ماکس پلانک

(تولد کیل آلمان ۲۳ آوریل ۱۸۵۸ وفات گوتینگن آلمان ۴ اکتبر ۱۹۳۷)

پلانک،که پدرش استاد برجسته‌ی حقوق مدنی در دانشگاه کیل بود، کوچک‌ترین فرزند در میان شش فرزند خانواده‌اش بود. در ۱۸۶۷ خانواده پلانک به مونیخ مهاجرت کرد ، ودر آن‌جا فرزندان از موقعیت عالی پدرشان در جامعه‌ی باواریا سود بردند.و ظرافت‌های فرهنگی را همانند موضوع‌های تحصیلی‌شان فراگرفتند برنامه‌های موسیقی ، کوهنوردی ، و تعلیم مذهبی در فرزندان خانواده‌ی پلانک ، فداکاری در راه خدا ، خانواده و کشور را همراه با سخت‌کوشی و احترام به انضباط القا کرده بود.

پلانک سال‌های ۱۸۶۷ تا ۱۸۷۴ را در دبیرستان ماکسیمیلیان در مونیخ گذراند و در ۱۸۷۴ فارغ‌التحصیل شد . گرچه دانش‌آموزی خجالتی بود ، ولی در درس‌های فنی ، اخترشناسی ، زبان و فیزیک سرآمد بود . او بعدها مشتاقانه از معلم محبوبش ، هرمان مولر ، به عنوان شخصی یاد می‌کرد که در هنرِ تفهیم شاگردان و کمک به آن‌ها در تجسم و درک معنای قوانین حاکم بر دنیای فیزیک استاد بود . پلانک سپس به دانشگاه مونیخ رفت (۱۸۷۴ – ۱۸۷۷) در آنجا بود که تصمیم گرفت فیزیک بخواند و زندگی خود را وقت پی‌بردن به بنیادی‌ترین قوانین فیزیک کرد.

در سال ۱۸۷۷ دانشگاه مونیخ را برای یک سال مطالعه در دانشگاه برلین ترک کرد، و در آن‌جا تحت سرپرستی هرمان فون هملهولتز و گوستاوکیرشهف، دودانشمند پیشگام در حوزه‌ی ترمودینامیک ، در آمد. هرچند که شیوه‌ی تعلیم آن‌ها او را تحت تأثیر قرار نداد، پلانک موضوع کار آن‌ها را با رغبت برای پژوهش خود اختیار کرد. پلانک ، با الهام از نوشته‌های رودلف کلاؤسیوس ، برای نشاندادن تمایز میان قوانین اول و دوم ترمودینامیک به تحقیق پرداخت . رساله‌ی دکتری‌اش حاکی از این است که تمام « فرآیندهای طبیعی » برگشت‌ناپذیرند، و این‌که حاصل جمع آنتروپی‌های تمام اجسام در چنین فرآیندهایی همواره افزایش می‌یابد. او درجه دکتری‌اش را از دانشگاه مونیخ در ژوئن ۱۸۷۹ گرفت .

در سال ۱۸۸۵ دانشیاری فیزیک نظری در دانشگاه کیل به پلانک پیشنهاد شد. اندکی پس از آن با نامزدش، ماری مِرک ، ازدواج کرد. این زوج سرانجام دارای چهار فرزند شدند : یک پسر به نام کارل، دخترهای دوقلو به نام‌های مارگرت و امِا، و پسر جوان‌تر به نام اِروین، پلانک این دوره را « یکی بهترین دوره‌های زندگی‌ام » نامید .

علاوه بر وظایف تدریس، پلانک مقالات متعدد و مهمی درباره‌ی ترمودینامیکِ واکنش‌های فیزیکی و شیمیایی منتشر کرد. وی پژوهش خود را همچنان روی مفهوم آنتروپی متمرکز کرده بود، « زیرا مقدار بیشینه‌یِ آن حالت تعادل را نشان می‌دهد [و] تمام قوانین تعادل فیزیکی و شیمیایی از شناخت [آن] حاصل می‌شود » تا سال ۱۸۸۹ به قدر کافی اعتبار کسب کرده بود که سِمَت دانشیاری فیزیک نظری در دانشگاه برلین به وی پیشنهاد شود، و این سِمَتی بود که در پی مرگ کیرشهف خالی مانده بود. پلانک عضو فعال انجمن فیزیک برلین (بعداً آلمان) شد .در سال ۱۸۹۲ به مقام استادی ارتقا یافت و در سال ۱۸۹۴ به عضویت فرهنگستان علوم پروس برگزیده شد.

این ارتقای حرفه‌ایِ آرام و پایدار با مزاج محافظه‌کار پلانک سازگاری داشت، اما وقوع رویدادهایی در ۱۸۹۴ پیشرفت وی را سرعت بخشید . هاینریش هرتز ، فیزیکدان جوانی که به طور تجربی وجود امواج الکترومغناطیس را ثابت کرده بود، در زمستان ۱۸۹۴ به طور نابه‌هنگام فوت کرد. چندین ماه بعد فوت آگوست کونت، رئیس مؤسسه‌ی فیزیک برلین ، و هلمهولتز، معتبرترین فیزیک‌دان آلمانی، پلانک را در سن سی و شش سالگی به رهبری سوق داد. پلانک، هرچند به خاطر فقدان سه تن از نزدیک‌ترین دوستان و همکارانش عمیقاً غمگین بود، از لحاظ شخصیتی چنان بود که تمام مسئولیت‌هایی را که به عهده‌ی او گذارده شده بود به عنوان وظیفه پذیرفت.

در اواسط دهه‌ی ۱۸۹۰ بسیاری از فیزیکدان‌های برلین از جمله پلانک در جُست‌وجوی طیف نور گسیل شده از تابشگر کامل نور بودند. این نوع تابشگر اصطلاحاً جسم سیاه نامیده می‌شد، زیرا جذب‌کننده‌ی کامل نور نیز بود. این مسأله از این رو مورد علاقه بود که معلوم شده بود در تعادل گرمائی، تابش گسیل شده، فقط به دمای جسم گسیلنده بستگی دارد نه به جنس آن. پلانک به طور نظری چنین اندیشید که مشدّدهای باردار کوچکی که دیواره‌های جسم سیاه را می‌سازند. می-توانند با همان بسامد امواج نوری جذب شده و گسیل شده به نوسان درآیند. وقوع چنین تشدیدی منجر به این می‌شود که جسم به سمت دمای تعادل پیش برود.

در ۱۹ اکتبر ۱۹۰۰ پلانک اعلام کرد که برای گسیل انرژی تابشی جسم سیاه فرمولی یافته است که دقیقاً با داده‌های تجربی مطابقت دارد. بلافاصله وقت خود را به این « کار اختصاص داد که به این [فرمول تابش] معنای واقعی فیزیکی بدهد[این امر] مرا به مطالعه‌ی ارتباط میان آنتروپی و احتمال رهنمون شد » و این نظریه را مطرح کرد که کل انرژی به واحدهای کوچک و کوانتیده‌ای تقسیم می‌شود، و سپس احتمال W آن‌را که چگونه ممکن است این کوانتوم‌های انرژی در میان مشددها توزیع شوند به دست آورد. پلانک با استفاده از معادله‌ی بولتزمن برای محاسبه‌ی آنتروپی S ، یعنی $S=k \ln W$ (K

ثابت بواتزمن است) ، توانست به فرمول صحیح تابش دست بیابد. انرژی هر کوانتوم با ضرب کردن بسامدِ ϑ مشدد نوسان کننده در ثابت جدید h به دست می‌آید که پلانک آن را کوانتوم تابش نامید، اما اکنون آن را در همه جا با عنوان ثابت پلانک می‌شناسند. او این یافته را در ۱۴ دسامبر ۱۹۰۰ به انجمن فیزیک برلین گزارش داد.

دانشمندان دیگر، از جمله آلبرت اینشتین و نیلس بور، بعداً کوانتوم-های انرژی را برای اثبات ماهیت اتمی ماده به کار بردند، ولی در نظر پلانک، خودِ ثابت‌های تابش از اهمیت بنیادی برخوردار بودند. او مقدار عددی هر دو ثابت k و h را از داده‌های تجربی مربوط به تابش جسم سیاه محاسبه کرد. وی به کمک مقدار k توانست عدد آووگادرو و مقدار بار الکتریکی بنیادی را محاسبه کند. به علاوه با استفاده از ثابت‌های k و h و نیز ثابت گرانشی G و سرعت نور C، برای کمیت-های اصلی جرم، طول، زمان و دما دستگاهی از یکاها ساخت که مستقل از استانداردهای اختیاری بودند و از این‌رو « اهمیت خود را در هر زمانی حفظ خواهند کرد »

در سال‌های بعدی، پلانک از اولین حمایت‌کننده‌های نظریه‌ی نسبیت اینشتین بود.بعدها، چون نقش اداری پلانک در دانشگاه افزایش یافت، شرکت مستقیم وی در پژوهش نظری کمتر شد. برنامه‌ی تدریس او در سرتاسر دوره‌ی فعالیتش به طور کامل دنبال می‌شد. در اغلب حوزه‌های مهم فیزیک کتاب‌های درسی نوشت، و در بازبینی برنامه‌ی درسی علوم دانشگاه نقش سودمندی بر عهده داشت. به عنوان کسی که اعتقادی راسخ به زندگی متعادل داشت، پلانک همچنین اشتیاق خود را به نواختن پیانو و گردش، اغلب به همراه خانواده و دوستان، حفظ می‌کرد. او با دانشمندان معروف در سرتاسر اروپا مکاتبه داشت، و به طور گسترده درباره‌ی موضوعات گوناگون، از نقش علم در جامعه گرفته تا رابطه‌ی میان علم و دین، سخنرانی می‌کرد. به عنوان شخص با ایمان، پلانک باور داشت که علم و دین غیر قابل جمع نیستند و جهان‌بینی کامل مستلزم درک هر دو است.

درست در آستانه‌ی دورانی که پلانک از نظر حرفه‌ای مورد تحسین همگان قرار گرفته بود. زندگی شخصی وی با تراژدی آمیخته شد. همسرش در سال ۱۹۰۹ فوت کرد. در سال ۱۹۱۶ پسر بزرگش در عملیاتی در جنگ جهانی اول کشته شد. دخترهای دوقلو هر دو هنگام تولد دخترانشان مردند، مارگرت در ۱۹۱۷ و اِما در ۱۹۱۹ هر چند او سرانجام دوباره ازدواج کرد، ولی سوکوارانه نوشت : « هیچ فردی به هنگام تولد حقِ بی‌چون و چرایی برای شادی، موفقیت،و نیک‌بختی در زندگی ندارد » و این‌که شخص راهی جز این ندارد که "شجاعانه در میدان زندگی مبارزه کند. و در برابر اراده‌ی قدرت برتری که بر او فرمان می‌راند به آرامی تسلیم شوَد"

پس از جنگ جهانی اول سازمان‌های بین‌المللی اکثر دانشمندان آلمانی را از حقوق اجتماعی محروم کردند. اما شهرت و اعتبار پلانک به خاطر صداقت و درستی‌اش دست نخورده باقی‌ماند. در سال ۱۹۱۸، به خاطر « مشارکت در تکامل فیزیک از طریق کشف کمیت بنیادی-کنش » به دریافت جایزه‌ی نوبل در فیزیک مفتخر شد. او معتبرترین شخصیت آلمانی در مسائل علمی به شمار می‌رفت، و در پذیرش دوباره‌ی دانشمندان آلمانی به جامعه‌ی علمی بین‌المللی پس از جنگ نقش مهمی بر عهده داشت. وی در اکثر سازمان‌های پیشرو علمی در جهان به عنوان عضو برگزیده حضور داشت.

پلانک در ۱۹۲۷، پس از بیش از چهل سال سابقه‌ی دانشگاهی، از دانشگاه برلین بازنشسته شد. او در انجمن قیصر ویلهلم، که برای حمایت از پژوهش علمی آلمان و تاسیس و تأمین مؤسسات جدید علمی به وجود آمده بود، فعال باقی‌ماند. در سال ۱۹۳۰، پلانک به عنوان رئیس این مؤسسه برگزیده شد (این مؤسسه بعداً به انجمن ماکس پلانک تغییر نام داد). او در جریان ظهور رژیم نازی، این انجمن را هدایت و محافظت کرد و در یک مورد در برابر سیاست یهودستیزانه‌ی نازی شخصاً به آدولف هیتلر اعتراض کرد.

حتی بازنشستگی هم نتوانست پلانک را از غم و اندوه بیشتر محافظت کند. پسرش اِروین، تنها فرزند بازمانده از نخستین ازدواجش در تلاشی که در سال ۱۹۴۴ برای ترور هیتلر صورت گرفت گرفتار آمد و در ۱۹۴۵ توسط گشتاپو به طور وحشیانه‌ای اعدام شد. خانه‌ی پلانک در حومه برلین، در حمله‌ی هوایی متفقین با خاک یکسان شد. هرچند وی شخصاً از این حمله جان سالم به‌در برد. ولی تمام متعلقات شخصی و از جمله کتابخانه‌اش نابود شد. در پایان جنگ، یک افسر آمریکایی پلانک و همسر دومش را به شهر گوتینگن برد. هر چند که سلامت جسمانی‌اش روبه زوال می‌رفت، او دو سال دیگر هم به امید ترغیب " مردم به‌ویژه جوانان برای مبارزه در راه حقیقت و شناخت " به مسافرت و سخنرانی پرداخت. پلانک که از بهترین اوقات زندگی‌اش با فروتنی لذت برده بود و بدترین اوقات آن‌را با بزرگی و وقار پذیرفته بود. در ۴ اکتبر ۱۹۴۷ در سن هشتاد و نه سالگی در گذشت .

منبع/ دانشنامه فیزیک جلد اول چاپ نشر دانشگاهی

کجا می‌افتد ؟

در بسیاری از درسنامه‌ها مسأله‌ی رها شدن یک جسم از ارتفاعی بالاتر از بالاترین نقطه‌ی یک سطح دایره‌ای قائم مطرح می‌شود. گاهی جسم که به شکل کره یا استوانه است با اصطکاک مناسب می‌غلتد و گاهی بدون اصطکاک می‌لغزد. معمولاً ابعاد جسم نسبت به شعاع سطح (R) قابل چشم‌پوشی است. یک پرسش معمول این طور است که: کمترین ارتفاع H چقدر باشد تا جسم بدون افتادن، سطح دایره‌ای را بپیماید؟ اما اگر ارتفاع از این مقدار کمتر باشد $h< H$ چه اتفاقی می‌افتد؟ جسم یا مسیر را ترک می‌کند و می‌افتد یا به پایین بر می‌گردد و شروع به نوسان می‌کند تا سرانجام در اثر اصطکاک بایستد. حالت اول در کجا روی می‌دهد؟ و جسم پس از ترک مسیر در کجا می‌افتد؟ ما مسأله را با فرض $h = ۲R$ در چهار مورد بررسی می‌کنیم :

مورد ۱ : جسم بدون اصطکاک می‌لغزد :

در نقطه‌ای که جسم با سطح در تماس است

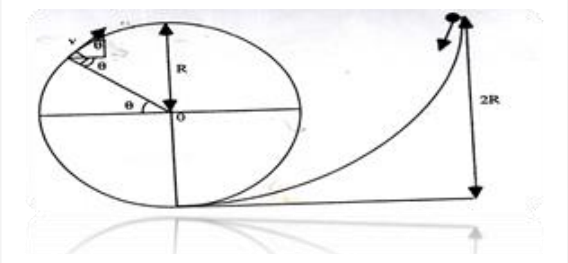
$$mg\sin\theta + N = \frac{mv^۲}{R}$$

و در نقطه‌ای که جسم مسیر را ترک می‌کند نیروی عمودی سطح برابر صفر است و

$$mg\sin\theta = \frac{mv^۲}{R} \quad \text{و} \quad g\sin\theta = \frac{v^۲}{R}$$

که نتیجه می‌شود :

$$v^۲ = R\,g\sin\theta \quad (۱)$$



با توجه به پایستگی انرژی، انرژی پتانسیل جسم در ارتفاعی برابر با ارتفاع محل رها شدن $mg۲R$ برابر است با انرژی مکانیکی کل آن در نقطه‌ی ترک مسیر . ارتفاع جسم در این نقطه برابر است با $R\sin\theta + R$ (با فرض اینکه جسم بالای مرکز قرار دارد) پس انرژی مکانیکی کل برابر است با

$$mg\,(R + R\sin\theta) + \frac{mv^۲}{۲} = ۲mgR \quad (۲)$$

(چون جسم را به صورت یک نقطه‌ی فیزیکی در نظر می‌گیریم از انرژی چرخشی جسم چشم‌پوشی می‌کنیم)

با حذف m از دو سوی برابری و جاگذاری مقدار $v^۲$ خواهیم داشت :

$$gR + gR\sin\theta + \frac{gR\sin\theta}{۲} = ۲gR$$

$$۱ + \frac{۳}{۲}\sin\theta = ۲ \qquad \sin\theta = \frac{۲}{۳}$$

$$\theta = ۴۱/۸۱^\circ$$

اگر مبدأ مختصات را منطبق بر مرکز سطح بگیریم

$$x^۲ + y^۲ = R^۲ \quad (۳)$$

برابری پارامتری حرکت پرتابه را برای یافتن محل برخورد مسیر جسم با سطح می‌نویسیم :

در راستای افقی $x = x_. + v_{.x}t$ (۴)

در راستای قائم (۵)

$$y = y_. + v_{.y}t - \frac{۱}{۲}gt^۲$$

با استفاده از رابطه (۱) مختصات اولیه و سرعت اولیه را بدست می‌آوریم :

$$V_. = \sqrt{gR\sin\theta} \qquad v_{.x} = \sin\theta\sqrt{gR\sin\theta}$$

$$v_{.y} = \cos\theta\sqrt{gR\sin\theta}$$

$$x_. = -R\cos\theta \quad \text{و} \quad Y_. = R\sin\theta \quad (۶)$$

در نتیجه رابطه (۴) را می‌توان به این صورت نوشت :

$$x = -R\cos\theta + \sin\theta\sqrt{gR\sin\theta}\;t \quad (۷)$$

و رابطه (۵) را به این صورت :

$$y = R\sin\theta + \cos\theta\sqrt{gR\sin\theta}\;t - \frac{۱}{۲}gt^۲ \quad (۸)$$

اگر مقدارهای x و y را در رابطه $x^2 + y^2 = R^2$ قرار دهیم خواهیم داشت :

$$\frac{g}{4}t^3\left(gt - 4\cos\theta\sqrt{gR\sin\theta}\right) = 0 \qquad (9)$$

و تنها پاسخ قابل قبول عبارت است از

$$t = \frac{4\cos\theta\sqrt{gR\sin\theta}}{g} \qquad (10)$$

برای یافتن مختصات نقطه‌ی فرود جسم با قرار دادن (۷) و (۸) به جای x و y و در نظر گرفتن $g = 9/8\frac{m}{s^2}$ و $R = 1m$ و $\theta = 41/81^\circ$ (۱۱) $(x = 0/858m \quad y = -0/810m)$ و $t = 0/78\,s$ بدست می‌آید .

مورد ۲ کره غلتان :

مسأله برای کره غلتان که علاوه بر انرژی‌های دیگر انرژی جنبشیِ چرخشی را هم دارد جالب‌تر می‌شود . در این مورد به برابری (۲) مقداری برابر با $\frac{1}{2}I\omega^2$ افزوده می‌شود که در آن $I = \frac{3}{5}mr^2$ که در آن r شعاع کره و $\omega = \frac{v}{r}$ سرعت زاویه‌ای آن است پس :

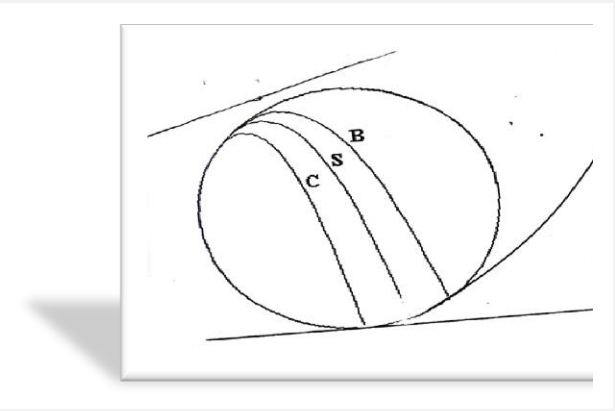
$$mg2R = \frac{mv^2}{2} + mg(R + R\sin\theta) + \frac{1}{2}I\omega^2$$

با جایگزین کردن مقدارهای I و ω خواهیم داشت

$$mg2R = \frac{7}{10}mv^2 + mg(R + R\sin\theta) \quad (13)$$

پس از حذف m و جادادن مقدار v^2 از رابطه (۱) خواهیم داشت :

$$g2R = \frac{7}{10}gR\sin\theta + gR(1+\sin\theta)$$



و با حذف gR رابطه زیر بدست می‌آید : $2 = \frac{7}{10}\sin\theta + 1 + \sin\theta$

و از آنجا $\sin\theta = \frac{10}{17}$ و در نتیجه $\theta = 36/0$

این زاویه مربوط به وضعیتی است که کره یا گلوله از سطح جدا شود و

طبق برابری (۱۰) $t = 79^{s}$ و با کاربرد برابری‌های (۷) و (۸)

$$(x \text{ و } y) = (0/031 \text{ و } -0/94)\,(m) \quad (14)$$

مورد ۳ استوانه غلتان :

استوانه هم مانند کره انرژی جنبشیِ چرخشی دارد و برابری (۱۲) به صورت زیر در می‌آید :

$$mg2R = mv^2 + mg(R + R\sin\theta) \qquad I = \frac{1}{2}mr^2 \quad (15)$$

با حذف m و جایگزینی مقدار V^2 از برابری (۱) $2gR = gR\sin\theta + gR(1 + \sin\theta)$ و با حذف gR

$\sin\theta = \frac{۱}{۲}$ $\theta = ۳۰$ $\sin\theta + ۱ + \sin\theta = ۲$

با جاگذاری مقدارهای عددی $t = ۰/۷۸$ و $x = ۰/..\ m$ و $y = -۱$

جایگاه نسبی فرو افتادن جسم‌های گوناگون با توجه به مقدار انرژی که جسم‌ها به صورت انرژی جنبشیِ چرخشی از انرژی جنبشیِ جابه‌جایی " میدزدند " تغییر می‌کند. همان‌گونه که در جدول زیر و شکل ۲ دیده می‌شود ، جسم B در فاصله‌ی دورتری از دیواره‌ای که از آنجا از سطح جدا شده است می‌افتد(چون این جسم هیچ انرژی به صورت انرژی چرخشی از دست نمی‌دهد)

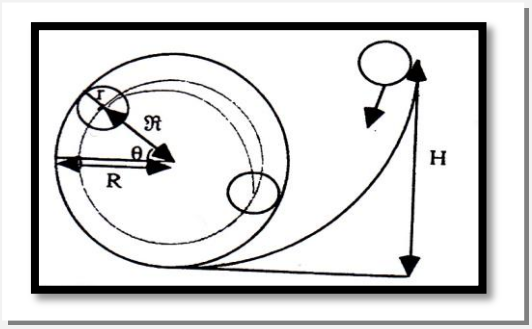
جدول : خلاصه نتایج برای سه شیء

جسم	زمان پرواز	مختصه قائم جای افتادن (برحسب متر)	مختصه افقی جای افتادن (برحسب متر)
جسم	۰/۷۸	-۰ /۸۱	۰/۵۸
کره	۰/۷۹	- ./۹۴	۰/۳۱
استوانه	۰/۷۸	-۱	۰.۰۰

استوانه بیشترین انرژی جنبشیِ چرخشی را از انرژی جنبشیِ جا به جایی می‌گیرد و در نزدیکترین جا به دیوار فرو می‌افتد. جای افتادن کره در میان این دو است . توجه داشته باشید که گشتاور زاویه‌ای جسم لغزان به سوی درون صفحه و برای دو جسم غلتان به سوی بیرون صفحه است.

