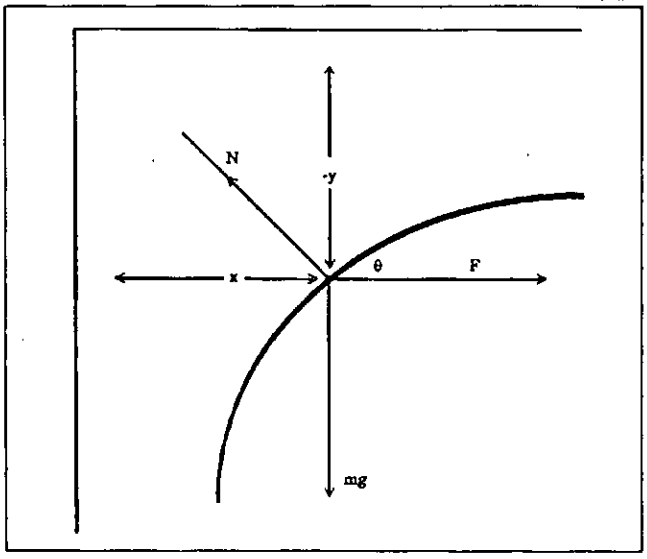
وضعیت فنر طوری تنظیم شده است که هنگامی که شعاع حرکت قرص صفر است، فنر در حالت عادی قرار دارد و کشیده نشده است. بنابراین نیروی مرکزگرا متناسب با شعاع حرکت قرص (این شعاع برابر افزایش طول فنر است) می‌باشد. بهتر است که بین ریسمان و فنر دستگاهی قرار دهیم که از چرخیدن فنر جلوگیری کند.

این آزمایش را می‌توان بصورت آزمایش اوّل انجام داد و بررسی آن نشان می‌دهد که سرعت قرص با شعاع حرکت آن متناسب است و درنتیجه سرعت زاویه‌ای و پریود چرخش ثابت هستند. روش دیگری نیز وجود دارد که بوسیلهٔ آن می‌توان نشان داد که پریود چرخش برای شعاعهای مختلف ثابت است. بجای نمایش دادن تصویر بوسیله پروژکتور بر روی تختهٔ سفید، یک پرتوی لیزر را در یک طرف میز و یک سلول فتوالکتریک و یک زمان‌سنج را در طرف دیگر میز به‌گونه‌ای قرار می‌دهیم که یک میله که بطور عمودی روی قرص قرار گرفته است، آن پرتو را در هر نیم‌دور یک بار قطع کند. زمان هر دور چرخش تقریباً به‌ازای همهٔ شعاعهای دوران یکسان باقی می‌ماند.

آزمایش سوّم ــ نمایش حرکت ماهواره‌ها:

شکل‌های ۱ و ۴ دستگاه عکس مجذوری من را نشان می‌دهند. این دستگاه نیروی مرکزگرایی متناسب با عکس مجذور شعاع حرکت دورانی قرص ایجاد می‌کند و باعث می‌شود که آن قرص مانند یک ماهواره عمل کند.

کشش نخ در یک طرف نیروی مرکزگرای قرص را تأمین می‌کند. در طرف دیگر کشش نخ نیرویی بر یک غلتک وارد می‌کند که می‌تواند آنرا بر روی یک مسیر منحنی به‌بالا یا پایین حرکت دهد (شکل ــ ۴). اگر طول L به اندازهٔ کافی بزرگ باشد، نیروی F تقریباً همیشه افقی خواهد بود. فاصلهٔ x باید برابر شعاع دایرهٔ حرکت قرص باشد. نیروهایی که به‌غلتک وارد می‌شوند در شکل ۵ نمایش داده شده‌اند.



شکل ــ ۵: تعادل نیروهایی که به‌غلتک وارد می‌شود.

(در این حالت اصطکاک لغزشی وجود ندارد و از اصطکاک غلتشی نیز صرف‌نظر شده است.)

در نقطه‌ای از منحنی، این غلتک در حال تعادل است. بطوریکه داریم

$$F\cos\theta = mg\sin\theta \quad (۱)$$

و از آنجا

$$F = mg\,tg\,\theta \quad (۲)$$

حال می‌خواهیم $F = \frac{k}{x^2}$ باشد و داریم $tg\theta = \frac{dy}{dx}$. این مقادیر را در معادلهٔ (۲) جایگزین می‌کنیم و داریم.

$$\frac{dy}{dx} = \left(\frac{k}{mg}\right)\frac{1}{x^2} \quad (۳)$$

اگر از معادله (۳) انتگرال بگیریم، خواهیم داشت.

$$y = \left(\frac{-k}{mg}\right)\left(\frac{1}{x}\right) + const \quad (۴)$$

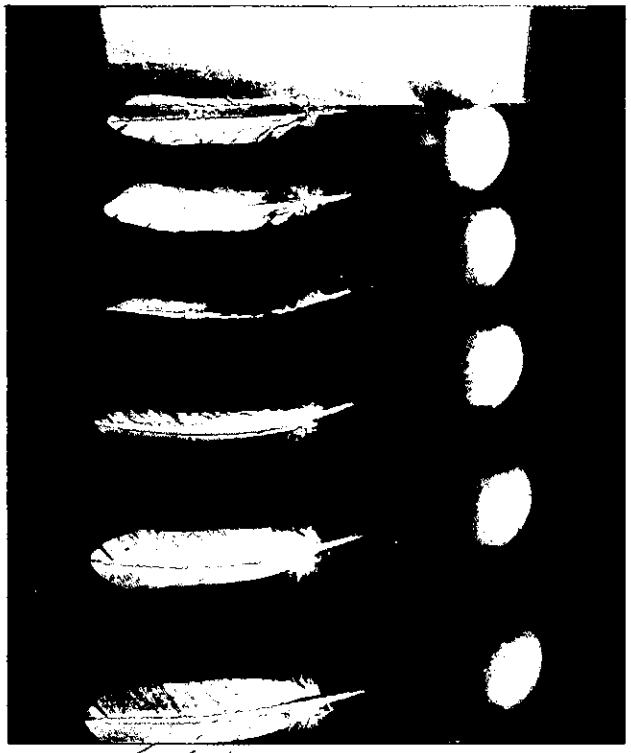
بنابراین سطح موردنظر ما یک منحنی $(\frac{-1}{x})$ است.

من با کمال میل حاضرم که پیشنهاداتی در مورد معادلهٔ شیب سطح و جرمهای مناسب برای قرص و غلطتک برای شما داشته باشم.

The Physics teacher Feb 1989

در جستجوی اسرار گرانش[1]

ترجمه: دکتر منیژه رهبر
گروه فیزیک دانشگاه تهران



در اواخر سال ۱۹۸۵ افرائیم فیشباخ فیزیکدان نظری دانشگاه پوردودرایندیانا با مسئله‌ای مواجه شد که در صورت صحت بزرگترین اکتشاف پس از توجه به سقوط سیب و توجیه آن توسط نیوتون بود. فیشباخ فکر می‌کرد یک نیروی طبیعی جدید را کشف کرده است که ضدگرانش است. این کشف در صورت واقعیت سبب تجدیدنظر در نگرش ما به جهان می‌شد.

برای اثبات این کشف خود، فیشباخ باید تأثیر گرانش را بر مارچوب[2] بررسی می‌کرد. ولی او هیچ اطلاعی در مورد این چوب و محل یافتن آن نداشت.

فیشباخ در راه خطرناکی گام نهاده بود. گرانش، که سه قرن قبل توسط نیوتون کشف شده است، بنیاد دانش نوین است. کتاب اصول نیوتون که غالباً بزرگترین کتاب علمی جهان نامیده می‌شود، مکانیک گرانش و در نتیجه تمام جهان را پایه‌ریزی کرده است.

به عنوان نیرویی که اجزاء ماده را بهم می‌پیوندد، گرانش دارای کشش بی‌پایان است. این نیرو سبب گردش ماه به گرد زمین، زمین به دور خورشید و منظومهٔ شمسی در کهکشان می‌شود، و جهان را در رقص مرگ و زندگی رهبری می‌کند.

از چهار نیروی شناخته شده، گرانش اولین نیرویی است که بشر متوجه آن شد ولی کمتر از همه درک شده است. سایر نیروها عبارتند از الکترومغناطیسی که آنرا به صورت الکتریسیته، مغناطیس و نور می‌شناسیم؛ نیروی قوی که اجزاء هسته اتم را بهم می‌پیوندد؛ و نیروی ضعیف که سبب واپاشی رادیواکتیو می‌شود.

گرچه گرانش حاکم بر جهان است، ولی سایر نیروها بمراتب از آن قویترند. به عنوان مثال میدان الکترومغناطیسی هر مغناطیس کوچک در فاصله چند سانتیمتری بمراتب از کل میدان گرانشی زمین قویتر است. میدان گرانشی به اندازه‌ای ضعیف است که وقتی سنگی را بلند می‌کنید، ماهیچه‌های شما به آسانی بر ربایش کل سیاره به جرم (6×10^{24}kg) غلبه می‌کند.

علاوه بر آن، گرانش تنها نیرویی است که بشر قادر به کنترل آن نیست. ما می‌توانیم سایر نیروها را کم و زیاد و گاهی وارون کنیم، ولی این مطلب در مورد گرانش صحیح نیست. این نیرو نمی‌تواند بازتاب یابد، متوقف یا کند شود. نیرو همواره ربایشی است و هیچگاه رانشی نمی‌شود. لااقل تا زمان افرائیم فیشباخ.

فکر ضدگرانش ابتدا در سال ۱۹۷۹ در ذهن فیشباخ رسوخ کرد. او به اتفاق فیزیکدانی دیگر، یافته‌های یک شتابدهندهٔ اتمی را بررسی می‌کردند که به نتایج شگفتی برخوردند که قادر به توجیه آنها نبودند.

ذراتی به نام کائون در شتابدهنده رفتاری عجیب در مخالفت با گرانش داشتند. فیشباخ و همکارش کلیه توجیه‌های ممکن را در نظر

خوابیدن غیر ممکن بود. سر او که عادت به وزن خود در روی بالش داشت، بزرگ و سبک می‌نمود. صورت او در اثر خونی که دیگر در اثر گرانش در پاها نبود، باد کرده بود. وقتی چشمانش را می‌بست، احساس سرگیجه می‌کرد زیرا بدون گرانش گوش داخلی نمی‌تواند جهت بالا و پایین را تشخیص دهد.

اتکوف که یک فیزیکدان فضایی است به‌صورت یک موضوع آزمایشی برای اصل هم‌ارزی اینشتین در آمده بود. طبق این اصل تفاوتی بین اثر گرانش و شتاب وجود ندارد و این دو هم‌ارزند. بنابراین شخص در حال سقوط وزن خود را حس نمی‌کند، ایده‌ای که منجر به نظریهٔ بزرگ گرانش یعنی نسبیت عام شده است.

یک ایستگاه فضایی دوار، مانند ماه، همواره به سمت زمین سقوط می‌کند. فقط حرکت آن به سمت جلو مانع از برخورد آن با زمین می‌شود. برای آتکوف حضور در سفینهٔ فضایی با حضور در یک آسانسور در حال سقوط آزاد، یکسان بود. واکنش بدن اتکوف بسیار شدید بود. ماهیچه‌های او، که دیگر برای نگهداری و بلند کردن اشیاء ضروری نبودند، علیرغم ورزش شدید روزانه ضعیف شدند. همینطور استخوانهای اتکوف که بیکار بودند کلسیم خود را از دست دادند و سبک شدند. وی در بازگشت به زمین بقدری ضعیف بود که مجبور به حمل وی با برانکارشدند.

پژوهشگران پزشکی در مورد یک سفر برنامه‌ریزی شده به مریخ که رفت و برگشت آن سه سال به طول می‌انجامد، نگرانند. به گفته دکتر هارولد سند لر از ناسا «چه سود از فرستادن انسانی بر مریخ که هنگام رسیدن به آنجا نمی‌تواند روی پای خود بایستد».

به عقیدهٔ برخی متخصصین استفاده از گرانش مصنوعی ضروری است. حصول به‌این هدف در سفینه‌ای که به کندی می‌چرخد امکان‌پذیر است.

یک سفینهٔ فضایی گردان می‌تواند مسائل موجود در رشد گیاهان در گلخانه‌های فضایی را کم کند. در صفر g گیاهان می‌توانند با ریشهٔ رو ببالا و ساقهٔ رو به پایین بروند، در حالیکه آب بدون وزن نمی‌تواند در خاکی نفوذ کند که از ریشه‌ها دور می‌شود. و این موضوع مسائل بسیار به وجود می‌آورد زیرا گیاهان برای تولید غذا و اکسیژن در پروازهای بین سیاره‌ای ضروری هستند.

از زمانی که نیوتون برای اولین بار متوجه مرموزترین نیروی طبیعت شد تاکنون، اطلاعات بسیاری انباشته شده است ولی آیا این اطلاعات می‌توانند به روشن شدن موضوع کمک کنند. در حال حاضر ماهواره‌های مداری مانند لاگئوس و ژئوست تغییرات میدان گرانشی زمین را ثبت می‌کنند. برای اینکار، پژوهشگران بالا و پایین رفتن ماهواره در اثر گرانش زمین را تعیین می‌کنند. برای مثال، ماهواره‌ها افت قابل ملاحظه‌ای در بالای «بی‌هنجاری اقیانوس هند» در مجاورت افریقا دارند. که در آن سطح زمین برآمده و کشش گرانشی به‌طور قابل ملاحظه‌ای شدید است.

طی مأموریت آپولوی ۱۱ به کرهٔ ماه در سال ۱۹۶۹، ناسا ناگهان متوجه تغییرات گرانش در آنجا شد. هنگامی که مدول قمری «ایگل» در دریای آرامش فرود آمد. نیل آرمسترانگ از انحراف هفت کیلومتر در محل فرود که خطایی بالقوه مهلک بود، بسیار متعجب شد. دانشمندان پروژه بعداً متوجه شدند که سفینه در اثر گرانش شدید دره‌های بزرگ ماه منحرف شده است. این نقاط تاریک روی سطح ماه به عمق ۳ تا ۸ کیلومتر از بازالت که یک کانی چگال است، پر شده‌اند، چیزی که قبل از سفر نادیده گرفته شده بود.

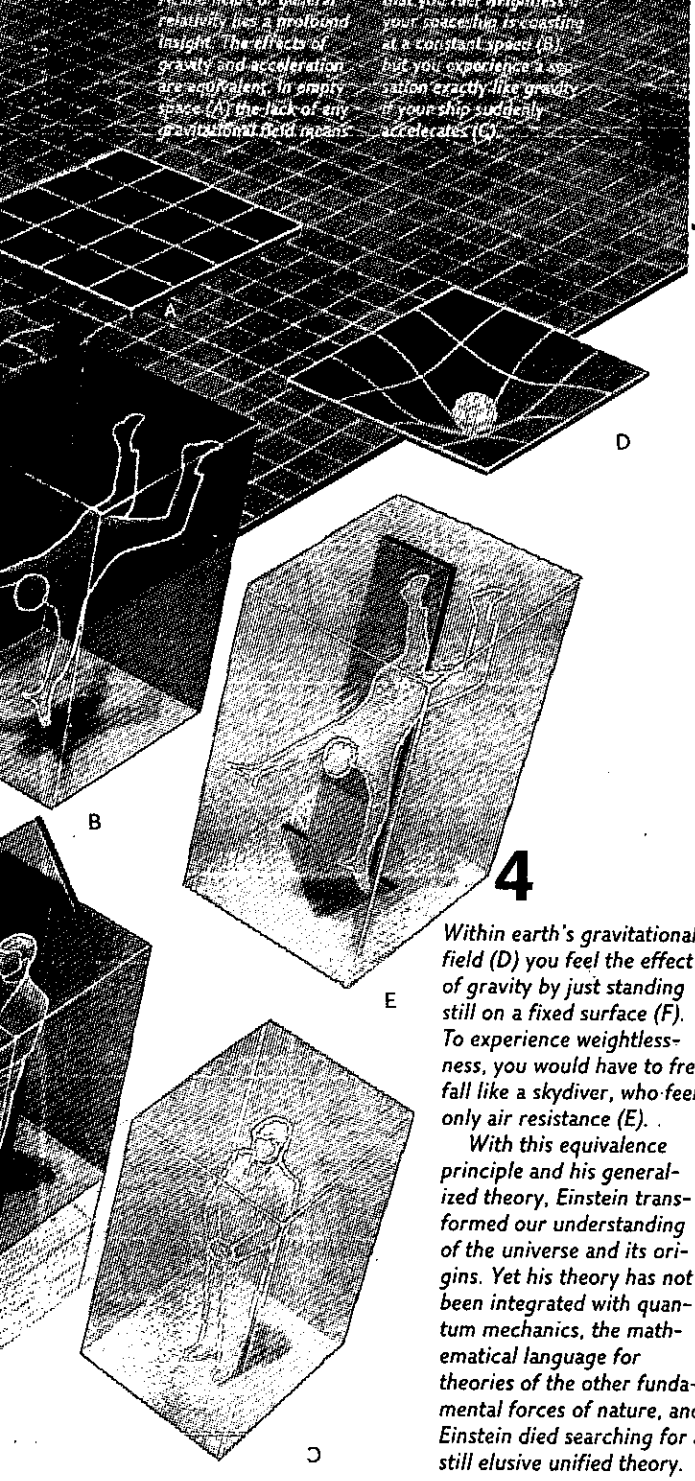
در روی زمین نقشه برداری دقیق از گرانش برای ردیابی، پیش‌بینی فعالیت آتشفشانی، سیستمهای راهنمای هواپیماها، کشتیها و موشکها و مطالعه درون زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد. بی‌نظمی در چگالی پوستهٔ زمین گرانش اندازه‌گیری شده در سطح را تغییر می‌دهد. برای مثال، گرانش در افریقای مرکزی و هیمالایا شدید و در خلیج هودسن و اقیانوس هند به‌طور قابل ملاحظه‌ای ضعیف‌تر است. به کمک این امر می‌توانیم تصویری از دینامیک مرکز و پوسته زمین رسم کنیم تا در زمین‌شناسی به‌ما کمک کند.

گرانش حتی در محلهای مسطح تغییر می‌کند ــ که برای جستجوی کانیها و نفت قابل توجه است ــ با استفاده از گرانش‌سنج می‌توان نقاط با گرانش قوی محتوی کانیها و محلهای با گرانش ضعیف مربوط به گنبدهای نمک پر از نفت را مشخص کرد.

این سنجه‌ها کشش گرانشی بر روی یک جسم آویخته را تعیین می‌کنند، که بسیار شبیه به آزمایشهای مربوط به نیروی پنجم است. مدلهای تجارتی در حدود ۴۰۰۰۰ دلار قیمت دارند ولی می‌توانند تغییری برابر ۰/۰۰۱ گرم در وزن شخص را مشخص سازند. به‌کمک آنها می‌توان به حضور فردی در پشت دیوار و یا وجود یک راهروی زیرزمینی پی برد.

ما از کشف نیوتون استفاده کرده‌ایم. آیا ممکن است روزی بتوانیم آنرا کنترل کنیم؟ پاسخ این سؤال احتمالاً منفی است، زیرا میدان فضا ــ زمان مانند سایر نیروها حامل بارهای مثبت و منفی نیست. البته، بعضی فیزیکدانها، بر این باورند که گرانش با علامت منفی می‌تواند در گوشه‌ای از جهان موجود باشد. و یا در محلی ممکن است جرم منفی که قادر به خنثی کردن گرانش جرم مثبت باشد، وجود داشته باشد.

علاوه بر آن، مدعیانی مانند افرائیم فیشباخ نیز وجود دارند. هم اکنون دانشمندان در جستجوی موارد استفاده نیروی پنجم‌اند. ولی طبق گفته فیشباخ «ما نمی‌دانیم که این نیرو ما را به کجا می‌برد،



Within earth's gravitational field (D) you feel the effect of gravity by just standing still on a fixed surface (F). To experience weightlessness, you would have to free fall like a skydiver, who feels only air resistance (E).

With this equivalence principle and his generalized theory, Einstein transformed our understanding of the universe and its origins. Yet his theory has not been integrated with quantum mechanics, the mathematical language for theories of the other fundamental forces of nature, and Einstein died searching for a still elusive unified theory.

شکل ۱ ــ چگونگی عملکرد گرانش

سنگها سقوط می‌کنند، آب دریاها بالا و پایین می‌رود، سیارات گرد خورشید می‌گردند. چرا؟ زیرا اجسام یکدیگر را جذب می‌کنند. این ایده انقلابی در سال ۱۶۸۷ توسط سر ایزاک نیوتون پیشنهاد شد که رفتارش را با معادلات دقیق و منظم فرمولبندی کرد. بهرحال، نیوتون اثرات گرانش را در مقیاس کیهانی توصیف نکرد. هنگامیکه آلبرت اینشتین در سال ۱۹۱۶ اطلاعات را با نظریه نسبیت عام خود گسترش داد، جهان حالتی عجیب و ناآرام به خود گرفت ولی رهیافت او ــ که معادلهٔ نیوتون را به عنوان تقریبی مناسب در اغلب موارد تأیید می‌کند ــ به اندازه‌ای پیچیده است که بندرت مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین، شروع نیوتون است که ما را در فعالیتهای مختلف رهبری می‌کند.

۱ ــ در نظریهٔ اینشتین، گرانش نیروی مؤثر بین اجسام نیست، بلکه خود یک خصوصیت فضایی است که شامل بعد چهارم زمان نیز می‌باشد. ماده با خم کردن «فضا ــ زمان» چیزی را به وجود می‌آورد که ما به عنوان گرانش می‌شناسیم. این مطلب حتی برای نیز یکتا نیز دور از ذهن است. یکی از راههای تجسم اثر گرانش خم کردن فضا ــ زمان به یک ورقه لاستیکی دو بعدی است. اجسام سنگین ــ ماده ــ گودیها یا فرورفتگیهایی در این صفحه به وجود می‌آورند.

۲ ــ تجدید فضا ــ زمان بیشترین تأثیر را در اطراف اجسام با جرم زیاد مانند خورشید و ستارگان به وجود می‌آورد. اگر یک توپ پینگ‌پنگ را در وسط صفحه در جهت یک فرورفتگی بغلتانید، توپ به طرف آن می‌رود، همانگونه که ذرات مختلفی از آن دور می‌شوند. همین تغییر مسیر هر نوع ماده یا انرژی مانند نور در شکاف عبور از میدان گرانشی یک جسم سنگین خم می‌شود.

۳ ــ همانطور که یک توپ به طور بی‌پایان در روی یک صفحه بدون اصطکاک به گرد یک فرورفتگی می‌چرخد، یک سیاره یا ماهواره نیز به گرد یک جسم سنگین می‌چرخد.

۴ ــ گرانش بر حرکت همه‌ای یک ستاره تمام شده در اثر تأثیر ورقش فرو می‌رود. اگر عمق گودال بینهایت زیاد شود، گرانش به صورت غیرقابل تصوری شدید می‌شود، بطوری که اتمها را خرد و هر نوع ماده یا انرژی را که وارد آن شود به دام می‌اندازد. از چنین سیاه چاله‌ای چیزی نور نمی‌تواند بگریزد.

۵ ــ ستاره‌های انفجاری و سایر وقایع خشن کیهانی سیلی از امواج گرانشی به وجود می‌آورند. انتشار این امواج در فضا ــ زمان با سرعت نور سبب پرپیچیدگی اجسام در مسیر می‌گردد. این امواج برای آشکارسازی بسیار ضعیف‌اند و اطلاعات حاصل از این امواج

How gravity works

Bricks fall. Tides surge in. Planets circle the sun. Why? Because objects attract each other—a revolutionary idea proposed in 1687 by Sir Isaac Newton, who defined that attraction with precise, orderly equations. Newton, however, failed to explain all the effects of gravity on a cosmic scale. When Albert Einstein extended our knowledge in 1916 with his general theory of relativity, the universe took on a bizarre and unsettling look. But his approach—which certifies Newton's as a good approximation in most cases—proved so complex that it is seldom used. Thus Newton still gets us both to the refrigerator and to the moon.

1

In Einstein's theory, gravity is not a force that acts between objects but a property of space itself, which includes the fourth dimension, time. Matter warps—or curves—"space-time," causing what we experience as gravity. Mind boggling? Yes, even to most physicists. One way to visualize gravity's effect is to squeeze space-time into a two-dimensional rubber sheet. Heavy objects—matter—make dimples in the sheet.

2

The curvature of space-time produces its greatest effects around objects with the most mass, such as the sun or other stars.

Roll a billiard ball along the sheet in the general direction of a dimple, and it will dip toward the dimple and roll away at a different angle. In the same way, the path of any form of matter or energy—including light—will bend as it passes through the gravitational field of a massive object.

(الف)

Just as a ball circles endlessly within a dimple on the frictionless sheet, a planet or satellite orbits a massive object.

(ب)

When a star runs out of nuclear fuel, it can collapse under its own weight. As if stretching the sheet to infinity, gravity intensifies unimaginably, crushing atoms and trapping any matter or energy that enters. From such a black hole, not even light can escape.