مورد ۴ جسم با ابعاد واقعی :

درسه مورد پیشین ما جسم را به صورت نقطه‌ای فرض کردیم که فاصله سطح دایره‌ای قائم تا مرکز جرم آن ناچیز است، ولی در یک برخورد واقعی باید این فاصله را در نظر گرفت. در شکل ۳ جسمی را می‌بینیم که فاصله‌ی مرکز جرم آن تا سطح r است ، بنابراین شعاع مؤثر سطح دایره‌ای $\overline{R} = R-r$ که باید آن‌را به جای $\mathbf{R}$ در برابری‌ها به کار برد ، در نتیجه نیروی وارد بر جسم در لحظه جدا شدن از سطح



$mg\sin\theta = \frac{mV^۲}{\overline{R}}$ و $g\sin\theta = \frac{v^۲}{\overline{R}}$ (۱۷) ارتفاع مرکز جرم جسم به هنگام ترک مسیر برابر است با $\overline{R}\sin\theta + R$

بنابراین اگر جسم با گشتاور لختی I از ارتفاع H رها شود به طوری‌که $H. > H \gg R$ که در آن $H.$ کمترین ارتفاع لازم برای زدن دور کامل باشد با توجه به پایستگی انرژی

$mg(\overline{R}\sin\theta + R) + \frac{mv^۲}{۲} + \frac{۱}{۲}I\omega^۲ = mgH$ (۱۸) در مورد کره $I = \frac{۲}{۵}m\,r^۲$ و

$mgH = mg\,(\overline{R}\sin\theta + R) + \frac{۷}{۱۰}mv^۲$ (۱۹)

با حذف m و جاگذاری مقدار $V^۲$

$gH = g\,(\overline{R}\sin\theta + R) + \frac{۷}{۱۰}g\overline{R}\sin\theta$

$H = (\overline{R}\sin\theta + R + \frac{۷}{۱۰}\overline{R}\sin\theta$ $\sin\theta = \frac{۱۰\,(H-R)}{۱۷\overline{R}}$ $\sin\theta = \frac{۱۰\,(H-R)}{۱۷(R-r)}$ (۲۰)

و با توجه به $I = \frac{۱}{۲}m\,r^۲$ رابطه‌ی (۱۸) به‌صورت زیر در می‌آید

$mgH = mg(R + \bar{R}\sin\theta) + mV^{2}$ (۲۱) با حذف m و جاگذاری مقدار V^{2} در برابری (۱۷)

$$gh = g(R + \acute{R}\sin\theta) + \acute{R}\sin\theta\, g \qquad \sin\theta = \frac{H-R}{2\acute{R}} = \frac{H-R}{2(R-r)} \quad (۲۲)$$

برابری‌های ۲۱و ۲۲ در حالتی که $R \gg r$ باشد به صورت برابری‌های پیشین در می‌آیند.

در اینجا یک پرسش مهم مطرح می‌شود : جسم کجا می‌افتد؟ بازهم

$$y = y_{.} + v_{.y}t - \frac{1}{2}gt^{2} \qquad x = x_{.} + v_{.x}t$$

ولی این برابری‌ها مسیر پرتابه را برای مرکز جسم به ما می‌دهد ولی آنچه هنگام افتادن با سطح ، تماس می‌یابد سطح جسم است . برش عرضی کره و استوانه دایره‌ای است به شعاع r که مرکز جرم را احاطه کرده است. هنگام افتادن ، این دایره بر دایره‌ی $x^{2} + y^{2} = R^{2}$ مماس می‌شود و مرکز دایره‌ی برش کره یا استوانه دایره‌ای به شعاع $\bar{R}^{2} = x^{2} + y^{2}$ را می‌پیماید و نقطه‌ای که این دایره در آنجا با مسیر مرکز جرم برخورد می‌کند همان نقطه‌ی مورد نظر ماست . بار دیگر همان شیوه را به‌کار می‌گیریم و تنها باید فاصله‌ی مرکز جرم را در نظر گرفت .

$$y = y_{.} + v_{.y}t - \frac{1}{2}gt^{2} \qquad x = x_{.} + v_{.x}t$$

$$x = -\bar{R}\cos\theta + t\sin\theta\sqrt{g\bar{R}\sin\theta} \quad (۲۳) \qquad Y = \bar{R}\sin\theta + \cos\theta\sqrt{g\bar{R}\sin\theta}\; t - \frac{1}{2}gt^{2} \quad (۲۴)$$

و از آنجا : $t = \dfrac{4\cos\theta\sqrt{g\acute{R}\sin\theta}}{g}$ و با جاگذاری می‌توان مختصات محل فرود را بدست آورد .

کریستوفر هزارد ، جوزف سی‌کینک و ترنس توپکر (بخش فیزیک دانشگاه زاویرسین سیناتی)

یک آزمایش جالب: چگونه می توان شکل میدان مغناطیسی را ثبت کرد؟

وسایل مورد نیاز :

۱ - دو کتاب نازک ۲ - ظرف براده‌ی آهن‌ربا درِ سورا خدار ۳ - آهن ربای تیغه ای ۴ – مقوا ۵ - رنگ افشان ۶ - روزنامه یا هر پوشش محافظ مشابه

روش کار

۱- این فعالیت را در هوای باز انجام دهید، چون به جریان هوا نیاز دارید. ۲- آهن‌ربا را بین دو کتاب بگذارید.

۳- کتا ب‌ها و آهن‌ربا را با روزنامه بپوشانید. ۴- مقوا را روی آهن‌ربا بگذارید.

۵ - فکر می‌کنید میدان مغناطیسی آهن‌ربا(ها)یی که استفاده می‌کنید، چه شکلی باشد؟ پیش از پاشیدن براده‌ی آهن پیش بینی کنید.

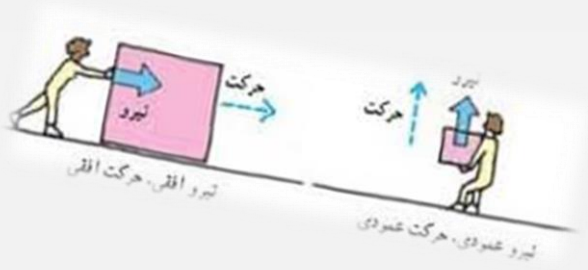
۶- براده‌های آهن را روی مقوا بپاشید. ۷ - چند بار به آرامی به مقوا ضربه بزنید.

۸- وقتی میدان مغناطیسی تشکیل شد، کمی رنگ روی مقوا بپاشید. ۹ - صبر کنید رنگ خشک شود بعد براده‌های آهن را با برس نرم از روی مقوا پاک کنید و دور بریزید. ۱۰ - .شکل خود را همراه با تصویرهایی که همکلاسی‌هایتان ساخته اند، به دیوار نصب کنید.

برای مسئله حل کن ها

با انواع مختلف آهنربا و ترکیبی از آ نها آزمایش کنید تا با میدا نهای مغناطیسی شکل‌های جالبی به دست آورید و آ نها را رنگ کنید و نمایش دهید.

اگر افشان های چسب در اختیار دارید، از معلمتان خواهش کنید به شما کمک کند که فعالیت را با پاشیدن چسب به جای رنگ تکرار کنید . این بار براده‌ها را از روی مقوا پاک نکنید .تا وقتی چسب خشک نشده،(احتمالاً تا سی دقیقه بعد از پاشیدن چسب)، مقوا یا آهن‌ربا را دست نزنید .حتماً این فعالیت را در هوای آزاد انجام دهید.می توانید به جای مقوا از کاغذ حساس به نور استفاده کنید تا تصویرتان برای همیشه ثبت شود .حتی مقوای بنفش هم اگر در کنار پنجره قرار گیرد، رنگش می‌رود و شکل میدان مغناطیسی روی آن ثبت می‌شود.



مقدمه :

۱- نیرو برهم‌کنش ذرات موجود در عالم است واژه‌ی برهم کنش در کاربرد روزانه دو چیز را که به هر نحوی بر یکدیگر تأثیر بگذارند در نظر می‌آورد . واژه‌های برهم کنش و نیرو در کاربرد قابل تعویض‌اند هر چند که نیرو تعریف مشخص‌تری دارد .

۲- با اینکه نیروها را می‌توان به نیروهای تماسی (زدن توپ با پا) و از راه دور (مثل زمین و خورشید) تقسیم کرد به نظر می‌رسد این دو شکل نیرو باهم اختلاف دارند . این دو پدیده بر خلاف آنچه به نظر می‌رسد چندان هم اختلاف ندارند .
هر اندازه که جسم جامدی متراکم به نظر برسد باز هم اتمهای آن کاملاً از هم جدا هستند و برهم‌کنش‌ها ، آنها را در جاهایی که قرار دارند نگه می‌دارند (مانند خورشید و سیارات که برهم کنش گرانش آنها را در جاهای معین نگه می‌دارد) .
به معنای میکروسکوپیک ، پا هرگز با توپ تماس پیدا نمی‌کند ، هر چند مولکول‌های آن به مولکول‌های توپ نزدیک می‌شوند ،و در نتیجه- ی برهم‌کنش‌هایشان ، آشفتگی موقتی در نظام آنها به وجود می‌آید . بدین ترتیب،کلیه‌ی نیروهای موجود در طبیعت مربوط به برهم‌کنش بین اجسامی است که در فاصله‌ی معینی از یکدیگر قرار دارند

۳- در مکانیک نیوتنی ، نیرو علت تغییر حرکت اجسام دانسته می‌شود پس اگر حرکت جسمی تغییر نکند معنی‌اش این است که نیروی خالص هم به آن وارد نمی‌شود .
به بیان دیگر چون نیرو کمیتی برداری است ممکن است چند نیروی وارد بر جسم یکدیگر را خنثی کنند و نیروی خالص وارد بر جسم صفر باشد که در این صورت جسم دارای تعادل انتقالی است . که ممکن است ایستا (استاتیکی) یا جنبشی (دینامیکی) باشد..

۴- اگر نیروی خالص به جسمی وارد شود حرکت جسم تغییر می‌کند که این تغییر را بصورت تغییر تکانه ی جسم مشاهده می‌کنیم چون جرم ثابت است تغییر تکانه به علت تغییر سرعت انجام می‌شود و چون آهنگ تغییر سرعت را شتاب گویند بنابراین نیرو را می‌توان حاصلضرب جرم در شتاب نامید. ($F= m.a$ قانون دوم نیوتن)
دو اشکال به این فرمول وارد است :
۵ – اگر معادله $F= m.a$ را به عنوان تعریف نیرو بکار ببریم ، سراسر علم استاتیک که با نیروهای وارد بر سازه‌های ساکن سر و کار دارد نامفهوم خواهد شد زیرا در سازه‌های ساکن شتاب‌ها همه برابر با صفر است .
۶- در این فرمول برهم کنش بین دو ذره آنی فرض می‌شود در صورتیکه برهم‌کنش‌ها با سرعت نور انتشار می‌یابند . برای آنکه تأثیر حاصل از سرعت معین انتشار برهم کنش به حساب آید باید یک جمله تکمیلی در معادله وارد شود .
هنگامی‌که این تصحیح صورت بگیرد مفهوم نیرو اهمیت خود و قانون کنش و واکنش معنی خود را از دست می‌دهد با وجود این تا زمانی‌که حرکت ذرات در مقایسه با سرعت نور کم است ، یا اینکه برهم‌کنش‌ها خیلی ضعیف‌اند این معادله و نظریه‌ای که براساس آن شکل گرفته است از تقریب کافی برای تشریع وضعیتهای فیزیکی برخوردار است .
شاید بهترین یا دست‌کم قابل اتعطاف‌ترین کار این باشد که نیرو را به صورت مفهومی ابتدایی در نظریه خود بپاوریم که در عمل بر حسب اندازه‌گیری‌هایی که با ترازوی فنری انجام می‌شود تعریف می‌شود (استفاده از اثری از نیرو که باعث تغییر شکل اجسام می‌شود)

۷- بیشتر نیروها را از لحاظ پدیده شناسی می‌توان به صورت "جذب " و یا " دفع " مدل سازی کرد.

دو نظریه در باره نیرو :

۱- نظریه میدان : در یک مدل از نیروها برهم کنش میان ذرات مستقیماً صورت می‌گیرد که این ناشی از خاصیتی از ذرات مثل جرم یا بار الکتریکی است . در نظریه میدان بیان می‌شود که ذرات به علت خاصیت مخصوصی که دارند فضای تغییر یافته‌ای در اطراف خود ایجاد می‌کنند که به آن میدان گویند ذره دیگر هم به خاطر همان خاصیت مخصوص با این میدان برهم کنش می‌کند.

۲- نظریه کوانتومی : در نظریه‌های کوانتومی میدانِ ذرات ، به برانگیزش‌های کوانتومی هر میدانِ نیرو یک ذره وابسته است . در مورد میدان الکترومغناطیس ذره‌ی برانگیزشی را فوتون می‌نامند.

هنوز نظریه‌ی کوانتومی کاملاً رضایت بخشی برای گرانش وجود ندارد ، اما دانشمندان برای ذره‌ای که در چنین نظریه‌ای حامل برهم کنش گرانشی خواهد بود نام گراویتون را بر گزیده‌اند.ذره برانگیزشی برای برهم کنش ضعیف W (با بار مثبت یا منفی) و Z (از لحاظ بار خنثی) و ذره برانگیزشی برای برهم کنش قوی گلئون‌ها هستند . (این ذرات میانجی مبادله نیرو بین ذرات هستند)

توضیحاتی در باره چهار نیروی بنیادی شناخته شده طبیعت تا حال حاضر :

۱ – نیروی گرانش : برهم کنش جاذبه‌ای است میان ذراتی که از خاصیت انرژی برخوردارند . معمولی‌ترین شکل انرژی که به نحوه قابل ملاحظه‌ای از نیروی گرانش متأثر می‌شود انرژی جرم یا انرژی حالت سکون است به همین علت است که اغلب گرانش را به صورت برهم-کنش میان ذرات جرم دار توصیف می‌کنند . حتی بر اشیای بی جرم مثل فوتون‌ها هم به اعتبار انرژی‌شان نیروهای گرانش وارد می‌شود نخستین مشاهده تجربی این پدیده ، خورشید گرفتگی مشهور ۱۹۱۹ بود که طی آن خم شدن مسیر نور بعضی از سیاره‌های دور دست بر اثر گرانش خورشید آشکار شد .

میدان نیرو می‌تواند با تشکیل امواج رونده ، انرژی منتقل کند که در مورد الکترومغناطیس که انرژی با امواج الکترومغناطیسی منتقل می-شود. به طور مشابه امواج گرانشی رونده نیز می‌توانند حامل انرژی گرانش باشند . شواهدی از وجود این اثر در ستاره‌های دوتائی در حال رُمبش در دست است .

۲ – نیروی الکترومغناطیس : برهم کنش جاذبه یا دافعه میان ذراتی است که خاصیت بار الکتریکی دارند . اثرات مغناطیسی به سرعت بار بستگی دارند برهم کنش میان بارهای ساکن ، نیروی الکتریکی است زیرا بار ایستا فقط میدان الکتریکی ایجاد می‌کند و برهم کنش میان بارهای متحرک، نیروی مغناطیسی است، بار متحرک یا جریان الکتریکی میدان مغناطیسی هم به‌وجود می‌آورد .
این که کدامیک از دو میدان الکتریکی و مغناطیسی متغییر است، به دستگاه مرجع بیننده بستگی دارد . از دیدگاه ناظری که با سرعت بار الکتریکی حرکت می‌کند ، بار فقط میدان الکتریکی ایجاد می‌کند . از دیدگاه ناظر دیگری که بار الکتریکی را نسبت به خود در حرکت می-بیند، بار هر دو میدان الکتریکی و مغناطیسی را تولید خواهد کرد . اما هر دو ناظر درباره‌ی نیروهایی که این میدان‌ها بر هر بار دیگری وارد می‌کنند، توافق خواهند داشت .

۳ – نیروی قوی : نیروی جاذبه‌ای است که بین ذراتی که خاصیت بار رنگ دارند عمل می‌کند، و این یکی از خواص کوارک‌ها است به همین دلیل نیروی قوی را نیروی رنگ می‌نامند (کلمه رنگ در اینجا هیچ ارتباطی با معنای متداول آن ندارد) .

از نظر تاریخی اصطلاح نیروی قوی را برای برهم‌کنش بین پروتن‌ها و نوترون‌ها (که چون در برخورد با نیروی هسته‌ای هیچ تفاوت بنیادی بین آنها وجود ندارد ، نوکلئون خوانده می‌شوند) که به تشکیل هسته توسط این ذرات می‌انجامد، بکار برده شده است . اما اکنون می‌دانیم که این برهم کنش خود یک برهم کنش بنیادی نیست . تمام مباحث فیزیک ذرات ، از تلاش برای درک ساز و کار زیربنایی نیروهای هسته-ای سر برآورده است . دانشمندان در جریان مطالعه برهم‌کنش‌های نوترون و پروتون انواع بسیاری از ذرات دیگر را کشف کردند . این کشفیات سرانجام به نظریه‌ی کوارک‌ها و برهم‌کنش آن‌ها منجر شد، که فیزیکدانان ذره‌ای اکنون آن را مدل استاندارد می‌نامند در این نظریه پروتون‌ها و نوترون‌ها ، و همچنین بسیاری ذرات دیگر، اشیای مرکبی هستند که از ذرات حتا کوچک‌تری به نام کوارک تشکیل شده-اند. برهم‌کنش بنیادی قوی، اکنون بیشتر به عنوان برهم‌کنش میان کوارک‌ها شناخته می‌شود تا برهم‌کنش میان پروتون‌ها و یا نوترون‌ها . نیروی هسته‌ای در برد بسیار کوتاه عمل می‌کند و تنها در فاصله‌های چند فتومتری اثرگذاری دارد نیروی نوکلئون – نوکلئون در فاصله‌های ۵/ fm و ۲fm ربایشی و در فاصله‌های کمتر از ۵/ fm رانشی است .

تعدادی از مشاهدات تجربی از جمله اشباع نیروهای هسته‌ای نشان می‌دهند که نیروی هسته‌ای از تبادل ذرات مجازی میان نوکلئون‌ها سرچشمه می‌گیرد . برد نیروی هسته‌ای به صورت $R \approx \frac{h}{mc}$ داده می-شود (فرمول یوکاوا) که در آن m جرم ذره مبادله شده است . برای ذره‌ای با برد ۱/۵fm جرمی برابر با ۱۳۰ Mev به‌دست می‌آید .

ذره‌های مبادله شونده مربوط به بخش بلند برد نیروی نوکلئون – نوکلئون (در فاصله ۱fm تا ۲fm) اعضای خانواده مزون پی با جرم-های ۱۳۵ Mev و ۱۴۰ Mev هستند .

فیزیکدانان هنوز از درک کامل این نیرو به صورت کمّی و این‌که این نیرو هنگامی که نوکلئون‌ها درون هسته‌ی اتمی‌اند ، چگونه تغییر می-کند بسیار فاصله دارند . و دلیل این مسئله این است که همانطور که گفته شد خود نوکلئون‌ها ذرات بنیادی نیستند و از سه جسم شبه نقطه‌ای محصور شده به‌نام کوارک ساخته شده‌اند .

اگر چه نیروی نوکلئون – نوکلئون را تقریباً به یقین می‌توان نمایشی از برهم‌کنش‌های کوارک – کوارک های شش‌گانه در انرژی‌های کم دانست ، ولی هنوز برای مسئله نوکلئون – نوکلئون با در نظر گرفتن برهم‌کنش‌های کوارک های شش‌گانه به رهیافت کمّی دست نیافته‌اند (هرچند برای محاسبه‌ی برهم‌کنش‌های کوارک‌ها در انرژی‌های زیاد شیوه‌های بسیار پیچیده‌ای ساخته و پرداخته شده است) .

۴ – نیروی هسته‌ای ضعیف : برهم‌کنش ضعیف نقش مهمی در نیروی‌های میان ذرات درون هسته ندارد . بنا بر این اصطلاح " نیروی هسته‌ای ضعیف " اسم تقریباً بی مسمائی است برای فواصل عادی بین دو پروتون در داخل هسته نیرویی که برهم کنش ضعیف

بین آنها ایجاد می‌کند تنها $۱۰^{-۷}$ برابر نیروی الکتریکی است . جاذبه گرانشی میان پروتون‌ها نیز $۱۰^{-۳۶}$ بار کوچکتر از دافعه‌ی الکتریکی آن‌ها است . با همه‌ی اینها نیروی باقی مانده‌ی میان آنها تقریباً ۲۰ برابر قوی‌تر از رانش کولنی است . بنابراین اجزای هسته خیلی محکم به هم نگه داشته شده‌اند .