(ج)

Exploding stars and other violent cosmic events are thought to flood the universe with gravity waves. Rippling through space-time at the speed of light, they briefly disturb everything in their path. Too weak to detect so far, these waves create distortions smaller than the diameter of a single particle inside an atomic nucleus.

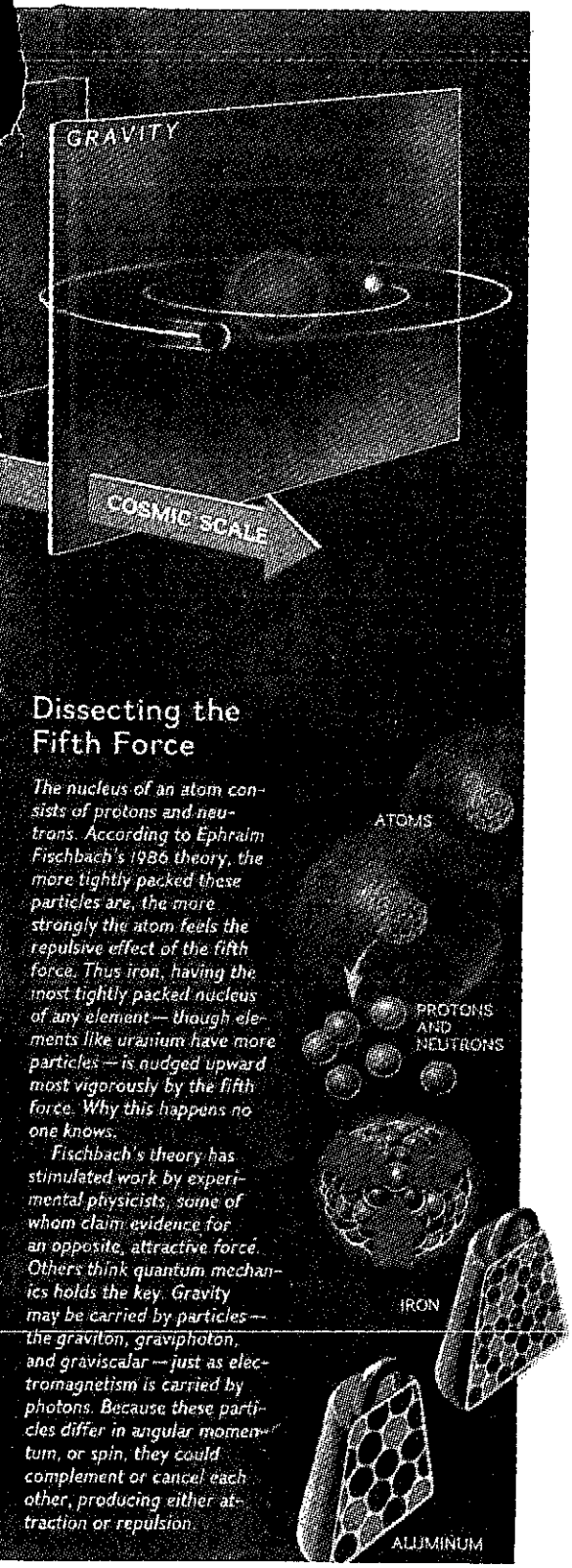
کوچکتر از ابعاد ذرات داخل اتم است.

۳ ــ در قالب تئوری عام بصورت عینی وجود دارد. افرات گرانش و شتاب همارزانه توضیح می‌دهد (A) عدم هر گونه میدان گرانشی به این معنی است که در یک سفینه فضایی با سرعت ثابت شما خود را در حین سقوط آزاد (B) و در اگر سفینه شما ناگهان شتاب بگیرد دقیقاً شبیه گرانش خواهید داشت (C).

در میدان گرانشی زمین (D) با ایستادن بر روی سطح ثابت اثر

میدان گرانشی را احساس می‌کنید (F). برای تجربه بیوزنی باید مانند چتربازی که فقط مقاومت هوا را احساس می‌کند سقوط آزاد داشته باشید (E).

اینشتین با اصل همارزی و نظریهٔ نسبیت عام، درک ما را از جهان و منشاء آن دگرگون ساخت. ولی نظریه او با مکانیک کوانتومی که زبان ریاضی نظریهٔ مربوط به سایر نیروهای طبیعت است، یکپارچه نشده است. اینشتین تا زمان مرگ خود در جستجوی یک نظریه وحدت یافته بود.



شکل ۲ ــ نگاهی به امکان وجود نیروی پنجم

تا چندی قبل دانشمندان فکر می‌کردند که کلیهٔ وقایع طبیعت را می‌توانند به کمک چهار نیروی اساسی توجیه کنند. نیروی قوی، که سبب پیوند اجزاء هستهٔ اتم می‌شود. نیروی ضعیف، که باعث واپاشی رادیواکتیو می‌گردد. الکترومغناطیس، که نور، گرما و امواج مختلف را برای ما به ارمغان آورده است. و گرانش، نیروئی که فقط در میان زیر اتمی عمل می‌کند، در حالیکه دو نیروی آخر در گسترهٔ پروتون تا کهکشانها موثرند.

به هرحال، بعضی فیزیکدانها، وقایعی را گزارش داده‌اند که در آنها گرانش رفتاری متفاوت با پیش‌بینی نیوتون دارد. این موضوع سبب گفتگو در مورد نیروی پنجم است. بنظر می‌رسد که در روزنهٔ بدون توجه به جنسشان در حال آشکار شدن هستند. دلیل این دانشمندان می‌گویند که نیروی پنجم سبب می‌شود که آهن به میزان بسیار اندک ــ کندتر از اورانیوم سقوط کند زیرا پیوند اجزاء هستهٔ آهن محکمتر است.

این نظریه که شعور متعارف را به سخره می‌گیرد، با تردید فیزیکدانهای دیگر مواجه شده است. طی کنهٔ مخالفان بی‌شمار پدیده‌ای مشاهده شده می‌تواند ناشی از پدیدیت وسایل اندازه‌گیری باشد. حتی طرفداران این نظریه با پدیده‌های بسیار مواجهند.

بنظر می‌رسد که نیروی که اندازه‌گیری آن مورد نظر است بین اجسام در گستره‌ها میزانی بین ۱ و ۱۰ متر وجود دارد (مثلاً ۱۰ متر تا ۲۰ مایل) و شدت آن بکصدم گرانش است، که خود گرانش نیز زیادی با ضعیفترین نیروهای اساسی طبیعت است.

همانطور که در سال ۱۸۷۰ کسی نمی‌دانست که کشف الکترومغناطیس منجر به اختراع تلویزیون می‌شود».

نیوتون پی برد که گرانش هرچیز در آسمان را در جای خود نگه میدارد... امروزه می‌دانیم که گرانش جهان را به وجود آورده و نیز می‌تواند روزی باعث پایان آن شود، می‌دانیم که این نیرو سبب روشن شدن آتش همجوشی ستارگان، کندشدن کهکشانها در انبساط آنها به طرف خارج و کروی شدن سیارات شده است و می‌دانیم که بدن ما پیش از آنچه فکر می‌کنیم بدان محتاج است.

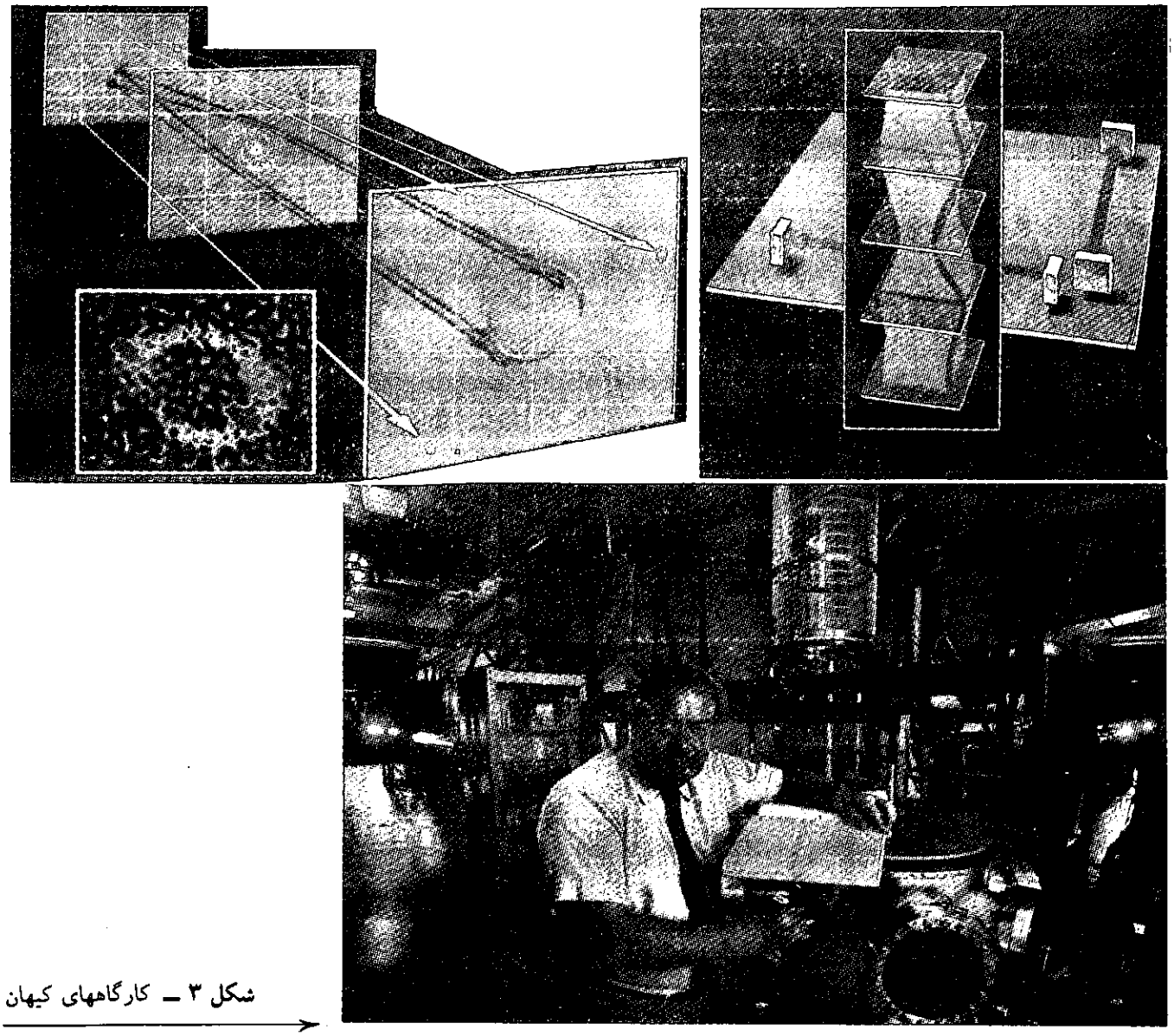
فکر می‌کنید که نظر نیوتون درباره پیشرفتهای ما چگونه می‌بود؟ طبق گفته پروفسور هال «او مطمئناً بسیار خوشحال می‌شد. زیرا او در جستجوی راز جهان بود و فکر می‌کرد که این راز در گرانش نهفته است».

تشریح نیروی پنجم

هسته اتم از پروتون و نوترون تشکیل شده است. طبق نظریهٔ افرائیم فیشباخ هرچه این ذرات محکمتر با یکدیگر پیوند داشته باشند، اتم اثر رانشی نیروی پنجم را بیشتر حس می‌کند.

آهن که دارای محکمترین پیوند بین اجزاءِ هسته است ــ اگر چه عناصری مانند اورانیوم دارای اجزاء بیشتری هستند ــ در اثر نیروی پنجم بیش از هر عنصر دیگری به بالا رانده می‌شود. چرا این واقعه رخ می‌دهد، هیچکس نمی‌داند.

نظریه فیشباخ سبب انجام آزمایشهایی توسط فیزیکدانهای تجربی شده است که بعضی از آنها مدعی نتایج معکوس، یعنی نیروی ربایشی هستند. برخی بر این باورند که مکانیک کوانتوم کلید این معماست. گرانش ممکن است توسط ذراتی بنام گراویتون یا گراوی اسکالر حمل شود ــ همانطور که فوتون حامل نیروی الکترومغناطیسی است ــ به علت تفاوت اندازه حرکت زاویه‌ای یا اسپین این ذرات می‌توانند یکدیگر را تکمیل یا خنثی کنندو در اثر این عمل ربایش یا رانش تولید کنند.



شکل ۳ ــ کارگاههای کیهان

اخترشناسان در جستجوی هم خط شدن اتفاقی اشیایی هستند که طی آن اشیاء نزدیکتر به عنوان عدسیهای گرانشی عمل کرده و تصویر دیگران را واپیچیده کنند. از سال ۱۹۷۹ تاکنون ۲۰ مورد گزارش شده است. نور و امواج رادیویی حاصل از اختروشهای دوردست در هنگام عبور از میدان گرانشی کهکشان خم می‌شوند (نمودار چپ). هم‌خط شدن نزدیک می‌تواند تصاویر چندگانه تولید کند. هم‌خط شدن کامل سبب ایجاد «حلقهٔ اینشتین» می‌شود. یکی از این حلقه‌ها بنام MG1131 + 0456 (تصویر کوچک) در سال ۱۹۸۷ کشف شد. این عدسیها ممکن است تصاویری کاملتر از تصاویر اپتیکی به وجود آورند.

آیا ستارگان انفجاری مطابق پیش‌بینی اینشتین امواج گرانشی تولید می‌کنند که بتواند اشیاء روی زمین را مختصری تکان دهد؟ اغلب دانشمندان پاسخ این سؤال را مثبت می‌دانند، ولی تاکنون کسی دلیلی نیافته است. رونالد دراور از کالتک (تصویر پایین) با استفاده از بزرگترین آشکار ساز موج در جهان مطمئن به یافتن این امواج است. در این پیش نمونه (نمودار پایین)، که می‌تواند حرکتی برابر یک میلیونیم ابعاد اتم را اندازه بگیرد، نور حاصل از لیزر بین وزنه‌هایی که در داخل یک لوله چهل‌متری قرار دارند، حرکت می‌کند. عبور یک موج از این دستگاه، در توالی زمانی‌شکل، وزنه‌ها را اندکی حرکت می‌دهد و مسیر نور را کوتاه یا بلند می‌کند.

1. Boslough, J. (1989) searching for the secrets of Gravity. *National Geographic. 175()15*, 563 - 583

2. Shakewood

۳ ــ ابر ریسمان

بقیه از صفحه ۳

آموزشی به خصوص مجلات علمی رشد در سالهای اخیر گام مثبتی است در راه همگانی کردن آموزش علوم در درازمدت، ناچار باید برای تهیه کتب و مقالات علمی مربوط به آموزش پیشدانشگاهی زمینه مساعد فراهم آید و قابلیت‌های لازم به خصوص در بین آموزگاران و دبیران شناسایی شود و استعدادها برای انجام این مهم پرورش یابد.

۲ ــ مرجع با صلاحیت دیگر برای تهیه و انتشار کتب و مجلات علمی، دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی کشور است. تشکیل نمایشگاههای کتابهای خارجی متعدد و استقبال دانشجویان به کتب خارجی نشان می‌دهد که از لحاظ کمبود کتب درسی دانشگاهی هنوز هم در تنگنا می‌باشیم. بنابراین انتظار انتشار کتب علمی متنوع و در سطوح متفاوت از طرف این دستگاهها بی‌مورد است. مجلات علمی دانشگاهها محدود و معدود و مربوط به گروه و مسائل خاص است. فارغ‌التحصیلان دانشگاهی در واقع تارک التحصیلانی هستند که هیچ رشته پیوندی با مرکز تحصیلی خود ندارند.

تحصیل کرده‌های رشته‌های علمی دانشگاههای ما اگر با کتب و مجلات خارجی آشنا نباشند از هر گونه تازه‌های علمی دنیا بی‌خبر می‌مانند. حاصل این بی‌خبری توقف و کاستی است که با آن روبرو هستیم. کمبود کتب و رسالات و مقالات و مجلات علمی مناسب، قوای فعال جوان نوجو را به بیراهه می‌کشد و آثار سوء مترتب بر آن پوشیده نیست.

۳ ــ در سالهای اخیر جهاد دانشگاهی و مرکز نشر دانشگاهی در انتشار کتب علمی موفق بوده است. به خصوص گروه تخصصی فیزیک مرکز نشر با انتشار «مجله فیزیک» اقدام به امر مهمی نموده که امیدواریم کوشش بنیانگزاران آن بربارتر و مطلوبتر از پیش به طور مرتب ادامه یابد.

۴ ــ کار مؤلفان و ناشران معتبر غیردولتی در تهیه و چاپ کتب و مجلات علمی انگشت شمار است.

به دلیل نیاز شدید دانش‌آموزان و دانشجویان از کثرت و گوناگونی جزوه‌ها و حل‌المسأله‌ها و پاسخنامه‌های چاپی، پلی‌کپی، زیراکسی آشفته بازار عجیبی برپا شده است. تنها برای کتاب مکانیک سال چهارم ریاضی ــ فیزیک حدود بیست نوع کتاب کمک درسی و پاسخنامه و حل‌المسأله با مؤلفان و چاپهای متنوع دیده می‌شود. نام ناشران و نویسندگان این گونه کتابها اغلب مستعار و ناشناخته است. در تدوین و تنظیم مطالب آنها هم رعایت امانت و احساس مسؤلیت کمتر دیده می‌شود. چند سال قبل اقدام وزارت ارشاد اسلامی برای جلوگیری از انتشار این نشریات غیرمجاز بی‌نتیجه ماند. به نظر می‌رسد تنها راه چاره این است که دستگاههای مسؤول آموزش کشور، نیاز دانش‌آموزان و علاقمندان را در حد قابل قبول برآورده سازد. به عنوان نمونه حداقل فایده اقدام وزارت فرهنگ و آموزش عالی به انتشار «راه دانشگاه» نشریه سازمان سنجش آموزش کشور و راهنمای پاسخ به سؤالهای آزمون سال جاری ــ این بوده است که بسیاری از دانش‌آموزان از غلط‌آموزی و بدآموزی کتابهای غیرمجاز برحذر بمانند. حاصل کلام این است که اگر متاع خوب و اصیل از طرف مسؤولان عرضه نشود خریدار مشتاق در دام فروشنده کالای تقلبی گرفتار خواهد شد و نتیجه آن دو رو تسلسل باطلی است که تالی فاسد زیادی در پی دارد.

شدت نیاز دانش‌آموزان و جوانان کشور به مطالب علمی و آموزشی تا به حدی است که بعضی روزنامه‌های خبری و مجلات معمولی صفحاتی از نشریات خود را به مطالب درسی و پاسخ به سؤالات و مسائل علمی اختصاص داده‌اند. طبیعت و قلمرو کار این گونه مطبوعات «علمی»، به اصطلاح کاملاً «ژورنالیستی» است و نمی‌توان از آنها آموزش علمی درست و دقیقی را انتظار داشت. اما نباید فراموش کنیم که «علم ناقص بدتر از جهل است»

* * *

با توجه به مطالب سابق‌الذکر، عنایت مدیران مسؤول آموزشی را به انتشار کتب و مجلات علمی مناسب و مطابق با نوآوری دنیای معاصر جلب می‌نماید. اگر امروز به فکر سرمایه‌گذاری در این راه نباشیم «فردا خیلی دیر است». امیدواریم ایمان و اخلاص همگام با آگاهی و بصیرت یار و مددکار ما باشد و بتوانیم در آینده‌ای نه بسیار دور همانند قرون اولیه هجری و طلوع تمدن درخشان اسلامی، در بازار دانش جهان سکه صاحب عیار باشیم.

امتحان گزینش دانشجو برای دانشگاهها و مؤسسات آموزشی عالی کشور سال تحصیلی ۶۹ ـ ۱۳۶۸

گروه علوم ریاضی و فنی
فیزیک

۱۱۱ ــ اگر طول و نیروی کشش تار مرتعشی هر یک نصف شود فرکانس صوت اصلی آن چند برابر می‌شود؟

۱) $\sqrt{\frac{۲}{۲}}$

۲) $\sqrt{۲}$

۳) $\frac{۱}{۴}$

۴) ۴

۱۱۲ ــ یک منبع حرکت ارتعاشی امواجی با طول موج λ در محیط منتشر می‌کند. اختلاف فاز منبع با نقطه‌ای که به فاصلهٔ d از آن قرار دارد برابر است با:

۱) $\pi d/\lambda$

۲) $\pi\lambda/d$

۳) $۲\pi\lambda/d$

۴) $۲\pi d/\lambda$

۱۱۳ ــ کدامیک از مطالب زیر در مورد پدیده دوپلر کاملتر است؟

۱) در اثر حرکت نسبی منبع صوت و شنونده ارتفاع صوت زیاد می‌شود.

۲) در اثر حرکت نسبی منبع صوت و شنونده ارتفاع صوت کم می‌شود.

۳) وقتی که منبع صوتی و شنونده از هم دور شوند ارتفاع صوت افزایش می‌یابد.

۴) وقتی که منبع صوتی و شنونده بهم نزدیک می‌شوند ارتفاع صوت افزایش می‌یابد.

۱۱۴ ــ دو گلوله با جرم‌های متفاوت و سرعتهای اولیه نابرابر همزمان از نقطه‌ای به ارتفاع h به‌طور افقی پرتاب می‌شوند. اگر مقاومت هوا ناچیز باشد گلوله‌ها چگونه به زمین خواهند رسید؟

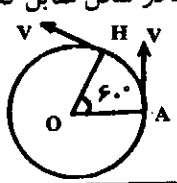
۱) گلوله سنگین‌تر زودتر

۲) با هم و با سرعت‌های مساوی

۳) با هم و با سرعت‌های متفاوت

۴) گلوله سبک‌تر زودتر

۱۱۵ ــ ذرّه‌ای بر مسیر دایره‌ای با سرعت ثابت V حرکت می‌کند. اندازه تغییر تندی این ذره از نقطه A تا نقطهٔ B در شکل مقابل کدام است؟

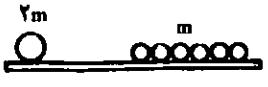


۱) صفر ۲) V
۳) $V\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ ۴) $V\frac{\sqrt{۳}}{۳}$

۱۱۶ ــ ارابه‌ای به جرم M را روی یک سطح افقی اگر با سرعت اولیه V به حرکت درآورند پس از طی مسافت x می‌ایستد. هرگاه جسمی به جرم m در ارابه مزبور قرار داده و آنرا با همان سرعت اولیه روی همان سطح به حرکت درآورند پس از طی چه مسافتی خواهد ایستاد؟

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

۱۱۷ ــ چند گلوله شیشه‌ای یکسان هر یک به جرم m در شیار صاف و سرتاسری یک ریل افقی با هم در تماسند. گلوله متحرکی به جرم ۲m با سرعت V به این گلوله‌ها برخورد کرده متوقف می‌شود. اگر اصطکاک ناچیز باشد چند گلوله و با چه سرعتی از گلوله‌ها جدا می‌شود؟



۱) یک گلوله با سرعت ۲V
۲) یک گلوله با سرعت V
۳) دو گلوله با سرعت V
۴) دو گلوله با سرعت ۲V

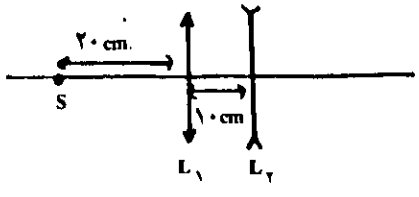
۱۱۸ ــ دهانهٔ مخزن استوانه شکلی را که محتوی یک گاز کامل است بوسیلهٔ پیستونی مسدود کرده‌ایم. اگر پیستون را در دمای ثابت باندازه $\frac{۱}{۳}$ ارتفاع مخزن پائین‌تر بیاوریم فشار گاز در این حالت چند برابر فشار اولیهٔ آن خواهد شد؟

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

۱۱۹ ــ شخصی عینکی بر چشم دارد که نمرهٔ آن ۰/۷۵ - است. چشم این شخص:

۱) دوربین و کمترین فاصله دیدواضح او ۰/۷۵ متر است.
۲) دوربین و کمترین فاصله دید واضح او ۱/۳ متر است.
۳) نزدیک بین و بیشترین فاصله دید واضح او ۰/۷۵ متر است.
۴) نزدیک بین و بیشترین فاصله دید واضح او ۱/۳ متر است.

۱۲۰ ــ در شکل مقابل فاصلهٔ کانونی هر یک از عدسیها ۱۰ سانتیمتر و فاصلهٔ نقطهٔ نورانی S از عدسی $L_۱$ برابر ۲۰ سانتیمتر است. پرتوهائی که از این نقطه به عدسی $L_۱$ می‌تابد پس از خروج از عدسی واگرای $L_۲$ کدامیک از دسته پرتوهای زیر را تشکیل می‌دهد؟



۱) استوانه‌ای بموازات محور اصلی
۲) واگرا که رأس آن بین S و عدس $L_۱$ است.
۳) و اگرا که رأس آن مرکز نوری عدسی $L_۱$ است.
۴) همگرا که در کانون $L_۲$ بهم می‌رسند.