پس نقش برهم کنش ضعیف در طبیعت چیست ؟

بوزون‌های W و Z برانگیختگی‌های کوانتومی میدان ضعیف هستند بوزون W نقش خاصی بر عهده دارد طعم کوارک یا لپتون فقط با گسیل یا جذب W می‌تواند تغییر کند. هر یک از انواع سنگین‌تر کوارک یا لپتون می‌توانند با گسیل بوزون W واپاشیده شود و بر اثر آن به ترتیب به کوارک یا لپتون نوع سبک‌تر تبدیل شود و سپس خود W به سرعت واپاشیده می‌شود تا یک کوارک و پاد کوارک سبک دیگر و یا یک نوترینو و لپتون باردار سبک‌تر تولید کند .

اگر برهم‌کنش ضعیف نبود تمام شش طعم کوارک و تمام لپتون‌های باردار (الکترون ، موئون و تاو) ذراتی پایدار بودند و در آن صورت علاوه بر پروتون‌ها ، نوترون‌ها و الکترون‌ها که تمام اتم‌ها از آن‌ها تشکیل شده‌اند انواع خیلی بیشتری از عناصر و مواد پایدار در اطراف ما پیدا می‌شد.

می‌دانیم نوترون هم پایدار نیست و واپاشی می‌یابد و یک پروتون و یک الکترون و یک نوترینو پاد الکترونی تولید می‌کند که یکی از فرآیندهای مشخصه‌ی برهم کنش ضعیف است . آنچه رخ می‌دهد گسیل یک بوزون (مجازی) W توسط کوارک پائین درون نوترون، در نتیجه گذار آن به کوارک بالا و تبدیل نوترون به پروتون است ذره‌ی W بلافاصله واپاشیده می‌شود تا الکترون و پاد نوترینوی مربوط به آن را تولید کند .

در داخل هسته، نوترونی پایدار است که نتواند با تبدیل به پروتون (و گسیل الکترون و یک پاد نوترینو) انرژی خود را کاهش بدهد و این وقتی رخ می‌دهد که تمام حالت‌های انرژی مجاز پائین‌تر برای پروتون پر شده باشد .

در واقع در بعضی از هسته‌ها جمعیت حالت‌های پروتونی و نوترونی به گونه‌ای است که ممکن است موقعیتی را پیش آورد که از نظر انرژی تبدیل پروتون به نوترون مساعدتر باشد این کار ممکن است با گیراندازی الکترون و یا با گسیل پوزیترون انجام شود .

علت نیاز به بوزون هیگز :

غیر از چهار برهم کنش بنیادی که ذکر شد نوع دیگری برهم کنش مورد نیاز است تا منشأ پیدایش جرم تمام ذرات را توضیح بدهد هنوز دقیقاً معلوم نیست که این برهم‌کنش جدید دارای چه شکلی است . ساده ترین راه دست‌یابی به نظریه‌ای که شامل جرم ذرات نیز باشد وجود بوزون هیگز است (که تقریباً ۵۰ سال پیش بوسیله پیتر هیگز پیش‌بینی شده بود و در سال ۲۰۱۳ میلادی در سرن مشاهده شد و جایزه نوبل ۲۰۱۳ را نصیب پیتر هیگز کرد) که میانجی نوع جدیدی از برهم‌کنش بین ذرات بنیادی است و جرم آن‌ها را بدست می‌دهد .

نظریه‌ی وحدت بزرگ :

تلاش‌هایی برای وحدت این چهار نیرو صورت گرفته که در ابتدا دو نیروی الکتریکی و مغناطیسی در نظریه‌ی ماکسول تبدیل به نیروی الکترومغناطیس شدند و دو نیروی الکترومغناطیس و ضعیف در نظریه-ی عبدالسلام ، واینبرگر و گلاشو به نیروی الکتروضعیف تبدیل شدند .

در انرژی‌های بقدر کافی زیاد این چهار نیروی بنیادی از همدیگر تمایز ناپذیرند اما در انرژی‌های کمتر این برهم‌کنش‌ها خاصیت‌های منحصر به خودشان را پیدا می‌کنند .
از طرف دیگر ویژگی‌های ریاضی سه برهم کنش بسیار متفاوت (الکترومغناطیسی و قوی و ضعیف) آن‌چنان با هم شباهت دارند که وسوسه می‌شویم ادعا کنیم همه‌ی آن‌ها صرفاً جلوه‌های متفاوت یک برهم‌کنش واحد در انرژی‌های پایین هستند . این دیدگاه که به نظریه وحدت بزرگ شهرت یافته است در میان فیزیکدانان ذرات هواداران زیادی دارد زیرا نظریه‌ی وحدت از لحاظ ریاضی خیلی ساده‌تر از سه نظریه‌ی جداگانه برای این سه نوع برهم کنش است .

اهمیت نیروی الکترومغناطیس و نگاهی به نیروهایی که منشأ الکترومغناطیس دارند :

در سطح ماکروسکپی تنها نیروهایی که در تجربیات روزانه مستقیماً با آن‌ها مواجه می‌شویم یکی نیروی گرانش و دیگری نیروی الکترومغناطیسی است . به عنوان مثال نیروهای تماسی مانند نیرویی که دست به کتاب وارد می‌کند و نیروی اصطکاک (مثل مقاومت هوا و نیروی افقی بین جسم و سطح) و یا نیروی عمودی و یا کشش نخ از نوع دافعه و یا جاذبه الکتریکی بین ذرات بار دار است (نیروی دست بر کتاب و عمودی سطح دافعه و نیروی کشش نخ جاذبه) در قسمت بعد تعدادی از این نیروها را از این دیدگاه مورد بررسی قرار می‌دهیم .

۱- نیروی لورنس :

نیروی الکتریکی به بار چه ساکن و چه متحرک وارد می‌شود ولی میدان مغناطیسی فقط به بار متحرک نیرو وارد می‌کند. تأثیر همزمان دو میدان الکتریکی و مغناطیسی بر بار را می‌توان بصورت زیر نوشت :

$$F = q E + q V \times B$$

این نیرو به نیروی لورنس معروف است . اگر میدان الکترومغناطیس نا مانا باشد میدان E و B حاصل از خود بار الکتریکی متحرک را نیز باید به حساب آورد . شکل نسبیتی این نیرو به صورت زیر است :

$$F = \frac{q\,(E+V\times B)}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}}$$

۲- نیروی شناوری :

به جسمی که در مایعی شناور و یا غوطه‌ور باشد نیرویی به طرف بالا وارد می‌شود علت این نیرو که به نیروی ارشمیدس معروف است اختلاف فشار وارد به دو سطح بالایی و پایینی جسمی که در درون شاره قرار دارد می‌باشد . چون فشار به عمق بستگی دارد فشار وارد به سطح پایینی بیشتر از فشار وارد به سطح بالایی است و این اختلاف فشار سبب وارد شدن نیرو به سمت بالا یعنی بر خلاف نیروی وزن جسم می‌شود . طبق اصل ارشمیدس نیروی وارد به جسم شناور و یا غوطه‌ور در مایع برابر با وزن مایع جابه جا شده توسط جسم است . می‌توانیم با استفاده از این اصل مشخص کنیم چه کسری از جسم در مایع (به عنوان مثال یخ در آب) فرو رفته است مقدار این کسر از رابطه $f = \frac{\rho}{\dot{\rho}}$ بدست می‌آید که چگالی جسم در صورت و چگالی مایع در مخرج است . این نسبت برای یخ در آب ۸۹/ است یعنی فقط ٪ ۱۰ از بزرگی کوه‌های یخ در بالای سطح اقیانوس قابل رؤیت است .

۳ – نیروی عمودی سطح :

وقتی کف اتاق راه می‌رویم علت اینکه کف اتاق نمی‌گذارد بطرف پایین سقوط کنیم نیرویی است که از طرف کف اتاق (و یا سطحی که جسم روی آن قرار دارد) بر ما وارد می‌شود (و یا به جسمی که روی سطح قرار دارد وارد می‌شود) .

اما چرا چنین است : از لحاظ مفهومی با در نظر گرفتن اتم‌های هر یک از دو جسم و مقاومتشان در مقابل تراکم اتمی و با استفاده از اصل عدم قطعیت می‌توان به این پرسش پاسخ گفت ، اما برای اینکار باید برهم کنش‌های کوانتومی بین دو جسم (مثلاً پا و کف اتاق) را به دقت تحلیل کنیم که چنین چیزی غیر ممکن است . با صرف نظر کردن از این تحلیل میکروسکپی ، فیزیکدانان یک نیروی ماکروسکوپیکی را که اثر جمعی این برهم‌کنش‌های اتمی پیچیده است تعریف می‌کنند. که چون به طور عمود از طرف سطح به جسم وارد می‌شود آنرا نیروی عمودی سطح نامند که از نوع نیروهای تماسی است یعنی فقط وقتی وجود دارد که دو جسم در تماس با هم باشند.

بی وزنی : اگر جسمی روی ترازو قرار داشته باشد ترازو وزن آنرا نشان می‌دهد که برابر نیروی عمودی است که از طرف ترازو به جسم وارد می‌شود اما اگر ترازو و جسم با هم سقوط آزاد کنند چون نیرویی از جسم به ترازو وارد نمی‌شود ترازو عدد صفر را نشان می‌دهد و جسم در حالت بی‌وزنی(ظاهری) است . در شاتل‌های فضایی که بدور زمین می‌گردند نیز چون در حال سقوط آزادند فضانوردان در حالت بی‌وزنی خواهند بود .

کاربردی از نیروی عمودی : از نیروی عمودی برای محاسبه شتاب‌های گرانشی‌ای که بر خلبانان در پروازهای آکروباتی اثر می‌کند بسیار استفاده می‌شود .

امروزه هواپیماهای جت شتابی برابر با ۸ و یا ۹ برابر g ایجاد می‌کنند در حالی که خلبانان بطور عادی فقط می‌توانند شتابی ۳ یا ۴ برابر g را تحمل کنند .

خلبانان هواپیماهای F_{16} در یک حلقه زنی پشت و رو (با شعاعی در حدود ۸۲۵m) بخش پایینی ، حلقه را با سرعت ۱۸۰m/s طی می‌کنند . خلبان در این نقطه شتاب g ۵ را تحمل می‌کند و این نشان می‌دهد در این نقطه نیروی عمودی وارد بر خلبان ۵ برابر وزن اوست .

نیروی کوریولیس :

قوانین نیوتن در چارچوب‌های مرجع لخت صدق می‌کند اما گاهی کار شهودی‌تر و راحت‌تر آن است که از معادلات حرکت به همان شکلی که در چارچوب مرجع چرخان مثلاً سطح یک سیاره دارند استفاده کنیم . مسیر حرکت در چارچوب مرجع چرخان به شکل خمیده به نظر می‌رسد. (چون خود چارچوب هم مدام تغییر جهت می‌دهد) با استفاده از نیروی کوریولیس می‌توان تغییر ظاهری ذره‌ای متحرک را ، که بر اثر حرکت همزمان چارچوب مرجع در جهتی دیگر اتفاق می‌افتد توضیح داد.

نیروی کوریولیس در بررسی حرکت‌هایی که در سطح زمین چرخان مشاهده می‌شوند ، مطرح می‌شود . این نیروی فرضی متناسب با سرعت حرکت جسم است ، و در جهت عمود بر جهت حرکت عمل می‌کند . انحراف ناشی از نیروی کوریولیس در نیمکره شمالی به سمت راست جهت حرکت و در نیمکره جنوبی به طرف چپ آن است.

محاسبه‌ی نیروی کوریولیس : دو دستگاه مختصات با مبدأ مشترک یکی در حال دوران با سرعت ω و دیگری ثابت در نظر می‌گیریم . سرعت جسمی که در دستگاه مختصات ساکن در حال حرکت است (V_f) برابر است با سرعت آن در دستگاه چرخان (V_r) به اضافه سرعت خود دستگاه چرخان نسبت به دستگاه ساکن :

$$V_f = V_r + \omega r_r \qquad (۱)$$

شتاب این جسم نیز برابر است با

$$a_f = a_r + \omega Vf \qquad (۲)$$

اگر V_f را از معادله یک در معادله ۲ قرار داده و a_f را در قانون

دوم نیوتن قرار دهیم رابطه‌ی زیر بدست می‌آید :

$$F - ma\times(\omega \times r_r) - 2m(\omega \times v_f) = m\,a_r$$

در این فرمول دو عبارت دوم و سوم از سمت چپ نیرو گونه (شبه نیرو) هستند که یکی نیروی گریز از مرکز است و سومین جمله نیروی کوریولیس است که همانطور که دیده می‌شود به سرعت و جرم جسم و همچنین سرعت چرخش دستگاه مختصات بستگی دارد و بنا به قاعده ضرب برداری بزرگی آن به زاویه‌ی میان محور دوران و سرعت جسم بستگی دارد و راستای آن عمود بر صفحه‌ی متشکل از محور دوران و بردار سرعت عمل می‌کند .

اثرهای نیروی کوریولیس :

۱- هواشناسی : نیروهای کوریولیس در حرکت‌های جَو که ممکن است در مسافت‌هایی به طول صدها یا هزارها کیلومتر در طول چندین ساعت یا چند روز صورت بگیرد، واقعاً اهمیت پیدا می‌کند . در غیاب این نیروها ، باد می‌باید. مستقیناً از نواحی پر فشار به نواحی کم فشار بوزد. اما نیروی کوریولیس باد را در جهت عمود بر حرکتش آن‌قدر منحرف می‌کند که این نیرو با نیروی فشار به توازن برسد. به این ترتیب ، باد در نیمکره شمالی در جهت ساعتگرد به دور ناحیه‌ی کم فشار می‌وزد و جریان چرخندی تولید می‌کند . این جریان در نیمکره‌ی جنوبی پادساعتگرد است، که به جریان پادچرخندی منجر می‌شود. نمونه‌ی بسیار بارز چنین بادهایی را در جریان اطراف توفندها می‌توان مشاهده کرد .

۲- آونگ فوکو : آونگ فوکو ابزار معروفی برای نمایش نیروی کوریولیس است . در چاچوب مرجع لخت ، هر آونگی بی اعتنا به چرخش زمین در زیر آن در همان صفحه‌ای که در ابتدا به حرکت درآمده به تاب خوردن ادامه می‌دهد . اما به علت چرخش زمین ، آونگی که به طور مناسبی تعبیه شده باشد ، به نظر می‌رسد که صفحه-ی نوسانش با هر دور چرخش زمین یک دور می‌چرخد . این پدیده با استفاده از مفهوم نیروی کوریولیس قابل درک است . بزرگی این نیروی کوریولیس متناسب با سرعت حرکت آونگ است و آونگ را دقیقاً چنان منحرف می‌کند که (درقطب) صفحه‌ی نوسان آن در هر شبانه روز یک دور کامل بچرخد .

نیروی مرکزگرا :

جسمی که در مسیر خمیده‌ی مرکزداری مانند دایره در حرکت باشد تحت تأثیر یک نیروی مرکزگرا است . نیروهای مرکزگرا نوع خاصی از نیرو نیستند ، هر نیرویی که حتی در زمان کوتاه جهتش به طرف مرکز یک دایره و در امتداد شعاع آن باشد یک نیروی مرکزگرا است مانند نیروی گرانش میان دو جسم ، نیروی الکترواستاتیکی میان ذراتی با بار مخالف ، نیروی مکانیکی میان یک ریسمان و جسمی که به انتهای آن بسته شده است و روی دایره‌ای چرخانده می‌شود و حتی نیروی اصطکاک میان جاده و چرخ‌های اتومبیل که در حال دور زدن است.

مدار خمیده‌ی ماه موجب شد که نیوتن متوجه یکی از اولین نمونه‌های واضح نیروی مرکزگرا شود ، یک اشتباه رایج، خلط کردن نیروی مرکزگرا با شبه نیروی خویشاوندش نیروی گریز از مرکز است. یکی از اولین نمونه‌های ثبت شده‌ی این خلط مفهوم‌ها وقتی اتفاق افتاد که نیوتن به اشتباه گمان کرد که این نیرو ، مرکزگریز است . مکاتبات نیوتن با دانشمند معاصرش رابرت هوک به روشنی نشان می‌دهد که سردرگمی نیوتن درباره این موضوع به کمک هوک بر طرف شد.

گاهی چند نیروی مرکزگرا به جسمی اثر می‌کند. گوی بیسمالی که پرتاب شده است در واقع تحت تأثیر دو نیروی مرکزگرا است : یکی نیروی گرانش که در راستای قائم عمل می‌کند و دیگری نیروی افقی ناشی از اختلاف فشار میان وجوه گوی (با فرض این‌که محور چرخش آن به دور خودش قائم باشد) که نیرویی تقریباً عمود بر جهت حرکت گوی بر آن وارد می‌کند .

نیروی مرکزگریز :

نیروی مرکزگریز بر خلاف نیروهای مرکزگرا که مبنا یا سازکار فیزیکی مشخصی دارند در رده‌ی نیروهائی هستند که شبه نیرو نامیده می‌شوند اما صرف شبه نیرو بودن آنها به این معنی نیست که مردم آن را احساس نمی‌کنند. نمونه‌اش نیرویی که مسافر به درِ اتوموبیل وقتی اتوموبیل در جاده‌ای بدون شیب عرضی دور می‌زند وارد می‌کند.
نیروهای مرکزگریز کاربردهای زیادی دارند. مثلاً خلبان‌ها و فضانوردان در دستگاه‌های مرکزگریز تحت تأثیر همان نیروهائی قرار می‌گیرند که در پروازهای واقعی و یا در فضا ممکن است به آنها وارد شود .
در سانتریفوژ خون ، یاخته‌های خون به علت چگالی متفاوتشان از پلاسمای خون جدا می‌شوند و سانتریفوژ گاز هم ایزوتوپ اورانیوم با جرم‌های متفاوت را از هم جدا می‌کند در ایستگاه‌های فضائی بزرگ، با چرخاندن ایستگاه می‌توانند گرانش را شبیه‌سازی کنند.
در شهربازی‌ها یا پارک‌های تفریحی مسافرانی که به دیواره‌ی داخلی استوانه چرخنده چسبیده‌اند ، موتورسوارانی که در سطح داخلی کانال-های فلزی در صفحه ی قائم موتورسواری می‌کنند ، مسافران واگن‌های

کوچکی که با سرعت مسیرهای حلقوی را می‌پیمایند. در واقع همگی- اشان از اثرات نیروهای مرکزگریز استفاده می‌کنند .

نیروی وان در والس :

علت واکنش ناپذیری گازهای کمیاب مانند هلیوم ، نئون ۰۰۰ این است که هرکدام از این عنصرها با هشت الکترون ظرفیت احاطه شده‌اند و برای کامل کردن هشت‌تائی نیاز به اشتراک الکترون نیست اما در دمای کم و گاهی در فشار زیاد هر یک از گازهای کمیاب به صورت جامد در می‌آید .
برای شناسائی ماهیت پیوندی که این جامدها را منسجم نگه‌می‌دارد به نظریه‌ای نیاز داریم به این منظور به یک نیروی ضعیف رایشی برای اتم‌ها نیازمندیم .

در یک اتم ، الکترون با بار منفی در اطراف هسته با بار مثبت حرکت می‌کند این امکان وجود دارد که در یک لحظه تعداد الکترون در یک طرف بیشتر از طرف دیگر باشد که به این ترتیب یک دوقطبی لحظه‌ای بوجود می‌آید در دماهای بسیار پایین ممکن است دو قطبی لحظه‌ای یک اتم در اتم دیگر دوقطبی‌ای با فاز مخالف پدید آورد و این امر به تولید نیروی رایشی بین اتم‌ها می‌انجامد و باعث می‌شود که گازهای کمیاب دارای حالت جامد شوند. این نیرو را نیروی وان در والس گویند برهم کنش رایشی بین دو اتمی که با نیروی وان در والس در قید یکدیگرند با توان ششم فاصله بین اتم‌ها با علامت منفی تغییر می‌کند .
با پیشرفت شیوه‌های مکانیک کوانتومی آزمودن نظریه‌ای که شکل- گیری جامدهای گاز کمیاب را بر اثر نیروی وان در والس توضیح دهد امکان پذیر شد . این امر نشان داد که شکل گیری جامدهای گاز کمیاب به خاطر نیروهای وان در والس نیست بل‌که نتیجه‌ی اشترک الکترون‌ها است که به پیوندهای کوالانسی بسیار ضعیف می‌انجامد

نیروی اصطکاک :

اصطکاک پدیده‌ای است که در مرزهای بین جامدات، مایعات و گازها و همچنین داخل آن‌ها دیده می‌شود اگر بحث اصطکاک را به برهم‌کنش بین سطوح جامدات حجیم که سطح‌شان خیلی ناهموار نباشد محدود کنیم می‌توانیم از حرکت عمود بر سطح در مقایسه‌ی حرکت موازی با سطح صرف‌نظر کنیم در این صورت نیروی اصطکاک تقریباً از " هموار" یا " ناهمواری " سطح مستقل خواهد بود .
کارکرد اصطکاک همیشه به‌گونه‌ای است که از لغزیدن سطوح مجاور نسبت به یکدیگر جلوگیری می‌کند، نیروی اصطکاک با سطوحی که نسبت به هم می‌لغزند موازی است. جهت این نیرو ممکن است در جهت حرکت و یا در خلاف جهت حرکت باشد.
نیروی اصطکاک بستگی به فشاری دارد که سطوح به یکدیگر وارد می- کنند بنابراین چون فشار از تقسیم نیروی عمودی ، بر سطح بدست می‌آید با توجه به روابط زیر نیروی اصطکاک متناسب با نیروی عمودی سطح و مستقل از مساحت سطح تماس خواهد بود :

$$f_{\text{اصطکاک}} \alpha P_A = \frac{F_N}{A} \times A = F_N$$

نیروی اصطکاک برای سطوحی که نسبت به‌هم ساکن هستند نمی‌تواند از مقدار $\mu_s F_N$ تجاوز کند اما از نیرویی که به موازات سطح اعمال می‌شود نیز نمی‌تواند فراتر رود . برای اجسامی که تحت تأثیر نیرو قرار ندارند هیچ نیروی اصطکاکی وجود ندارد.
اندازه ضریب اصطکاک میان ۲/ تا ۹/ در تغییر است اما مقادیری به کوچکی ۰۳/ و بیش از یک نیز گزارش شده‌اند . (برای نیکل روی نیکل و یا چدن روی چدن ضریب اصطکاک ایستایی ۱/۱ است) می‌توان نشان داد که ضریب اصطکاک ایستایی با تانژانت زاویه‌ی استقرار یعنی بزرگترین زاویه‌ای که سطح اتکای شیبدار یک جسم می‌تواند پیش از آنکه جسم شروع به لغزش به پایین سطح کند با افق می‌سازد برابر است.
حتی سطوحی که با دیدن و یا لمس کردن صاف و هموار به نظر می- رسند ، در مقیاس اتمی ناهموار هستند. بلورهای بریده شده ممکن است سطوح فوق‌العاده صافی داشته باشند، اما معمولاً دارای ناهمواری- های پله‌ای هستند. سطوح صیقلی ممکن است روی‌هم رفته کاملاً صاف به نظر برسند اما در این سطوح هم تپه‌هایی (به نام ناهمواری) به طور کتره‌ای پراکنده شده‌اند .
جز در آزمایش‌هایی که با احتیاط زیاد و تحت خلأ کامل انجام می- شوند، سطح‌ها همچنین با لایه‌های نازکی که ممکن است از جنس گاز، روغن، اکسیدها ، آب و آلایندهای دیگر باشد پوشیده می‌شوند. اگر این مواد ناخوانده ، از روی سطح زدوده شوند، خواص مربوط به اصطکاک با خواصی که معمولاً اندازه گیری می‌شوند تفاوت زیادی خواهند داشت . سطوحی که فوق‌العاده تخت و صاف باشند، هنگامی که در تماس نزدیک با هم قرار می‌گیرند، اصطکاک زیادی از خود بروز می‌دهند.
در یک دیدگاه برای توجیه اصطکاک بحث فرورفتن برآمدگی‌های یک سطح در فرورفتگی‌های سطح دیگر مطرح می‌شود که در این صورت حرکت وقتی انجام می‌شود که یا سطح‌ها تا حدی در راستای عمودی جابه‌جا شوند و یا قله‌های یک سطح و یا هر دو بریده شوند. دیدگاه دیگر برخاسته از چسبندگی یا پیوند میان قله‌های یک سطح و قله‌های سطح دیگر تعبیر می‌شود.
در مدل میکروسکوپیکی غالباً بحث بر این است که سطح واقعی تماس از سطح ظاهری خیلی کوچکتر است (سطوح میکروسکپی واقعی تماس شاید 10^{-4}برابر کمتر از مساحت تماس ماکروسکوپی ظاهری است) و مساحت سطح واقعی تماس متناسب با نیروی عمودی اعمال شده تغییر می‌کند. مقدار تماس به ماهیت ناخالصی‌های موجود در سطح و مدت زمان تماس نیز بستگی شدیدی دارد به نظر می‌رسد که علت اصلی تفاوت میان μ_s و μ_k و افزایش μ_s هنگامی که سطوح برای مدت زمان طولانی‌تری در تماس باشند همین اثر است .