۱۲۱ ــ اگر در یک آئینه کروی تصویر حقیقی و نسبت به جسم مستقیم و طول آن کوچکتر از طول جسم باشد، نوع آئینه و شئی کدام است؟

۱) مقعر، حقیقی
۲) مقعر، مجازی
۳) محدب، مجازی
۴) محدب، حقیقی

۱۲۲ ــ زاویه می‌نیمم انحراف منشوری برابر زاویهٔ رأس آن است، در اینحالت نسبت زاویهٔ تابش به زاویه رأس منشور کدام است؟

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

۱۲۳ ــ یک دسته پرتو نور یکرنگ از آب به ضریب شکست مطلق $\frac{۴}{۳}$ وارد شیشه به ضریب شکست مطلق $\frac{۳}{۲}$ می‌شود. نسبت طول موج آن در شیشه به طول موج آن در آب برابر است با:

۱) $\frac{۸}{۹}$
۲) $\frac{۹}{۸}$
۳) $\frac{۲}{۳}$
۴) $\frac{۳}{۲}$

۱۲۴ ــ اگر ضریب ثابت پلانک $۶/۶\times۱۰^{-۳۴}$J.s باشد، کوانتوم انرژی پرتوی به طول موج ۰/۰۳ آنگستروم چند ژول خواهد بود؟

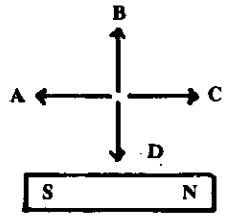
۱) $۶/۶ \times ۱۰^{-۲۴}$

۲) $۶/۶ \times ۱۰^{-۲۰}$

۳) $۶/۶ \times ۱۰^{-۱۶}$

۴) $۶/۶ \times ۱۰^{-۱۴}$

۱۲۵ ــ در نقطهٔ O واقع بر عمود منصف آهن‌ربای تیغه‌ای NS کدامیک از چهاربردار $\vec{A}$ و $\vec{B}$ و $\vec{C}$ و $\vec{D}$ جهت میدان مغناطیسی آهن‌ربا را دربست نشان می‌دهد:



۱) A ۲) B

۳) C ۴) D

۱۲۶ ــ در مدل اتمی بور، اگر h ثابت پلانک و r شعاع مدار حرکت الکترون بدور هسته اتم باشد، کدامیک از روابط زیر نمایش اندازهٔ حرکت زاویه‌ای الکترون است؟

۱) $mvr = \frac{nh}{\pi}$

۲) $mv = r\frac{h}{۲\pi}$

۳) $mv = r\frac{h}{\pi}$

۴) $mvr = n\frac{h}{۲\pi}$

۱۲۷ ــ مقاومت الکتریکی کدامیک از عناصر زیر در اثر گرما افزایش می‌یابد؟

۱) روی

۲) ژرمانیوم

۳) سیلیسیوم

۴) کربن

۱۲۸ ــ چه مقدار گرما دمای ۵۰۰ کیلوگرم آب را $۱۵^{\circ}c$ افزایش می‌دهد؟

۱) ۷۵×۱۰^{۲} ژول

۲) ۷۵×۱۰^{۲} کالری

۳) ۷۵×۱۰^{۵} ژول

۴) ۷۵×۱۰^{۵} کالری

۱۲۹ ــ سیم فیوزی به مقاومت ۰/۱ اهم در اثر گرمای بیش از ۲/۵ ژول در ثانیه ذوب می‌شود، حداکثر شدت جریانی که می‌تواند تحمل کند، چند آمپر است؟

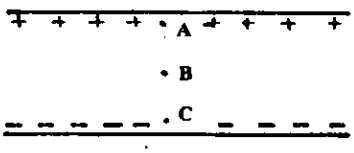
۱) ۵

۲) ۱۰

۳) ۱۵

۴) ۲۵

۱۳۰ ــ بین دو صفحه فلزی باردار بزرگ و موازی (مطابق شکل)، نیروی وارد بر بارالکتریکی کوچک q:



۱) در نقاط A و B و C با هم برابر و هم جهت است.

۲) در نقاط A و C بیشتر از نقطه B است.

۳) در نقطهٔ B صفر و در نقاط A و C مساوی و مختلف الجهت است.

۴) در نقاط A و C کمتر از نقطه B است.

۱۳۱ ــ یک عنصر رادیواکتیو که در مدت ۱۳۰ دقیقه $\frac{۱}{۳۲}$ جرم اولیه آن دست نخورده باقی بماند نیمه عمرش چند دقیقه است؟

۱) ۲۶

۲) ۳۲/۵

۳) ۴/۰۶

۴) ۶۵

۱۳۲ ــ استوانه‌ای از چوب به ارتفاع ۱۰ سانتیمتر و جرم حجمی $۰/۵\ g/cm^{۳}$ بطور قائم در مایعی شناور و ۴ سانتیمتر از آن خارج مایع است جرم حجمی این مایع چند گرم بر سانتیمتر مکعب است؟

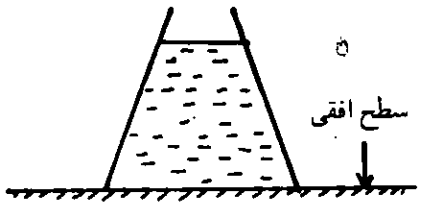
۱) $\frac{۲}{۵}$

۲) $\frac{۵}{۲}$

۳) $\frac{۶}{۵}$

۴) $\frac{۵}{۶}$

۱۳۳ ــ ظرفی مطابق شکل مقابل محتوی مایعی به وزن w است. اگر نیروئی که مایع به کف ظرف وارد می‌کند $F_۱$ و نیروئی که ته ظرف بر سطح افقی وارد می‌کند $F_۲$ و وزن ظرف ناچیز باشد، کدامیک از روابط زیر صحیح است؟



۱) $F_۱ = w < F_۲$

۲) $F_۱ > w \simeq F_۲$

۳) $F_۱ = w = F_۲$

۴) $F_۱ < w \simeq F_۲$

۱۳۴ ــ یک قطعه آهن به دمای $۸۸^{\circ}c$ و ظرفیت گرمائی $۱۰۰\ cal/^{\circ}c$ را در یک کیلوگرم آب صفر درجه سلسیوس وارد می‌کنیم. اگر اتلاف گرما ناچیز باشد، دمای تعادل چند درجه سلسیوس خواهد بود؟

۱) ۰/۸۸

۲) ۸

۳) ۸/۸

۴) ۲۶

۱۳۵ ــ گلوله تفنگی به تنه یک درخت

برخورد می‌کند و 10^{cm} در آن فرو می‌رود. اگر حرکت گلوله در درخت کند شونده با شتاب ثابت و زمان لازم برای توقف آن 10^{-3} ثانیه باشد سرعت برخورد گلوله به درخت چند متر بر ثانیه است؟

۱) 2×10^{2}

۲) 2×10^{3}

۳) 2×10^{4}

۴) 2×10^{5}

۱۳۶ ــ شخصی به جرم ۶۰kg روی ارابه‌ای به جرم ۱۵۰kg که با زمین اصطکاک ناچیزی دارد ایستاده است و ارابه در جهت شمال به جنوب قرار دارد. اگر شخص نسبت به زمین با سرعت ۱/۵ m/s بطرف شمال حرکت کند، سرعت ارابه چند متر بر ثانیه و در کدام جهت خواهد بود؟

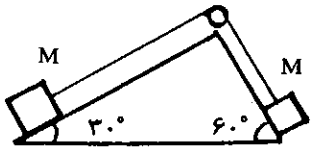
۱) ۰/۶، بطرف جنوب

۲) ۰/۹، بطرف جنوب

۳) ۰/۹، بطرف شمال

۴) ۰/۶، بطرف شمال

۱۳۷ ــ اگر در شکل مقابل از کلیه اصطکاکها صرف‌نظر شود و بخواهیم دستگاه در حال تعادل باشد، نسبت $\frac{M'}{M}$ چقدر باید باشد؟



۱) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

۲) $\frac{\sqrt{3}}{3}$

۳) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

۴) $\sqrt{3}$

۱۳۸ ــ صندوقی به جرم ۵۰kg با سرعت ثابت ۱m/s توسط یک نیروی افقی روی کف اتاق کشیده می‌شود. اگر ضریب اصطکاک بین صندوق و کف اتاق ۰/۴ باشد، مقدار گرمائی که در هر ثانیه در اثر اصطکاک تولید می‌شود چند ژول است؟ ($g = 9/8 m/s^2$)

۱) ۲۰

۲) ۴۷/۰

۳) ۸۳/۶

۴) ۱۹۶

۱۳۹ ــ پرتابه‌ای در شرائط خلاء تحت زاویه $\alpha < 90^\circ$ نسبت به افق به سمت بالا پرتاب می‌شود. بردارهای شتاب و تندی این پرتابه نسبت بهم چه وضعی دارند؟

۱) در تمام نقاط مسیر با هم زاویهٔ α می‌سازند.

۲) در تمام نقاط مسیر بر هم عمودند.

۳) در یک نقطه از مسیر بر هم عمودند.

۴) در یک نقطه از مسیر بر هم منطبق‌اند.

۱۴۰ ــ متحرکی بر مسیر مستقیم مسافت ۲۴ متر را با شتاب ثابت $2 m/s^2$ در مدت ۴ ثانیه طی می‌کند. سرعت آن در پایان این مدت چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۸

۲) ۱۰

۳) ۱۲

۴) ۱۶

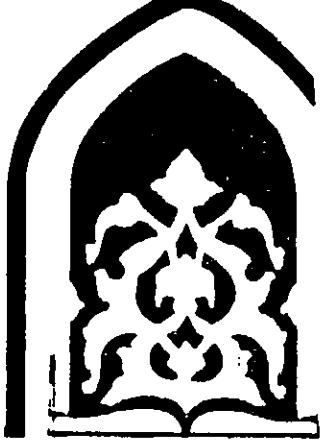
۱۴۱ ــ اشعه خورشید بوسیلهٔ ذرات هوا پراکنده می‌شوند. مقدار پراکندگی طول موج ۶۰۰۰ آنگستروم نسبت به مقدار پراکندگی طول موج ۴۰۰۰ آنگستروم تقریباً چقدر است؟

۱) $\frac{16}{81}$

۲) $\frac{4}{9}$

۳) $\frac{9}{4}$

۴) $\frac{81}{16}$



۱۴۲ ــ جسمی به جرم ۱۶kg روی یک سطح افقی قرار داشته و نیروی F و یک نیروی مقاوم ۸ نیوتن به آن اثر می‌کند، اگر شتاب حرکت $3 m/s^2$ باشد، مقدار F چند نیوتن است؟

۱) ۴۰

۲) ۴۸

۳) ۵۶

۴) ۷۲

۱۴۳ ــ پاندول ساده‌ای بطول ۴۰ سانتیمتر را به اندازهٔ ۶۰° از وضع تعادل منحرف کرده رها می‌کنیم، اگر $g = 10 m/s^2$ فرض شود سرعت گلوله پاندول در لحظهٔ عبور از وضع تعادل چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱

۲) $\sqrt{2}$

۳) ۲

۴) $2\sqrt{2}$

۱۴۴ ــ دو ماهواره، یک به جرم m به فاصلهٔ 2Re (Re شعاع کره زمین است) و دیگری به جرم 2m به فاصلهٔ 3Re از مرکز زمین به دور آن می‌چرخند. نسبت انرژی جنبشی ماهواره دورتر به انرژی جنبشی ماهواره نزدیکتر کدام است؟

۱) $\frac{3}{2}$

۲) ۴

۳) $\frac{4}{3}$

۴) ۹

۱۴۵ ــ دو نیرو که اندازهٔ آنها مساوی است با هم زاویهٔ ۹۰° می‌سازند و اندازهٔ برآیند

آنها R است. اگر زاویهٔ بین دو نیرو ۱۲۰° شود اندازهٔ برآیند آنها R می‌شود نسبت $\frac{R'}{R}$ کدام است؟

۱) $\sqrt{\frac{۲}{۲}}$

۲) $\sqrt{۳}$

۳) $\sqrt{\frac{۳}{۲}}$

۴) $\sqrt{۲}$

۱۴۶ ــ در پخش امواج الکترومانیتیک بردارهای الکتریکی E و مغناطیسی B در یک نقطه چه وضعی دارند؟

۱) در خلاف جهت هم و عمود بر امتداد انتشار

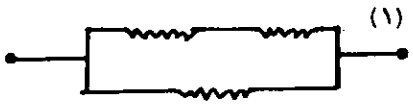
۲) B در جهت انتشار و E عمود بر آن

۳) E در جهت انتشار و B عمود بر آن

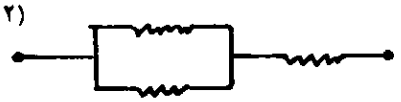
۴) عمود بر هم و عمود بر امتداد انتشار

۱۴۷ ــ سه مقاومت الکتریکی ۶ اهمی را یکبار مطابق شکل (۱) و بار دیگر مطابق شکل (۲) به هم می‌بندیم. نسبت مقاومت معادل شکل (۱) به مقاومت معادل شکل (۲) کدام است؟

(۱)



(۲)



۱) $\frac{۲}{۳}$

۲) $\frac{۴}{۹}$

۳) ۱

۴) $\frac{۳}{۲}$

۱۴۸ ــ اگر آمپرسنجی که مقاومت الکتریکی آن ۱/۸ اهم است بوسیلهٔ سیمی که مقاومت آن ۰/۲ اهم است مهار شود شدت جریان مدار اصلی چند برابر شدت جریان آمپرسنج خواهد بود؟

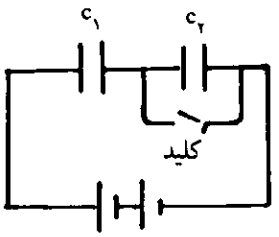
۱) ۱/۶

۲) ۲

۳) ۹

۴) ۱۰

۱۴۹ ــ در مدار شکل مقابل بار الکتریکی خازن $C_۱$ را با $q_۱$ و اختلاف پتانسیل دو سر آنرا با $V_۱$ نشان می‌دهیم. اگر کلید را ببندیم $q_۱$ و $V_۱$ چگونه تغییر می‌کنند؟



۱) هر دو کم میشوند

۲) $V_۱$ زیاد و $q_۱$ کم می‌شود

۳) هر دو زیاد می‌شوند

۴) $V_۱$ کم و $q_۱$ زیاد می‌شود

۱۵۰ ــ دو خازن مسطح مشابه را که بین صفحات آنها خلاء است، بطور متوالی به هم متصل کرده‌ایم. هر گاه فضای بین صفحات یکی از دو خازن را با مادهٔ عایقی که ثابت دی الکتریک آن ۴ است پرکنیم، ظرفیت معادل این مجموعه چند برابر میشود؟

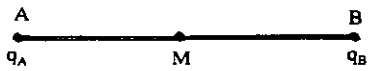
۱) ۳

۲) $\frac{۸}{۵}$

۳) $\frac{۵}{۸}$

۴) ۴

۱۵۱ ــ در شکل مقابل شدت میدان حاصل از دو بار نقطه‌ای q_A و q_B در نقطه M وسط AB برابر $E_۱$ است. اگر بار q_B را خنثی سازیم شدت میدان در نقطهٔ M برابر $E_۱$ - می‌شود در اینصورت q_A و q_B نسبت به هم چگونه‌اند و چه رابطه‌ای با هم دارند؟



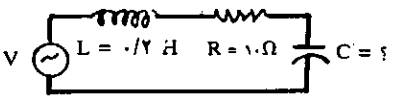
۱) غیرهمنام و $q_B = -q_A$

۲) غیرهمنام و $q_B = ۲ q_A$

۳) همنام و $q_B = \frac{۱}{۲} q_A$ ۱

۴) همنام و $q_B = ۲ q_A$

۱۵۲ ــ در مدار شکل مقابل اگر $V = ۲۰ \sin ۵۰۰ t$ و $i = ۲ \sin ۵۰۰ t$ باشد، ظرفیت خازن چند میکروفاراد خواهد بود؟



۱) ۱۰

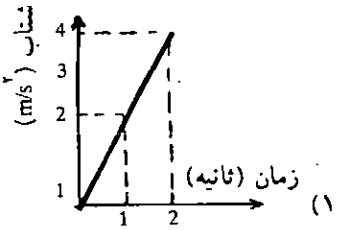
۲) ۲۰

۳) ۴۰

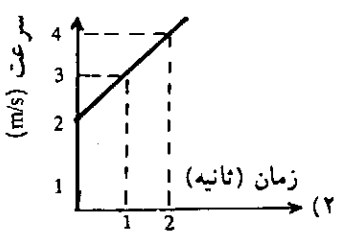
۴) ۵۰

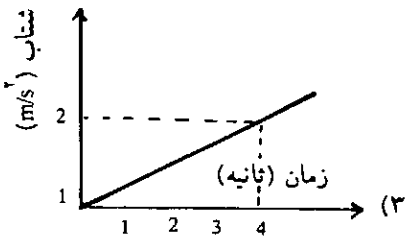
۱۵۳ ــ کدام نمودار مربوط به متحرکی است که معادلهٔ حرکت آن در SI، $x = \frac{۱}{۳}t^۳ + ۲t + ۵$ است؟

۱)

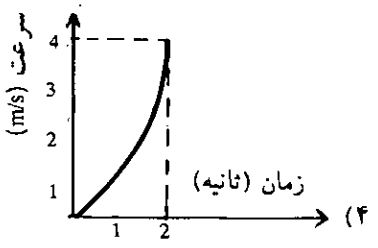


۲)





۳)



۴)

۱۵۴ ــ افزایش طول یک فنر وقتی وزنه‌ای به جرم m به انتهای آن آویزان شود برابر ۴ سانتیمتر می‌شود. اگر بخواهیم با همین فنر وزنه‌ای به جرم M را روی یک سطح افقی با ضریب اصطکاک ۰/۲ با سرعت ثابت بکشیم افزایش طول آن ۲ سانتیمتر می‌شود، نسبت $\frac{M}{m}$ کدام است؟

۱) ۰/۴

۲) ۲/۵

۳) ۱۰

۴) ۴۰

۱۵۵ ــ خازن C را یکبار با سیم‌پیچی به اندوکتانس L در مدار جریان متناوبی به فرکانس ۴۰ هرتزوبار دیگر با سیم‌پیچی به اندوکتانس L در مدار جریان متناوبی به فرکانس ۵۰ هرتز بطور متوالی قرار می‌دهیم. اگر در هر دو حالت تشدید حاصل شود نسبت $\frac{L}{L'}$ برابر با کدام مقدار زیر خواهد بود؟

۱) $\frac{۴}{۵}$

۲) $\frac{۵}{۴}$

۳) $\frac{۱۶}{۲۵}$

۴) $\frac{۲۵}{۱۶}$

۱۵۶ ــ از مداری فلوی مغناطیسی به معادلهٔ $\varphi = ۲t$ می‌گذرد که در آن φ برحسب وبر و t بر حسب ثانیه است. اندازهٔ نیروی محرکه القائی در این مدار:

۱) بین ۲ - و ۲ + ولت متغیر است

۲) ثابت و برابر ۲ ولت است

۳) متناسب با زمان افزایش می‌یابد

۴) متناسب با زمان کاهش می‌یابد

۱۵۷ ــ اگر دو حرکت ارتعاشی هم پریود و هم امتداد با دامنهٔ نوسانهای یکسان که فاز اولیهٔ یکی $\frac{\pi}{۳}$ و فاز اولیه دیگری $\frac{\pi}{۴}$ رادیان است در یک نقطه با هم ترکیب شوند. فاز اولیه برآیند آنها چند رادیان خواهد بود؟

۱) $\frac{\pi}{۱۲}$

۲) $\frac{۷\pi}{۱۲}$

۳) $\frac{\pi}{۲۴}$

۴) $\frac{۷\pi}{۲۴}$

۱۵۸ ــ یک ذرّه به جرم ۲ گرم دارای حرکت نوسانی ساده با دامنه $\frac{۱}{\pi}$ سانتی‌متر است. اگر انرژی مکانیکی ذره ۰/۰۰۴ ژول باشد پریود حرکت آن چند ثانیه خواهد بود؟

۱) ۰/۱

۲) ۰/۲

۳) ۰/۸

۴) ۲

۱۵۹) استوانه توپروهمگنی به جرم ۴ کیلوگرم و شعاع قاعده ۱۰ سانتی‌متر حول محور خود با شتاب ثابت $۵\ Rad/s^2$ شروع به حرکت می‌کند. در لحظه $t = ۳$ ثانیه اندازه حرکت زاویه‌ای آن چند ژول‌ــثانیه است؟

۱) ۰/۳

۲) ۰/۶

۳) ۳

۴) ۶

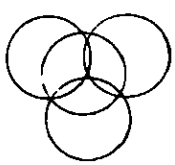
۱۶۰ ــ از یک سیم‌پیچ به مقاومت R و ضریب خودالقائی L جریان متناوبی عبور می‌کند. اگر اختلاف فاز بین شدت جریان و اختلاف پتانسیل دو سر سیم‌پیچ برابر $\frac{\pi}{۴}$ باشد، نسبت $\frac{X_L}{R}$ کدام است؟

۱) ۱

۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) $\sqrt{\frac{۲}{۴}}$

۴) $\sqrt{۲}$



امتحان گزینش دانشجو

برای

دانشگاهها و مؤسسات

آموزش عالی کشور

سال تحصیلی ۶۹ ــ ۱۳۶۸

گروه علوم تجربی

فیزیک

۱۸۶ ــ هرگاه سرعت یک اتومبیل دوبرابر شود انرژی جنبشی و اندازهٔ حرکت آن به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شود؟

۱) ۲ و ۲
۲) ۲ و ۴
۳) ۴ و ۲
۴) ۴ و ۴

۱۸۷ ــ در چه صورت فشار یک گاز کامل دوبرابر خواهد شد؟

۱) در حجم ثابت دمای آن نصف شود
۲) در دمای ثابت حجم آن نصف شود
۳) دما دو برابر و حجم آن نصف شود
۴) دما نصف و حجم آن دوبرابر شود

۱۸۸ ــ در یک اتاق تاریک اگر بر روی پرده‌ای نور سفید بتابانیم به رنگ قرمز دیده می‌شود. اگر بر این پرده نور آبی بتابانیم به چه رنگ دیده خواهد شد؟

۱) آبی
۲) تیره
۳) قرمز
۴) گلی

۱۸۹ ــ اگر نور تکرنگی از خلأ به جو زمین وارد شود کدامیک از خصوصیات آن ثابت می‌ماند؟

۱) امتداد تابش
۲) پریود
۳) سرعت انتشار
۴) طول موج

۱۹۰ ــ در موقع استفاده از ولتمتر و آمپرمتر برای اینکه مشخصات الکتریکی مدار تغییر محسوسی نکند مقاومت‌های الکتریکی ولتمتر و آمپرمتر به ترتیب چگونه باید باشند؟

۱) خیلی زیاد، ناچیز
۲) خیلی زیاد، خیلی زیاد
۳) ناچیز، ناچیز
۴) ناچیز، خیلی زیاد

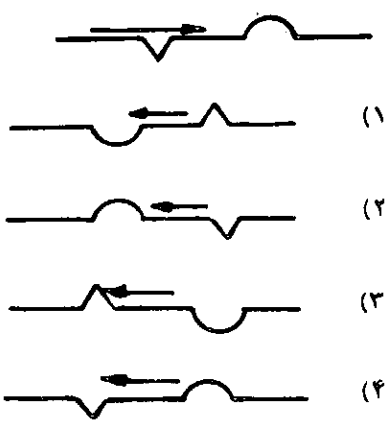
۱۹۱ ــ از کدامیک از پدیده‌های زیر برای تولید اشعه ایکس استفاده می‌شود؟

۱) انحراف الکترونها در یک میدان مغناطیسی
۲) انتشار الکترونها از یک جسم ملتهب
۳) برخورد الکترونهای سریع به مولکولهای یک گاز
۴) برخورد الکترونهای سریع به یک مانع سخت و توقف ناگهانی آنها

۱۹۲ ــ دو گلوله از ارتفاع مساوی، یکی مجاور سطح ماه و دیگری مجاور سطح زمین (در شرایط خلأ) بدون سرعت اولیه سقوط می‌کند، به ترتیب زمان سقوط و سرعت نهائی گلوله در ماه نسبت به گلوله در زمین چگونه است؟

۱) بیشتر، بیشتر
۲) بیشتر، کمتر
۳) کمتر، بیشتر
۴) کمتر، کمتر

۱۹۳ ــ موجی مطابق شکل مقابل به مانع سختی برخورد کرده و منعکس می‌شود. موج بازتابیده کدام است؟



۱۹۴ ــ برای اینکه زمان نوسان یک آونگ ساده آهنی که با دامنهٔ ۶ درجه نوسان می‌کند، افزایش یابد کدام عمل را میتوان انجام داد؟

۱) دامنهٔ نوسان را کوچکتر کرد
۲) طول آونگ را زیاد کرد
۳) گلوله آونگ را با جرم بیشتر انتخاب کرد
۴) یک آهن‌ربا را در زیر آونگ قرار داد

۱۹۵ ــ دمای یک اتاق برحسب فارنهایت و سلسیوس بوسیلهٔ دماسنج اندازه‌گیری شده است. اگر تفاوت دو عدد خوانده شده ۴۰

باشد، دمای اتاق چند درجه سلسیوس است؟

۱) ۸

۲) ۱۰

۳) ۲۴

۴) ۳۲

۱۹۶ ــ اگر سرعت صوت در یک گاز در دمای صفر درجه سلسیوس برابر V_0 باشد، سرعت آن در همان گاز در دمای ۲۷۳ درجه سلسیوس چقدر خواهد بود؟

۱) $V_0\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

۲) $V_0\sqrt{۲}$

۳) $۲V_0$

۴) $V_0\sqrt{۲۷۳}$

۱۹۷ ــ نیمه عمر یک ماده رادیوآکتیو ۲۵ سال است اگر m گرم از این ماده موجود باشد پس از گذشت ۷۵ سال چه کسری از آن به به صورت فعال باقی می‌ماند؟

۱) $\frac{۱}{۸}$

۲) $\frac{۱}{۶}$

۳) $\frac{۱}{۴}$

۴) $\frac{۱}{۳}$

۱۹۸ ــ جرم حجمی آلیاژی، ۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب است. ۲۰ گرم از این آلیاژ چند میلی‌متر مکعب حجم دارد؟

۱) ۱۶۰

۲) ۲۵۰

۳) ۱۶۰۰

۴) ۲۵۰۰

۱۹۹ ــ دو متحرک یکی با سرعت ۱۰m/s و دیگری با سرعت ۱۲m/s از یک نقطه همزمان به سوی مقصدی به فاصلهٔ ۲۴۰ متر به حرکت درمی‌آیند، حداکثر فاصلهٔ این دو متحرک در طول مسیر چند متر می‌شود؟

۱) ۲۰

۲) ۴۰

۳) ۸۰

۴) ۱۲۰

۲۰۰ ــ اگر گلوله کوچکی در شرایط خلأ بدون سرعت اولیه سقوط کند و $g=۱۰m/s^۲$ باشد، سرعت متوسط گلوله در ۳ ثانیه اول سقوط چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱۰

۲) ۱۵

۳) ۲۰

۴) ۳۰

۲۰۱ ــ سرعت زاویه‌ای متحرکی که با حرکت یکنواخت دایره‌ای به قطر ۱۵ متر را در مدت ۴/۵ ثانیه دور می‌زند چند رادیان بر ثانیه است؟

۱) $\frac{۳}{۱۰}\pi$

۲) $\frac{۴}{۹}\pi$

۳) $\frac{۹}{۴}\pi$

۴) $\frac{۱۰}{۴}\pi$

۲۰۲ ــ یک سفینهٔ فضائی بر مداری که شعاع آن دو برابر شعاع کره زمین است به دور زمین می‌گردد، نیروی جانب به مرکز وارد بر سفینه چه کسری از وزن آن در سطح زمین است؟

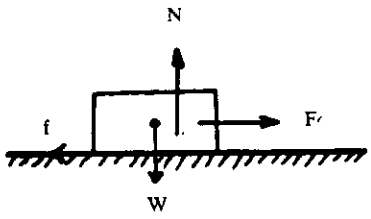
۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۴}$

۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

۳) $\frac{۱}{۴}$

۴) $\frac{۱}{۲}$

۲۰۳ ــ جسمی به وزن W مطابق شکل با سرعت ثابت روی سطح کشیده می‌شود، کدام گزینه در مورد نیروهای عمل و عکس‌العمل درست است؟



۱) عکس‌العمل نیروی F بر عامل بوجودآورنده‌اش وارد می‌شود.

۲) عکس‌العمل نیروی W بر سطح تکیه‌گاه وارد می‌شود.

۳) نیروی N عکس‌العمل W است و آنرا خنثی می‌کند.

۴) F و f نیروهای عمل و عکس‌العمل و برآیندشان صفر است.

۲۰۴ ــ نیروئی که سبب می‌شود یک سوزن بر سطح آب باقی بماند کدام است؟

۱) اصطکاک بین سوزن و آب

۲) پیوستگی بین مولکولهای سطح آب

۳) چسبندگی بین مولکولهای سوزن و آب

۴) نیروی ارشمیدس

۲۰۵ ــ جسمی به جرم ۱۵۰۰ کیلوگرم تحت‌تأثیر نیروی ثابت از حال سکون به حرکت درمی‌آید و پس از ۵ دقیقه سرعتش به ۱۸ کیلومتر بر ساعت می‌رسد نیروی وارد بر آن چند نیوتن است؟

۱) ۲۵

۲) ۶۰

۳) ۹۰

۴) ۱۸۰

۲۰۶ ــ در شکل مقابل اگر بازده دستگاه ۹۰٪ باشد حداقل نیروی F برای بالا کشیدن وزنه ۳۶۰ نیوتنی چند نیوتن خواهد بود؟

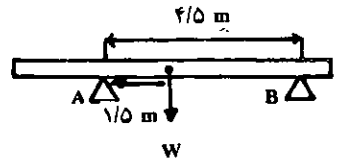
۱) ۸۱

۲) ۱۰۰

۳) ۱۰۸

۴) ۱۳۳

۲۰۷ ــ تیری به وزن W مطابق شکل روی دو پایه A و B که فاصلهٔ آنها از یکدیگر ۴/۵ متر است قرار دارد. اگر فاصله گرانیگاه تیر تا پایه A برابر ۱/۵ متر باشد، نیروی عکس‌العمل پایه A چند برابر پایه دیگر است؟

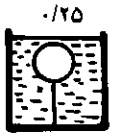


۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۳}{۲}$
۳) ۲ ۴) ۳

۲۰۸ ــ در یک کفه ترازوئی یک ظرف آب و در کفهٔ دیگر آن وزنه قرار دارد و ترازو در حال تعادل است. سنگی را به انتهای نخی می‌بندیم و در آب غوطه‌ور می‌کنیم بطوریکه به کف ظرف نرسد. برای اینکه باز تعادل برقرار شود چقدر باید به وزنه‌ها اضافه یا از آنها کم کنیم؟

۱) کمتر از وزن سنگ، اضافه
۲) کمتر از وزن سنگ، کم
۳) معادل وزن سنگ، اضافه
۴) معادل وزن سنگ، کم

۲۰۹ ــ گلوله‌ای به وزن ۰/۳۰ نیوتن و حجم ۵۰×۱۰^{-۶} مترمکعب را مطابق شکل با نخ نازکی به کف ظرف محتوی مایعی بسته‌ایم. اگر نیروی کشش نخ در اینحالت ۰/۵۵ نیوتن و $g=۱۰m/s^۲$ باشد، جرم حجمی مایع چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟



۱) ۸۳۰ ۲) ۹۹۰
۳) ۱۱۰۰ ۴) ۱۲۰۰

۲۱۰ ــ آئینه محدبی به شعاع ۳۰ سانتیمتر از جسمی که مقابل آنست تصویری می‌دهد که طولش $\frac{۱}{۳}$ طول جسم است. فاصلهٔ جسم از آئینه چند سانتیمتر است؟

۱) ۲۵ ۲) ۴۵
۳) ۵۰ ۴) ۷۵

۲۱۱ ــ یک عدسی محدب بفاصلهٔ کانونی f از نقطه‌ای نورانی که بفاصلهٔ ۲f از آن قرار دارد تصویری حقیقی می‌دهد. اگر نقطهٔ نورانی با سرعت ثابت V از عدسی دور شود تصویر آن نسبت به عدسی چگونه حرکت می‌کند؟

۱) با سرعت بیش از V نزدیک می‌شود.
۲) با سرعت کمتر از V نزدیک می‌شود.
۳) با سرعت V نزدیک می‌شود.
۴) با سرعت V دور می‌شود.

۲۱۲ ــ دو عدسی نازک محدب و مقعر را بهم می‌چسبانیم، اگر فاصلهٔ کانونی عدسی محدب کمتر از عدسی مقعر باشد مجموعه در حکم چه نوع عدسی و فاصلهٔ کانونی آن از عدسی محدب بیشتر یا کمتر است؟

۱) محدب، بیشتر ۲) محدب، کمتر
۳) مقعر، بیشتر ۴) مقعر، کمتر

۲۱۳ ــ بین یک منبع نورانی و یک پرده، مانع کدری که ابعاد آن کوچکتر از منبع نورانی است قرار می‌دهیم تا بر روی پرده سایه و نیمسایه تشکیل شود. اگر بتدریج منبع نورانی را از مانع دور کنیم قطر سایه و نیمسایه به ترتیب چه می‌شود؟

۱) بزرگ، بزرگ ۲) بزرگ، کوچک
۳) کوچک، بزرگ ۴) کوچک، کوچک

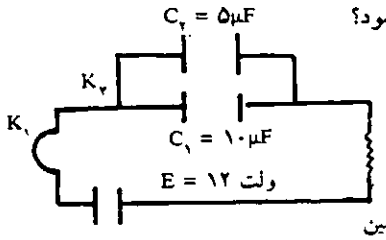
۲۱۴ ــ دو صفحه موازی دارای بارهای مثبت و منفی به مقدار مساوی به فاصلهٔ کمی از هم قرار دارند شدت میدان الکتریکی بین صفحات و دور از لبه‌های آنها چگونه است؟

۱) در تمام نقاط یکسان است.
۲) نزدیک به صفحهٔ مثبت بیشتر است.
۳) نزدیک به صفحهٔ منفی بیشتر است.
۴) در نقاطی که از دو صفحهٔ به یک فاصله‌اند صفر است.

۲۱۵ ــ در شکل مقابل $\vec{E}$ شدت میدان حاصل از دو بار ذره‌ای واقع در نقاط A و B می‌باشد. اگر اندازهٔ بار الکتریکی این دو نقطه را به q_A و q_B نشان دهیم، کدامیک از گزینه‌ها صحیح است؟

۱) بار الکتریکی A منفی و B مثبت و $q_A<q_B$
۲) بار الکتریکی A مثبت و B منفی و $q_A<q_B$
۳) بار الکتریکی A منفی و B مثبت و $q_A>q_B$
۴) بار الکتریکی A مثبت و B منفی و $q_A>q_B$

۲۱۶ ــ در شکل مقابل اگر کلید $K_۱$ را باز کنیم و کلید $K_۲$ را ببندیم اختلاف پتانسیل مشترک دو سر خازنهای $C_۱$ و $C_۲$ چند ولت می‌شود؟



۱) ۴ ۲) ۶
۳) ۸ ۴) ۱۰

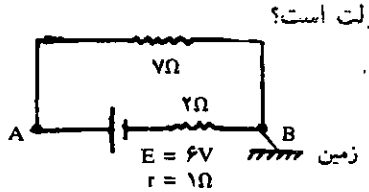
۲۱۷ ــ اگر گلوله‌ای به جرم ۲۵ گرم با سرعت ۴۰۰ متر بر ثانیه به مانع سختی برخورد کند و تمام انرژی آن به گرما تبدیل شود چند ژول گرما در اثر این برخورد تولید خواهد شد؟

۱) ۲×۱۰^{۳} ۲) ۲×۱۰^{۴}
۳) ۲×۱۰^{۵} ۴) ۲×۱۰^{۶}

۲۱۸ ــ اگر دو لامپ روشنائی یکسان را بطور متوالی بهم بسته به برق شهر وصل کنیم، توان مصرف شده چند برابر وقتی است که فقط یکی از لامپها به برق شهر وصل باشد؟ (مقاومت الکتریکی لامپها ثابت فرض می‌شود).

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

۲۱۹ ــ در شکل مقابل پتانسیل نقطهٔ A چند ولت است؟



۱) ۱/۲ ۲) ۱/۸
۳) ۴/۲ ۴) ۴/۸

۲۲۰ ــ مقاومت خطی R و خازن C را بطور متوالی به اختلاف پتانسیل متناوبی که مقدار مؤثر آن ۵۰ ولت است بسته‌ایم. اگر

شکل توأم است. پس موج تابش و بازتابش روی مانع سخت باهم اختلاف فاز π دارند. یعنی قرینه یکدیگرند.

معادله موج تابش $y = r\sin\omega t$

معادله موج بازتابش $y' = r\sin(\omega t + \varphi)$

$\Rightarrow y + y' = 0 \Rightarrow \varphi = \pi$ rad

۱۹۴ ــ گزینه (۲) درست است. زمان تناوب با جذر طول آونگ نسبت مستقیم و با جذر شتاب (برآیند شتاب ثقل و شتابهای حاصل از نیروهای دیگر) نسبت عکس دارد.

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

۱۹۵ ــ گزینه (۲) درست است.

$$F = 1/8\,C + 32 \begin{cases} F - 1/8\,C = 32 \\ F - C = 40 \end{cases} \Rightarrow C = 10^\circ C$$

۱۹۶ ــ گزینه (۲) درست است. طبق فرمول سرعت صوت در گازها می‌توان نوشت:

$$V = \sqrt{\frac{Rt}{M}} \qquad \frac{V}{V_0} = \sqrt{\frac{T}{T_0}} = \sqrt{\frac{\theta + 273}{273}}$$

$$\Rightarrow \frac{V}{V_0} = \sqrt{\frac{273 + 273}{273}} \Rightarrow V = V_0\sqrt{2}$$

۱۹۷ ــ گزینه (۱) درست است.

$$m = \frac{m}{2^n},\ n = \frac{t}{T} = 3 \Rightarrow m = \frac{m}{2^3} = \frac{m}{8} \Rightarrow \frac{m}{m} = \frac{1}{8}$$

۱۹۸ ــ گزینه (۴) درست است. طبق فرمول جرم حجمی داریم:

$$\rho = \frac{M}{V} \text{ و } \rho = 8000\ \frac{Kg}{m^3} = 8\ \frac{g}{cm^3}$$

$$V = \frac{M}{\rho} = \frac{20}{8} = 2/5\ Cm^3 = 2500\ mm^3$$

۱۹۹ ــ گزینه (۲) درست است.

$$x_2 = 12t \Rightarrow 240 = 12\,t \Rightarrow t = 20\ S$$

$$x_1 = 10\,t \Rightarrow x_1 = 200\ m$$

$$\Rightarrow \Delta x = 240 - 200 = 40m$$

می‌توان به کمک سرعت نسبی نیز مسئله را حل کرد:

$$\Delta x = \overline{V}t = (12-10) \times 20 = 40m$$

۲۰۰ ــ گزینه (۲) درست است.

$$\overline{V} = \frac{x}{t} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{t} = \frac{1}{2}gt = \frac{1}{2} \times 10 \times 3 = 15\ m$$

و یا

$$\overline{V} = \frac{V + V_0}{2} = \frac{V}{2} = \frac{gt}{2}$$

۲۰۱ ــ گزینه (۲) درست است.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4/5} = \frac{4\pi}{9}\ \frac{rad}{S}$$

۲۰۲ ــ گزینه (۳) درست است.

$$r = (R + R) = 2R$$

$$F_C = Fg = \frac{GMem}{4R^2}$$

$$W = \frac{GMem}{R^2} \Rightarrow \frac{F_c}{W} = \frac{R^2}{4R^2} = \frac{1}{4}$$

نیروی جاذبه نیوتنی، نقش نیروی جانب مرکز را دارد.

۲۰۳ ــ گزینه (۱) درست است. نیروهای عمل و عکس‌العمل بردو جسم وارد می‌شوند و برآیند ندارند. عکس‌العمل نیروی وزن (W) از طرف جسم به زمین وارد می‌شود. نیروی عمودی سطح (N) و W چون بریک جسم وارد می‌شوند عمل و عکس‌العمل نیستند.

F و f نیز بریک جسم وارد می‌شوند بنابراین عمل و عکس‌العمل نیستند.

۲۰۴ ــ گزینه (۲) درست است. نیروی کشش سطحی باعث می‌شود که سطح آب همانند یک پرده عمل کرده و مانع فرورفتن سوزن در آب شود.

۲۰۵ ــ گزینه (۱) درست است. طبق قانون دوم نیوتن می‌توان نوشت:

$$V = \frac{18}{3/6} = 5\ m/s \qquad V = 0$$

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m(V - V_0)}{t} = \frac{mV}{t} \Rightarrow F = \frac{1500 \times 5}{5 \times 60} = 25\ N$$

۲۰۶ ــ گزینه (۲) درست است. با توجه به شکل مزیت مکانیکی برابر ۴ می‌باشد ($A = 4$).

$$A = \frac{dE}{dR} = 4 \qquad \text{راندمان } Ra = \frac{W'}{W} = \frac{R \times dR}{E \times dE}$$

$$\Rightarrow E = F = \frac{R \times dR}{Ra \times dE} = \frac{360}{0/9 \times 4} = 100\ N$$

۲۰۷ ــ گزینه (۳) درست است.

$$F_A \times 4/5 = W \times 3$$

$$\Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = 2$$

$$F_B \times 4/5 = W \times 1/5$$

۲۰۸ ــ گزینه (۱) درست است. بنا به عکس قانون ارشمیدس به همان اندازه که از وزن جسم کاسته می‌شود وزن سیّال افزایش می‌یابد بنابراین در کفه دیگر بایستی به اندازهٔ نیروی ارشمیدس وزنه گذاشت (وزن سیال جابجا شده است)

$$w = \rho vg \qquad F = \rho vg$$

$$\rho' < \rho \Rightarrow F < w$$

۲۰۹ ــ گزینه (۳) درست است. کشش نخ برابر تفاضل بین نیروی ارشمیدس و وزن جسم خواهد بود.

$$T = F - W \Rightarrow F = W + T = 0/55\ N$$

$$F = \rho' Vg \Rightarrow \rho' = \frac{0/55}{50 \times 10^{-6} \times 10}$$

$$= \frac{55 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-4}} = 1100\ kg/m^3$$

۲۱۰ ــ گزینه (۲) درست است. رابطه بین f و P به صورت $f = \left|\frac{P}{2 \pm 1}\right|$ است که علامت منفی برای تصویر مجازی است.

$$f = \frac{R}{2} = 15\ cm$$

$$f = \frac{2P}{|2 \pm 1|} \Rightarrow P = \frac{f(1 - 2)}{2} = \frac{15 \times (1 - \frac{1}{4})}{\frac{1}{4}} = 45\ cm$$

اگر فاصله جسم از کانون a باشد به طریق زیر نیز می‌توان مسئله را حل کرد:

$$\gamma = \frac{f}{a} \Rightarrow a = \frac{۱۵}{\frac{۱}{۴}} = ۶۰ \text{ cm}$$

$$a = P + f \Rightarrow P = ۴۵ \text{ cm}$$

۲۱۱ ــ گزینه (۲) درست است. جهت سرعت جسم و تصویر در عدسی‌ها یکی است و هرگاه طول تصویر از جسم بزرگتر باشد سرعتش هم بیشتر است.

۲۱۲ ــ گزینه (۱) درست است. چون فاصله کانونی عدسی محدب $f_۱$ کمتر است پس اندازه همگرایی آن از همگرایی عدسی مقعر بیشتر، در نتیجه طبق قضیهٔ همگرایی، همگرایی کل دستگاه C مثبت، یعنی مجموعه عدسی محدب است و اگر فاصله کانونی مجموعه f باشد داریم:

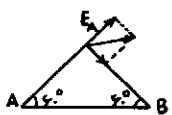
$$\frac{۱}{f} = \frac{۱}{f_۱} - \frac{۱}{f_۲} \Rightarrow f > f_۱$$

۲۱۳ ــ گزینه (۲) درست است. وقتی منبع نور خیلی از جسم دور شود برای جسم به منزله منبع نور نقطه‌ای شکل خواهد شد. در این حالت نیمسایه وجود ندارد و ابعاد سایه از ابعاد جسم بزرگتر است در حالیکه وقتی منبع نور نزدیک جسم است نیمسایه وجود دارد و ابعاد سایه کوچکتر از ابعاد جسم است.

۲۱۴ ــ گزینه (۱) درست است. بین دو صفحه باردار موازی (خازن) میدان یکنواخت به وجود می‌آید که اندازه شدت میدان ثابت و خطوط نیروی میدان موازی و هم‌جهت است.

۲۱۵ ــ گزینه (۴) درست است. شدت میدان، نیروی وارد به واحد بار مثبت بوده و اندازه آن برابر است با:

$$E = \frac{Kq}{r^۲} \text{ و } r_A = r_B \Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{q_A}{q_B} > ۱ \Rightarrow q_A > q_B$$



$$E_A > E_B$$

۲۱۶ ــ گزینه (۳) درست است. بار ذخیره شده در خازن $C_۱$ در حالتیکه کلید $K_۱$ بسته است برابر است با:

$$q = C_۱V = ۱۰ \times ۱۲ = ۱۲۰ \text{ V} \qquad q_۲ = ۰$$

$$V_۱ = V_۲ = \frac{q_۱}{C_۱} = \frac{q_۲}{C_۲} = \frac{q_۱ + q_۲}{C_۱ + C_۲} = \frac{۱۲۰}{۱۰ + ۵} = ۸\text{V}$$

چون خازنها به طور موازی بسته شده‌اند اختلاف پتانسیل هر دو پس از بسته شدن $K_۲$ یکسان خواهد بود.

۲۱۷ ــ گزینه (۱) درست است.

$$Q = \Delta E_C = \frac{۱}{۲} mv^۲ \Rightarrow q = \frac{۱}{۲} \times ۲۵ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۶ \times ۱۰^۴ = ۲ \times ۱۰^۳ \text{ J}$$

۲۱۸ ــ گزینه (۲) درست است. اختلاف پتانسیل درهر دو حالت یکسان می‌باشد. پس توان با مقاومت نسبت عکس دارد.

$$P = \frac{V^۲}{R} \qquad \frac{P'}{P} = \frac{R}{R'} = \frac{R_۱}{۲R_۱} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \frac{P'}{P} = \frac{۱}{۲}$$

۲۱۹ ــ گزینه (۳) درست است.

$$I = \frac{E}{R + r} = \frac{۶}{۷ + ۲ + ۱} = ۰/۶ \text{ A}$$

$$V_{AB} = V_A - V_B = V_A - ۰ = IR \Rightarrow V = ۰/۶ \times ۷ = ۴/۲ \text{ V}$$

۲۲۰ ــ گزینه (۳) درست است.

$$V^۲ = V_R + V_C^۲ \Rightarrow V_C = \sqrt{V^۲ - V_R^۲} = \sqrt{۲۵۰۰ - ۹۰۰} = ۴۰ \text{ V}$$

۲۲۱ ــ گزینه (۳) درست است.

وقتی کلید را می‌بندیم در حلقه جریان القایی به وجود می‌آید، و طبق قانون لنز با عامل به وجود آورنده خود مخالفت می‌کند یعنی حلقه از سیم‌پیچ دور می‌شود. (و در این صورت دو قطب همنام مقابل هم خواهند بود.)

۲۲۲ ــ گزینه (۴) درست است.

$$\varphi = \varphi_۲ - \varphi_۱ \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{۶} - \frac{\pi}{۶} = -\frac{\pi}{۳}$$

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \cos\left(-\frac{\pi}{۳}\right) = \frac{۱}{۲}$$

۲۲۳ ــ گزینه (۲) درست است.

$$f = \frac{(۲K - ۱)\text{ V}}{۴l} \Rightarrow \frac{f'}{f} = \frac{(۲K - ۱)}{(۲K - ۱)} = \frac{۵}{۳}$$

$$\Rightarrow f' = \frac{۵}{۳} f = \frac{۵}{۳} \times ۳۰۰ = ۵۰۰ \text{ HZ}$$

۲۲۴ ــ گزینه (۲) درست است.

$$\begin{cases} a_{max} = r\omega^۲ \\ V_{max} = r.\omega \end{cases} \Rightarrow \frac{a_{max}}{V_{max}} = \omega = \frac{۲\pi}{T}$$

$$\Rightarrow T = \frac{۲\pi V}{a} = \frac{۲ \times ۳/۱۴ \times ۱۰}{۳۱/۴} = ۲\text{S}$$

۲۲۵ ــ گزینه (۱) درست است. n تعداد گره‌ها و K تعداد شکمها می‌باشد.

$$K = n - ۱ = ۲$$

$$f = \frac{K}{۲l}\sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{f'}{f} = \frac{K'}{K}\sqrt{\frac{F'}{F}}$$

$$\Rightarrow \frac{K}{K'} = \sqrt{\frac{F'}{F}} = ۲ \Rightarrow K' = \frac{K}{۲} = ۱$$

$$K' = n - ۱ \Rightarrow n' = ۲$$

«فیزیک برای همه»

محمد مهدی سلطان بیگی
آموزش فیزیک (وسایل کمک آموزشی)

۱ ــ استفاده از اسباب بازی‌ها برای تدریس علوم

با اسباب بازیهای موجود در فروشگاهها می‌توان در کلاس آزمایشهائی انجام داد.