با استفاده از همین وابستگی است که با افزودن روغن و یا روان‌کننده-های دیگر، اصطکاک را در ماشین‌آلات کاهش می‌دهند. اصطکاک غلتشی برای چرخ‌های سختی که روی سطح سخت در حرکت‌اند خیلی کم است . چرخ‌های سخت هنگامی که روی سطوح نرم قرار می‌گیرند شکل سطح را تغییر می‌دهند و در نتیجه چرخ برای اینکه به طرف جلو حرکت کند باید سربالایی برود . چرخ‌های نرم هنگامی که روی سطح سخت قرار می‌گیرند در ناحیه تماس به صورت تخت در می‌آیند و بدین‌سان غلتاندن چرخ به طرف جلو مستلزم اعمال نیروی بزرگتری است .

هنگامیکه دو سطح روی یکدیگر کشیده می‌شوند ابتدا جوش‌ها (که در اثر قرار گرفتن دو سطح روی یکدیگر بوجود آمده‌اند و باعث اصطکاک ایستایی می‌شوند) پاره می‌شوند (گسیختگی) و سپس این پاره شدن مداوم باعث جدایی می‌شود و جوش‌های دیگری به عنوان تماس‌های احتمالی بعدی تشکیل می‌شوند اصطکاک جنبشی عبارت از مجموع برداری نیروها در آن نقاط تماس احتمالیِ زیاد است ، اغلب حرکت " ناهموار است " زیرا دو سطح به خوبی به یکدیگر می‌چسبند و سپس می‌لغزند ، تکرار این چسبیدن و لغزیدن ، مانند هنگام‌یکه چرخها روی کف خیابان می‌لغزند، ناخن روی دیوار گچی کشیده می‌شود ، یک درِ لولایی زنگ‌زده باز و بسته می‌شود یا آرشه روی سیم ویولن کشیده می‌شود ، می‌تواند صدای جیر، جیر یا زوزه ایجاد کند .

تذکر ۱ : همانطورکه در عمل ضریب اصطکاک ایستایی از ضریب اصطکاک جنبشی بیشتر است، مقاومت چرخ در حال غلتش در مقابل لغزش (به موازات یا در جهت عمود بر راستای حرکت) از مقاومت چرخ در حال لغزش بیشتر است. این نکته برای اتوموبیل‌ها اهمیت زیادی دارد. اگر چرخ‌های جلو قبل از چرخ‌های عقب قفل شوند هدایت خودرو از کنترل خارج می‌شود ولی معمولاً چرخش شدید ایجاد نمی-شود. ترمزهای که قفل نمی‌شوند با پمپ کردن سیستم ترمز از قفل شدگی محورهای جلو یا عقب جلوگیری می‌کنند و بدین‌سان با حفظ کنترل خودرو مانع از لغزیدن آن می‌شوند وشاید از مزیت ضریب اصطکاک ایستایی بیشتر در آن‌ها استفاده می‌شود.

تذکر ۲ : نکته دیگر اینکه نیروی اصطکاک نیرویی است که میان اتمهای سطح یک جسم با جسم دیگر وجود دارد (بنابراین از نوع نیروی الکتریکی است) اگر دو سطح فلزی کاملاً پرداخته و به خوبی تمیز شده در یک خلأ بسیار خوبی روی هم گذاشته شوند روی هم نخواهند لغزید بلکه فوراً جوش سرد می‌خورند و به صورت یک قطعه فلز درمی‌آیند .

مقاومت هوا : وقتی جسمی در هوا سقوط می‌کند (مانند چترباز و یا قطره باران) هوا در مقابل حرکت آن مقاومت می‌کند که ناشی از اصطکاک بین جسم و مولکول‌های هوا است .

وقتی جسمی در هوا سقوط می‌کند در اثر نیروی گرانش بین جسم و زمین به تدریج بر سرعتش افزوده می‌شود چون مقاومت هوا با توان دوم سرعت نسبت مستقیم دارد بنابراین مقاومت هوا نیز افزایش می-یابد هنگامیکه مقاومت هوا برابر وزن جسم شود جسم به سرعت حد می‌رسد و از آن به بعد با این سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد . اندازه این سرعت از رابطه زیر بدست می‌آید :

$v_p = \sqrt{\frac{۲mg}{c\rho A}}$ در این فرمول ρ چگالی هوا A مساحت مقطع مؤثر جسم است که بر سرعت عمود است ، C ضریب کششی است و برای یک جسم مشخص واقعاً ثابت نیست .

عامل C به شکل جسم بستگی دارد به عنوان مثال برای صفحه‌ی دایره‌ای بین ۱/۱ تا ۱/۲ و برای کره بین ۲/ تا ۴/ و برای جسم قطره‌ای شکل تقریباً ۰۴/ است به همین دلیل مقاومت هوا برای حرکت جسم قطره‌ای شکل $\frac{۱}{۳۰}$ مقاومت هوا برای حرکت صفحه‌ی دایره‌ای و $\frac{۱}{۵}$ مقاومت هوا برای حرکت گلوله‌ای با همان سطح مقطع است .

سرعت حد برای یک گلوله‌ی سربی $۱۰g$ در سقوط از ارتفاع زیاد $۴۰m/s$ و برای قطرات باران بین ۷ تا m/s ۸ است . در صورتی‌که اگر قطرات باران در خلأ سقوط کنند سرعت به m/s ۲۰۰ می‌رسد .

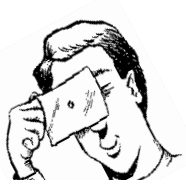
سرعت حد چترباز با چتر نجات باز شده ۵ تا m/s ۷ است .

اثر مقاومت هوا برای سرعتهای بالا به طور استثنایی شدید است . گلوله‌ای که در راستای قائم به طرف بالا از تفنگ شلیک می‌شود و سرعت اولیه m/s ۶۰۰ دارد در نبود هوا به ارتفاع km ۱۸ می‌رسد . ولی به علت مقاومت هوا فقط تا ارتفاع ۲ یا ۳ کیلومتر می‌رسد .

منابع : ۱- دانشنامه فیزیک جلد ۱ و ۳ با تلخیص
۲ – مکانیک تحلیلی(سایمون)
۳ – فیزیک مفهومی جلد اول (ترجمعه منیژه رهبر)
۴ - مبانی فیزیک جلد اول (هالیدی)
۵ – مبانی فیزیک جلد اول (یاورسکی)

گردآورند : حمید مصطفی‌نژادیان (دبیر بازنشسته فیزیک شیراز عضو شورای اجرایی انجمن معلمان فیزیک فارس)

اگر دچار نزدیک بینی، دوربینی، یا پیرچشمی هستید و در حالی که عینک خود را در خانه جا گذاشته اید، در بیرون خانه می خواهید نوشته‌ای را بخوانید یا منظره‌ای را به صورت روشن ببینید، می‌توانید با کاربرد یک سنجاق سوراخی در یک کارت یا یک قطعه مقوا ایجاد کنید و با قراردادن سوراخ در برابر چشم خود از آن به عنوان عینک استفاده کنید. این سوراخ طبق قاعده ی اتاق تاریک ، تصویری وارون از اجسام تشکیل می‌دهد که سایه‌ی آن بر روی شبکیه باعث دیدن اجسام می‌شود.



مقوا به جای عینک

اهمیت مؤلفه‌های بردارها در یادگیری فیزیک

تجربه سال‌ها تدریس فیزیک در مدارس نشان می‌دهد که اغلب دانش-آموزان در درک کمیت‌های برداری فیزیک با اشکال جدی مواجه‌اند . مخصوصاً مفهوم مؤلفه‌ی بردارها برای آنها مشکل است . بدترین وجه قضیه این است که عده زیادی از دانش‌آموزان زیرکانه یاد می‌گیرند که مراحل حل مسائل معمولی فیزیک را که در آن مؤلفه‌های برداری مطرح است بخوبی به‌کار برند در حالیکه به‌راستی مفهوم آن‌را درنیافته-اند.

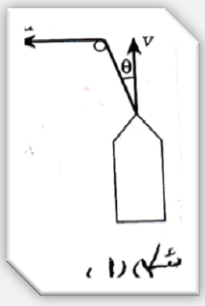
برای رهایی از این موقعیت دشوار که در آن هم معلم و هم دانش-آموزان متقاعد شده‌اند که علی‌رغم ادعایشان مسائل را به درستی درک نکرده‌اند ، پیشنهاد می‌شود که تعدادی مسائل غیر معمولی و معماگونه را مطرح کنیم مسائلی که حتی برای دانشجویان هم مشکل باشد . اگر دانش‌آموزان این مسائل را به خوبی درک و حل کنند معلوم می‌شود که مفهوم مؤلفه‌های برداری را به‌درستی درک کرده‌اند.

برای نمونه مسائل زیر را که با راه حل همراهند مطرح می‌کنیم .

مسأله ۱– اگر در یک روز بارانی که از باد هم خبری نیست سطلی را در زیر بارش قرار دهیم در کدامیک از دو حالت زیر سطل زودتر پُر می‌شود؟ الف - سطل در حال سکون و در روی سطح زمین قرار دارد . ب – سطل روی سکوی افقی متحرک قرار دارد .

حل : این سئوال کاملاً کیفی به آسانی با کاربرد کمّی مؤلفه‌ها حل می‌شود. چون فقط مؤلفه‌ی قائم سرعت قطرات باران مطرح است ، زمان پُر شدن سطل بستگی به مؤلفه افقی سرعت ندارد و در هر دو حالت در زمان یکسان سطل پُر می‌شود . هر چند این مسأله آسان به نظر می‌رسد ولی مباحثه‌ی جالبی را میان دانش‌آموزان به‌راه می‌اندازد که خالی از لطف نیست.

مسأله ۲ – این مسأله هرچند مشکل نیست اما برای گروهی از دانش-آموزان قدری عجیب و غیر عادی است



شخصی مطابق شکل (۱) قایقی را با طنابی می‌کشد در لحظه‌ی معینی زاویه‌ی میان طناب و سرعت قایق θ

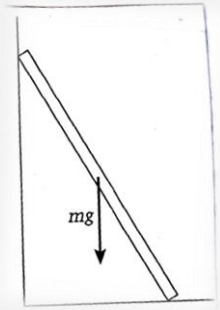
است .

(ممکن است بگویید که بسیار خوب اول از همه این غیر ممکن است !)

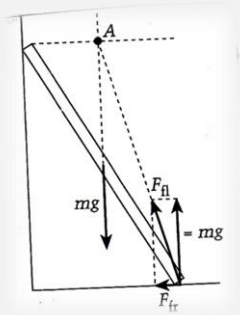
اگر سرعت قایق را با V نشان دهیم سرعت طنابی که شخص در این لحظه می‌کشد (U) چقدر است ؟

حل : این مسأله نیز با به‌کار بستن مؤلفه‌ها حل می‌شود جواب مسأله $U = V \cos\theta$ است . اگر لُب مطلب را گرفته‌اید خواهید گفت که مؤلفه‌ی سرعت قایق در امتداد طناب برابر سرعت طناب است . (فرض بر این است که طناب کش نمی‌آید در غیر اینصورت مسأله بی‌معنی خواهد بود.) متأسفانه با توجه به تجربه ما معلمان فیزیک، بیشتر دانش‌آموزان به فکر دو مؤلفه عمود برهم یک بردار هستند در حالیکه این مسأله صریحاً به‌چنین طرز تفکری نه می‌گوید .

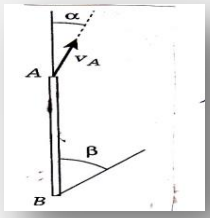
مسأله ۳ – مطابق شکل (۲) میله‌ای یکنواخت به وزن mg به دیوار بدون اصطکاکی تکیه دارد . به روش ترسیمی بردار نیروی اصطکاک میان میله و زمین را بیابید. (آیا ممکن است زمین بدون اصطکاک باشد ؟)



حل : حل این مسأله در شکل (۳) نشان داده شده است . این راه حل متضمن دو ایده‌ی مهم زیر است : الف – جمع جبری گشتاور نیروها نسبت به هر نقطه باید صفر باشد .



ب – چون نیروی عمودی دیوار بر میله و نیروی وزن آن هر دو از نقطه A می‌گذرند، نیروی واکنش زمین هم باید از همین نقطه بگذرد . راستای این نیرو معلوم است و فرصت مناسبی است تا به-خاطر بیاوریم که مؤلفه‌ی قائم نیروی واکنش زمین (F_{fl}) برابر نیروی وزن میله است . با معلوم بودن این مؤلفه می‌توان به‌راحتی مؤلفه افقی نیروی واکنش زمین که همان نیروی اصطکاک است به-دست آورد.

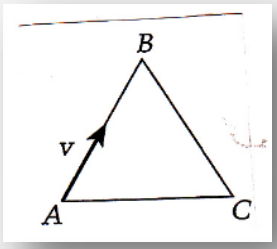


مسأله ۴ – گروهی مورچه مطابق شکل ، چوب کوچکی را می‌کشند . در لحظه‌ی مشخصی سرعتهای انتهای A و B چوب به ترتیب با راستای چوب زاویه α و β می‌سازند اگر سرعت انتهای A برابر V_A فرض شود سرعت انتهای B را بیابید

حل : چون چوب یک جسم صلب است طولش تغییر نمی‌کند . بنابراین مؤلفه‌های

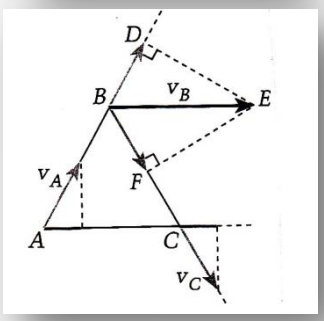
V_B و V_A در امتداد چوب یکسان‌اند و می‌توان نوشت :

$$V_A \cos\alpha = V_B \cos\beta \quad V_B = V_A \frac{\cos\alpha}{\cos\beta}$$



مسأله ۵ – تعدادی مورچه قطعه مقوایی را می‌کشند . در لحظه‌ی مشخصی سرعت رأس A در راستای AB و اندازه‌ی آن V است . با توجه به شکل روبرو درصورتی‌که سرعت رأس C در راستای ضلع BC باشد سرعت‌های رئوس B و C را بدست آورید .

حل : یافتن V_C آسان است زیرا مؤلفه آن در امتداد ضلع AC برابر مؤلفه بردار V_B در همین راستا است پس $V_C = V_A$ خواهد بود . اما یافتن V_B راستای جالب‌تری دارد . هرچند مؤلفه این بردار در امتدادهای AB و BC به ترتیب V_A و V_C است ساختن این بردار مشکل به‌نظر می‌رسد زیرا V_Bجمع برداری مؤلفه‌هایش نیست . اگر دو خط عمود بر خطوط AB و BC رسم کنیم محل برخورد این دو خط عمود ، نقطه E بوده بردار $\overrightarrow{BE}$که معرف V_B است به‌دست می‌آید .

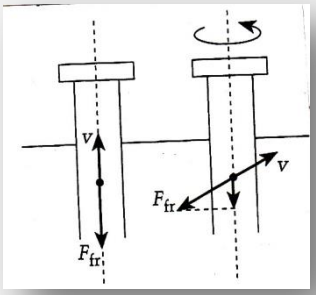


بنابراین با توجه به شکل (۸) خواهیم داشت : $V_A = V_C$ $\qquad$ $V_B = ۲V_A$

مسأله ۶ – چرا برای آسان بیرون کشیدن یک میخ که در تخته‌ای فرو رفته است ضمن بیرون کشیدن ، آن‌را به طور مرتب می‌چرخانیم ؟

حل : نیروی اصطکاک همواره در خلاف جهت سرعت یک جسم است . وقتی میخ را در حین بیرون کشیدن از تخته می‌چرخانیم سرعت‌های هر نقطه از میخ در امتدادی است که زاویه‌ی مشخصی با امتداد دلخواه می‌سازد .

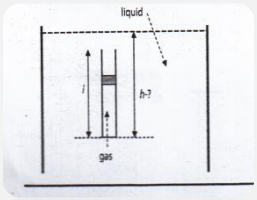
بنابراین با توجه به شکل روبرو مؤلّفه نیروی اصطکاک که در خلاف جهت کشیدن میخ است کوچکتر می‌شود و میخ آسان‌تر بیرون می‌آید .



منبع : Quantum Jan / Feb ۱۹۹۵ ترجمه آقای صیاد رزمکن دبیر بازنشسته فیزیک

یک مسأله جالب و چالشی

برای دانش‌آموزان و دبیران

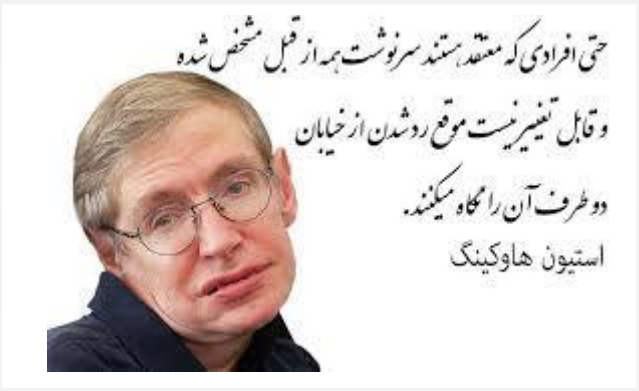


لوله آزمایشی به طول l و سطح مقطع A را از گاز کاملی با فشار P پر می‌کنیم و به وسیله پیستون سبک مسدود می‌کنیم . این پیستون می‌تواند در طول لوله حرکت کند .
اکنون لوله‌ی آزمایش را مطابق شکل (۱) به‌طور قائم در مایعی به چگالی d فرو می‌بریم .
فاصله ته لوله تا سطح آزاد مایع h است دست‌کم h چقدر باشد تا پیستون به حالت تعادل درآید .
دمای گاز را ثابت و فشار هوا را P_a فرض کنید.
توصیه می‌شود که در فرصت مناسب روی مسأله فکر کنید و راه حل خود را با جواب این مسأله که در همین شماره چاپ شده مقایسه نمائید .

تاریخچه خودم

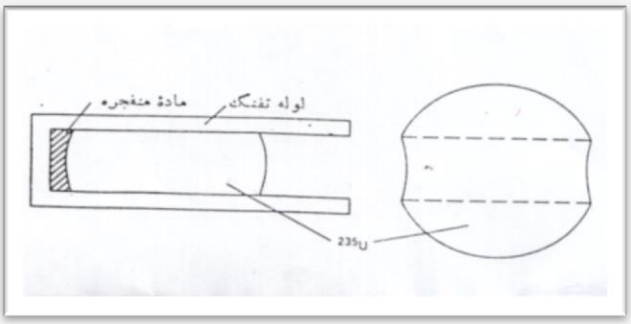
(نوشته استیون هاکینگ ترجمه رامین رامبد انتشارات مازیار)

تاریخچه خودم شرح دست اول خود هاوگینگ است در مسیر پر فراز و نشیب، از کودکی پس از جنگ جهانی دوم تا سال‌های شور و مستی جوانی در آکسفورد . از « زمین گیر شدن» خزنده تا رسیدن به قله‌های شکوه و افتخار . این رندگی‌نامه‌ی خود نوشت ، سرشار از عکس‌ها وتصاویر به ندرت دیده شده، خوانندگان را به دیدار خود هاوکینگ می‌برد . کسی که هم‌مدرسه‌ای‌هایش به او لقب اینشتین داده بودند ، سکاندار تیم قایقرانی ، دانشمندی بذله‌گو که بر سر سیاه‌چاله شرط می‌بندد ، و همسر و پدری که می‌کوشد با ناتوانی جسمانی به جای‌پایی در جهان فیزیک و کیهان‌شناسی دست یابد. تاریخچه خودم کتابی است سر راست که ما را به قلب « کیهان استیون هاوکینگ » می‌برد . بی‌مناسبت نیست اگر آن‌را هاکینگ مختصر و مفید هم بنامیم . ماجرای سفر هاگینگ به ایران را در این کتاب بخوانید.