یکی از این وسائل بازی «ماهی خم شونده» است که از ورقه نازکی از پلاستیک است و بشکل ماهی آن را بریده‌اند و وقتی آن را روی دست قرار دهیم مثل این است که جان دارد، خم می‌شود. علت خم شدن آن گرمای دست است که سطح مجاور را گرم و منبسط می‌کند و چون پلاستیک عایق گرما است گرما به سرعت به سطح بالا نمی‌رسد و در نتیجه ماهی خم می‌شود. اگر ورقه پلاستیک ضخیم باشد کمتر خم می‌شود. ورقه نازک پوشش سیگار و برگهای پلاستیک نازک سفت همین خاصیت را داراست.

وقتی در مبحث گرما به بحث در باره دو فلزی (بی‌متال) می‌رسیم بهتر است از این وسیله استفاده کنیم که خیلی از شاگردان تصور می‌کنند کار ماهی شبیه یک دو فلزی است امّا وقتی با دقت آن را ملاحظه کنند متوجه می‌شوند فرقی بین دو سطح بالا و پائین نیست. بهتر است شاگردان را در این موقع به تفکر واداشت و فرض‌های مطرح شده را امتحان کرد. یک سئوال این است که آیا گرما عامل خم شدن ماهی است؟ که با قرار دادن ماهی روی جسم گرم دیگر می‌توان امتحان کرد. اگر ماهی را بعکس حالت قبل روی دست قرار دهیم چه می‌شود؟ اگر کار آن شبیه دو فلزی باشد باید وسیط آن بالا بیاید که چنین نیست و مانند حالت قبل خم می‌شود. آن را روی سطح سرد قرار می‌دهیم مثلاً روی جسمی که از یخچال برداشته‌ایم یا روی ظرفی که داخل آن یخ وجود دارد قرار می‌دهیم ماهی از وسط بالا می‌آید.

می‌توان ماهی را با لبه‌های طبیعی گرما داد یا آن را از نقطه‌ای آویزان کرد و از یک طرف گرما داد.

چون دمای پوست افراد مختلف متفاوت است و دمای هوا نیز ممکن است فرق کند نتیجه مختلف است. اگر هوا سرد باشد اثر بهتر نمایان می‌شود.

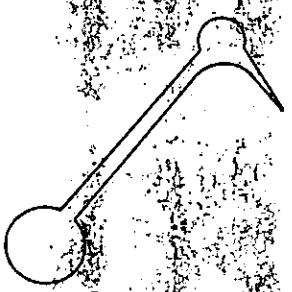
خیلی از اسباب بازیها وجود دارد که می‌توان از آنها استفاده کرد و سئوالهائی مطرح کرد و روش علمی را متذکر شد.

۲ ــ اسباب بازیهای علمی

از اسباب بازیها می‌توان برای تدریس علوم استفاده کرد. بچه‌ها تا سن هشت سالگی با در دست گرفتن و دست زدن اجسام آنها را درک می‌کنند در مدرسه هر چه یاد می‌گیرند لفظی است باید اسم اجسام را بگوئید بوی میز، شیشه و یا چیزی نیست نزنند فقط تصویر آنها را ببینند که در این صورت کمتر به علم علاقه پیدا می‌کنند علت آن را به تجربه دریافته‌ایم.

بهترین راه چنانچه در بالا اشاره شد از اسباب بازیها است، مثلاً ماشینی که لامپ و صدا داشته باشد و متناسب با سن بچه باشد و بتواند از آن استفاده کند. اسباب بازی دیگری که اصول گرما را می‌توان با آن نشان داد یک حباب محتوی مایع رنگین کلرید متیلن است که به لوله‌ای وصل است وقتی حباب را در دست بگیریم مایع شروع به جوشیدن می‌کند حبابها از سطح مایع در لوله بالا می‌آید و ناپدید می‌شود چون دمای دست افراد مختلف متفاوت است میزان تولید حباب فرق می‌کند. اگر عایقی بین دست و آن قرار دهیم دیرتر حباب درست می‌شود.

پرنده تشنه نیز اسباب بازی دیگری است که عمل آن نظیر اسباب بازی بالا است وقتی نوک آن در آب قرار گیرد سرد می‌شود فشار پائین می‌آید و مایع در لوله بالا می‌رود و پرنده حرکت می‌کند.



ثابت‌های بنیادی فیزیک براساس آخرین تنظیمات سال ۱۹۸۶

تهیه و تنظیم: دکتر عزت‌الله ارضی - گروه فیزیک دانشگاه تهران

علم کاربردی اوزان و مقادیر (سنجه‌شناسی) در طی ۲۰ سال اخیر ارتباط و پیوند حیرت‌آوری با فیزیک اتمی، فیزیک مولکولی و فیزیک حالت جامد پیدا کرده است؛ از یک طرف تکنیک‌های دقیق اندازه‌گیری فرکانس امواج الکترومغناطیس در طول موجهای نواحی مادون قرمز و نور مرئی به درجه‌ای از دقت رسید که واحد «متر» براساس «فاصله‌ای که نور در یک زمان معین طی می‌کند»، تعریف مجدد شد. ازطرف دیگر، ارتباط مستقیم فواصل صفحات شبکه‌ای بلورها و طول موج امواج الکترو - مغناطیس، بهبود قابل ملاحظه‌ای در تعیین عدد آووگادرو به وجود آورد. بسیاری از تحولات دیگر، نظیر پیشرفت چشمگیر در دقت اندازه‌گیری ممان مغناطیسی ناهنجار الکترون و پدیده‌های وابسته به آن نیز به‌وقوع پیوسته که اثر مستقیم بر علم سنجه شناسی داشته است. ولی برجسته‌ترین و چشمگیرترین پیشرفت سنجه‌شناسی موقعی به‌وقوع پیوست که کلاؤس فون کلیتسینگ درسال ۱۹۸۰، کوانتیزاسیون هدایت الکتریکی (و مقاومت الکتریکی) را در نیمرساناها مشاهده کرد[۲] و در اثر این کشف، اندازه‌گیری مستقیم ثابت ساختمان ریز به‌طریق ماکروسکپی و با دقت زیاد امکان‌پذیر شد.

به خاطر همین پیشرفت‌ها و نیز در دسترس قرار گرفتن نتایج بسیار دقیق تعداد زیادی کارهای تجربی و تئوری، یک بار دیگر لازم شد تا در سال ۱۹۸۶ در مقادیر عددی و میزان دقت ثابت‌های فیزیک تجدید نظر شود[۱] (Cohen & Taylor 1987 a & b & c & d; Taylor, 1987)

[۱] آخرین تنظیمات ثابت‌های فیزیک قبلاً درسال ۱۹۷۳ انجام شده بود (Cohen & Taylor, 1973).

جدول ۱ مقادیر عددی ثابت‌های بنیادی فیزیک و شیمی را براساس آخرین تنظیمات سال ۱۹۸۶ (به روش حداقل مجموع مجذورات اختلافها[۳]) نشان می‌دهد. در جدول ۲ بعضی مقادیر مرتبط با جدول ۱ که در تنظیمات ۱۹۸۶ مستقیماً دخالت داشته‌اند ولی خودشان ثابت‌های بنیادی تلقی نمی‌شوند، آورده شده‌اند.

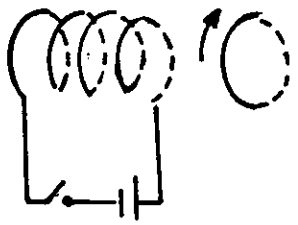
[۲] دقت مقادیر توصیه شدهٔ ۱۹۸۶ تقریباً ۱۰ مرتبه بهتر از دقت مربوط به سال ۱۹۷۳ است؛ در بعضی موارد دقت‌ها بهتر ازاین هم شده است، مثلاً، دقت‌های m_p/m_e و α تقریباً ۲۰ برابر و دقت ثابت ریدبرگ تقریباً ۶۰ برابر شده است. چشمگیرترین نکتهٔ تجدیدنظر ۱۹۸۶، تغییر مقدار عددی برخی از ثابت‌های بنیادی فیزیک نظیر $2e/h$ و غیره است. مقایسهٔ بعضی از مقادیر توصیه شدهٔ ۱۹۷۳ و ۱۹۸۶ و نیز تغییر مقادیر آنها در جدول ۳ آورده شده است.

در خاتمه متذکر می‌شود که جداول صفحه بعد نتیجه تلاش پنج سالهٔ عدهٔ زیادی متخصص از آزمایشگاههای معتبر فیزیک و سنجه‌شناسی دنیا است که امید می‌رود مورد پذیرش و استفادهٔ دانشمندان و دانش پژوهان قرار گیرد.

اختلاف پتانسیل مؤثر دو سر مقاومت ۳۰ ولت باشد، اختلاف پتانسیل مؤثر دو سر خازن چند ولت خواهد بود؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰
۳) ۴۰ ۴) ۸۰

۲۲۱ ــ در شکل مقابل در کدام هنگام جریان القائی در حلقه در جهتی است که با فلش مشخص شده است؟



۱) قطع کلید
۲) قطع و وصل کلید
۳) وصل کلید
۴) وقتی شدت جریان ماکزیمم باشد.

۲۲۲ ــ معادلات اختلاف پتانسیل دو سر یک مدار و شدت جریانی که از آن میگذرد به ترتیب بصورت $V=V_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{6})$ و $I=I_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{6})$ است. ضریب توان مدار چند است؟

۱) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ۲) $\frac{1}{2}$
۳) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۴) $\frac{1}{3}$

۲۲۳ ــ تواتر صوت دوم یک لوله صوتی بسته ۲۰۰ هرتز است. تواتر صوت سوم این لوله در همان شرائط چند هرتز است؟

۱) ۴۵۰ ۲) ۵۰۰
۳) ۶۰۰ ۴) ۹۰۰

۲۲۴ ــ در یک حرکت نوسانی ساده ماکزیمم مقادیر سرعت و شتاب به ترتیب $V_m=10 \frac{cm}{s}$ و $a_m = 31/4\ Cm/s^2$ است. پریود این حرکت برحسب ثانیه کدام است؟

۱) ۱ ۲) ۲
۳) ۳ ۴) ۴

۲۲۵ ــ در طول تار مرتعشی به هنگام تولید صوت ۲ گره موجود است. اگر نیروی کشش تار را ۴ برابر کنیم و باز هم تار، صوتی با همان فرکانس تولید کند در اینصورت در طول تار چند گره خواهد بود؟

۱) ۲ ۲) ۳
۳) ۴ ۴) ۵

پاسخنامه گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی
سال تحصیلی (۶۹ ــ ۱۳۶۸)

شمارهٔ تست	پاسخ	شمارهٔ تست	پاسخ	شمارهٔ تست	پاسخ	شمارهٔ تست	پاسخ
۱۱۱	۲	۱۲۸	۴	۱۴۵	۱	۱۶۲	۳
۱۱۲	۴	۱۲۹	۱	۱۴۶	۴	۱۶۳	۳
۱۱۳	۴	۱۳۰	۱	۱۴۷	۲	۱۶۴	۴
۱۱۴	۳	۱۳۱	۱	۱۴۸	۴	۱۶۵	۲
۱۱۵	۲	۱۳۲	۳	۱۴۹	۳	۱۶۶	۲
۱۱۶	۱	۱۳۳	۲	۱۵۰	۲	۱۶۷	۲
۱۱۷	۳	۱۳۴	۲	۱۵۱	۴	۱۶۸	۱
۱۱۸	۳	۱۳۵	۱	۱۵۲	۲	۱۶۹	۲
۱۱۹	۴	۱۳۶	۱	۱۵۳	۱	۱۷۰	۲
۱۲۰	۱	۱۳۷	۲	۱۵۴	۲	۱۷۱	۱
۱۲۱	۲	۱۳۸	۴	۱۵۵	۴	۱۷۲	۲
۱۲۲	۳	۱۳۹	۳	۱۵۶	۲	۱۷۳	۱
۱۲۳	۱	۱۴۰	۲	۱۵۷	۳	۱۷۴	۴
۱۲۴	۴	۱۴۱	۱	۱۵۸	۱	۱۷۵	۳
۱۲۵	۱	۱۴۲	۳	۱۵۹	۱	۱۷۶	۱
۱۲۶	۴	۱۴۳	۳	۱۶۰	۱	۱۷۷	۴
۱۲۷	۱	۱۴۴	۳			۱۷۸	۳

پاسخنامه گروه آزمایشی علوم تجربی
سال تحصیلی (۶۹ ــ ۱۳۶۸)

شمارهٔ تست	پاسخ	شمارهٔ تست	پاسخ	شمارهٔ تست	پاسخ	شمارهٔ تست	پاسخ
۱۸۶	۳	۲۰۳	۱	۲۲۰	۳		
۱۸۷	۲	۲۰۴	۲	۲۲۱	۳		
۱۸۸	۲	۲۰۵	۱	۲۲۲	۴		
۱۸۹	۲	۲۰۶	۲	۲۲۳	۲		
۱۹۰	۱	۲۰۷	۳	۲۲۴	۲		
۱۹۱	۴	۲۰۸	۱	۲۲۵	۱		
۱۹۲	۲	۲۰۹	۳				
۱۹۳	۱	۲۱۰	۲				
۱۹۴	۲	۲۱۱	۲				
۱۹۵	۲	۲۱۲	۱				
۱۹۶	۲	۲۱۳	۲				
۱۹۷	۱	۲۱۴	۱				
۱۹۸	۴	۲۱۵	۴				
۱۹۹	۲	۲۱۶	۳				
۲۰۰	۲	۲۱۷	۱				
۲۰۱	۲	۲۱۸	۴				
۲۰۲	۳	۲۱۹	۳				

پاسخ تشریحی سؤالات فیزیک

امیرپیرژن عدالت
غلامعلی محمودزاده

امتحان گزینش دانشجو ــ گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی ۶۹ ــ ۱۳۶۸

۱۱۱ ــ گزینه (۲) درست است.

$$\frac{f'}{f} = \frac{l}{l} \times \sqrt{\frac{F}{\frac{F}{4}}} = \sqrt{4}$$

۱۱۲ ــ گزینه (۴) درست است.

۱۱۳ ــ گزینه (۴) درست است.

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{V + V_s}{V - V_s}$$

۱۱۴ ــ گزینه (۳) درست است.

$$h_1 = h_2 = h_3 = \sqrt{V_0^2 + 2gH} \Rightarrow V_{0_2} > V_{0_1} \Rightarrow V_2 > V_1$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \Rightarrow t_1 = t_2 = t_3$$

۱۱۵ ــ گزینه (۲) درست است.

$$\Delta\vec{V} = \vec{V}_2 - \vec{V}_1 \Rightarrow (\Delta V)^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2\cos\alpha$$

$$V_1 = V_2 = V \;,\; \alpha = 60^\circ \Rightarrow \Delta V = V$$

و یا با توجه به شکل، مثلث متساوی‌الاضلاع است.

پس $\Delta V = V_1 = V_2$

۱۱۶ ــ گزینه (۱) درست است. نیروی شناورکننده، برابر نیروی اصطکاک است. طبق قانون دوم نیوتن $F = m.a$ و شتاب حاصل از آن به جرم جسم بستگی ندارد.

$$F = \mu mg$$

$$F = m.a \Rightarrow a = \mu g$$

یعنی در این حرکت شتاب به جرم بستگی ندارد و چون سرعت اولیه در هر دو حالت یکی است، پس مسافت توقف ($x = \frac{V_0^2}{2a}$) در هر دو حالت یکسان است.

۱۱۷ ــ گزینه (۴) درست است. از اصل بقاء انرژی جنبشی و اندازه حرکت و تلفیق این دو اصل نتیجه می‌شود $V = V'$ و با استفاده از اصل بقاء اندازه حرکت، چون سرعتها برابرند بنابراین جرمها نیز بایستی برابر باشند؛ یعنی $m = m'$

۱۱۸ ــ گزینه (۳) درست است. چون دما ثابت است طبق قانون بویل ماریوت فشار با حجم نسبت عکس دارد.

۱۱۹ ــ گزینه (۴) درست است؛ چون نمره عینک منفی است (عدسی واگرا) بنابراین چشم شخص نزدیک‌بین است:

$$c = \frac{1}{f} = -\frac{1}{D} \Rightarrow D = \frac{1}{0/75} = \frac{4}{3} \simeq 1/3m$$

۱۲۰ ــ گزینه (۱) درست است. نقطه S روی ۲F عدسی L_1 است، در نتیجه تصویر آن در ۲F طرف دیگر L_1 خواهد بود که منطبق بر کانون عدسی دوم (L_2) می‌باشد، که برای عدسی L_2 شیء مجازی روی کانون می‌شود و تصویر نهایی در بینهایت است. یعنی پرتو خروجی با محور اصلی موازی است.

۱۲۱ ــ گزینه (۲) درست است. چون تصویر حقیقی نسبت به شیء مستقیم است پس شیء مجازی است و چون طول تصویر کوچکتر از طول شیء است پس شیء مقعر می‌باشد.

۱۲۲ ــ گزینه (۳) درست است. در مینیمم انحراف زاویه ورودی و

$$D_m = 2i - A \text{ و } D_m = A \Rightarrow \text{پس } i = \frac{A}{2}$$

۱۲۳ ــ گزینه (۱) درست است.

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\frac{4}{3}}{\frac{3}{2}} = \frac{A}{9}$$

۱۲۴ ــ گزینه (۴) درست است.

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

$$E = \frac{6/6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{0/03 \times 10^{-10}} = 6/6 \times 10^{-15} J$$

۱۲۵ ــ گزینه (۱) درست است. بردار شدت میدان مغناطیسی در هر نقطه مماس و هم‌جهت با خط نیرویی است که از آن نقطه می‌گذرد.

۱۲۶ ــ گزینه (۴) درست است.

۱۲۷ ــ گزینه (۱) درست است. سه عنصر دیگر نیمه‌رسانا هستند.

۱۲۸ ــ گزینه (۴) درست است.

$$Q = mc\Delta\theta = 5 \times 10^5 \times 1 \times 15 = 75 \times 10^5 \text{ cal}$$

۱۲۹ ــ گزینه (۱) درست است.

$W = RI^2 t \Longrightarrow I = \frac{۲/۵}{۰/۱ \times ۱} = ۵\ A$

۱۳۰ ــ گزینه (۱) درست است. میدان بین دو صفحه یکنواخت می‌باشد، پس شدت در همه نقاط یکسان است و طبق رابطه $F = E.q$ نیروی وارد بر بار در همه جا یکسان است.

۱۳۱ ــ گزینه (۱) درست است.

$m = \frac{m_0}{۲^n} \Longrightarrow \frac{۱}{۳۲} m_0 = \frac{m}{۲^n} \Rightarrow \frac{۱}{۳۲} = \frac{۱}{۲^n} \Rightarrow ۲^5 = ۲^n$

$n = ۵$ و $n = \frac{t}{T} \Longrightarrow T = \frac{t}{n} = \frac{۱۳۰}{۵} =$ دقیقه ۲۶

۱۳۲ ــ گزینه (۴) درست است.

$\rho h = \rho' h' \longrightarrow ۰/۵ \times ۱۰ = \rho'(۱۰ - ۴) \longrightarrow \rho' = \frac{۵}{۶}\ g/Cm^3$

۱۳۳ ــ گزینه (۲) درست است. نیرویی که مایع به کف ظرف وارد می‌کند بستگی به شکل ظرف دارد که با شکل داده شده، این نیرو از وزن مایع بزرگتر است $F_1 > W$ امّا نیرویی که ته ظرف به سطح افقی وارد می‌کند برابر وزن ظرف و مایع درون آن است و چون وزن ظرف ناچیز فرض شده است پس $F_2 \leq W$ است.

۱۳۴ ــ گزینه (۲) درست است.

$\theta = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 C_2 \theta_2 + \cdots}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + \cdots} = \frac{۱۰۰ \times ۸۸ + ۰}{۱۰۰ + ۱۰۰۰} = ۸^\circ C$

۱۳۵ ــ گزینه (۱) درست است.

$x = (\frac{V + V_0}{۲})t$

$۱۰^{-۱} = (\frac{۰ + V}{۲}) \times ۱۰^{-۳} \longrightarrow V_0 = ۲ \times ۱۰^۲\ m/s$

۱۳۶ ــ گزینه (۱) درست است. اندازه حرکت مجموعه قبل از حرکت شخص صفر است. اگر جهت سرعت به طرف شمال را مثبت بگیریم خواهیم داشت:

$m_1 \vec{V_1} + m_2 \vec{V_2} = ۰$

$۶۰ \times ۱/۵ = -۱۵۰ \times V_2 \longrightarrow V_2 = -۰/۶\ m/s$

علامت منفی یعنی به طرف جنوب

۱۳۷ ــ گزینه (۲) درست است.

$Mg Sin ۶۰^\circ = Mg Sin ۳۰^\circ$

$\frac{M}{M} = \frac{Sin ۳۰^\circ}{Sin ۶۰^\circ} = \frac{\sqrt{۳}}{۳}$

۱۳۸ ــ گزینه (۴) درست است.

$W = \mu mg\, d = \mu mg\, V.t = \frac{۴}{۱۰} \times ۵۰ \times ۹/۸ \times ۱ \times ۱ = ۱۹۶\ J$

۱۳۹ ــ گزینه (۳) درست است. شتاب این حرکت $(\vec{g})$ برداری قائم و در نقطه اوج بر تندی عمود است (بردار تندی همواره بر مسیر مماس است).

۱۴۰ ــ گزینه (۲) درست است. با استفاده از رابطهٔ مستقل از سرعت اوّلیه داریم:

$x = -\frac{۱}{۲} at^2 + Vt$

$۲۴ = -\frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۱۶ + V \times ۴ \longrightarrow$ سرعت لحظه‌ای $V = ۱۰\ m/s$

۱۴۱ ــ گزینه (۱) درست است. پراکندگی با توان چهارم طول موج نسبت عکس دارد. اگر آن را به D نشان دهیم خواهیم داشت:

$\frac{D_2}{D_1} = (\frac{\lambda_1}{\lambda_2})^4 = (\frac{۴۰۰۰}{۶۰۰۰})^4 = \frac{۱۶}{۸۱}$

۱۴۲ ــ گزینه (۳) درست است.

$\Sigma F = a \Sigma M$

$F - ۸ = ۱۶ \times ۳ = \Longrightarrow F = ۵۶\ N$

۱۴۳ ــ گزینه (۳) درست است.

$V_{max} = \sqrt{۲gl(۱ - Cos\alpha)} = \sqrt{۲ \times ۱۰ \times ۰/۴ (۱ - \frac{۱}{۲})} = ۲\ m/s$

۱۴۴ ــ گزینه (۳) درست است.

$\frac{E_2}{E_1} = \frac{m_2}{m_1} \times (\frac{V_2}{V_1})^2 = \frac{m_2}{m_1} \times (\frac{r_1}{r_2})$

$\frac{E_2}{E_1} = \frac{۲m}{m} \times \frac{۲Re}{۳Re} = \frac{۴}{۳}$

۱۴۵ ــ گزینه (۱) درست است.

$F_1 = F_2 = F \longrightarrow R = ۲F_1 Co\alpha / ۲$

$\frac{R}{R'} = \frac{۲F_1 Co\frac{\alpha}{۲}}{۲F_1 Co\frac{\alpha}{۲}} = \frac{Cos ۶۰^\circ}{Cos ۴۵^\circ} = \frac{\frac{۱}{۲}}{\frac{\sqrt{۲}}{۲}} = \frac{\sqrt{۲}}{۲}$

۱۴۶ ــ گزینه (۴) درست است.

۱۴۷ ــ گزینه (۲) درست است.

اگر مقاومت هر سیم را به R نشان دهیم داریم:

$R_1 = \frac{۲R \times R}{۳R} = \frac{۲R}{۳}$

$R_2 = \frac{R}{۲} + R = \frac{۳R}{۲}$

$\Longrightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{۲R}{۳}}{\frac{۳R}{۲}} = \frac{۴}{۹}$

۱۴۸ ــ گزینه (۴) درست است.

$I = I_1 (۱ + \frac{a}{s}) \longrightarrow \frac{I}{I_1} = ۱ + \frac{a}{s} = ۱ + \frac{۱/۸}{۰/۲} = ۱۰$

۱۴۹ ــ گزینه (۳) درست است. اگر کلید را ببندیم خازن C_2 از مدار حذف می‌شود (اتصال کوتاه) در نتیجه اختلاف پتانسیل C_1 افزایش یافته و طبق فرمول $(q = C.V)$ بار الکتریکی نیز افزایش می‌یابد.

۱۵۰ ــ گزینه (۲) درست است. اگر ظرفیت هریک از دو خازن را به C نشان دهیم ظرفیت معادل در حالت اوّل $C_1 = \frac{C}{۲}$ و ظرفیت معادل در حالت دوّم:

$C_2 = \frac{C \times ۴C}{C + ۴C} = \frac{۴C}{۵}$

در نتیجه:

$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\frac{۴C}{۵}}{\frac{C}{۲}} = \frac{۸}{۵}$

پاسخ تشریحی سؤالات فیزیک امتحان گزینش دانشجو ــ گروه علوم تجربی ۱۳۶۸-۶۹

۱۵۱ ــ گزینه (۴) درست است. شدت میدان الکتریکی عبارت است از نیروی وارد به واحد بار الکتریکی مثبت. چون با خنثی شدن بار q_B جهت شدت میدان در خلاف جهت اوّلیه‌اش می‌شود، پس شدت میدان بار B و A مختلف الجهت هستند، یعنی دوبار همنام می‌باشند.

$$\begin{cases} \overrightarrow{E_1} = \overrightarrow{E_A} + \overrightarrow{E_B} \\ \overrightarrow{E_A} = -\overrightarrow{E_1} \end{cases} \longrightarrow \overrightarrow{E_1} = -\overrightarrow{E_1} + \overrightarrow{E_B}$$

$$E_B = 2E_1 \Longrightarrow q_B = 2q_A$$

۱۵۲ ــ گزینه (۲) درست است. چون اختلاف پتانسیل و شدت جریان همفازند پس مدار در حالت تشدید است.

$$L\omega^2 = 1 \Longrightarrow \frac{2}{10} \times 25 \times 10^{-4} \times C = 1 \Longrightarrow C = \frac{1}{5 \times 10^{-2}} = 20\mu F$$

۱۵۳ ــ گزینه (۱) درست است. نمودار شتاب ــ زمان یک خط است.

$$a = \frac{dV}{dt} \longrightarrow a = 2t$$

۱۵۴ ــ گزینه (۲) درست است.

$$F_2 = \mu Mg = K(\Delta l)_2$$

$$F_1 = mg = K(\Delta l)_1$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\mu M}{m} = \frac{(\Delta l)_2}{(\Delta l)_1} = \frac{2}{4} \longrightarrow \frac{M}{m} = \frac{1}{2\mu} = \frac{1}{0/4} = 2/5$$

۱۵۵ ــ گزینه (۴) درست است.

$$L\omega^2 = 1 \longrightarrow LC \times 4\pi^2 f^2 = 1 \longrightarrow \frac{L'}{L} = \left(\frac{f'}{f}\right)^2 = \left(\frac{50}{40}\right)^2 = \frac{25}{16}$$

۱۵۶ ــ گزینه (۲) درست است.

$$|E| = \frac{d\varphi}{dt} = 2V$$

۱۵۷ ــ گزینه (۳) درست است.

$$a_1 = a_2 \Longrightarrow \theta = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2} = \frac{\pi/3 + \pi/4}{2} = \frac{7\pi}{24} \text{ rad}$$

۱۵۸ ــ گزینه (۱) درست است.

$$E = \frac{1}{2} Ka^2 \Longrightarrow 4 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times k \times \frac{1}{100\pi^2} \longrightarrow k = 8 \times 10^{-1} \times \pi^2$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} = 2\pi\sqrt{\frac{2 \times 10^{-2}}{8 \times 10^{-1} \times \pi^2}} = 0/1s$$

۱۵۹ ــ گزینه (۱) درست است.

$$L = I.\omega = I\alpha t = \frac{1}{2} m.R^2 \alpha.t$$

$$L = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-2} \times 5 \times 3 = 0/3 \text{ j.s}$$

۱۶۰ ــ گزینه (۱) درست است.

$$\alpha = \frac{\pi}{4} \Longrightarrow tg\alpha = \frac{x_L}{R} = 1$$

۱۸۶ ــ گزینه (۳) درست است. انرژی جنبشی با مجذور سرعت نسبت مستقیم و اندازه حرکت با سرعت نسبت مستقیم دارد.

$$E_c = \frac{1}{2} mV^2 \qquad \frac{E'}{E} = \left(\frac{V'}{V}\right)^2 = 4$$

$$\vec{p} = m\vec{V} \qquad \frac{P'}{P} = \frac{V'}{V} = 2$$

۱۸۷ ــ گزینه (۲) درست است. طبق قانون بویل ماریوت در دمای ثابت فشار با حجم گاز نسبت عکس دارد.

$$P_2V_2 = P_1V_1 \Longrightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2}$$

بنابراین اگر در دمای ثابت حجم نصف شود فشار دوبرابر می‌شود.

۱۸۸ ــ گزینه (۲) درست است؛ رنگ پرده قرمز است و نوز آبی را جذب می‌کند.

۱۸۹ ــ گزینهٔ (۲) درست است. فرکانس و پریود امواج به محیط بستگی ندارد و از مشخصات منبع تولید موج است.

۱۹۰ ــ گزینه (۱) درست است.

۱۹۱ ــ گزینه (۴) درست است. اشعه کاتودیک از جنس الکترون است و دراثر برخورد به مانع ایجاد اشعهٔ ایکس می‌نماید.

۱۹۲ ــ گزینه (۲) درست است. اگر سرعت و شتاب و زمان را در زمین به V و g و t و سرعت و شتاب و زمان را در ماه به V′ و g′ و t′ نشان دهیم در این صورت خواهیم داشت:

$$h = \frac{1}{2} gt^2 \Longrightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \Longrightarrow \frac{t}{t'} = \sqrt{\frac{g}{g}} < 1 \Longrightarrow t < t'$$

$$V = 2gh \Longrightarrow \frac{V}{V'} = \sqrt{\frac{g}{g}} > 1 \Longrightarrow V > V'$$

۱۹۳ ــ گزینه (۱) درست است. انعکاس روی مانع سخت با تغییر

جدول ۱ـ مقادیر توصیه شده برای ثابت‌های بنیادی فیزیك براساس تنظیمات سال ۱۹۸۶ به روش حداقل مجموع مجذورات اختلافها. ارقام داخل پرانتز، یك انحراف معیار نایقینی مربوط به‌آخرین ارقام مقادیر را نشان می‌دهند.

کمیت	علامت	مقدار	واحد	نایقینی نسبی ppm
ثابت‌های عمومی				
ثابت‌های جهانی				
سرعت نور در خلاء	c	۲۹۹۷۹۲۴۵۸	$m\ s^{-1}$	دقیق
نفوذپذیری خلاء	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}$	NA^{-2}	
		$= 12/566370614\ldots\ldots$	$10^{-7} N\ A^{-2}$	دقیق
پرمیتیویته (گذردهی) خلاء $1/\mu_0 c^2$	ε_0	$8/854187817\ldots\ldots$	$10^{-12} F\ m^{-1}$	دقیق
ثابت جاذبهٔ نیوتونی	G	۶/۶۷۲۵۹(۸۵)	$10^{-11} m^3\ kg^{-1} s^{-2}$	۱۲۸
ثابت پلانك	h	۶/۶۲۶۰۷۵۵(۴۰)	$10^{-34} J\ s$	۰/۶۰
برحسب الکترون ولت: $h/\{e\}$		۴/۱۳۵۶۶۹۲(۱۲)	$10^{-15} eV\ s$	۰/۳۰
$h/2\pi$	$\hbar$	۱/۰۵۴۵۷۲۶۶(۶۳)	$10^{-34} J\ s$	۰/۶۰
برحسب الکترون ولت: $\hbar/\{e\}$		۶/۵۸۲۱۲۲۰(۲۰)	$10^{-16} eV\ s$	۰/۳۰
جرم پلانك $(\hbar c/G)^{\frac{1}{2}}$	m_p	۲/۱۷۶۷۱(۱۴)	$10^{-8} kg$	۶۴
طول پلانك $\hbar/m_p c = (\hbar G/c^3)^{\frac{1}{2}}$	l_p	۱/۶۱۶۰۵(۱۰)	$10^{-35} m$	۶۴
زمان پلانك $l_p/c = (\hbar G/c^5)^{\frac{1}{2}}$	t_p	۵/۳۹۰۵۶(۳۴)	$10^{-44} s$	۶۴
ثابت‌های الکترومغناطیس				
بار الکتریکی بنیادی	e	۱/۶۰۲۱۷۷۳۳(۴۹)	$10^{-19} C$	۰/۳۰
e/h		۲/۴۱۷۹۸۸۳۶(۷۲)	$10^{14} A\ J^{-1}$	۰/۳۰
کوانتوم فلوی مغناطیسی $h/2e$	Φ_0	۲/۰۶۷۸۳۴۶۱(۶۱)	$10^{-15} Wb$	۰/۳۰
نسبت فرکانس ـ ولتاژ جوزفسون $2e/h$		۴/۸۳۵۹۷۶۷(۱۴)	$10^{14} Hz\ V^{-1}$	۰/۳۰
رسانائی کوانتومی هال e^2/h		۳/۸۷۴۰۴۶۱۴(۱۷)	$10^{-5} S$	۰/۰۴۵
مقاومت کوانتومی هال $h/e^2 = \mu_0 c/2\alpha$	R_H	۲۵۸۱۲/۸۰۵۶(۱۲)	Ω	۰/۰۴۵
مگنتون بوهر $e\hbar/2m_e$	μ_B	۹/۲۷۴۰۱۵۴(۳۱)	$10^{-24} J\ T^{-1}$	۰/۳۴
برحسب الکترون‌ولت: $\mu_B/\{e\}$		۵/۷۸۸۳۸۲۶۳(۵۲)	$10^{-5} eV\ T^{-1}$	۰/۰۸۹
برحسب هرتز: μ_B/h		۱/۳۹۹۶۲۴۱۸(۴۲)	$10^{10} Hz\ T^{-1}$	۰/۳۰
برحسب عدد موج: μ_B/hc		۴۶/۶۸۶۴۳۷(۱۴)	$m^{-1} T^{-1}$	۰/۳۰
برحسب کلوین: μ_B/k		۰/۶۷۱۷۰۹۹(۵۷)	$K\ T^{-1}$	۸/۵
مگنتون هسته‌ای $e\hbar/2m_p$	μ_N	۵/۰۵۰۷۸۶۶(۱۷)	$10^{-27} J\ T^{-1}$	۰/۳۴

ثابت‌های بنیادی فیزیک بر اساس آخرین تنظیمات سال ۱۹۶۸

کمیت	علامت	مقدار	واحد	نایقینی نسبی ppm
برحسب الکترون ولت: $\mu_N/\{e\}$		۳/۱۵۲۴۵۱۶۶(۲۸)	10^{-8}eV T^{-1}	۰/۰۸۹
برحسب هرتز: μ_N/h		۷/۶۲۲۵۹۱۴(۲۳)	MHz T^{-1}	۰/۳۰
برحسب عدد موج: μ_N/hc		۲/۵۴۲۶۲۲۸۱(۷۷)	$10^{-2}m^{-1}T^{-1}$	۰/۳۰
برحسب کلوین: μ_N/k		۳/۶۵۸۲۴۶(۳۱)	10^{-4}K T^{-1}	۸/۵

ثابت‌های اتمی

ثابت ساختمان ریز $\mu_0 ce^2/2h$	α	۷/۲۹۷۳۵۳۰۸(۳۳)	10^{-2}	۰/۰۴۵
عکس ثابت ساختمان ریز	α^{-1}	۱۳۷/۰۳۵۹۸۹۵(۶۱)		۰/۰۴۵
ثابت رید برگ $m_e c\alpha^2/2h$	R_∞	۱۰۹۷۳۷۳۱/۵۳۴(۱۳)	m^{-1}	۰/۰۰۱۲
برحسب هرتز: $R_\infty c$		۳/۲۸۹۸۴۱۹۴۹۹(۳۹)	10^{15}Hz	۰/۰۰۱۲
برحسب ژول: $R_\infty hc$		۲/۱۷۹۸۷۴۱(۱۳)	10^{-18}J	۰/۶۰
برحسب الکترون ولت: $R_\infty hc/\{e\}$		۱۳/۶۰۵۶۹۸۱(۴۰)	eV	۰/۳۰
شعاع بوهر $\alpha/4\pi R_\infty$	a_0	۰/۵۲۹۱۷۷۲۴۹(۲۴)	10^{-10}m	۰/۰۴۵
انرژی هارتری $e^2/4\pi\varepsilon_0 a_0 = 2R_\infty hc$	E_h	۴/۳۵۹۷۴۸۲(۲۶)	10^{-18}J	۰/۶۰
برحسب الکترون ولت: $E_h/\{e\}$		۲۷/۲۱۱۳۹۶۱(۸۱)	eV	۰/۳۰
کوانتوم سیرکولاسیون $h/2m_e$		۳/۶۳۶۹۴۸۰۷(۳۳)	$10^{-4}m^2$ s^{-1}	۰/۰۸۹
h/m_e		۷/۲۷۳۸۹۶۱۴(۶۵)	$10^{-4}m^2$ s^{-1}	۰/۰۸۹

الکترون

جرم الکترون	m_e	۹/۱۰۹۳۸۹۷(۵۴)	10^{-31}kg	۰/۵۹
		۵/۴۸۵۷۹۹۰۳(۱۳)	10^{-4}u	۰/۰۲۳
برحسب الکترون ولت: $m_e c^2/\{e\}$		۰/۵۱۰۹۹۹۰۶(۱۵)	MeV	۰/۳۰
نسبت جرم الکترون ـ میون $m_e/m\mu$		۴/۸۳۶۳۳۲۱۸(۷۱)	10^{-3}	۰/۱۵
نسبت جرم الکترون ـ پروتون m_e/m_p		۵/۴۴۶۱۷۰۱۳(۱۱)	10^{-4}	۰/۰۲۰
نسبت جرم الکترون ـ دوترون m_e/m_d		۲/۷۲۴۴۳۷۰۷(۶)	10^{-4}	۰/۰۲۰
نسبت جرم الکترون ـ ذرهٔ آلفا m_e/m_α		۱/۳۷۰۹۳۳۵۴(۳)	10^{-4}	۰/۰۲۱
بار ویژهٔ الکترون $-e/m_e$		−۱/۷۵۸۸۱۹۶۲(۵۳)	10^{11}C kg^{-1}	۰/۳۰
جرم مولی الکترون	M(e), M_e	۵/۴۸۵۷۹۹۰۳(۱۳)	10^{-7}kg/mol	۰/۰۲۳
طول موج کامپتون $h/m_e c$	λ_c	۲/۴۲۶۳۱۰۵۸(۲۲)	10^{-12}m	۰/۰۸۹
$\lambda_c/2\pi = \alpha a_0 = \alpha^2/4\pi R_\infty$	$\lambda\!\!\!^{-}_c$	۳/۸۶۱۵۹۳۲۳(۳۵)	10^{-13}m	۰/۰۸۹
شعاع کلاسیک الکترون $\alpha^2 a_0$	r_e	۲/۸۱۷۹۴۰۹۲(۳۸)	10^{-15}m	۰/۱۳
مقطع مؤثر تامسون $(8\pi/3)r_0^2$	σ_e	۰/۶۶۵۲۴۶۱۶(۱۸)	$10^{-28}m^2$	۰/۲۷
ممان مغناطیسی الکترون	μ_e	۹۲۸/۴۷۷۰۱(۳۱)	10^{-26}J T^{-1}	۰/۳۴
برحسب مگنتون بوهر	μ_e/μ_B	۱/۰۰۱۱۵۹۶۵۲۱۹۳(۱۰)		1×10^{-5}

ثابت‌های بنیادی فیزیک براساس آخرین تنظیمات سال ۱۹۶۸

کمیت	علامت	مقدار	واحد	نایقینی نسبی ppm
برحسب مگنتون هسته‌ای	μ_e/μ_N	۱۸۳۸/۲۸۲۰۰۰(۳۷)		۰/۰۲۰
ناهنجاری ممان مغناطیسی الکترون				
$\mu_e/\mu_B - ۱$	a_e	۱/۱۵۹۶۵۲۱۹۳(۱۰)	10^{-3}	۰/۰۰۸۶
فاکتور g الکترون $۲(۱+a_e)$	g_e	۲/۰۰۲۳۱۹۳۰۴۳۸۶(۲۰)		1×10^{-5}
نسبت ممان مغناطیسی الکترون ـ میون	μ_e/μ_μ	۲۰۶/۷۶۶۹۶۷(۳۰)		۰/۱۵
نسبت ممان مغناطیسی الکترون ـ پروتون	μ_e/μ_p	۶۵۸/۲۱۰۶۸۸(۶۶)		۰/۰۱۰
میون				
جرم میون	m_μ	۱/۸۸۳۵۳۲۷(۱۱)	10^{-28}kg	۰/۶۱
		۰/۱۱۳۴۲۸۹۱۳(۱۷)	u	۰/۱۵
برحسب الکترون ولت: $m_\mu c^2/\{e\}$		۱۰۵/۶۵۸۳۸۹(۳۴)	MeV	۰/۳۲
نسبت جرم میون ـ الکترون	m_μ/m_e	۲۰۶/۷۶۸۲۶۲(۳۰)		۰/۱۵
جرم مولی میون	$M(\mu)$, M_μ	۱/۱۳۴۲۸۹۱۳(۱۷)	10^{-4}kg/mol	۰/۱۵
ممان مغناطیسی میون	μ_μ	۴/۴۹۰۴۵۱۴(۱۵)	10^{-26}J T^{-1}	۰/۲۳
برحسب مگنتون بوهر	μ_μ/μ_B	۴/۸۴۱۹۷۰۹۷(۷۱)	10^{-3}	۰/۱۵
برحسب مگنتون هسته‌ای	μ_μ/μ_N	۸/۸۹۰۵۹۸۱(۱۳)		۰/۱۵
ناهنجاری ممان مغناطیسی میون				
$[\mu_\mu/(e\hbar/2m_\mu)] - ۱$	a_μ	۱/۱۶۵۹۲۳۰(۸۴)	10^{-3}	۷/۲
فاکتور g میون $۲(۱+a_\mu)$	g_μ	۲/۰۰۲۳۳۱۸۴۶(۱۷)		۰/۰۰۸۴
نسبت ممان مغناطیسی میون ـ پروتون	μ_μ/μ_p	۳/۱۸۳۳۴۵۴۷(۴۷)		۰/۱۵
پروتون				
جرم پروتون	m_p	۱/۶۷۲۶۲۳۱(۱۰)	10^{-27}kg	۰/۵۹
		۱/۰۰۷۲۷۶۴۷۰(۱۲)	u	۰/۰۱۲
برحسب الکترون ولت: $m_pc^2/\{e\}$		۹۳۸/۲۷۲۳۱(۲۸)	MeV	۰/۳۰
نسبت جرم پروتون ـ الکترون	m_p/m_e	۱۸۳۶/۱۵۲۷۰۱(۳۷)		۰/۰۲۰
نسبت جرم پروتون ـ میون	m_p/m_μ	۸/۸۸۰۲۴۴۴(۱۳)		۰/۱۵
بار ویژهٔ پروتون	e/m_p	۹/۵۷۸۸۳۰۹(۲۹)	10^7C kg^{-1}	۰/۳۰
جرم مولی پروتون	$M(p)$, M_p	۱/۰۰۷۲۷۶۴۷۰(۱۲)	10^{-3}kg/mol	۰/۰۱۲
طول موج کامپتون پروتون h/m_pc	$\lambda_{c,p}$	۱/۳۲۱۴۱۰۰۲(۱۲)	10^{-15}m	۰/۰۸۹
$\lambda_{c,p}/2\pi$	$\lambda\!\!\!^{-}_{c,p}$	۲/۱۰۳۰۸۹۳۷(۱۹)	10^{-16}m	۰/۰۸۹
ممان مغناطیسی پروتون	μ_p	۱/۴۱۰۶۰۷۶۱(۴۷)	10^{-26}J T^{-1}	۰/۳۴
برحسب مگنتون بوهر	μ_p/μ_B	۱/۵۲۱۰۳۲۲۰۲(۱۵)	10^{-3}	۰/۰۱۰
برحسب مگنتون هسته‌ای	μ_p/μ_N	۲/۷۹۲۸۴۷۳۸۶(۶۳)		۰/۰۲۳

ثابت‌های بنیادی فیزیک براساس آخرین تنظیمات سال ۱۹۸۶

کمیت	علامت	مقدار	واحد	نایقینی نسبی ppm
تصحیح حفاظ دیا مغناطیسی برای پروتون‌ها در آب خالص، نمونهٔ کروی، ۲۵°C، $1-\mu_p'/\mu_p$	σ_{H_2O}	۲۵/۶۸۹(۱۵)	10^{-6}	—
ممان پروتون حفاظت شده (H_2O کروی، ۲۵°C)	μ_p'	۱/۴۱۰۵۷۱۳۸(۴۷)	10^{-26} J T^{-1}	۰/۳۴
برحسب مگنتون بوهر	μ_p'/μ_B	۱/۵۲۰۹۹۳۱۲۹(۱۷)	10^{-3}	۰/۰۱۱
برحسب مگنتون هسته‌ای	μ_p'/μ_N	۲/۷۹۲۷۷۵۶۴۲(۶۴)		۰/۰۲۳
نسبت ژیرو مغناطیسی پروتون	γ_p	۲۶۷۵۲/۲۱۲۸(۸۱)	$10^4 s^{-1}T^{-1}$	۰/۳۰
	$\gamma_p/2\pi$	۴۲/۵۷۷۴۶۹(۱۳)	MHz T^{-1}	۰/۳۰
تصحیح نشده (H_2O، کروی، ۲۵°C)	γ_p'	۲۶۷۵۱/۵۲۵۵(۸۱)	$10^4 s^{-1}T^{-1}$	۰/۳۰
	$\gamma_p'/2\pi$	۴۲/۵۷۶۳۷۵(۱۳)	MHz T^{-1}	۰/۳۰
نوترون				
جرم نوترون	m_n	۱/۶۷۴۹۲۸۶(۱۰)	10^{-27}kg	۰/۵۹
		۱/۰۰۸۶۶۴۹۰۴(۱۴)	u	۰/۰۱۴
برحسب الکترون ولت: $m_nc^2/\{e\}$		۹۳۹/۵۶۵۶۳(۲۸)	MeV	۰/۳۰
نسبت جرم نوترون ـ الکترون	m_n/m_e	۱۸۳۸/۶۸۳۶۶۲(۴۰)		۰/۰۲۲
نسبت جرم نوترون ـ پروتون	m_n/m_p	۱/۰۰۱۳۷۸۴۰۴(۹)		۰/۰۰۹
جرم مولی نوترون	$M(n), M_n$	۱/۰۰۸۶۶۴۹۰۴(۱۴)	10^{-3}kg/mol	۰/۰۱۴
طول موج کامپتون نوترون h/m_nc	$\lambda_{c,n}$	۱/۳۱۹۵۹۱۱۰(۱۲)	10^{-15}m	۰/۰۸۹
$\lambda_{c,n}/2\pi$	$\lambda\!\!\!^{-}_{c,n}$	۲/۱۰۰۱۹۴۴۵(۱۹)	10^{-16}m	۰/۰۸۹
ممان مغناطیسی نوترون	μ_n	۰/۹۶۶۲۳۷۰۷(۴۰)	10^{-26} J T^{-1}	۰/۴۱
برحسب مگنتون بوهر	μ_n/μ_B	۱/۰۴۱۸۷۵۶۳(۲۵)	10^{-3}	۰/۲۴
برحسب مگنتون هسته‌ای	μ_n/μ_N	۱/۹۱۳۰۴۲۷۵(۴۵)		۰/۲۴
نسبت ممان مغناطیسی نوترون ـ الکترون	μ_n/μ_e	۱/۰۴۰۶۶۸۸۲(۲۵)	10^{-3}	۰/۲۴
نسبت ممان مغناطیسی نوترون ـ پروتون	μ_n/μ_p	۰/۶۸۴۹۷۹۳۴(۱۶)		۰/۲۴
دوترون				
جرم دوترون	m_d	۳/۳۴۳۵۸۶۰(۲۰)	10^{-27}kg	۰/۵۹
		۲/۰۱۳۵۵۳۲۱۴(۲۴)	u	۰/۰۱۲
برحسب الکترون ولت: $m_dc^2/\{e\}$		۱۸۷۵/۶۱۳۳۹(۵۷)	MeV	۰/۳۰
نسبت جرم دوترون ـ الکترون	m_d/m_e	۳۶۷۰/۴۸۳۰۱۴(۷۵)		۰/۰۲۰
نسبت جرم دوترون ـ پروتون	m_d/m_p	۱/۹۹۹۰۰۷۴۹۶(۶)		۰/۰۰۳

ثابت‌های بنیادی فیزیک براساس آخرین تنظیمات سال ۱۹۸۶

کمیت	علامت	مقدار	واحد	نایقینی نسبی ppm
جرم مولی دوترون	$M(d), M_d$	۲/۰۱۳۵۵۳۲۱۴(۲۴)	10^{-3}kg/mol	۰/۰۱۲
ممان مغناطیسی دوترون	μ_d	۰/۴۳۳۰۷۲۷۵(۱۵)	10^{-26}J T^{-1}	۰/۳۴
برحسب مگنتون بوهر	μ_d/μ_B	۰/۴۶۶۹۷۵۴۴۷۹(۹۱)	10^{-3}	۰/۰۱۹
برحسب مگنتون هسته‌ای	μ_d/μ_N	۰/۸۵۷۴۳۸۲۳۰(۲۴)		۰/۰۲۸
نسبت ممان مغناطیسی دوترون ـ الکترون	μ_d/μ_e	۰/۴۶۶۴۳۴۵۴۶۰(۹۱)	10^{-3}	۰/۰۱۹
نسبت ممان مغناطیسی دوترون ـ پروترن	μ_d/μ_p	۰/۳۰۷۰۱۲۲۰۳۵(۵۱)		۰/۰۱۷