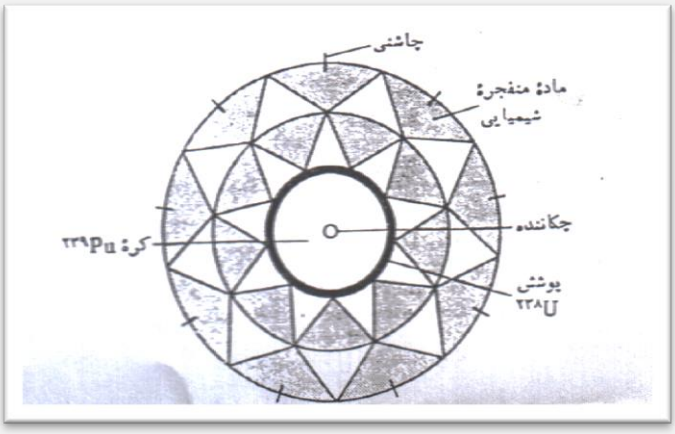
هرگاه آزاد سازی انرژی یک مجموعه‌ی ابر بحرانی $U^{۲۳۵}$ یا $Pu^{۲۳۹}$ که به‌طور نمایی افزایش می‌یابد، بدون کنترل ادامه پیدا کند بزودی با یک وضعیت به شدت ناپایدار رو به رو خواهیم شد. ماده شکافت‌پذیر باید منتشر شود که طی این عمل غالباً سوخت شکافت‌پذیر پخش می‌شود و به صورت زیر بحرانی در می‌آید. در قلب رآکتور ، $U^{۲۳۵}$ آن‌قدر غنی و متمرکز نیست که حتی در صورت اُبربحرانی شدن ، انفجاری در آن قابل تحقق باشد. برای ساختن یک بمب هسته‌ای، لازم است که قطعات زیربحرانی را کنار هم بگذاریم و آنها را به صورت یک مجموعه‌ی اَبربحرانی درآوریم. این عمل باید آنقدر سریع انجام شود که پیش از آنکه جرم لختی سوخت اَبربحرانی وارد عمل شود و مجموعه را به‌حالت زیربحرانی درآورد، انرژی آزاد شده‌ی شکافت ، انفجار مورد نظر را تولید کند.

دو طرح اساسی در ساخت بمب‌های مبتنی بر شکافت به‌کار رفته‌اند، اولی تفنگی است که در شکل (۱) نشان داده شده است. در این‌حالت، مقدار $U^{۲۳۵}$ خالص را به‌صورت کره‌ای که یک قاچ از وسط آن بریده شده در می‌آورند سپس در موقع مناسب قاچ را به سرعت به وسط کره شلیک می‌کنند تا مجموعه به‌صورت ابربحرانی درآید. بمبی که در سال ۱۹۴۵ روی هیروشیما در ژاپن انداخته شد از این نوع بود.
انرژی آزاد شده در حدود J ۱۰^{۴} بود که معادل یک بمب معمولی محتوی حدود ۲۰ کیلوتن TNT است (انرژی رهاشده از هر تن TNT حدود J ۱۰^{۹} ×۴ است) .



شکل (۱) طرح بمب تفنگی که با استفاده از $U^{۲۳۵}$ تهیه می‌شود. پوشش جرم بحرانی که نوترون‌های فراری را به داخل کره باز می‌تاباند و نیز چگالنده که چشمه نوترونی تأمین کننده‌ی نوترون اوّلیه برای شروع واکنش زنجیره‌ای در لحظه‌ی حصول جرم بحرانی است، نشان داده نشده‌اند.

طرح دوم از نوع بمب انفجاری درونی است که در شکل(۲) نشان داده شده است در این‌حالت یک جرم زیربحرانی کروی از ماده‌ی شکافت‌پذیر توسط یک لایه‌ی کروی از مواد منفجره‌ی معمولی که آنرا احاطه کرده است جدا می‌شود. هنگامیکه ماده‌ی منفجرشونده به حالت انفجار می‌رسد بطور کاملاً هم‌زمان یک موج ضربه‌ای کروی ماده‌ی شکافت‌پذیر را متراکم می‌کند و به‌حالت اَبربحرانی در می‌آورد. در سال ۱۹۴۵ میلادی اولین بمب هسته‌ای که در نیومکزیکو آزمایش شد و بمبی که روی ناکازاکی ژاپن منفجر شد از همین نوع بود. بهره‌ی این سلاح‌ها همانند $U^{۲۳۵}$ تقریباً معادل ۲۰ کیلوتن TNT بود.



شکل(۲) بمب انفجاری درونی $Pu^{۲۳۹}$ انفجار ماده‌ی منفجره معمولی باعث تراکم قلب $Pu^{۲۳۹}$ و رسیدن به حالت ابربحرانی می‌شود یک چگالنده در مرکز کره ، نوترون‌های لازم را برای شروع واکنش زنجیره‌ای تأمین می‌کند. پوشش $U^{۲۳۸}$ نوترون‌ها را به‌داخل قلب رآکتور بازگشت می‌دهد (و نیز می‌تواند از طریق شکافت‌هایی که با استفاده از نوترون‌های تند فراری در آن صورت می‌گیرد نوترون‌های اضافی تولید کند)
با آنکه بسیاری از جزئیات ساخت بمب‌های شکافتی محرمانه هستند. براساس ابعاد فیزیکی مشخصِ برگرفته از بعضی تصویرها می‌توان

برآورد کرد که ماده شکافت‌پذیر کره‌ای به قطر شاید ۱۰ cm را اشغال می‌کند و جرمی در حدود ۱۰ kg دارد (سطح مقطع‌های شکافت نوترون تند برای $U^{۲۳۵}$ و $Pu^{۲۳۹}$ در حدود ۱ تا ۲ بارن و مسافت آزاد میانگین نوترون در حدود ۱۰ cm است. بنا براین اندازه‌ی کره را مسافتی که طی آن یک نوترون به احتمال زیاد برهم‌کنش خواهد داشت تعیین می‌کند.) آزاد شدن انرژی $۱۰^{۱۴}$ (۲۰ کیلوتن TNT) مستلزم شکافته شدن حدود $۱۰^{۲۴}\times ۳$ اتم (با انرژی آزاد شده Mev ۲۰۰ به ازای هر شکافت) است که با شکافت کامل اتم‌های موجود در حدود ۱ kg ماده‌ی شکافت‌پذیر متناظر می‌شود. بنابراین پیش از اینکه انرژی آزاد شده چگالی مواد شکافت‌پذیر را به مقدار زیربحرانی کاهش دهد تنها حدود ٪ ۱۰ سوخت موجود در بمب عملاً شکافته می‌شود.

اثرات بمب‌های هسته‌ای می‌توان را در چند دسته رده‌بندی کرد :

موج انفجار : یک موج ضربه‌ای که به سرعت گسترش می‌یابد.

تابش گرمایی : که گاهی اوقات «گوی آتشین » نامیده می‌شود.

تابش هسته‌ای مستقیم : که غالباً به‌صورت نوترون‌ها و پرتوهای گامای حاصل از شکافت است.

تابش هسته‌ای غیر مستقیم : که از واپاشی محصولات رادیواکتیو شکافت حاصل می‌شود.

آسیب مستقیم ناشی از موج انفجار هسته‌ای را می‌توان به‌صورت یک جبهه‌موج کروی در نظر گرفت که به‌سرعت گسترش می‌یابد و باعث افزایش ناگهانی فشار هوا و سپس کاهش آن می‌شود. چگالی انرژی در این جبهه‌ی موج کروی به‌صورت $\frac{۱}{r^۲}$ کاهش می‌یابد که صرفاً ناشی از یک اثر هندسی است. افزایش فشار حتی در فاصله‌ی ۱ km از محل انفجار ۲۰ کیلوتن در حدود ۱at است که برای تخریب ساختمان‌های آجری کافی است. در فاصله ۲ km افزایش فشار در حدود ۰/۲۵ at و یا شاید ۳ psi که برای تخریب ساختمان‌های چوبی کافی است و تکه‌پاره‌ها را با سرعت‌های حدود ۱۰۰mi/h به حرکت در می‌آورد . شدت تابش گرمایی نیز طی گسترش موج گرمایی طبق رابطه $\frac{۱}{r^۲}$ کاهش می‌یابد اما علاوه برآن این تابش به خاطر جذب و پراکندگی انرژی در جوّ زمین نیز به صورت نمایی کاهش می‌یابد و در فاصله‌ی ۲ km از محل انفجار ۲۰ کیلوتن، موج گرمایی (که در خلال حدود ۲ ثانیه پس از انفجار می‌رسد) هنوز هم برای سوختگی‌های پوستی درجه سوم در کسانی که در معرض تابش قرار می‌گیرند کافی است و می‌توانند مواد قابل سوخت نظیر چوب و پارچه را مشتعل سازد یکی از اثرات غیر مستقیم آتش‌سوزی ناشی از این تابش در بسیاری از مواد ایجاد «توفان آتشین » است که در آن گرمای آتش، بادهایی با سرعت ۵۰mi/h تا ۱۰۰mi /h به‌وجود می‌آورد که شدّت آتش‌سوزی را افزایش می‌دهد و به گسترش آن کمک می‌کند (این یک اثر خاص هسته‌ای نیست، بمب‌های آتش‌زا نیز همان اثر را ایجاد می‌کنند اما یک انفجار هسته‌ای قادر است توفان آتشین را از یک بمب تنها هم تولید کند).

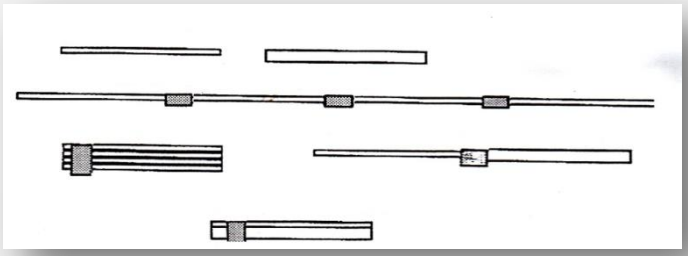
تابش‌های هسته‌ای مستقیم (که از نوترون‌ها و پرتوهای گاما تشکیل می‌شوند) نیز ، هم به صورت $\frac{۱}{r^۲}$ و هم به‌طور نمایی کاهش می‌یابند و فاصله‌ای که در آن دُزهای مهلک تابش دریافت می‌شود همانند فاصله‌هایی است که موج انفجار خسارت‌های جدّی به‌بار می‌آورد یا تابش گرمایی موجب سوختگی‌های کشنده می‌شود(فاصله یک کیلومتری برای انفجار ۲۰ کیلوتن) حتا دُزهای کمتری که در فواصل بزرگتر دریافت می‌شوند نیز می‌توانند اثرات جدی دراز مدت داشته باشند که افزایش موارد سرطان خون و نقص‌های ژنتیکی از آن جمله است.

محصولات رادیواکتیو با عمر طولانی شکافت به طور معمول در اثر انفجار تبخیر می‌شوند و به صورت بارش‌های رادیواکتیو روی زمین می‌ریزند بعضی از این مواد می‌توانند به‌صورت ابری از بخار جا به جا شوند و با ورود به ارتفاعات جوّ در اثر باد پراکنده شوند. این « ابر » پرتوزا می‌تواند برای یک سال یا بیشتر در جوّ فوقانی در گردش باشد و به تدریج روی زمین ریزش کند. بسیاری از محصولات با عمر کوتاه در خلال این مدت واپاشیده می‌شوند و ایزوتوپ‌های مهم باقیمانده پس از این دوره عبارتند از $Sr^{۹۰}$ و $Cs^{۱۳۷}$ ، ایزوتوپ $Sr^{۹۰}$ بسیار نگران‌کننده است زیرا از نظر شیمیایی شباهت به کلسیم دارد و می‌تواند در استخوان‌ها متمرکز شود و با واپاشی خود سرطان استخوان را بوجود آورد. هرگاه بمب در ارتفاع کم از سطح زمین منفجر شود مواد روی زمین بر اثر گوی آتشین تبخیر و سپس این مواد تبخیر شده هم ، با اَبَرفرآورده‌ها شکافت تبخیر شده مخلوط می‌شود و پس از پخش و سرد شدن گوی آتشین بصورت ذرّاتی متراکم به‌زمین باز می‌گردند و در محدوده‌ای که بادهای محلّی کم‌ارتفاع تعیین می‌شود پخش می‌شوند . جمعیّت تحت پوشش موج انفجار حتا در فاصله ده‌ها یا صدها مایل هم می‌توانند در معرض دُزهای تابش خطرناک و شاید مهلک ناشی از واپاشی محصولات شکافت با عمر کوتاه قرار گیرند. از این رو دو راه اساسی برای انفجار هسته‌ای قابل تصور است :

۱ - « انفجار هوایی » در ارتفاع بالا که هدف آن زیان‌های موج انفجار روی ناحیه‌ی نسبتاً وسیع است می‌تواند به‌عنوان وسیله‌ای برای تخریب شهرها به‌کار رود

۲- « انفجار زمینی » در ارتفاع کم که هدف آن تمرکز زیان‌های موج انفجار در ناحیه‌ای کوچک است مثل وقتی‌که می‌خواهند حمله‌ای علیه انبارهای موشک زیرزمینی صورت گیرد. ولی باید دانست که مقدارهای ریزش‌های موضعی در این‌حالت خیلی بالاست.

موضوع رعب‌آور و وحشتناک‌تر از این اثرات انفجار هسته‌ای آن است که طی یک دهه پس از ساخت و آزمایش سلاح‌های شکافتی، سلاح-های گرما هسته‌ای مبتنی بر همجوشی به آزمایش درآمدند. کارایی سلاح‌های اخیر هزار مرتبه بیشتر است. حتا با آنکه اثرات بحث شده را باید به‌صورت ریشه‌ی دوم یا ریشه‌ی سوم کارایی در نظر بگیریم تخریب کاملی که ممکن است در یک مرکز پر جمعیّت به شعاع ۱۰mi در اثر یک انفجار منفرد صورت گیرد واقعاً ترس‌آور است مبانی نظری کارایی و اثرات سلاح‌های گرما هسته‌ای را در فرصتی دیگر مورد بحث قرار خواهیم داد. حمید سلطانی دبیر فیزیک ناحیه ۱ شیراز



ردیف۱ – نی آشامیدنی بااقطر داخلی کوچک و بزرگ
ردیف۲ – نی‌های آشامیدنی با قطرهای داخلی کوچک در حالت متوالی
ردیف ۳ – سمت چپ نی‌های آشامیدنی با قطر داخلی کوچک در حالت موازی ، سمت راست نی آشامیدنی با قطر داخلی بزرگ در حالت سری با نی آشامیدنی با قطر داخلی کوچک
ردیف ۴– نی آشامیدنی با قطر داخلی کوچک در حالت موازی با نی آشامیدنی با قطر بزرگ

اغلب دانش‌آموزان درس فیزیک برای فهم چگونگی ترکیب مقاومت‌های متوالی و موازی در مدارهای الکتریکی مشکلاتی دارند . غالباً در کتاب-های درسی به شباهت میان رفتارمقاومت‌ها با جریان سیال‌های درون لوله‌ها اشاره می‌شود. متأسفانه بیشتر اوقات دانش‌آموزان درباره‌ی جریان سیال‌های درون لوله‌ها تجربه‌ی منظم بسیار کمی دارند. در این مقاله آزمایشی که از لحاظ کیفی با جریان هوای درون نی‌های آشامیدنی با قطرهای داخلی مختلف همانند است توضیح داده می‌شود . این آزمایش‌ها دانش‌آموزان را در درک ترکیب مقاومت‌های متوالی و موازی کمک می‌کند . آزمایش زمان بسیار کمی می‌طلبد و قیمت مواد به‌کاربرده شده بسیار پایین است .

مجموعه‌ای از نی‌های آشامیدنی پلاستیکی با قطرهای مختلف ، تعدادی لوله مقوایی ، چسب نواری انتخاب کنید نی‌های آشامیدنی مختلف و لوله‌های مقوایی را با طول‌های یکسان ببُرید (ردیف ۱) . اگر دانش-آموزان کوشش کنند آزمایش‌های زیر را انجام دهند ، توانایی پاسخ به پرسش‌های زیر را " احساس " خواهند کرد .

۱ – چه چیزی مقاومت نی آشامیدنی را مقابل جریان هوای درون آن تعیین می‌کند ؟

دو عدد نی آشامیدنی متفاوت را انتخاب کنید . درون هریک از لوله‌ها هوا بدمید (فوت کنید) ، و چگونگی سختی یا آسانی گذشتن جریان

جناب نعمتا.... مختاری عضو فعال انجمن معلمان فیزیک فارس در سال تحصیلی (۹۳ – ۹۲) به عنوان معلم نمونه کشوری انتخاب گردید ضمن تبریک به ایشان و جامعه معلمان فیزیک فارس در زیر خلاصه‌ای از سوابق ودلایل انتخاب ایشان به نقل از نشریه‌ی نگاه خدمت همکاران عرضه می‌گردد.

لیسانس از دانشگاه بوعلی سینا همدان در رشته دبیری فیزیک
عضو شورای مرکزی انجمن معلمان فیزیک فارس در چند دوره
عضو افتخاری انجمن مخترعان
تالیف مشترک کتاب "مرجع آزمایش‌های فیزیک " و کتاب " روش ساخت ۱۰۰ وسیله آزمایشگاهی جذاب "
چاپ مقاله در مجلات : رشد آموزش فیزیک ، رشد تکنولوژی-آموزشی ، اطلاعات علمی ، مجله معلم فیزیک ، مجله آذرخش (انجمن معلمان فیزیک فارس)
تولید ۱۵۰ وسیله آزمایشگاهی و کمک آموزشی ابتکاری فیزیک
ارائه مقاله " طراحی آزمایش‌های خلاقانه در آموزش فیزیک " در ۱۴مین کنفرانس آموزش فیزیک ایران
ارائه مقاله در همایش‌های استانی انجمن معلمان فیزیک فارس
ساخت ۸۵ کلیپ آزمایش‌های ابتکاری فیزیک
کسب رتبه اول در جشنواره آزمایش‌های ابتکاری فیزیک
در مسابقه دستور کار آزمایشگاه
کسب مقام برتر در زمینه وسایل آزمایشگاهی در یازدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران
منتخب جشنواره روش‌های تدریس

هوا را از درون هریک احساس کنید . در کدامیک از نی‌ها :
الف) دمیدن هوا درون آن‌ها آسانتر است ؟
ب) آهنگ تغییر جریان هوا بیشتر است ؟
ج) بیشترین مقاومت مقابل جریان هوا نشان داده می‌شود ؟

۲- چگونه نی‌های آشامیدنی مشابه در حالت متوالی رفتار می‌کنند ؟
چهار عدد نی آشامیدنی مشابه را پشت سرهم با چسب نواری بچسبانید به‌طوری که لوله باریکی تشکیل شود (ردیف ۲) نی‌آشامیدنی دیگری با همان قطر داخلی انتخاب کنید . به ترتیب درون مجموعه چهار نی و نی منفرد بدمید . در کدامیک :
الف) می‌توان آسانتر هوا دمید ؟
ب) آهنگ تغییر جریان هوا بیشتر است؟
ج) مقاومت مقابل جریان هوا بیشتر است ؟
ه) چه اثری روی مقاومت نی‌ها گذاشته می‌شود وقتی در حالت متوالی قرار می‌گیرند ؟

۳– چگونه نی‌های آشامیدنی مشابه در حالت موازی رفتار می‌کنند؟
چهار عدد نی آشامیدنی را کنار هم با چسب نواری بچسبانید (ردیف ۳) ، نی آشامیدنی دیگری با همان قطر داخلی انتخاب کنید . به‌ترتیب درون مجموعه چهار نی و نی منفرد بدمید . در کدامیک :
الف) می‌توان آسانتر هوا دمید ؟
ب) آهنگ تغییر جریان هوا بیشتر است؟
ج) مقاومت مقابل جریان هوا بیشتر است ؟
ه) چه اثری روی مقاومت نی‌ها گذاشته می‌شود وقتی در حالت موازی قرار می‌گیرند ؟

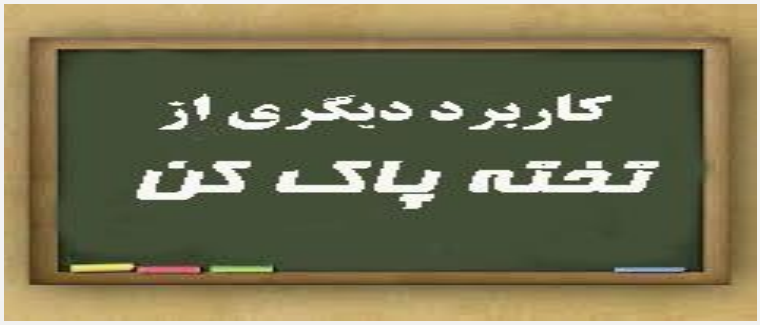
۴ – چگونه نی‌های آشامیدنی مختلف در حالت متوالی رفتار می‌کنند ؟
انتهای یک نی آشامیدنی با قطر داخلی کوچک را به ابتدای نی دیگری با قطر داخلی بزرگتر با چسب نواری بچسبانید (ردیف ۴) . ابتدا به درون مجموعه از طرف نی باریک و بار دیگر از طرف نی ضخیم بدمید .
الف) از کدام طرف مجموعه ، دمیدن هوا آسانتر است ؟
ب) آهنگ تغییر جریان هوا در کدام طرف مجموعه بیشتر است ؟
ج) آیا مقاومت این مجموعه در حالت متوالی ، مشابه مجموعه نی‌های آشامیدنی با قطر داخلی کوچک در حالت متوالی یا مشابه مجموعه نی‌های آشامیدنی با قطر داخلی بزرگتر در حالت متوالی است ؟
د) کدامیک از نی‌ها (باریک یا ضخیم) اثر تعیین کننده در مقاومت مجموعه دارند ؟

۵- چگونه نی‌های آشامیدنی مختلف در حالت موازی رفتار می‌کنند؟
یک نی آشامیدنی با قطر داخلی کوچک را کنار یک نی با قطر داخلی بزرگتر قرار دهید با چسب نواری بچسبانید(ردیف ۵) . به درون مجموعه بدمید :
الف) آیا دمیدن هوا به درون مجموعه آسانتر از دمیدن به درون هریک از نی‌ها است ؟
ب) از درون کدامیک از نی‌های مجموعه جریان هوا بیشتر می‌گذرد
د) آیا مقاومت این مجموعه در حالت موازی ، مشابه مجموعه نی‌های آشامیدنی با قطر داخلی کوچک در حالت موازی یا مشابه مجموعه نی‌های آشامیدنی با قطر داخلی بزرگتر در حالت موازی است ؟
ه) کدامیک از نی‌ها (باریک یا ضخیم) اثر تعیین کننده در مقاومت مجموعه دارند ؟

۶ – مقاومت ارائه شده توسط لوله مقوایی چقدر است ؟
یک لوله مقوایی انتخاب کنید و درون آن بدمید . آیا مقاومت قابل توجهی مقابل هوا احساس می‌کنید ؟

اکنون ذهن دانش‌آموزان با انجام این آزمایش‌ها روشن (باز) شده است ، حالا شما می‌توانید نی‌های آشامیدنی با قطر داخلی کوچک و نی‌های با قطر داخلی بزرگتر را با به‌ترتیب لامپ‌های با مقاومت زیاد و لامپ‌های با مقاومت کم و لوله مقوایی را با سیم‌های اتصال‌دهند در یک مدار مقایسه کنید و یا آزمایش ترکیب مقاومت‌ها را با استفاده از سیم‌های نیکروم نازک و ضخیم انجام دهید و مقاومت معادل آن‌ها را اندازه‌گیری کنید.