ثابت‌های فیزیک ـ شیمی

کمیت	علامت	مقدار	واحد	نایقینی نسبی ppm
ثابت آووگادرو	N_A , L	۶/۰۲۲۱۳۶۷(۳۶)	10^{23}mol^{-1}	۰/۵۹
ثابت جرم اتمی				
$m_u = \frac{1}{12} m(^{12}C)$	m_u	۱/۶۶۰۵۴۰۲(۱۰)	10^{-27}kg	۰/۵۹
برحسب الکترون ولت: $m_u c^2/\{e\}$		۹۳۱/۴۹۴۳۲(۲۸)	MeV	۰/۳۰
ثابت فاراده $N_A e$	F	۹۶۴۸۵/۳۰۹(۲۹)	C mol^{-1}	۰/۳۰
ثابت مولی پلانک	$N_A h$	۳/۹۹۰۳۱۳۲۳(۳۶)	10^{-10}J s mol^{-1}	۰/۰۸۹
	$N_A hc$	۰/۱۱۹۶۲۶۵۸(۱۱)	J m mol^{-1}	۰/۰۸۹
ثابت مولی گازها	R	۸/۳۱۴۵۱۰(۷۰)	J mol^{-1}K^{-1}	۸/۴
ثابت بولتزمن R/N_A	k	۱/۳۸۰۶۵۸(۱۲)	10^{-23}J K^{-1}	۸/۵
برحسب الکترون ولت: $k/\{e\}$		۸/۶۱۷۳۸۵(۷۳)	10^{-5}eV K^{-1}	۸/۴
برحسب هرتز: k/h		۲/۰۸۳۶۷۴(۱۸)	10^{10}Hz K^{-1}	۸/۴
برحسب عدد موج: k/hc		۶۹/۵۰۳۸۷(۵۹)	m^{-1}K^{-1}	۸/۴
حجم مولی (گاز ایده‌آل) RT/p				
$T = ۲۷۳/۱۵K,\ p = ۱۰۱۳۲۵Pa$	V_m	۰/۰۲۲۴۱۴۱۰(۱۹)	m^{3}mol^{-1}	۸/۴
$T = ۲۷۳/۱۵K,\ p = ۱۰۰kPa$	V_m	۰/۰۲۲۷۱۱۰۸(۱۹)	m^{3}mol^{-1}	۸/۴
ثابت لوشمیت N_A/V_m	n_o	۲/۶۸۶۷۶۳(۲۳)	10^{25}m^{-3}	۸/۵
ثابت ساکور ـ تترود (ثابت مطلق آنتروپی)				
$\frac{5}{2} + \ln[(2\pi m_u k T_1/h^2)^{\frac{3}{2}} k T_1/P_o]$				
$T_1 = 1K,\ P_o = 100kPa$	S_o/R	−۱/۱۵۱۶۹۳(۲۱)		۱۸
$P_o = ۱۰۱۳۲۵Pa$		−۱/۱۶۴۸۵۶(۲۱)		۱۸
ثابت استفان ـ بولتزمن $(\pi^2/60)k^4/\hbar^3c^2$	σ	۵/۶۷۰۵۱(۱۹)	10^{-8}W m^{-2}K^{-4}	۳۴
اولین ثابت تابش $2\pi hc^2$	c_1	۳/۷۴۱۷۷۴۹(۲۲)	10^{-16}W m^2	۰/۶۰
دومین ثابت تابش hc/k	c_2	۰/۰۱۴۳۸۷۶۹(۱۲)	m K	۸/۴
ثابت قانون جابه‌جائی وین				
$b = \lambda_{max} T = c_2/۴/۹۶۵۱۱۴۲۳ \cdots$	b	۲/۸۹۷۷۵۶(۲۴)	10^{-3}m K	۸/۴

جدول ۲ـ واحدهای نگهداری شده و مقادیر استاندارد. ارقام داخل پرانتز، نایقینی (یک انحراف معیار) موجود در ارقام آخر مقادیرند.

کمیت	علامت	مقدار	واحد	نایقینی نسبی ppm
الکترون ولت، $(e/C)J=\{e\}J$	eV	۱/۶۰۲۱۷۷۳۳(۴۹)	$10^{-19}J$	۰/۳۰
واحد جرم اتمی $1u=m_u=\frac{1}{12}m(^{12}C)$	u	۱/۶۶۰۵۴۰۲(۱۰)	$10^{-27}kg$	۰/۵۹
اتمسفر استاندارد	atm	۱۰۱۳۲۵	Pa	دقیق
شتاب استاندارد ثقل	g_n	۹/۸۰۶۶۵	$m\ s^{-2}$	دقیق
استانداردهای پرتوهای ایکس				
واحد x مس $\lambda(CuK\alpha_1)\equiv 1537/400xu$	$xu(CuK\alpha_1)$	۱/۰۰۲۰۷۷۸۹(۷۰)	$10^{-13}m$	۰/۷۰
واحد x مولیبدن $\lambda(MoK\alpha_1)\equiv 707/831xu$	$xu(MoK\alpha_1)$	۱/۰۰۲۰۹۹۳۸(۴۵)	$10^{-13}m$	۰/۴۵
$\lambda(WK\alpha_1)\equiv 0/209100\text{Å}:\text{Å}$	Å	۱/۰۰۰۰۱۴۸۱(۹۲)	$10^{-10}m$	۰/۹۲
ثابت شبکه‌ای سیلیسیوم، Si (در خلأ، ۲۲/۵°C)	a	۰/۵۴۳۱۰۱۹۶(۱۱)	nm	۰/۲۱
$d_{220}=a/\sqrt{8}$	d_{220}	۰/۱۹۲۰۱۵۵۴۰(۴۰)	nm	۰/۲۱
حجم مولی Si $M(Si)/\rho(Si)=N_A a^3/8$	$V_m(Si)$	۱۲/۰۵۸۸۱۷۹(۸۹)	cm^3/mol	۰/۷۴
واحدهای الکتریکی نگهداری شده				
اهم نگهداری شدهٔ BIPM (اول ژانویه ۱۹۸۵) $\Omega_{BI85}\equiv\Omega_{69-BI}$	Ω_{BI85}	$1-1/563(50)\times10^{-6}=$ ۰/۹۹۹۹۹۸۴۳۷(۵۰)	Ω	۰/۰۵۰
آهنگ تغییر Ω_{69-BI}	$\frac{d\Omega_{69-BI}}{dt}$	−۰/۰۵۶۶(۱۵)	$\mu\Omega/a$	
ولت نگهداری شدهٔ BIPM $V_{76-BI}=483594/0$ GHz(h/2e)	V_{76-BI}	$1-7/59(30)\times10^{-6}=$ ۰/۹۹۹۹۹۲۴۱(۳۰)	V	۰/۳۰
آمپر نگهداری شدهٔ BIPM $A_{BIPM}=V_{76-BI}/\Omega_{69-BI}$	A_{BI85}	$1-6/03(30)\times10^{-6}=$ ۰/۹۹۹۹۹۳۹۷(۳۰)	A	۰/۳۰

جدول ۳ـ مقایسهٔ تنظیمات ۱۹۷۳ و ۱۹۸۶ برای بعضی‌از ثابت‌های بنیادی فیزیك

کمیت	تغییر نسبت به مقدار توصیه شدهٔ ۱۹۷۳ ppm	نایقینی موجود در مقادیر توصیه شده ppm	
		۱۹۷۳	۱۹۸۶
α^{-1}	− ۰/۳۷	۰/۸۲	۰/۰۴۵
e	− ۷/۴	۲/۹	۰/۳۰
h	−۱۵/۲	۵/۴	۰/۶۰
m_e	−۱۵/۸	۵/۱	۰/۵۹
N_A	+۱۵/۲	۵/۱	۰/۵۹
m_p/m_e	+ ۰/۶۴	۰/۳۸	۰/۰۲۰
F	+ ۷/۸	۲/۸	۰/۳۰
۲e/h	+ ۷/۸	۲/۶	۰/۳۰

References

Cohen, E. R. & Taylor, B. N. (1978) 'The 1978 Least-Squares Adjustment of the Fundamental Constants.]. *Phys. Chem. Ref. Data* 2(4), 663-734.

Cohen, E. R. & Taylor, B. N. (1987a) The 1986 Adjustment of the Fundamental Physical Constants. *Reviews of Modern Physics*. 59 (4), 1121 - 1148.

Cohen, E. R. & Taylor, B. N. (1987b) The CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants.]*ournal of Research of the National Bureau of Standards* 92(2), 85 - 95.

Cohen, E. R. & Taylor, B. N. (1987c) The Fundamental Physical Constants. *Physics Today*. 40 (8, Part 2), 3 - 7.

Cohon, E. R. & Taylor, B. N. (1987 d) Fundamemtal Physical Constants 1986 Adjustments. *Europhysics News*. 18(5), 65-68.

Taylor, B. N. (1987) Special Report on Electrical Standards., Report on the 17th Session of the Consultative Committee on Electricity.]*ournal of Research of the National Bureau of Standards*. 92 (1), 55 - 61.

von Klitzing, K.; Dorda, G. & Pepper, M. (1980) New Method for high-accuracy determination of the fine - structure constant based on quantized Hall resistance. *Phys. Rev. Lett.* 45, 494 - 497.

۱ـ نقل‌از مجله علوم دانشگاه تهران جلد ۱۶ شماره‌های ۳ و ۴ سال ۱۳۶۶ صفحه ۶۵ تا ۷۲.

۲ـ این کشف که به نام «اثر کوانتومی هال» مشهور شده است، از چنان اهمیتی برخوردار بودکه جایزهٔ نوبل فیزیك سال ۱۹۸۵ را نصیب فون کلیتسینگ کرد. کتابی با عنوان «اثر کوانتومی هال» توسط راقم همین سطور به رشتهٔ تحریر درآمده است که به زودی به چاپ خواهد رسید.

۳ـ Least - Squares Adjustment

جدول شماره ۱

طرح: ناصر غفاری

به سه نفر از کسانی که حل درست جدول را برای مجلّه ارسال دارند به قید قرعه جوایزی داده خواهد شد.

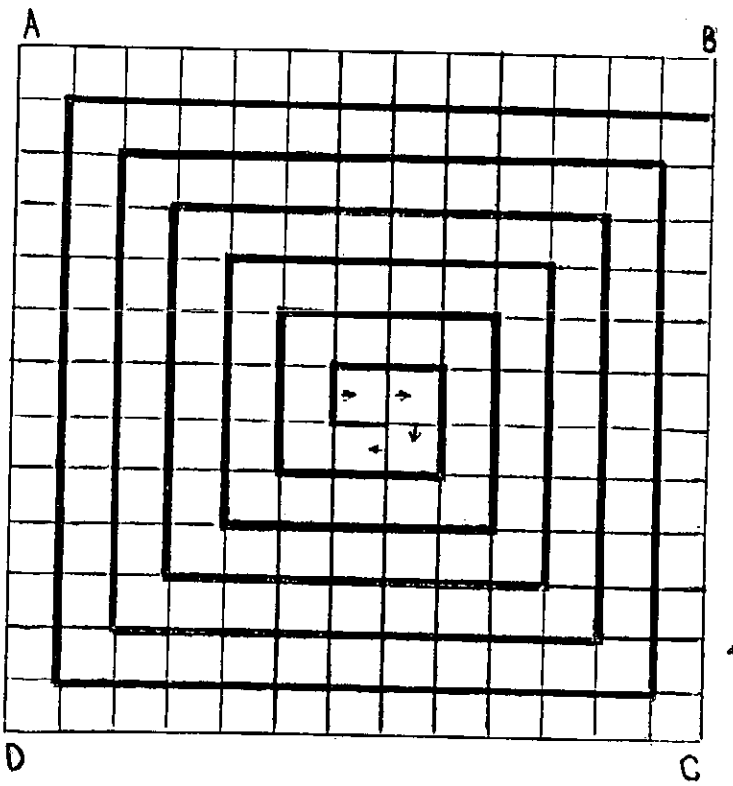
طریقه حل:

این جدول از نقطه‌ای که در مرکز آن با فلش مشخص شده شروع میگردد و در مقابل هر توضیح عددی نوشته شده که تعداد حروف کلمه مورد نظر را تعیین می کند.

کلمات بصورت مارپیچی پشت سرهم نوشته می‌شوند تا اینکه جدول در نقطه B خاتمه یابد.

رمز جدول:

اگر حروف مندرج در خانه‌های قطر BD را کنار هم بگذاریم رمز جدول بدست می‌آید که نام یک مجله علمی است.



شرح:

۱ ــ سیّاره‌ای در منظومه شمسی. (۴)

۲ ــ مقدار انرژی صوتی که در مدت یک ثانیه عمود بر راستای انتشار امواج از واحد سطح میگذرد. (۶)

۳ ــ به نظر اینشتن جرم سبب آن می‌شود. (۹)

۴ ــ به‌آن بسامد هم می‌گوئیم (۵)

۵ ــ فصلی از فیزیک مدرن که توسط پلانک در سال ۱۹۰۰ میلادی بنیان گذاری شد. (۱۳)

۶ ــ واحد شدت نور (۳)

۷ ــ واحدی برای توان. (۷)

۸ ــ یکی از ثابت‌های ترمودینامیکی که نام دو دانشمند را برخود دارد. (۱۷)

۹ ــ واحد رسانایی (هدایت) برابر $\frac{A}{V}$ ۱ (۵)

۱۰ ــ برقگیر این فیزیکدان معروف است. (۸)

۱۱ ــ واحدی در اندازه‌گیری طول که برابر $۹/۱۴۴ \times ۱۰^{-۱}$ متر است. (۴)

۱۲ ــ واحد انرژی در فیزیک اتمی و هسته‌ای. (۱۰)

۱۳ ــ یکی از واحدهای اندازه‌گیری فشار. (۱۲)

۱۴ ــ آدیاباتیک. (۶)

۱۵ ــ نوسان نما. (۹)

۱۶ ــ فرآیند تجزیه نور در منشور. (۷)

۱۷ ــ دستگاهی که باعث میعان بخار می‌شود. (۷)

۱۸ ــ علم مطالعه اثر بارهای ساکن بر یکدیگر. (۱۳)

۱۹ ــ کشسانی. (۱۰)

۲۰ ــ مقدار انرژی گرمایی که دمای جسم را یک درجه سلسیوس تغییر دهد. (۱۱)

۲۱ ــ یکی دیگر از واحدهای فشار. (۳)

مجله و خوانندگان

۱ ــ آقای صیاد رزمگُن ــ شیراز ــ از توجه و عنایت و همکاری جنابعالی با رشد آموزش فیزیک سپاسگزاری می‌شود. در مقاله‌ای که اشاره کرده‌اید، بخشی از یک متن با ذکر مرجع در پایان مقاله مورد استفاده قرار گرفته است.

۲ ــ آقای سید مصطفی اکبرزاده ــ بابل ــ نامه جنابعالی به شورای کتاب درسی فیزیک ارسال شد.

۳ ــ آقای اکبر محمدزاده تنه کران ــ شهرستان اردبیل ــ مقاله «بمب اتمی و انرژی اتمی» تهیه شده به وسیله شما ملاحظه شد. کوشش دبیر فیزیک دبیرستان شما برای بالا بردن سطح علمی دانش‌آموزان مورد قدردانی است.

۴ ــ مرکز پژوهش خدمات علمی شرکت ملی نفت ایران ــ دانشگاه آزاد اسلامی واحد جنوب تهران با عرض تشکر از علاقمندی به مجله رشد آموزش فیزیک نامه‌های درخواست مجله به دایره توزیع ارسال شد.

۵ ــ آقای مسعود غفاری ــ گلبایگان ــ تعداد ۴۰۰ در امتحانات مقدماتی دومین المپیاد فیزیک ایران شرکت کردند. از این عده ۵۴ نفر پذیرفته شدند اسامی قبولشدگان درمجله شماره ۱۶ و ۱۵ منتشر شده است.

۶ ــ آقای عباس فرخی ــ باختران ــ می‌توانید پرسش مورد اشاره را به روشهای متعدد پاسخ دهید بهتر است تأکید شما بر اساس روش کتاب درسی باشد. درباره کنکور سراسری لطفاً با وزارت فرهنگ و آموزش عالی مکاتبه نمایید.
در مورد انتشار مجله، رشد آموزش فیزیک مطابق قرار هر سه ماه یکبار انتشار می‌یابد.

۷ ــ خانم رزا عظیمی ــ استهبان ــ علاقمندی شما مورد تقدیر است امیدواریم همانطور که مرقوم داشته‌اید امکانات لازم جهت رشد و پیشرفت آموزش فیزیک فراهم آید.

۸ ــ بهمن معین‌پور ــ قائم شهر ــ اگر برای مسأله‌ای که طرح کرده‌اید راه حل خاصی دارید برای مجله ارسال نمایید ــ انتشار مجله کمتر از سه ماه یکبار مقدور نیست ــ امیدواریم با کوشش اولیای آموزش و پرورش آزمایشگاههای مدارس تجهیز و فعال شوند.

نقدی بر مقالهٔ «انرژی جرم دارد»

نوشته: ردولف پیرلز
دانشگاه آکسفورد: فوریه ۱۹۸۶
ترجمه: ابوالقاسم زال‌پور

من با انتشار اظهار نظرات جزمی آقایان هرمان باندی و اسپورجین، (بولتن فیزیک، فوریه ۱۹۷۸[۱]) در مورد جرم انرژی لازم میدانم مطالبی را بیان کنم. ایراد من به قوانین ۲ و ۳ در قسمت نهایی مقاله است که اظهار می‌دارد انرژی همواره پایسته و جرم نیز همیشه پایسته است. این مطلب وجود دو قانون بقا را ایجاب می‌کند در حالیکه فقط یک قانون موجود است.

این ابهام ناشی از کاربرد متغیر اصطلاحات انرژی و جرم است. با آنکه مؤلفین در تلاشند، کاربرد این اصطلاحات را تشریح نمایند، لیکن توصیف آنها از وضوح کافی برخوردار نیست. ما نیز قبل از هر چیز همانطوریکه آنها اشاره کرده‌اند به روشن ساختن تمایز جرم کلی و انرژی دستگاه می‌پردازیم.

جرم سکون، جرمی است که توسط ناظری اندازه‌گیری می‌شود که برایش اندازه حرکت کل دستگاه صفر است؛ و بنابراین مستقل از حالت حرکت است، ولی از حالت داخلی دستگاه مستقل نیست. با وجود این بیشتر اوقات در صحبت از جرم یک قطعه از جسم مادی، جرم کلیهٔ ذرات تشکیل دهندهٔ آن مورد نظر است.

اغلب منظور ما از کلمهٔ «انرژی»، انرژی قابل دسترس بدون در نظر گرفتن جرم سکون ذرات تشکیل دهنده است. بنابراین در مسایل مکانیکی در انرژیهای کم، معمولاً فقط انرژی جنبشی و پتانسیل به حساب آورده می‌شوند.

در نظر گرفتن مقدار بسیار بزرگ، ولی عملاً ثابت انرژی در حال سکون اجسام در معادلهٔ انرژی باعث دردسر است.

تعریف جرم سکون ذرات و انرژی به نوبهٔ خود بستگی به آن دارد که چه چیز را ذره بشمار آوریم و بنابراین تابع گستردگی توصیف ما است. برای مثال، در برخورد اتم‌ها، می‌توانیم هر اتم آزاد را یک ذره فرض کنیم که جرم سکون آن عملاً بلاتغییر است. هر چند در برخورد نزدیک اتم‌های سنگین این نظر نامناسب است و بهتر است هسته‌ها و الکترون‌ها اجزاء تشکیل دهنده بشمار آیند که بر هم کنش آنها تغییر کوچک ولی قابل مشاهده‌ای را در جرم اتم ایجاد خواهد نمود.

در مورد واکنش‌های هسته‌ای می‌توان هسته‌ها را بعنوان ذراتی در نظر گرفت که جرم آنها طی واکنش تغییر می‌کند و این تغییر با تغییر انرژی مربوطه برابر است.

(یعنی مجموع انرژی کل منهای انرژی سکون هسته‌ها، برابر انژی پتانسیل و جنبشی است.) از این نظر جرم می‌تواند به انرژی تبدیل شود.

در نابودی یک زوج الکترون ــ پوزیترون، حالت نهایی تنها حاوی فوتون‌هاست که جرم سکونشان صفر است و این مورد شاخص‌تری از تبدیل جرم به انژری است. حالت زوج هسته ــ پاد هسته نیز از این قبیل است. از این نظر جرم قابل تبدیل به انرژی است. البته محدودیت‌هایی در این تبدیل وجود دارد. اندیشه تبدیل تمامی جرم سکون یک قطعه از جسم مادی به انژری به دلیل بقا (یا لااقل بقای تقریبی) با ریونها. واقعیت ندارد.

موارد استثنای باندی و اسپورجین در صورتی مجازند که معانی تعریف شده جرم و انژری کاملاً درک شوند می‌توان در بارهٔ اینکه در این اظهارات معنای کلمات روشن شده و آیا فرمول‌بندی به درک وضعیت کمک می‌کند، بحث نمود. ولی نه اینکه آنها درست یا نادرست‌اند.

باندی و اسپورجین می‌گویند جرم و انرژی دارای دیمانسیون یا ابعاد متفاوت‌اند و رابطهٔ آنها را با رابطهٔ جرم و حجم مقایسه می‌کنند. بهرحال، در آن مورد ضریب تبدیل عمومی نیست و بستگی به نوع ماده دارد. وقتی ضریب تبدیل عمومی است مانند رابطهٔ گرما و انرژی متوجه می‌شویم که کمیتها قابل تبدیل‌اند. (بدون شک نویسندگان مقاله مدعی نیستند که ژول و کالری ابعاد مختلف دارند!)

Rudolf Peierls February 1987 oxford

(۱) ر. ک به مجله رشد آموزش فیزیک بهار ۱۳۶۶ شماره مسلسل ۸

دو پرسش و پاسخ

۱ـ چرا بعضی از اشیاء در برابر نور شفاف یا کدر ند؟
۲ـ چرا فیلتر قرمز، نور قرمز را عبور می‌دهد و بقیه نورها را جذب می کند؟

ترجمه: علی معصومی

رفتار ماده، هنگامی که نور از آن می‌گذرد به چگالی عددی الکترونها (تعداد الکترونها در واحد حجم) و استحکام آنها با هسته اتم و فرکانس نور تابشی بستگی دارد. هر نور تابشی یک موج الکترومانیتیکی است که با فرکانس مشخصی نوسان می‌کند. میدان الکتریکی نور بر ذره‌های باردار ماده نیرو وارد می‌کند. الکترونها که به مراتب از هسته‌های اتم سبکترند به شدت از این نیرو متأثر میشوند. در مادهٔ شفافی مانند شیشه بی‌رنگ الکترونها با مولکولهای شیشه یعنی SiO_2 پیوند محکمی دارند (و به همین دلیل شیشه نارسانا است). الکترونها با همان فرکانس موج نور تابشی به ارتعاش درمی‌آیند و با همان فرکانس از خود نور تشعشع می‌کنند که البته با موج نور اصلی تأخیر فاز دارد. از جمع نور حاصل از تشعشع الکترونها و نور اصلی موجی پدید می‌آید که نسبت به نور اصلی تأخیر فاز دارد و منجر به پدیدهٔ معروف شکست نور میشود که در واقع همان کند شدن سرعت انتشار نور در شیشه است. اینک این الکترونهای وابسته می‌توانند با فرکانس‌های طبیعی خود نوسان کنند یعنی اگر به آنها ضربه وارد کنید و بعد آنها را به حال خود بگذارید با فرکانس طبیعی خود به ارتعاش درمی‌آیند. در این مورد الکترون تا حدودی مشابه جرم کوچکی است که بوسیلهٔ یک فنر (یعنی نیروی پیوند مولکولی) به جسم سنگین‌تری (هسته) وابسته باشد. در مورد شیشهٔ شفاف این فرکانس های طبیعی نوسان پرتوها از ناحیهٔ نزدیک ماورای بنفش (یعنی طول موجهایی در حدود ۳۵۰۰ تا ۳۸۰۰ انگستروم) شروع و تا فرکانس‌های بالاتر (طول موجهای کوتاهتر) ادامه می‌یابد. اگر به تدریج طول موج پرتو تابش را کاهش دهیم، شیشه شفاف باقی خواهد ماند تا اینکه به فرکانس‌های طبیعی نوسان برسیم که در اینجا کدر میشود. چرا؟

اگر فرکانس پرتو تابش به اندازهٔ فرکانس طبیعی الکترونهای شیشه باشد پدیدهٔ تشدید رخ می‌دهد و دامنهٔ ارتعاش الکترونها بسیار بزرگ میشود. زیرا آنها با فرکانس برابر با فرکانس طبیعی‌شان وادار به نوسان شده‌اند. در این حالت با ذرات مجاور برخورد می‌کنند و انرژی نوسان به صورت انرژی مکانیکی به هسته منتقل شده یعنی به صورت گرما درمی‌آید و بنابراین الکترونها فرصتی به دست نمی‌آورند که انرژی ذخیره شدهٔ خود را به صورت نور آزاد کنند! موقعی که دامنهٔ نوسانات الکترونها زیاد شود آنها قبل از اینکه بتوانند انرژی نوسانی خود را به صورت نور تابش کنند (همانطور که پدیدهٔ شکست نور در ناحیهٔ فرکانس‌هایی که ماده در آنها شفاف است رخ می‌دهد) با ذرات مجاور برخورد کرده و انرژی نوسانی خود را به هسته منتقل کرده که به صورت انرژی مکانیکی (تولید گرما) درمی‌آید. بنابراین انرژی الکترومانیتیکی موج نور از طریق الکترونها در ماده به انرژی گرمائی تبدیل میشود. که همان پدیدهٔ جذب نور است. در ماده‌ای مانند شیشهٔ قرمز مولکولهای رنگ اضافه شده[۱] به شیشه دارای فرکانس طبیعی نوسان (فرکانس تشدید) خود هستند که از آبی و سبز شروع و به حدود پرتوهائی به طول موج ۶۰۰۰ آنگستروم ختم میشود بنابراین شیشهٔ قرمز در برابر طول موجهای بزرگتر از ۶۰۰۰ آنگستروم شفاف و برای طول موجهای کوچکتر از آن کدر است.

---

۱ ــ ماده‌ای به شیشه اضافه می‌شود تا آنرا رنگین کند.

نقل از مجله: Physics Teacrer V.15 #7

شبهه دیوار سنگین و قوانین بقاء (پایستگی)

ترجمه: صیّاد رزمکن

برخورد الاستیک یک ذره با دیواری صاف و سنگین فرآیند مهمی است که هم در مکانیک و هم در تئوری جنبشی مقدماتی مورد مطالعه قرار میگیرد. با وجود بر این همانطوریکه خواهیم دید تحلیل معمول این فرآیند بطور معمول با شبههٔ ظاهری همراه است.

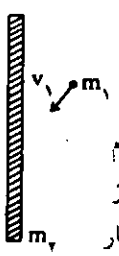
چون برخورد الاستیک و دیوار سنگین است میتوان گفت که انرژی ذره پس از برخورد تغییر نمی‌کند. از طرف دیگر چون دیوار صیقلی است می‌توان ادعا نمود که در این برخورد همنه سرعت ذره که موازی با دیوار است تغییر نمیکند. از این دو نکته میتوان دریافت که همنه سرعت ذره عمود بر دیوار در اثر برخورد معکوس میگردد. اگر همه اینها درست باشد هرچند در این فرآیند انرژی جنبشی ذره محفوظ میماند اندازه حرکت آن پایسته نیست. پس چنین چیزی چگونه ممکن است؟ مگر قوانین پایستگی انرژی و اندازه حرکت معتبر نیست؟

شخص متفکر خواهد گفت که قوانین پایستگی اندازه حرکت درمورد کل دستگاه منفرد ذره و دیوار صادق است بنابراین اگر اندازه حرکت ذره تغییر کند باید تغییر جبران کننده‌ای در اندازه حرکت دیوار بوجود آورد، یعنی دیوار باید اندازه حرکتی کسب کند. امّا دیوار با کسب اندازه حرکت، انرژی جنبشی هم بدست خواهد آورد، درنتیجه دستگاه پس از برخورد انرژی جنبشی بیشتر از مقدار اولیه خواهد داشت. ازآنرو هرچند قانون پایستگی اندازه حرکت را نجات داده‌ایم از نظر انرژی بدردسر افتاده‌ایم. اشتباه در کجاست؟

برای توضیح به مطلب بعد مراجعه کنید.

توجه باینکه جسمی بجرم m با اندازه حرکت p دارای انرژی جنبشی $\frac{P^2}{2m}$ است میتواند به حل سریع این تناقض منجر شود. بنابراین اگر اندازه حرکت p محدود باشد و جرم m به سوی بی‌نهایت میل کند انرژی‌جنبشی به‌صفر میل می‌کند. این مطلب نشان میدهد که جسمی سنگین ممکن است با داشتن اندازه حرکت، انرژی جنبشی قابل توجهی نداشته باشد.

در این شبهه، دیوار سنگین پس از برخورد ذره بدان با اینکه دارای اندازه حرکت بوده، انرژی جنبشی موثری ندارد. بنابراین همانطوریکه انتظار میرود هر دو کمیت مشمول قوانین پایستگی خواهند بود.



با توجه بآنچه گفته شد هنوز جا دارد که مسئله برخورد را با ذکر جزئیات مورد بررسی قرار دهیم. مطابق شکل ذره‌ای بجرم m_1 و با سرعت v_1 بسوی دیواری صیقلی بجرم m_2 حرکت میکند. همنه‌های سرعت ذره قبل از برخورد v_{1x} و v_{1y} است. ذره بطور الاستیک بدیوار برخورد نموده و با همنه‌های تندی u_{1x} و u_{1y} بعقب برمیگردد. چون دیوار صیقلی است نیروئی که در خلال برخورد بر ذره وارد میکند در امتداد محور y ها همنه‌ای نخواهد داشت. این بدان معنی است که همنه سرعت ذره در امتداد محور yها بدون تغییر مانده $u_{1y} = v_{1y}$ است. به همین دلیل همنه سرعت دیوار در امتداد محور yها در جریان برخورد صفر است $(u_2y = v_{2y} = 0)$

حال با توجه به قوانین پایستگی اندازه حرکت و انرژی جنبشی داریم:

$$m_1v_{1x} = m_1u_{1x} + m_2u_{2x} \qquad (1)$$

$$m_1v_{1y} = m_1v_{1y}$$

$$\frac{1}{2}[m_1(v^2_{1x} + v^2_{1y})] = \frac{1}{2}[m_1(u^2_{1x} + v^2_{1y})] + \frac{1}{2}m_2u^2_{2x} \qquad (2)$$

معادلات ۱ و ۲ را می‌توان بصورت زیر نوشت:

$$m_1(v_{1x} - u_{1x}) = m_2u_{2x} \qquad (3)$$

$$m_1(v_{1x} - u_{1x})(v_{1x} + u_{1x}) = m_2u^2_{2x} \qquad (4)$$

معرفی کتاب

با تقسیم معادلات ۴ و ۳ خواهیم داشت:

$$u_{2x} = v_{1x} + u_{1x}$$

حال مقدار u_{2x} را در رابطه ۳ منظور میکنیم:

$$U_{1x} = [(m_1 - m_2) / m_1 + m_2)]\ V_{1x} \quad (5)$$

و در نتیجه:

$$U_{2x} = [2m_1 / (m_1 + m_2)]\ v_{1x} \quad (6)$$

این نتایج را در دو حالت جدی $m_1 < m_2$ و $m_1 \geq m_2$ بررسی می‌کنیم.

اگر $m_1 \ll m_2$ باشد در روابط (۵) و (۶) نتایج تقریبی زیر حاصل می‌شوند. $u_{1x} \simeq -v_{1x}$ و $u_{2x} \simeq 2m_1 v_{1x} / m_2 \simeq 0$

این همان حالتی است که در این شبهه قبل مورد بحث قرار گرفت. در واقع می‌بینیم که همنه سرعت ذره که عمود بر دیوار است معکوس شده است. بعلاوه مشاهده میکنیم که هرچند سرعت دیوار پس از برخورد قابل اغماض است اندازه حرکت آن که معادل $m_2 u_{2x} = 2m_1 v_{1x}$ است قابل چشم‌پوشی نیست. بنابراین انرژی جنبشی موثر دیوار صفر است.

$$m_2 u^2_{2x} / 2 \simeq 2m^2_1 v^2_{1x} / m_2 \simeq 0$$

بطور خلاصه در این برخورد دیوار سرعت یا انرژی جنبشی بدست نمی‌آورد ولی اندازه حرکت لازم جهت برقراری قانون پایستگی اندازه حرکت را کسب میکند.

درحالتیکه $m_1 \gg m_2$ است با توجه بروابط ۵ و ۶ میتوان نوشت:

$$u_{1x} \simeq v_{1x} \quad \text{و} \quad u_{2x} \simeq 2v_{1x}$$

بنابراین همانطوریکه انتظار میرود هنگامیکه ذره سنگینی بدیوار سبک ساکنی برخورد نماید ذره بسادگی با سرعت اولیه خود بحرکت ادامه میدهد. دیوار در امتداد عمود بر خودش با سرعت معادل دو برابر همنه افقی سرعت ذره حرکت خواهد نمود.

سرانجام ممکن است این سوال مطرح شود که تحت چه شرایطی ذره بیشترین مقدار انرژی جنبشی را بدیوار منتقل میکند. واضح است این واقعه هنگامی رخ می‌دهد که انرژی جنبشی ذره پس از برخورد حداقل باشد. چون $u_{1y} (= v_{1y})$ ثابت است باید مقدار u_{1x} را مینیمم کرد. با توجه به رابطه ۵ وقتی u_{1x} مساوی صفر میشود که $m_1 = m_2$ باشد. در این صورت $u_{2x} = v_{1x}$ و تمام همنه افقی انرژی جنبشی ذره بدیوار منتقل میشود. اگر m_1 کمتر یا بیشتر از m_2 باشد کسر کوچکی از انرژی جنبشی ذره بدیوار منتقل خواهد شد. در حالت خاصی که در بالا مورد بررسی قرار گرفت انرژی منتقل شده بدیوار صفر است.

نقل از مجله: THE PYSICS TEACHER

نویسنده: Hilliard K. Macomber

اخبار علمی و فرهنگی

کنفرانس فیزیک ایران

دانشگاه بوعلی سینا

۱۵ ــ ۱۰ شهریور ۱۳۶۹ (۶ ــ ۱ سپتامبر ۱۹۹۰)

کمیتهٔ علمی: آقاحسینی (امیر کبیر)، ابراهیم زاده (بوعلی سینا)، ارضی (تهران)،توفیقی (دبیر کمیته، صنعتی شریف)، تهرانی (بوعلی سینا)، حریری (انرژی اتمی)،راکعی (بوعلی سینا)، زنده‌فام (تربیت معلم اراک)، صمیمی (صنعتی شریف) عزیزی (شهید بهشتی)، عبدئی (تهران)

کمیتهٔ اجرایی: اخوان (دبیر کمیته، بوعلی سینا)، راکعی (بوعلی سینا)، سدیر عابدی (بوعلی سینا)، سهیلی (بوعلی سینا)، فروغی (بوعلی سینا)، کاظمی (بوعلی سینا)

نشانی کمیتهٔ علمی: مرکز نشر دانشگاهی ــ گروه فیزیک ــ انجمن فیزیک ایران خیابان‌خالد اسلامبولی، شمارهٔ ۸۵، صندوق پستی ۴۷۴۸ ــ ۱۵۸۷۵ تلفن: ۶۲۶۰۳۱

نشانی کمیتهٔ اجرایی: دانشگاه بوعلی سینا، دانشکدهٔ علوم، گروه فیزیک کد پستی ۶۵۱۷۴ همدان تلفن: ۲۱۹۰۰ ــ (۶۲۹)

برای فیزیکدانان مقیم خارج از کشور تسهیلات مسافرتی فراهم می‌شود.

نتایج دومین المپیاد فیزیک ایران اعلام شد.

دومین آزمون دومین المپیاد فیزیک ایران پس از یک دوره آموزش خاص بین ۴۱ نفر پسر و ۱ نفر دختر در روزهای هیجدهم (آزمون آزمایشگاه)، شنبه نوزدهم (آزمون مکانیک) و یکشنبه بیستم (آزمون الکتریسیته) اسفند ماه ۱۳۶۸ در محل فرهنگی علامه طباطبایی (باشگاه معلمان) برگزار شد.

کمیته المپیاد فیزیک ایران در ساعت ۱۵ روز پنج‌شنبه ۶۸/۱۲/۲۴ جهت بررسی آزمون و اعلام نتایج تشکیل جلسه داده و اسامی هفت (۷) نفر دانش‌آموز برگزیده دومین المپیاد فیزیک ایران را به مقامات مسئول تسلیم کرد.

اسامی این عده طی مراسمی که در روز شنبه ۶۸/۱۲/۲۶ با حضور آقای دکتر محمدعلی نجفی مقام محترم وزارت آموزش و پرورش و آقای دکتر حداد عادل معاونت وزیر و ریاست سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی و جمعی از مسئولان و دانش‌آموزان المپیاد فیزیک ایران و خانواده‌های آنان به شرح زیر اعلام گردید.

۱ ــ سهراب امامی
۲ ــ آزاد جعفری نعیمی
۳ ــ سیدعلی حاجی میری
۴ ــ حمیدرضا راتق
۵ ــ کامبیز کاویانی
۶ ــ محمدرضا مشایخ
۷ ــ شروین مولودی

این هفت نفر که بدون کنکور سراسری به دانشگاه راه می‌یابند، در سومین مرحله آزمون دومین المپیاد فیزیک که در خرداد ماه ۶۹ برگزار خواهد شد شرکت می‌کنند و در نهایت ۵ نفر بعنوان اعضاء تیم جمهوری اسلامی ایران برای شرکت در بیست و یکمین المپیاد جهانی فیزیک عازم کشور هلند خواهند شد.

تجلیل از دانش‌آموزان شرکت کننده در المپیادهای جهانی ریاضی و فیزیک

مراسم تجلیل از دانش‌آموزان ممتاز شرکت کننده در المپیادهای جهانی ریاضی و فیزیک عصر روز شنبه ۶۸/۷/۲۹ در محل وزارت آموزش و پرورش با حضور آقای دکتر محمدعلی نجفی وزیر محترم آموزش و پرورش و آقای دکتر حداد عادل معاون وزیر و ریاست سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی و جمعی از مسئولین آموزش و پرورش و اولیاء دانش‌آموزان برگزار شد.

در این مراسم آقای دکتر محمدعلی نجفی ضمن تأکید بر ضرورت توجه به علوم پایه در نظام آموزشی و نقش آن در توسعه اقتصادی، اجتماعی در قسمتی از سخنان خود فرمودند،

از آثار توجه به علوم مسلح کردن مردم به استدلال و تفکر علمی و صحیح است که آغاز این کار از آموزش و پرورش خواهد بود.

آنگاه آقای دکتر حداد عادل طی سخنانی **ضرورت توجه به علوم پایه را مورد تأکید قرار داده و فرمودند تا در علوم پایه به قوت و قدرت نرسیم همچنان وابسته و مصرف کننده خواهیم بود.** استقلال حقیقی در زمینهٔ علم و صنعت و اقتصاد وقتی به دست می‌آید که ما در علم تولید کننده باشیم.

در پایان این مراسم لوحه‌های یاد بود به دانش‌آموزان اهداء شد.

حضور استاد محمود حسابی یکی از بنیانگذاران آموزش فیزیک در ایران جلوه خاصی به این مراسم داده بود.

ملاقات با معاون اول ریاست جمهوری

* دانش‌آموزان ممتاز شرکت کننده در المپیادهای فیزیک و ریاضی به اتفاق دکتر محمدعلی نجفی، دکتر حداد عادل، مهندس ابوطالبی، مهندس پورسیف و کارشناسان گروه فیزیک دفتر تحقیقات با برادر دکتر حسن حبیبی معاون اول رئیس جمهور دیدار و گفتگو کردند. در این دیدار برادر دکتر حبیبی به هر کدام از دانش‌آموزان سکه بهار آزادی اهداء نمودند.

همچنین دانش‌آموزان مذکور در ملاقات دیگری با استاد دکتر محمود حسابی دیدار کردند و ضمن شنیدن خاطرات ایشان، جوایزی نیز دریافت داشتند.

● مراسم اهداء جایزه به فیزیکدانان ایران

مراسم اهداء جایزه مشترک پرفسور عبدالسلام و مرکز فیزیک تئوری و ریاضی سازمان انرژی اتمی ایران به منتخبین رشته فیزیک در ساعت ۱۴ روز چهار شنبه نهم اسفند ماه ۱۳۶۸ در سالن اجتماعات دکتر محمود حسابی (سازمان انرژی اتمی ایران) برگزار شد.

در این جلسه پس از تلاوت آیاتی از قرآن مجید ابتدا آقای دکتر یوسف ثبوتی به نمایندگان از جمع سه نفری هیئت داوران (دکتر ثبوتی، دکتر گلشنی و دکتر نراقی) گزارش کوتاهی از کیفیت مسابقه و سابقه امور را به اطلاع حاضران رساند و اعلام کرد که سازمان انرژی اتمی نیز اعلام کرده است که به همان میزان جایزه عبدالسلام جایزه نقدی دیگری به منتخبین اهداء خواهد کرد. سپس آقای مهندس امراللهی طی بیاناتی اهمیت این قبیل تشویق‌ها را در امر تحقیق و تأثیر آنها را در وضع علمی آینده کشور متذکر شدند. آنگاه پیام دکتر محمود حسابی که خود در جلسه حضور داشتند توسط فرزند ایشان قرائت شد در ادامه برنامه استاد محمدتقی جعفری طی سخنانی به بحث درباره رابطه علم و دین و آزادی و نشاط روحی و هنری دانشمندان و محققان به هنگام دستیابی به حقایق هستی پرداختند و در پایان مراسم لوحه مخصوص و جوایز توسط ایشان و استاد دکتر حسابی به آقایان دکتر ارفعی و دکتر رضا منصوری که برندگان مسابقه بودند اهداء گردید.

بعضی موارد درمانی الکتریسیته ساکن

ناصر غفاری

قبل از ورود به بحث یادآور می‌شویم که هیچ تفاوتی از نظر ماهیت بین انواع الکتریسیته (ساکن ــ جاری) وجود نداشته و تقسیم‌بندی‌های موجود فقط برای سهولت در آموزش است.

امروزه الکتریسیته ساکن با پتانسیل بالا در درمان استفاده‌های فراوانی دارد. این نوع درمان بنام دانشمند و محقق بزرگ «بنیامین فرانکلین» اصطلاحاً «فرانکلینیزاسیون» نامیده می‌شود. در زیر چند مورد فرانکلینیزاسیون یا الکتریسیته درمانی به‌اختصار امده است.

الف ــ حمّام الکتریسیته: در درمان با حمام الکتریسیته ساکن بیمار را روی کرسی عایقی می‌نشانند (معمولاً پایه‌های این کرسی از شیشه یا چینی است). سپس یک قطب دستگاه مولد الکتریسیته ساکن را به بدن شخص و قطب دیگر را به زمین وصل می‌کنند بدین ترتیب بدن بیمار دارای بار الکتریکی با پتانسیل زیاد شده و از تمام برجستگیهای سطح بدن الکتریسیته با پتانسیل زیاد و شدت جریان بسیار کم تراوش می‌کند. این روش درمان را بسته به نوع بیماری چند روز و هر روز ده تا پانزده دقیقه تکرار می‌کنند.

در اثر این روش درمانی تغییرات زیر در شخص روی می‌دهد.

۱ ــ افزایش احتراقات تنفسی.

۲ ــ افزایش فرکانس تنفس (تعداد تنفس افراد تحت درمان تا ۲۰ درصد افزایش نشان داده است).

۳ ــ افزایش دمای بدن و افزایش تعریق.

۴ ــ افزایش فشارخون که برای درمان کم شدن فشارخون (هیپوتانسیون) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۵ ــ تغییر ترکیب ادرار که نسبت ازت اوره به ازت کلی ادرار را تا حدود ۱۰ درصد بالا می‌برد.

۶ ــ افزایش سمّیت ادرار بدین معنی که حمام الکتریسیته ساکن باعث سرعت دفع مواد سمی از راه ادرار می‌شود.

۷ ــ تنظیم و تقویت دستگاه عصبی و ازدیاد خواب و اشتها که برای درمان ضعف عمومی و بیخوابی مؤثر است.

ب ــ نسیم الکتریکی: اگر به بدن شخص که تحت اثر حمام الکتریکی قرار دارد یک نوک فلزی متصل به زمین را وصل کنیم در قسمتی از بدن که مجاور نوک قرار دارد احساس نسیم ملایمی می‌شود که روی اصل «خاصیت نوک‌ها» است. اگر این عمل در اتاق تاریک انجام شود نوربنفش رنگی بین نوک فلزی متصل به‌زمین وبدن شخص دیده‌می‌شود. نَسیم الکتریکی خاصیت‌تسکین‌در دردهای عصبی‌وخارش دارد و در التیام‌زخم‌های جلدی‌مزمن‌اثر ترمیمی از خود نشان میدهد.

ج ــ جرقه الکتریکی: اگر در حمام الکتریکی (قسمت ب) الکترود نوک دار را بیشتر به بدن نزدیک کنیم. بین بدن و الکترود نوک‌دار جرقه ایجاد شده و احساس سوزش میدهد دراین حالت ابتدا رگ‌های موئین سطح پوست تنگ شده و پوست بدن در آن ناحیه دچار رنگ پریدگی موقت می‌شود سپس در نتیجه بروز فلج موقت در عضلات جدار رگ‌هایی موئین این تنگ‌شدگی برطرف شده پوست سرخرنگ می‌شود.

جرقه الکتریکی خاصیت تغییر محل درد (روولسیون) دارد و از آن برای‌ازبین‌بردن‌احتقان‌قسمت‌های‌عمقی بدن ممکن است‌استفاده‌شود.

سابقاً جَرقه الکتریکی را برای سوزاندن و از بین بردن بافت‌های اضافی مثل زگیل یا اپی‌تلیوم پوستی نیز بکار می‌بردند لکن اکنون روش‌های جدیدتری دراین زمینه مرسوم شده (مانند کواگولاسیون و دیاترموکواگولاسیون و غیره) که از بحث ما خارج است.

درجرقه الکتریکی اگر انرژی کافی باشد باعث تحریک اعصاب حرکتی و عضلات شده آنها رامنقبض می‌کند و از آن برای درمان ضعف و آتروفی (لاغری) عضلات استفاده می‌شود.

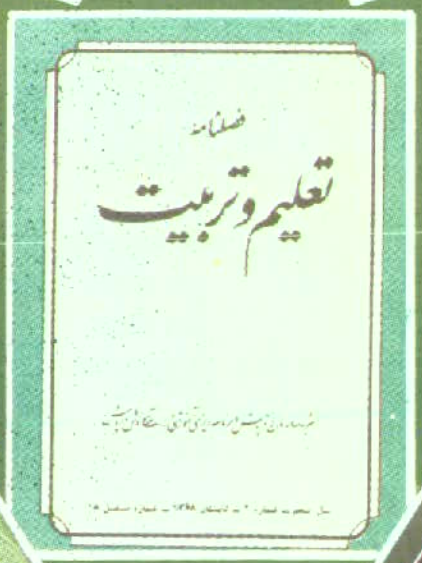
د ــ جریان مورتون: بعضی افراد در عضلات احشایی خود نظیر عضلات معده و روده که آنها را عضلات صاف می‌گوئیم و خارج از اراده ما عمل می‌کنند ضعف دارند بَرای از بین بردن این ضعف و تقویت عضلات صاف احشاء از جریان مورتون استفاده می‌شوَد. بدین ترتیب که اگر سلاح داخلی خازن ماشین مولد الکتریسیته ساکن را بدو شاخه جرقه زن آن وصل کنیم و یکی از سلاح‌های خارجی به زمین متصل باشد و سلاح دیگر را به یک الکترود اسفنجی مرطوب که روی پوست شکم شخص گذاشته‌ایم متصل نماییم در حالیکه بدن شخص به زمین اتصال دارد در هر نوبت که بین دو شاخه جرقه‌زن ایجاد جرقه می‌شود مقداری الکتریسیته القایی از بدن عبور می‌کند که به آن «جریان مورتون» می‌گویندوازآن‌در درمان‌ضعف‌عضلات‌احشاء استفاده می‌شوَد.

موارد درمانی الکتریسیته بسیار زیاد است و مجال و مقال اندک. فعلاً به همین اندازه بسنده می‌کنیم. اگر توفیقی باشد در شماره‌های آینده باهم در مورد استفاده از علم فیزیک در بهداشت و درمان انسان مطالبی تقدیم خواهد شد.

منابع ــ نشریات انستیتو تحقیقات بهداشتی و دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران شماره‌های ۱۰۱۴ و ۱۰۴۴

مراسم معرفی ۷ نفر دانش‌آموزان برگزیده دومین المپیاد فیزیک ایران در حضور
جناب آقای دکتر نجفی وزیر محترم آموزش و پرورش.

قابل توجه
دبیران و
دانشجویان



آیا شما

مجلات

رشد تخصصی

مخصوص دبیران و دانشجویان را که هر
سه ماه یکبار در زمینه آموزش دروس
دبیرستانی منتشر می‌شود می‌خوانید؟