مرجع : * “Feeling” serres And Parallel Resistanees thephgsicsteacher Vol . ۳۱ ,sept , ۱۹۹۳



در این مقاله توضیح داده می‌شود که چگونه می‌توان با استفاده از یک تخته پاک کن معمولی اشتباه دانش‌آموزان در مورد مقدار بیشینه‌ی ضریب اصطکاک در حالت سکون ، را رفع کرد . وقتی که کتاب‌های درسی فیزیک این موضوع را بررسی می‌کنند، مقدارهایی که برای μ_s در مثال‌ها به‌کار می‌برند و در جدول‌ها نشان می‌دهند فراتر از عدد ۱/۰ نمی‌رود و در نهایت به یک می‌رسند . اگر از دانش‌آموزان بپرسند مقدار بیشینه‌ی ضریب اصطکاک در حالت سکون چقدر می‌تواند باشد ، معمولاً آن که به حد کافی از همه جسورتر است خواهد گفت عدد ۱ اگر چه آن‌ها موردی با این مقدار بالا را ندیده‌اند و حتا در حل مسائل با مقدارهای ۰/۸ و یا ۰/۹ روبه‌رو شده‌اند .

در واقع ، نیروی اصطکاکِ در حالت سکون پیچیده‌تر از آن است که در مثال‌های کتاب‌های معمولی بیان می‌شود . حتا سازوکار اصلی که اثر نیروی اصطکاکِ در حالت سکون را تولید می‌کند امکان دارد در وضعیّت‌های مختلف ، متفاوت باشد . برای مثال ، جوش‌های میکروسکوپی می‌توانند میان سطوح شکل بگیرند، شکاف‌های نامنظم می‌توانند در یکدیگر درگیر شوند و چرک و گِل می‌توانند به عنوان روغن یا چسبِ میان سطوح عمل کنند و فشار میان سطوح می‌تواند سبب تغییر ماهیت برهم کنش‌ها شود. بنابراین وقتی که همه این عوامل را در نظر بگیریم لازم نیست شگفت‌زده شویم اگر در آزمایش زیر برای μ_s مقادیر بزرگتر از عدد ۱ را به دست آوریم .

وضعیت برای نشان دادن مقدار μ_s بزرگتر از عدد ۱ زمانی پیش خواهد آمد که درباره‌ی زاویه‌ی بحرانی θ_c برای شیئی که روی سطح شیبدار درست در آستانه لغزش قرار دارد ، بحث کنیم. رابطه آشنا در این مورد عبارت است از $\mu_s = \tan\theta_c$ در این رابطه به ازای $\theta_c = ۴۵^\circ$ ، $\mu_s = ۱$ می‌شود . اگر زاویه‌ی بحرانی بزرگتری وجود داشته باشد باید نتیجه $\mu_s > ۱$ شود .

آزمایش ضریب اصطکاکِ در حالت سکون برای مقدار بزرگتر از یک به ترتیب زیر انجام می‌شود . دوعدد تخته پاک‌کن را به طور افقی روی یکدیگر قرار دهید به طوری‌که سطوح پاک کننده‌ی آن‌ها با هم در ارتباط باشند . تخته پاک‌کن پایینی نقش سطح شیبدار را بر عهده دارد . من برایِ جلب توجه دانش‌آموزان تخته پاک‌کن پایینی را طوری به آهستگی می‌چرخانیم که آن‌ها بتوانند رسیدن شیب سطح به زاویه ۴۵° را به‌خوبی حدس بزنند.

در این حالت اندکی مکث می‌کنم و سپس آهسته به چرخاندن سطح شیبدار ادامه می‌دهم تا تخته پاک‌کن بالائی از سطح پایینی جدا شود . معمولاً شیب سطح به حدی تند است که پیش از آن که تخته پاک‌کن بالائی شروع به حرکت کند دانش‌آموزان گمان می‌کنند که تخته پاک-کن‌ها به یکدیگر چسبیده‌اند .

با تخته پاک‌کن‌های نو که هنوز به طور قابل توجهی صاف ، مسطح و آغشته به مقدار کمی گچ هستند ، حتی امکان دارد برای μ_s مقادیر مساوی ۵ یا حتا بزرگتر به‌آسانی به‌دست آیند .

اگر پیش از چرخاندن تخته‌پاک‌کن با نیروی کوچکی آن‌ها را روی یکدیگر بفشاریم غالباً این عمل می‌تواند به حد کافی سبب ادغام (یکی شدن) تخته‌پاک‌کن‌ها شود به طوری که امکان دارد شیب سطح به ۹۰° برسد . در این حالت ضریب اصطکاکِ در حالت سکون بی‌نهایت می‌شود!! در این مورد ، باید به طور جدی بررسی کرد که آیا هنوز هم تعریف ضریب اصطکاکِ در حالت سکون معنایی دارد .

اگر تخته‌پاک‌کن پایینی را به یک سطح شیبدار چرخان آزمایشگاهی بچسبانیم و آزمایش را تکرار کنیم برآورد کمّی زاویه‌ها آسانتر انجام می‌شود .

چون گاز کامل فرض می‌شود حاصلضرب فشار P در حجم Ax (که در آن x فاصله پیستون تا ته لوله آزمایش است) ثابت و برابر مقدار اولیه pal است . بنابراین فشار گاز وقتی که پیستون در ارتفاع x قرار دارد برابر است با :

$p_1 v_1 = p_2 v_2$ PAl = $P'Ax$ $P' = \frac{Pl}{x}$ (۱)

حال سه حالت ممکن زیر را بررسی می‌کنیم :

در حالتی که $P \leq P_a$ باشد فشار جو پیستون را به پائین می‌راند تا جائی که طبق رابطه (۱) $x = \frac{P\,l}{P_2}$ شده و تعادل برقرار گردد . در این صورت لوله در سیال فرو نمی‌رود و $h_{min} = 0$ است که این جواب اهمیتی ندارد .

مورد بسیار جالب دیگری که ممکن است روی دهد این است $p > p_a$ باشد که بعداً بررسی خواهیم کرد .

احتمال دوم حالت خاصی است که در آن پیستون در انتهای فوقانی لوله قرار می‌گیرد یعنی x = l است در این حالت فشار گاز داخل لوله برابر فشار اولیه P است و می‌توان نوشت : (۲)

$P = P_a + (h - l)\,gd$

اگر ارتفاعی از h که در آن پیستون به حالت تعادل در می‌آید را با h_1 نشان دهیم خواهیم داشت :

$h_1 = \frac{P - P_a}{gd} + l$ (۳)

چون $p > p_a$ است $h_1 > l$ می‌شود . بنابراین همواره امکان اینکه با غوطه‌ور ساختن لوله آزمایش در این عمق تعادل برقرار شود وجود دارد . پس اندازه h_1 تحت شرایط مناسبی می‌تواند حداقل عمق h باشد .

بنابراین با توجه به اندازه‌ی پارامترهای موجود در رابطه (۳) می‌توان با بالا آوردن لوله آزمایش ، به اندازه‌ی کمتری از مقدار h دست یافت . در این‌صورت در اثر فشار وارد از مایع، پیستون به اندازه ۲x< l به پائین رانده می‌شود .

فشار درون لوله آزمایش با توجه به رابطه

(۱) با فشار مایع در ارتفاع h – x برابری نموده داریم :

$\frac{Pl}{x} = P_a + (h - x)gd$ (۴)

از رابطه بالا می‌توان مقدار h را به صورت زیر نوشت :

$h = \frac{Pl}{xgd} - \frac{P_a}{gd} + x$ (۵)

وقتی ارتفاع h به حداقل خود می‌رسد که داشته باشیم

$\frac{dh}{dx} = 0$ $x = \sqrt{\frac{Pl}{gd}}$ (۶)

که در آن x بهترین اندازه برای تحقق شرط بالا است .

این اندازه مناسب x وقتی به‌دست می‌آید که x< l یا p <lgd باشد .

با توجه به‌روابط (۵) و (۶) می‌توان رابطه‌ی زیر را بدست آورد :

$h_2 = 2\sqrt{\frac{pl}{gd}} - \frac{p_A}{gd}$ (۷)

حال باید نشان داد که $h_2 < h_1$ است . برای این منظور با توجه به روابط (۳) و (۷) می‌توان نوشت :

$\frac{h_1 - h_2}{l} = \left[1 - \sqrt{\frac{P}{lgd}}\right]^2$ (۸)

بدیهی است که طرف راست رابطه (۸) همواره مثبت است در نتیجه $h_2 < h_1$ خواهد بود .

بنابراین سه حالت ممکن مسأله را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه نمود :

۱- اگر $P \leq P_a$ *باشد در این‌صورت* $h_{min} = 0$ می‌شود .

۲- اگر فشار گاز ، هم از فشار هوا (P_a) و هم ، از فشار هیدروستاتیکی در طول لوله (Pal) بزرگتر باشد در این‌صورت $h_1 = h_{min}$ می‌شود .

۳- اگر P_a <lgd> p باشد در این‌صورت $h_{min} = h_2$ می‌شود .

باید توجه داشت که بر اساس رابطه (۸) اگر P = lgd باشد $h_1 = h_2$ بوده حالت‌های (۲) و (۳) راه‌حل یکسانی خواهند داشت .

انبساط جهان : برپایه‌ی پدیده‌ی دوپلر فرکانس صدای نزدیک شدن منبع صوت بیش از فرکانس صدای دور شدن منبع صوت شنیده می‌شود. اگر ϑ_n فرکانس صدا ضمن نزدیک شدن منبع و ϑ_F فرکانس صدا ضمن دور شدن منبع باشد خواهیم داشت:

$\frac{\vartheta_n}{\vartheta_F} = \frac{V+V_S}{V-V_S} > 1$ که در آن V سرعت انتشار صوت و V_S سرعت حرکت منبع می‌باشد . همچنین فرکانس نور حاصل از نزدیک شدن یک منبع نور بیش از فرکانس نور حاصل از دور شدن آن دیده می‌شود

$\frac{\vartheta_n}{\vartheta_F} = \frac{C+V_S}{C-V_S} > 1$ ، $\frac{\vartheta_F}{\vartheta_S} = \sqrt{\frac{C-V_S}{C+V_S}}$ و $\frac{\vartheta_n}{\vartheta_S} = \sqrt{\frac{C+V_S}{C-V_S}}$

که نتیجه می‌شود $\vartheta_n > \vartheta_F$ ، بنابراین اگر نور ستاره به ما نزدیک شود به رنگ آبی و اگر از ما دور شود به رنگ قرمز دیده می‌شود مطالعه‌ی طیف مرئی ستاره‌ها حاکی از جا به جایی قرمز در طیف و دور شدن ستاره‌ها از ما است با صعود فوتون درمیدان گرانش ستاره ، انرژی و فرکانس فوتون کاهش و با سقوط فوتون در میدان گرانش ستاره انرژی و فرکانس فوتون افزایش می‌یابد . تلسکوپ‌ها جا به جایی طیف مرئی ستارگان را در همه‌ی جهات به سمت قرمز می‌بینند و فرکانس نور حاصل از کهکشان‌های دور دست کمتر از مقدار قابل پیش‌بینی دیده می‌شود و پیوسته به سمت انتهای قرمز طیف جا به جا می‌شوند و این پدیده به جا به جایی قرمز مشهور است . سرعت حرکت ستارگان با استفاده از پدیده‌ی دوپلر برآورد می‌شود و نشان می‌دهد کهکشان‌های دورتر جا به جایی قرمز بزرگتری دارند و این حاکی از آهنگ بیشتر دور شدنشان است .

تلسکوپ‌ها جهان را در حال انبساط می‌بینند که طی میلیاردها سال در تقابل با جاذبه گرانش عالم به کندی گرائیده است ، بدیهی است که ستارگان چندین سال نوری از ما فاصله دارند و چندین سال طول می‌کشد تا نورشان به ما برسد بنابراین اطلاعاتی که اکنون از آنها می‌گیریم به سال‌ها پیش تعلق دارد .

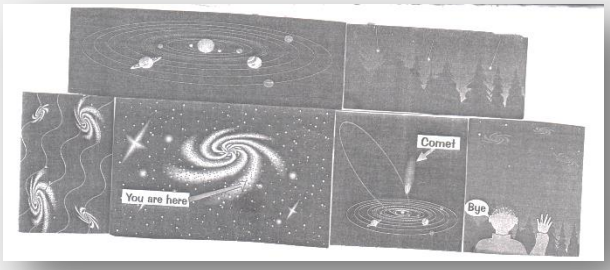
یک تابش زمینه یکنواخت میکرو موجی کیهانی با طول موج یک تا صد سانتی‌متر در همه‌ی جهات عالم دیده می‌شود . این تابش زمینه میکروموجی مدرک قوی برای یک انفجار بزرگ اولیه است که با انبساط و سرد شدن جهان فرکانس آن کاهش می‌یابد اکنون که همه کهکشان‌ها با سرعت زیادی در حال دور شدن از یکدیگر هستند شاید انفجاری بزرگ مسبب آن باشد . هر چند جاذبه گرانشی آهنگ انبساط جهان را کند می‌کند ولی آینده جهان به شدت به آهنگ انبساط جهان وابسته است بنا به نظریه‌ی مهبانگ همه‌ی انرژی عالم در نقطه‌ای متمرکز بوده که پس از انفجار شروع به انبساط کرده است .

فاصله‌های اجرام آسمانی را با ارسال امواج الکترومغناطیس به سمتشان و دستیابی به زمان رفت و برگشتشان می‌توان تخمین زد و با استفاده از سرعت انبساط جهان می‌توان سن جهان را برآورد کرد که بالغ بر چهارده میلیارد سال است . بدیهی است در غیاب جاذبه گرانشی جهان برای همیشه با سرعت ثابتی گسترش می‌یافت حال آنکه در حضور جاذبه گرانشی همه جرمهای جهان یکدیگر را می‌ربایند و آهنگ انبساط عالم را کند می‌کنند ، تئوری مهبانگ عدم پیدایش آنی و یکجا و هم‌زمان آفرینش را به تصویر می‌کشد.

آفرینش از بدو پیدایش تاکنون پیوسته در حال شکل‌گیری بوده و همواره در حال شکل‌گیری خواهد بود ، دانشمندانِ بسیاری نظریه‌ی مهبانگ را پذیرفته‌اند و آن‌را بهترین روش شرح حال طبیعت می‌دانند. ناحیه‌ی رصد پذیر ما بیشتر محدوده منظومه شمسی است و جهان روزمره ماکروسکوپیک ما با تقریب قابل قبولی از فیزیک کلاسیک پیروی می‌کند ولی با یاری جستن از نسبیت و دانش کوانتوم و کیهان‌شناسی می‌توان به جهان میکروسکوپیک پی برد ، منظومه خورشیدی ما دارای ستاره‌ای بنام خورشید و سیاره‌هائی چرخانی است که در مسیرهای بیضی شکل خورشید را دور می‌زنند و خورشید نیز درکانون مشترک بیضی‌هاست، سیاره‌های تیر Mercury زهره Venus زمین Earth و بهرام Mars بترتیب نزدیکی به خورشید سیاره‌های درونی و سپس کمربندی از خرده‌سیاره‌ها Asteroid یا سنگ-های آسمان بدور خورشید در گردش‌اند و سپس بترتیب سیاره-های برجیس Jupiter ، کیوان Saturun ، اورانوس Oranus و نپتون Neptune قرار دارند

سیارات در منظومه شمسی بدور خورشید می‌چرخند و اغلب حاوی ماه‌هائی Moon هستند که به دورشان در گردش‌اند علاوه بر سیاره‌ها و خرده‌سیاره‌ها گلوله‌های بزرگی از غبار وسیع بنام ستاره دنباله‌دار Comet در مدارهای بیضی کشیده‌ای در صفحات مختلفی خورشید را دور می‌زنند و ضمن نزدیک شدن به خورشید بر اثر تبخیر، دنباله‌ای از بخار آب با طول چند میلیون کیلومتری از خود به جای می‌گذارند . خرده سیاره‌ها ممکن است در اثر برخورد با هم از مدار خود خارج شده و بر حسب تصادف در جو زمین با نام شهاب‌سنگ Meteors ظاهر شوند که یا از جو زمین می‌گذرند یا در آن منفجر می‌شوند و یا به زمین فرود می-

آیند .گفته می‌شود که این سنگ‌ها سبب نابودی دایناسورها شده‌اند . خورشید ما یکی از چند میلیارد ستاره‌ای است که در کهکشان راه شیری
(Milk Way Galaxy) قرار دارد و از ستاره‌های ثانویه محسوب می‌شود.



انفجار بزرگ (مِهبانگ) :

حدود چهارده میلیارد سال پیش با انفجار بزرگی زمان و فضا آغاز شده و ذرات بنیادی کوارک‌ها با ابعاد کمتر از 10^{-17} c m با عدد جرمی $\frac{1}{3}$ و عدد اتمی $\frac{1}{3}$ - و $\frac{2}{3}$ همراه الکترون‌ها و پوزیترون‌ها در دمای فوق‌العاده بالا پدیدار گشتند با کاهش دما نیروی جاذبه قوی هسته‌ای بوجود آمد و هر سه کوارک را در هم آویخت و پروتون‌ها و نوترون‌ها را بوجود آورد.

$$\text{پروتون} \quad {}^{\frac{1}{3}}_{\frac{2}{3}}Q + {}^{\frac{1}{3}}_{\frac{2}{3}}Q + {}^{\frac{1}{3}}_{-\frac{1}{3}}Q \longrightarrow {}^{1}_{1}P$$

$$\text{نوترون} \quad {}^{\frac{1}{3}}_{-\frac{1}{3}}Q + {}^{\frac{1}{3}}_{\frac{2}{3}}Q + {}^{\frac{1}{3}}_{-\frac{1}{3}}Q \longrightarrow {}^{1}_{0}n$$

انواع مختلفی از کوارک‌ها پدیدار گشتند اما پروتون‌ها و نوترون‌ها تنها با دو نوع کوارک نام برده ساخته شدند با پیدایش پروتون‌ها و نوترون‌ها و کاهش بیشتر دما نیروی جاذبه ضعیف هسته‌ای پدیدار گشت و پروتون‌ها و نوترون‌ها را به نسبت‌های مختلفی در هم آمیخت و هسته‌ها را بوجود آورد .
برخی از هسته‌ها ناپایدار بودند ، پروتون یا نوترون اظافی داشتند بدین ترتیب درون هسته خود به خود این دو به یکدیگر تبدیل می‌شدند تا هسته‌ها پایدار شوند .

$$ {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e$$

$$ {}^{1}_{1}p \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{1}e$$

و به دنبال آن بر تعداد الکترون‌ها و پوزیترون ها اضافه می‌شد که این نیز با تبدیل یک نوع کوارک به نوعی دیگر مهیا می‌گردید.
با پیدایش هسته‌های مثبت و کاهش بیشتر دما بر اثر انبساط ، نیروی الکترومغناطیس بوجود آمد و الکترون‌های سرگردان را وادار به چرخش بدور هسته‌ها کرد و بدین ترتیب اتم‌ها بوجود آمدند. و با پیوند الکترون‌ها و پوزیترون‌های اضافی و پدیده‌ی محو جرم فوتون‌های پر انرژی پدیدار گشتند .

$$ {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{1}e \longrightarrow 2\,{}^{0}_{0}\gamma$$

با درهم‌آمیختن اتم‌های همنوع و ناهمنوع زمینه پیدایش نیروی جاذبه گرانشی فراهم شد ، که به تراکم و پیچش و چرخش و گردش مواد فوق‌العاده داغ در حال انبساط انجامید و کهکشان‌ها و منظومه‌ها و ستاره‌ها و سیاره‌ها و ماه‌ها و خرده‌سیاره‌ها را بنا نهاد و دما و حرکت اجرام در فضا به همان سابقه تاریخی شکل‌گیری‌اشان مربوط است،
ستاره‌ها نیز درست نظیر دوره نوجوانی (teenager) چندین مرحله تصادم را سپری می‌کنند، ستاره‌ها ابتدا از درهم پیچیدن مارپیچی ابرهای گازی شکل به کمک نیروی جاذبه گرانشی بوجود آمدند و طی این مرحله با تبدیل انرژی گرانشی به انرژی گرمائی دمای توده انبوه متراکم بالا می‌رفت، با بالارفتن دمای کافی ، هسته‌های هیدروژن در دمای فوقالعاده بالا از الکترون‌هایش جدا می‌شد و زمینه‌ی هم‌جوشی هسته‌ای (fusion nuclear) و پیدایش هسته‌های هلیوم همراه با نور و گرمای فراوان فراهم می‌شد . ستاره‌ها گازهای کاملی بودند که بر اثر گرانش کروی شده‌اند در این مرحله شکل‌گیری ، ستاره زاده می‌شد و پس از یک دوره طولانی پایداری بر اثر گرمای حاصل از فرآیند هم‌جوشی هسته‌ای منبسط یا متورم می‌شد و تا بدانجا پیش می‌رفت که با جاذبه گرانشی بین ذرات آن به تعادل می‌رسید .
دوره پایداری ستاره که مرحله اصلی شکل‌گیری ستاره نام دارد چندین میلیارد سال به طول می‌انجامید تا سرانجام هیدروژن ستاره تمام و قرآیند هم‌جوشی متوقف می‌شد ، سطح ستاره سرد می‌شد و ستاره چنان باد می‌کرد که به غول‌آسای قرمزی مبدل می‌شد ، ستاره‌های بزرگ طی انبساط و انقباض چندباره شروع به تابیدن کرده و متحمل هم‌جوشی بیشتری شده و عناصر سنگین‌تری را در فرآیند هم‌جوشی بوجود می‌آوردند تا اینکه سرانجام منفجر می‌شدند و به یک سوپرنوای نوترونی مبدل می‌شدند و سوپرنوای انفجاری لایه‌های خارجی خاکی و گازی خود را در فضا

پرتاب کرده و یک هسته بسیار چگال نوترونی از خود به جای می‌گذارد که سرانجام به یک حفره سیاه مبدل می‌شود و گرد و خاک و گازهای پرتابیِ سطح خارجی سوپرنوای به یاری جاذبه گرانشی به ستاره جدیدی مبدل می‌شد که خورشید ما نیز از این نوع ستاره‌های ثانویه است .

ستاره‌های کوچک پیش از به پایان رسیدن هیدروژن‌هایشان سرد و منقبض می‌شوند و به یک کوتولوی سفید (White Dwarf) مبدل می‌شوند و سرانجام با از دست دادن کامل نورشان به یک کوتوله سیاه (Black Dwarf) تبدیل می‌شوند .

استفان هاوکینگ بر این باور است که تراکم و فشردگی نامحدود سیاه‌چاله به هنگام رُمبش (Crunch) ذرات هسته را وادار به محو جرم می‌کند و فوتون‌های حاصل می‌گریزند و تمامی همبستگی‌های کوانتومی‌اشان را با خود می‌برند که به منزله گم شدن اطلاعات و احتمال بوده که ناقص مکانیک کوانتومی است.

ستاره‌شناسان حرکات منحصر به فرد ستاره‌ها را مطالعه کرده‌اند و فهمیده‌اند که در جهان ماده‌ای وجود دارد که قادر به دیدنش نیستیم و جاذبه‌اش نیز بر چگونگی حرکت آن تأثیر می‌گذارد ، ستاره‌شناسان پی برده‌اند که با مرگ یک ستاره، هسته چگال و سنگین آن به حفره‌ای سیاه (Black holc) مبدّل می‌شود که میدان گرانش بسیار قوی‌ای داشته چنانچه هیچ شی‌ای حتا فوتون‌های نور نمی‌توانند از آن فرار کنند .

حفره سیاه را اگر نمی‌بینیم ولی قادر به درک جاذبه قوی آن می‌باشیم و حتا بشر بلیعدن ستاره‌ای را توسط حفره سیاهی دیده است ! ؟

تولد و مرگ ستاره‌ها را جاذبه گرانشی کنترل می‌کند و پایان جهان را نیز گرانش به انجام می‌رساند ، البته خورشید در یک مرحله پایدار از زندگی‌اش بسر می‌برد و طی چهار میلیارد سال اخیر چندان تغییری نکرده و فرصت کافی برای پیدایش موجود هوشمندی بنام انسان در منظومه خود داشته است .

نوترونی شدن یک ستاره یا پیدایش یک سیاه‌چاله به رُمبش گرانش می‌انجامد که با آشکارسازی موج گرانشی آن می‌توان پی به وجود آن برد .

آینده جهان

با توجه به انبساط جهان ، آهنگ انبساط یا نحوه تغییر سرعت اجرام و مقدار کل جرم جهان سرنوشت آینده جهان را رقم می‌زنند.

امروز می‌توان به آسانی با استفاده از پدیده دوپلر و یا بطور مستقیم به یاری تلسکوپ‌ها چگونگی تغییر سرعت جدا شدن کهکشان‌ها را برآورد کرد . ولی تخمین جرم کل جهان قدری شعبده‌بازی است چرا که بیشتر جرم جهان نامرئی و غیر قابل مشاهده می‌باشد .

با توجه به وجود جاذبه گرانشی بین اجرام می‌توان تصور کرد که آهنگ انبساط جهان کند شود و در صورت وجود جرم کافی چنانچه قادر به بازداشتن کهکشان‌ها از حرکت باشد ناگزیر آن‌ها را متوقف خواهد کرد و بر اثر جاذبه گرانشی ، جهان ، انقباضی را تجربه خواهد کرد که در نهایت به رُمبش بزرگ و داغ بیانجامد(Big Crvnch) و انفجار بزرگ دیگری را به نمایش گذارد و پیوسته و متناوب انبساط و انقباض دائمی را تکرار کند که یادآور جهانی نوسانی است .

اگر جرم جهان به اندازه کافی نباشد چنانکه قادر به متوقف کردن انبساط جهان نباشد با دور شدن اجرام از شدت جاذبه کاسته شده و جهان برای همیشه منبسط می‌شود و تا ابدیت گسترش می‌یابد که شاید برای آدمی ملالت آور باشد .

نسبیت عام هندسه عالم را نااقلیدسی می‌داند اگر عالم باز باشد خطوط موازی واگرا می‌شوند و چنانچه عالم بسته باشد نظیر سطح یک کره ، خطوط موازی چون نصف‌النهارها همگرا می‌شوند و تنها در عالم تخت خطوط موازی با فاصله‌ی مساوی هستند .

عالم رصدپذیر ما $۱/۴ \times ۱۰^{۱۰}$ سال نوری تا افق مهبانگ فاصله دارد که کاملاً تخت بوده و هندسه آن اقلیدسی است و عالم نیز هرچند در مقیاس‌های کوچک ناهمگن است ولی در مقیاس رصدپذیر همگن می‌باشد .

جهان ما مبتنی بر ثابت‌های فیزیکی از قبیل بار الکترون، جرم پروتون ، ثابت جهانی جاذبه ، ثابت پلانگ و سرعت نور شکل گرفته که اگر این ثابت‌ها مقادیر دیگری می‌داشتند جهان دیگری می‌داشتیم!؟

هوشنگ حسن‌شاهی دبیر بازنشسته فیزیک شیراز منابع :

۱) Gcse physi ۲) Introduction special relativity

۳- مجله فیزیک

یادی از همکار در گذشته

از صدای سخن عشق نادیدم خوشتر یادگاری که در این گنبد دوار بماند

یادی از همکار درگذشته خانم پروین دهقان نژاد دبیر فیزیک شیراز

ایشان در ۲۵ فروردین ۱۳۳۹ چشم به جهان گشود. تحصیلات متوسطه را در دبیرستان مهرآیین شیراز به پایان رساند و در سال ۱۳۶۴ از دانشگاه صنعتی اصفهان موفق به اخذ مدرک کارشناسی در رشته‌ی مهندسی مکانیک با گرایش سیالات گردید . مدتی در کشتیرانی بوشهر خدمت کرد و از سال ۱۳۶۶ با توجه به عشق و علاقه‌ای که به تعلیم وتربیت جوانان این مرز و بوم کهن داشت در آموزش و پرورش به‌عنوان دبیر فیزیک مشغول به تدریس شد . و این کار را تا آخرین روزهای حیات یعنی بهار ۱۳۹۳ که به خزان عمرش تبدیل شد با شور و اشتیاق ادامه داد .

ثمره‌ی ازدواج ایشان ۲ فرزند پسر و یک دختر به‌نام‌های کاوه ، کسری و آوا بود . در اوج سال‌هائی که عاشقانه به تدریس مشغول بود متاسفانه در اثر حادثه‌ای نا به هنگام فرزند هشت ساله خود را از دست داد . که این امر ضربه سنگینی به روح و روان او وارد کرد .

ایشان در طی سال‌های پر بار زندگی خود همواره برای دانش‌آموزان معلمی دلسوز ، مادری مهربان و مشاوری فرهیخته بود . در این مدت در دبیرستان‌های متعدد شیراز از جمله بزرگی ، آل محمد ، شاهد ، علوی ، زهره بنیانیان ، حضرت معصومه و ... تدریس کرد و علاوه بر درس فیزیک به شاگردانش درس ایثار و عشق و محبت آموخت . روحش شاد و یادش همواره گرامی باد .

طراحی آزمایش های خلاقانه در آموزش فیزیک

چکیده : وسایل آزمایشگاهی و کمک آموزشیِ غالباً نامناسبِ موجود به دلیل مشکل‌زا بودن برای معلمان و دانش آموزان، خود به عامل گریز از آزمایش و فعالیت‌های آزمایشگاهی بدل شده‌اند. پرسش واقعی در اینجا این است که چگونه می‌توان به‌کارگیری آزمایش و وسایل کمک آموزشی را در تدریس فیزیک کاربردی کرد؟ یکی از چاره‌اندیشی‌ها و پاسخ‌ها در این زمینه عبارت است از؛ طراحی و ساخت آزمایش‌ها و وسایل کمک آموزشی مبتکرانه‌ای که با دست‌کم چهار ویژگی سادگی، اجرای سریع ، جذابیت و کارآیی بتوانند بستر استفاده و فراگیری گسترده را در آموزش فیزیک رقم زنند.

کلمات کلیدی: آزمایش های خلاقانه ، وسایل کمک آموزشی ابتکاری، کارایی، جذابیت

مقدمه

همان‌طور که می‌دانیم یکی از بهترین شیوه‌های درک مفاهیم علوم تجربی از جمله علم فیزیک بهره گیری از آزمایش و وسایل کمک آموزشی است و هر چه آزمایش و وسایل کمک آموزشی ساده‌تر باشد کارآیی و جذابیت آموزشی آنها بیشتر است. متاسفانه به طور کلی نظام آموزشی ما به دلایل گوناگون در این زمینه به اندازه کافی چابک و فعال نبوده است و نتوانسته با برنامه‌ای منسجم، نیروهای خلاقی را در این زمینه پرورش دهد و حتی نتوانسته است استعدادهای پراکنده در این حیطه را در راستای ارتقای آموزشی به‌خوبی مدیریت کند. به همین دلیل نیروهای با استعداد و خلاق به صورت پراکنده به حال خود رها شده‌اند و نوعاً برای بهره برداری ازتجربیات آنها بستر مناسبی فراهم نگردیده است. خوشبختانه چند سالی است که اتحادیه کشوری معلمان فیزیک رویکرد مناسبی به این مقوله داشته و امید است تدبیر و اثر گذاری جمعی در این زمینه به ارتقای هر چه بیشتر نظام آموزشی بیانجامد .

اینجانب معتقدم آموزش و تدریس فیزیک چه در عرصه نظری (پای تخته) وچه در عرصه عملی (آزمایشگاهی) باید خلاقانه باشد. زیرا فیزیک خود علم خلاقی است و از چنان زیبایی و ظرافت‌هایی برخوردار است که بدون خلاقیت نمی‌توان آنها را به طور واضح تفهیم کرد.

از طرفی عرصه عملی آموزش فیزیک که با آزمایش و وسایل آزمایشگاهی و کمک آموزشی سروکار دارد از اهمیت چندگانه‌ای برخوردار است. زیرا دراین عرصه عناصری همچون درک عمیق تر،جذابیت، رضایت و انگیزش بیشتر دانش‌آموزان نهفته است و بی توجهی به این عرصه یعنی بی توجهی به تمام این عناصر! اینجانب با توجه به وضعیت نامناسب این عرصه و با توجه به علاقه مندی و توانایی خود سعی کرده‌ام قدم‌هایی برای بهبود این وضعیّت حداقل در محدوده‌ی فعالیتی خودم بردارم به امید آنکه این تجارب با کمک و یاری دیگر همکاران پر بارتر و گسترده تر گردد. از همین رو به تدریج و در یک بازه زمانی حدود ده ساله بیش از ۲۰۰ آزمایش و وسیله کمک آموزشی مبتکرانه طراحی کرده و ساخته ام که به کمک آنها می‌توان مفاهیم و پدیده های فیزیکی مطرح شده در کتاب های درسی را به نحو بسیار ساده و جذاب مورد آزمایش قرار داد.

از ویژگی های کلی این آزمایش ها و وسایل کمک آموزشی می توان به موارد زیر اشاره کرد :

۱- ابتکاری بودن

۲- جذابیت آزمایش با آنها

۳- سادگی در ساخت و اجرا

۴- سرعت عمل بالا در آزمایش

۵- قابلیت استفاده در کلاس و حین تدریس

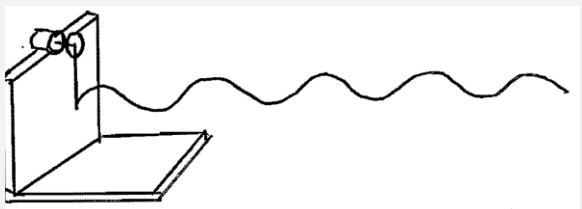
۶- خلاقیت پروری

از آنجا که شرح و توصیف همه‌ی آزمایش ها و وسایل کمک آموزشی ابتکاری اینجانب از حوصله این مقاله بیرون است تنها به شرح و توصیف مختصر ۶ مورد از آنها به عنوان نمونه بسنده می کنم.

وسیله ۱– دستگاه تولید موج در ریسمان

اجزاء اصلی این وسیله یک آرمیچر با کلاهک مخصوص آرمیچر ، سی دی درایو و یک قطعه سیم راست متصل به آن می‌باشد که به انتهای آن ریسمانی وصل شده است.

بحث موج و نحوه تولید و انتشار آن در فیزیک پیش‌دانشگاهی مطرح شده است. این وسیله بسیار ساده و در عین حال آزمایش با آن بسیار جذاب می باشد.



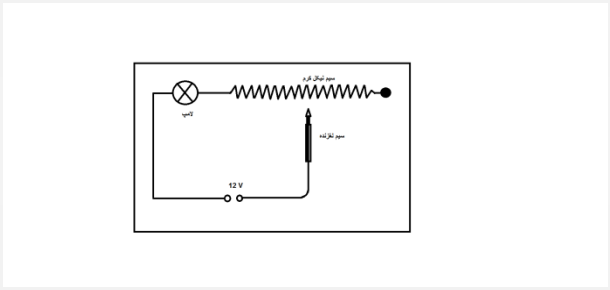
شکل ۱: وسیله تولید موج در ریسمان

حجم کم و حمل و نقل آسان آن می‌تواند زمینه‌ساز استفاده گسترده آن توسط معلمان در کلاس و حین تدریس باشد. برای انجام آزمایش با این وسیله کافی است که پس از وصل کلید ، ریسمان متصل به آن را در دست نگاه داشته و کمی آن را بکشیم در این حالت به سرعت، موج بسیار جذابی در طول ریسمان ایجاد می‌شود که با کمی کشیدن یا شل کردن ریسمان می‌توان طول موج آن را تغییر داد.

وسیله ۲– مدار رئوستا با لامپ

اجزاء اصلی این وسیله یک قطعه سیم پر مقاومت نیکروم و یک لامپ کوچک ۱۲ ولت یا کمتر می‌باشدکه به طور متوالی به هم وصل شده‌اند.

رئوستا یکی از وسایل آزمایشگاهی متداول است که در فیزیک ۳ نیز مورد بررسی قرار گرفته است. اما در بسیاری موارد به دلیل شل شدن لغزنده آن، انجام آزمایش با مشکل رو به رو می‌شود. در حالی که وسیله ابتکاری اینجانب نه تنها هیجگاه دچار این مشکل نمی‌شود بلکه به دلیل قرار گرفتن آن در یک مدار جمع و جور و سادگی آزمایش با آن می‌تواند به راحتی در کلاس و حین تدریس نیز مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۹. مدار رئوستا با لامپ

وسیله ۳ – مولد برق دستی

این وسیله از آن جهت که به ساده‌ترین شکل و بدون اجزاء اضافی، آزمایش تولید برق با نیروی دست را امکان پذیر می‌سازد از اهمیت آموزشی خاصی برخوردار بوده و برای مخاطبین جذاب می‌باشد .

شکل ۱۰. مولد برق دستی

به پایه‌های یک آرمیچر سیمهایی وصل شده و انتهای آن سیم‌ها به دو لامپ دیودی رنگی متفاوت مثلاً قرمز و سبز وصل گردیده‌اند. هنگامی که محور آرمیچر را در جهت معین می‌چرخانیم یکی از لامپ‌ها مثلاً لامپ سبز روشن می‌شود و هنگامی که جهت چرخش محور آرمیچر را بر عکس کنیم لامپ دیگر روشن می‌شود. با این آزمایش علاوه بر موضوع تبدیل انرژی‌ها به یکدیگر می‌توان بسته به نوع مخاطب به ساختمان مولدهای الکترومغناطیسی، تفاوت ساختمان دینام‌ها و آرمیچرها ، برق یکسو و متناوب، عملکرد دیود و .... اشاره کرد .

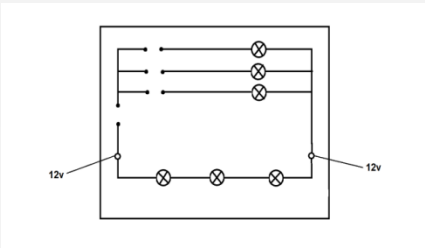
تذکر: برای کارآیی هر چه بهتر وسیله، محور آرمیچر باید توسط انگشتان شست و نشانه و به شکل ضربه‌ای و سریع چرخانده شود.

وسیله ۴– دستگاه قانون کیرشهف (قانون جریان ها و ولتاژها)

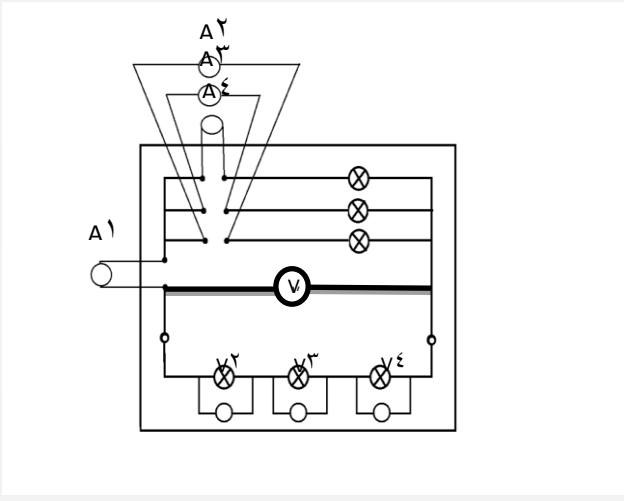
اجزاء این دستگاه : سیم‌های رابط ، لامپ ، آمپرسنج ، ولت‌سنج

همان‌طور که می‌دانیم قانون کیرشهف یکی از قوانین مهم الکتریسیته جاری است که در فیزیک ۳ و آزمایشگاه مطرح گردیده اما انجام آزمایش این قانون حتی در صورت آماده بودن وسایل لازم ،گاهی اوقات به دلیل استفاده از سیم های رابط و اتصالات متعدد بیش از ۳۰ دقیقه به طول می انجامد و در اغلب موارد در اثر درهم و برهم بودن این سیم ها و شلوغی میز کار حتی اصل آزمایش نیز تحت الشعاع قرار می گیرد.وسیله ابتکاری اینجانب نه تنها این اشکالات را برطرف نموده بلکه به دلیل ساختار ساده و سرعت عمل فوق العاده حتی در کلاس درس و حین تدریس نیز قابل استفاده می باشد و زمان انجام آزمایش را تا حد چند دقیقه کاهش می دهد.

شکل ساده این وسیله به صورت زیر است.



شکل ۱۳. دستگاه قانون جریان ها و ولتاژها



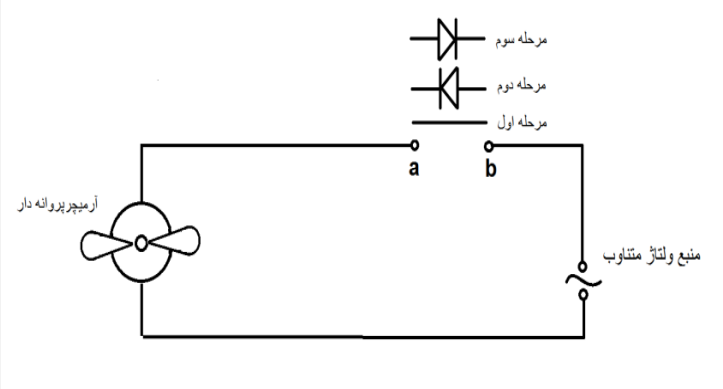
شکل ۱۴.نحوه اتصال آمپرسنج ها و ولت

همانطور که مشاهده می‌گردد برای بررسی قانون جریان‌ها در این وسیله کافی است چهار آمپرسنج در ۴ نقطه مشخص شده وصل، سپس دو سر مدار به ولتاژ بین ۱۰ الی ۱۲ ولت وصل گردد. در این حالت می توان قانون جریان‌ها را به سادگی مشاهده کرد و همچنین می‌توان با اتصال ۴ ولت سنج به صورت نشان داده شده قانون ولتاژ ها را به سادگی مشاهده کرد .البته می توان تنها با یک آمپر سنج و یا یک ولت سنج با تکرار ۴ مرتبه‌ای عمل نیز این قانون‌ها را مورد بررسی قرار داد .

وسیله ۵– نمایشگر عینی دو طرفه بودن جریان متناوب و عملکرد دیود در یکسو سازی جریان

اجزاء این دستگاه : آرمیچر ، منبع ولتاژ متناوب ، دیود

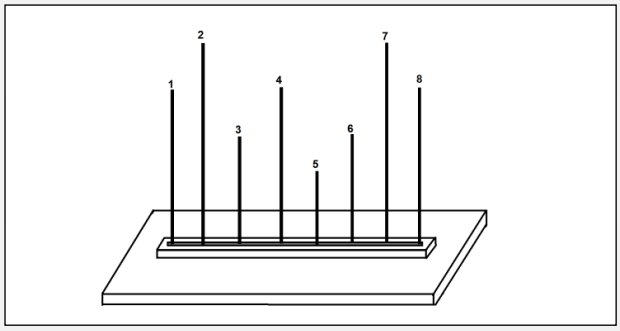
این وسیله ابتکاری که از مدار زیر ساخته شده دو طرفه بودن جریان متناوب را در یک مدار متناوب به ساده ترین و جذاب ترین روش نشان می‌دهد.این مدار متشکل از یک آرمیچر است همانطور که می‌دانیم آرمیچرها فقط با برق یک طرفه کار می‌کنند هنگامی که در این مدار سیم رسانایی را بین نقاط a و b وصل میکنیم آمیچر در هیچ جهتی نخواهد چرخید زیرا آرمیچر با جریان دو طرفه نمی تواند بچرخد. اما هنگامی که بین این دو نقطه یک دیود وصل میکنیم آرمیچر در یک جهت خاص شروع به چرخیدن می کند و هنگامی که دیود را برعکس وصل کنیم جهت چرخش آرمیچر هم برعکس می شود . بنابراین با این وسیله به ساده‌ترین، سریع‌ترین و جذاب‌ترین شکل، دو طرفه بودن جریان متناوب و عملکرد دیود در یکسو سازی جریان متناوب را مشاهده پذیرمی کنیم.



وسیله ۶– میله‌های تشدید

از مهمترین ویژگی‌های این وسیله‌ی ابتکاری سادگی، جذابیت و سریع العمل بودن آنست. زیرا انجام آزمایش پدیده زیبای تشدید را در چند ثانیه و در حین تدریس فراهم می‌سازد. این وسیله مطابق شکل ۱۷ از میله های یک قفس پرنده با طول‌های یکسان و غیر یکسان ساخته شده است که همگی بر یک میله‌ی افقی وصل بوده و از آن‌جا بر روی تخته چوبی نصب شده است. چون ضخامت همه میله‌ها یکسان است بنابراین میله‌های با طول یکسان ، دارای بسامد طبیعی یکسان بوده و شرط اصلی ایجاد پدیده تشدید در مورد آن‌ها وجود دارد .

اگر به فرض، میله۱ را به نوسان درآوریم (برای این کار کافی است نوک این میله را با نوک انگشت نشانه کمی به سمت راست یا چپ منحرف کرده سپس رها کنیم) بلافاصله میله‌های شماره ۴ و۸ نیز همراه با آن به نوسان در می‌آیند و اگر میله شماره ۲ را به نوسان در آوریم سریعاً میله شماره ۷ نیز که هم طول آن می‌باشد به نوسان در می‌آید و الی آخر. این وسیله و آزمایش آن با وجود سادگی بیش از حد تعجب بسیار مخاطبین را بر می انگیزد و معمای منار جنبان اصفهان و علت فیزیکی بسیاری از پدیده های مشابه را تا حدود زیادی برای آنان آشکار می‌کند



شکل۱۷.میله‌های تشدید

افزودن اندازه به نمودارهای نیرو

الف – نمایش اندازه‌های نسبی نیرو :

تقریباً همه‌ی آموزش‌دهندگان فیزیک متوجه ارزش آموزشی نمودارهای نیرو هستند . ولی گروهی از آنان نگران ضعف دانش-پژوهان در درک کاربرد مفهومی و نقش آنها در حل مسأله هستند. پیشنهادهایی درباره‌ی تأکید بر تمایز نیروهای « تماسی » و چگونگی تعیین جای وضعیّت و راستای نیروها و در نظر گرفتن نشانه-هایی برای تشخیص جای نیروها و جفت کنش و واکنش شده است . در یکی از این پیشنهادها از دانش‌پژوهان خواسته می‌شود که دقیقاً جسم « دریافت کننده » و جسم « وارد کننده‌ی» نیرو را مشخص کنند. مثلاً به‌جای آن‌که نیروی گرانش وارد بر فرد از سوی زمین یا نیروی رو به پایین را با F_G نشان دهند آن را با $F_G^{\text{وارد بر شخص از سوی زمین}}$ یا $F_{G\ \text{زمین}}^{\text{شخص}}$ نشان دهند .

ب – رده بندی نیروها :

یکی از دانش‌پژوهان پیشنهاد کرد خوب است برای نشان دادن اندازه‌ی نیروها خط‌های مؤرب کوتاهی بر روی شکل بردارها رسم شود. کاربرد این شیوه در کلاس‌های گوناگون سودمند بودن آن را نشان داد.

پ – نمونه‌هایی برای اشیای بدون شتاب :

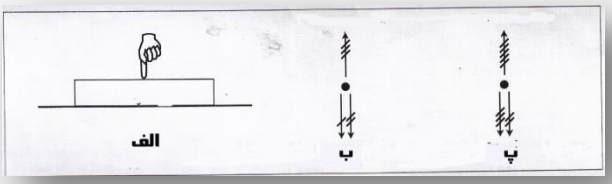
کتابی را بر روی سطح میز افقی در نظر بگیرید که با انگشت نیرویی بر آن وارد می‌شود. پرسش من از دانش‌پژوهان این است که از کجا می-دانند که مجموع نیروهای رو به بالا (که با سه خط مؤرب مشخص شده‌اند) با مجموع نیروهای رو به پایین (مشخص شده با سه خط مؤرب) برابرند ؟ دانش‌پژوهان در آغاز ممکن است بگویند که چون جسم در حالت سکون است. من از آنها می‌خواهم که به‌جای سخن گفتن درباره‌ی سرعت از شتاب سخن بگویند و می‌پرسم از کجا می‌دانند که :

نیروی انگشت برکتاب F_N > نیروی زمین بر روی کتاب F_g

پس از مدتی بحث دانش‌پژوهان به این نتیجه می‌رسند که شاید هم :

نیروی انگشت بر کتاب F_N < نیروی زمین بر روی کتاب F_g باشد . من در بیشتر موارد با این پرسش ادامه می‌دهم که آیا نمی-شود که :

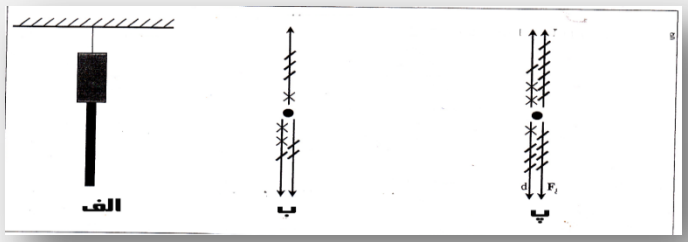
نیروی انگشت بر کتاب F_N =نیروی زمین بر روی کتاب F_g باشد.



شکل (۱) الف : نیروی انگشت کتاب را به‌پایین فشار می‌دهد
ب : نمودار آزاد برای موردی که انگشت نیروی کمی بر کتاب وارد می‌کند پ : نمودار آزاد برای موردی که انگشت نیروی زیادی بر کتاب وارد می‌کند

و سر انجام از آنجا که دانش‌پژوهان گرایش دارند که نیروی وزن را با دیگر نیروها درهم بیامیزند از آنها می‌پرسم اگر نیروی انگشت خیلی بزرگتر شود چه روی می‌دهد و آنها هم برای نشان دادن این موضوع خط‌های مؤرب بیشتری به F_g می‌افزایند و من می‌پرسم چگونه زمین با افزایش نیروی انگشت ، نیروی بیشتری بر کتاب وارد می‌کند و آنها شکل پ را در پاسخ رسم می‌کنند .

در یک نمونه دیگر یک میله‌ی آهنی به پایین آهنربایی جذب شده-است که با نخ به سقف آویزان است (شکل ۲) پس از بحث ، دانش-پژوهان نمودارهای ۲ – ب و ۲ – پ را رسم می‌کنند. X و XX نشان دهنده‌ی نیروهای کنش و واکنش‌اند و تعدادشان تنها تمایز دو یا چند نیروی کنش و واکنش را نشان می‌دهد و نشان دهنده‌ی اندازه‌ی آنها نیست. از آنها می‌پرسم که از کجا می‌دانند که کل نیروهای وارد بر آهنربا به توازن می‌رسند یا



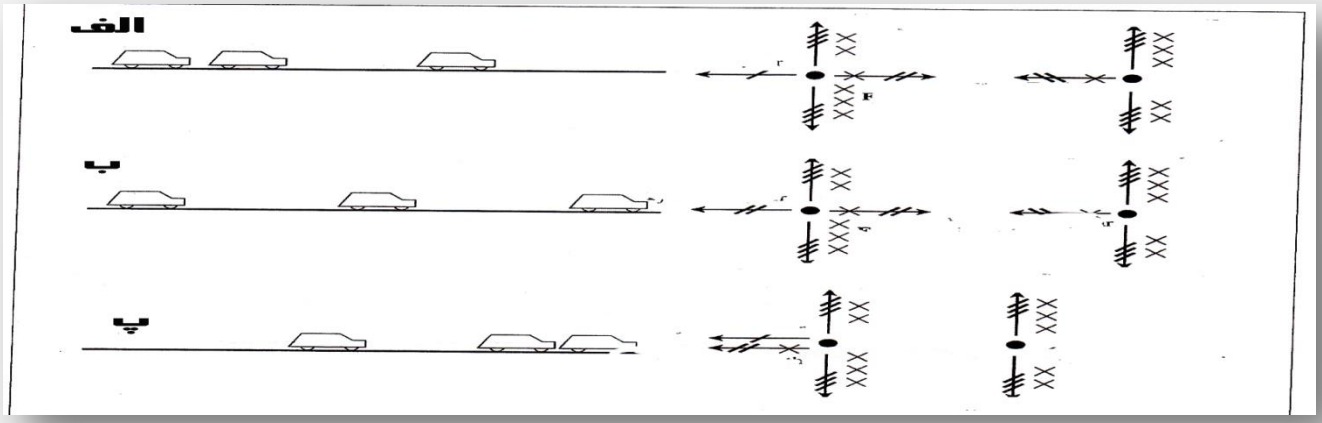
شکل ۲

شکل ۲) الف : میله‌ی آهنی آویزان از آهنربا ب: نمودار آزاد برای میله پ: نمودار آزاد برای هر سه جسم، همان‌گونه که دیده می‌شود خط‌های مؤرب نشان‌دهنده‌ی بزرگی نسبی و شمار ضربدرها نشان‌دهنده‌ی تمایز میان جفت‌های کنش و واکنش است.

نیروی آهنربا برمیله F_{mag} >نیروی زمین بر روی آهنربا F_g است. از آنها می‌پرسم که اگر آهنربای قوی‌تری به همان جرم را جانشین این آهنربا کنیم چه می‌شود. خودم با ماژیک به یک رنگ معین دو سه خط مؤرب به نیروی آهنربا F_{mag} اضافه می‌کنم و ماژیک را به دانش‌پژوه می‌دهم تا با افزودن خط‌های مؤرب نمودار را از نو متوازن کند . در اینجا بحث مفهومی پرباری در می‌گیرد که ماهیت نیروهای کنش و واکنش را در بر می‌گیرد و دانش‌پژوهان به حیرت در می‌آیند که چرا با افزایش F_{mag} بر نیروی زمین بر آهنربا F_g ، در نیروی زمین بر میله F_g یا نیروی کشش نخ بر آهنربا F_T تغییری ایجاد نمی‌شود .

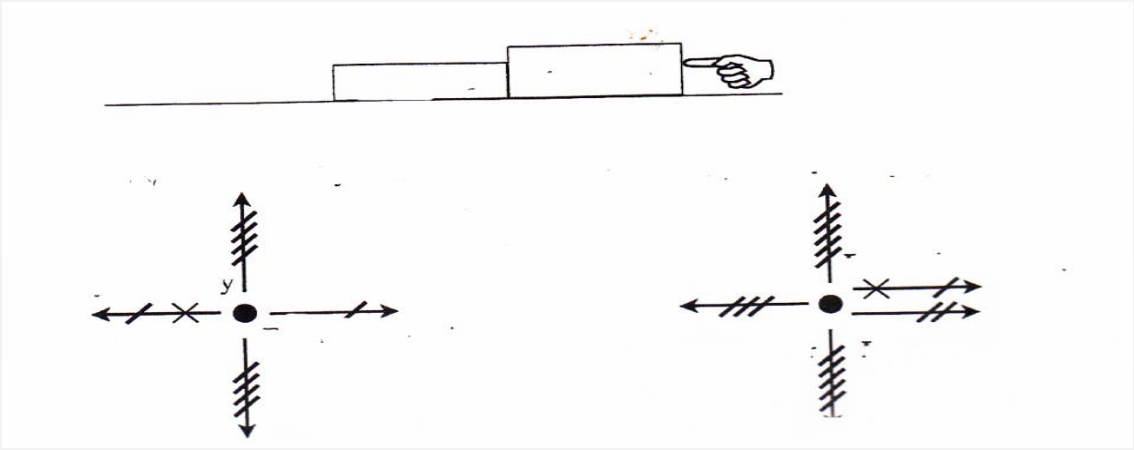
مثال‌هایی برای اشیای شتابدار

در شکل ۳ ، راننده‌ی یک اتوموبیل آن را در راستای یک بزرگراه افقی مستقیم به حرکت در می‌آورد (الف)، بعد آن‌را با سرعت مجاز ثابت به‌پیش می‌راند(ب) و سپس ترمز می‌گیرد و حرکت آن را کند می‌کند(پ) .برای ساده کردن مسأله از اصطکاک غلتشی چشم‌پوشی می‌کنیم. در این‌مورد ، نیروها در حالت‌های الف و پ به توازن نمی‌رسند و در حالت ب باید به توازن برسند. در اینجا از دانش‌پژوهان می‌پرسم اگر راننده بیشتر گاز بدهد یا محکمتر ترمز بگیرد یا باد شدیدی بوزد نمودار آزاد نیروها چه تغییری می‌کند.



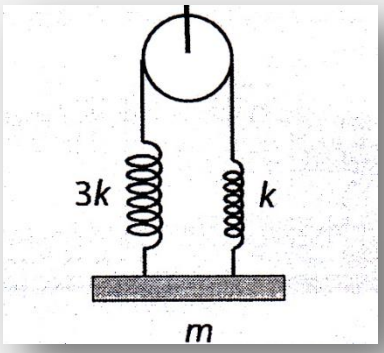
شکل ۳) الف : به حرکت در آوردن اتوموبیل و رساندن آن به سرعت مجاز ثابت ب : حرکت با سرعت مجاز ثابت پ : ترمز گرفتن و کاستن از سرعت اتوموبیل .

در شکل ۴ نمودارهای آزاد برای حرکت دو کتاب در تماس با هم با سرعت ثابت نشان داده شده است.



شکل ۴) شخصی بر دو کتاب نیرو وارد می‌کند و آنها را با سرعت ثابت بر سطح میز حرکت می‌دهد. میان دو کتاب و میز اصطکاک لغزشی وجود دارد. نیروی مقاومت هوا را ناچیز فرض می‌کنیم . اگر جرم(۱) برابر ۳/۰۶ kg و جرم ۲ برابر ۲/۰۴و ضریب اصطکاک لغزشی میان کتاب‌ها و میز ۰/۲۵۰ باشد ، اندازه‌ی هر نیرو را بدست آورید

(بوریس کورشوتسمی – دبیرستان وستن در ماسا چوتز آمریکا)



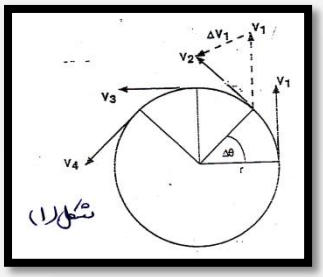
مبله‌ای به جرم m به صورت افقی از دو فنر قائم به ثابت‌های k و ۳k آویزان است . میله در حالی که افقی می‌ماند به بالا و پایین نوسان می‌کند . با چشم پوشی از جرم فنرها و اصطکاک میان نخ و قرقره ، دوره‌ی نوسان میله را به‌دست آورید .

محاسبه بزرگی شتاب مرکزگرا به روش هندسی

برای محاسبه شتاب مرکزگرا در حرکت دایره‌ای یکنواخت معمولاً از هندسه و اصول حرکت شناسی استفاده می‌شود. در اینجا با به کارگیری هندسه و خواص بردارها روش ساده‌ی زیر را مطرح می‌کنیم .

مطابق شکل (۱) جسمی با سرعت ثابت V دایره‌ای به شعاع r را دور می‌زند .
بردارهای V_1 و V_2 و V_3 و ... سرعت‌های خطی‌اند که با جا به جایی زاویه‌ای ثابت $\Delta\theta$ از هم جدا شده‌اند بطوریکه می‌توان نوشت :

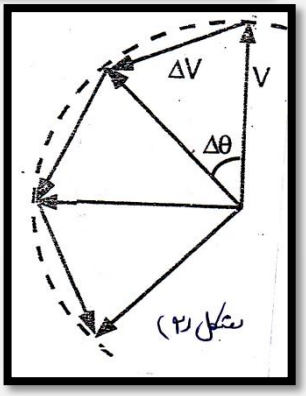
$V_1+\Delta V = V_2$ $\quad V_2+\Delta V = V_3$ $\quad$ و ....



شکل (۱)

بزرگی همه‌ی بردارهای ΔV_J یکسان و برابر ΔV است اگر دوره را با T نشان دهیم رابطه (۱) را خواهیم داشت $\quad$ (۱) $\quad T=\frac{2\pi r}{v}$

از نقطه اختیاری O بردارهای هم‌سنگ با بردارهای V_1 و V_2 و V_3 و ...



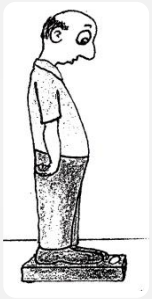
شکل (۲)

را رسم می‌کنیم . با توجه به شکل (۲) می‌توان رابطه (۲) را نوشت :
$\Delta V = \sum_J \Delta V_J$ (۲) بزرگی این بردار در نهایت برابر محیط دایره‌ای به شعاع V است داریم :

$$\Delta V = \sum_J \Delta V_J = \sum_J V_J \Delta\theta_J = V\sum_J \Delta\theta_J = 2\pi V$$

با تقسیم طرفین رابطه‌ی (۳) بر T بزرگی شتاب مرکزگرا به‌دست می‌آید :

$$a_r = \frac{\Delta V}{T} = \frac{2\pi v}{T} = \frac{2\pi v}{\frac{2\pi r}{v}} = \frac{v^2}{r}$$



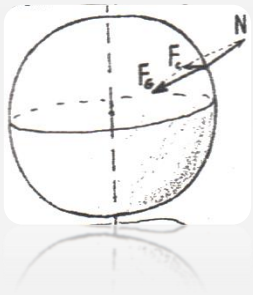
پرسش - اندازه نیروی گرانش زمین (F_G) نسبت به نیروی عمودی وارد بر فردی که ساکن روی یک ترازو ایستاده (N)

الف) در بیشتر شرایط با هم برابر است .

ب) به خاطر گردش زمین بیشتر است .

پ) به خاطر گردش زمین کمتر است .

پاسخ : در دستگاه مختصات متمرکز بر مرکز زمین ، فرد به جز در قطب‌ها به خاطر گردش روزانه‌ی زمین مسیری دایره‌ای شکل را می‌پیماید. بر هر جسم که در حرکت دایره‌ای است نیرویی مرکزگرا وارد می‌شود و نیروی خالص در راستای محور زمین و عمود بر آن محور به فرد وارد می‌شود . پس در استوا ، اندازه‌ی F_G باید مقداری بیشتر از نیروی N باشد تا تفاضل F_G – N بتواند نیروی مرکزگرا را تأمین کند . زمین به خاطر گردش وضعی به شکل کره‌ی کامل نیست ، بنابراین در عرض‌های میان استوا و قطب ، نیروی N بر سطح زمین عمود است ولی F_G بر سطح عمود نیست . F_G تقریباً به طور کامل به سوی مرکز زمین است . اندازه‌ی F_G الزاماً باید از اندازه‌ی N بزرگتر باشد تا نیروی F_C (یعنی برآیند N و F_G) بتواند نیروی مرکزگرا را بر فرد وارد کند . F_G و N تنها در دو قطب با هم برابرند .



مرکز زمین به تعریف دستگاه مختصات لخت بسیار نزدیک است چون شتاب حرکت آن به سوی خورشید از g بسیار کوچکتر است .

و شتاب حرکت خورشید به سوی مرکز کهکشان از آن هم کمتر است .

پیشنهادی برای فهم بهتر مبحث مغناطیس

یکی از مباحث جالب در کتاب فیزیک سال سوم دبیرستان، نیروی مغناطیسی است که یک آهنربا بر سیم حامل جریان الکتریکی وارد می‌کند. همواره دیده‌ام که دانش‌آموزان از دیدن حرکت سیم حامل جریان به طرف آهنربا و یا رانده شدن از آن به وجد می‌آیند و پرسش-هایی را مطرح می‌کنند.دانش‌آموز با علم به آنچه که قبلا فرا گرفته است می‌داند که در اطراف سیم حامل جریان الکتریکی میدان مغناطیسی به وجود می‌آید (آزمایش اورستد و رابطه‌ی آمپر). به زبان ساده‌تر سیم حامل جریان الکتریکی یک مغناطیس است که توسط مغناطیس دیگر(مثلا یک آهنربای نعلی شکل) ممکن است جذب و یا دفع شود. تا این مرحله ساختار توجیه فیزیکی آزمایش یکپارچه است اما زمانی که تعیین جهت نیروی مغناطیسی مطرح می‌شود کتاب با بیان قانون دست راست آمپر تنها ، روش پیش‌بینی صحیح جهت نیرو را بیان می‌کند!

بیشتر توضیح می‌دهم: در ابتدای فصل خواننده با دو قانون اولیه‌ی مغناطیس این‌گونه آشنا شده است که:

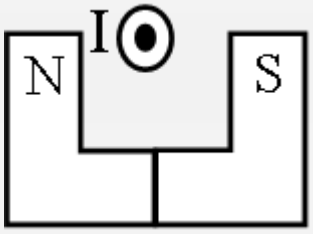
۱- قطب‌های هم‌نام مغناطیسی یکدیگر را می‌رانند.

قطب‌های ناهم‌نام مغناطیسی یکدیگر را می‌ربایند.

پس او در مواجهه با هر نیروی مغناطیسی، به دنبال قطب‌هایی می-گردد که مسبب این نیرو شده‌اند! به دو پرسشی که در بعضی کلاس‌ها از من شده است توجه فرمایید:

۱- اگر از دو سیم موازی جریان‌های هم جهت بگذرد بر یکدیگر نیروی جاذبه مغناطیسی وارد می‌کنند.بنا بر این سمت چپ سیم A خاصیت مغناطیسی از نوع S دارد و سمت راست سیمB از نوع N و یا بلعکس؟! (شکل صفحه بعد)

۲- در شکل رو به رو، سیم حامل جریان الکتریکی توسط آهنربای نعلی شکل دفع می‌شود یعنی سمت راست سیم خاصیت مغناطیسیN و سمت چپ سیم خاصیت S دارد؟



به عبارت دیگر می‌توان فرض کرد یک طرف سیم قطب N و طرف دیگر قطب S است .

برای دور کردن ذهن دانش‌آموزان از چنین تصورات عجیب و نادرست پیشنهاد می‌نمایم که پس از آشنا شدن فرد با میدان مغناطیسی و خطوط میدان مغناطیسی(یعنی تقریبا در همان ابتدای مبحث،) دو قانون مغناطیس را به صورت زیر باز نویسی کنیم که:

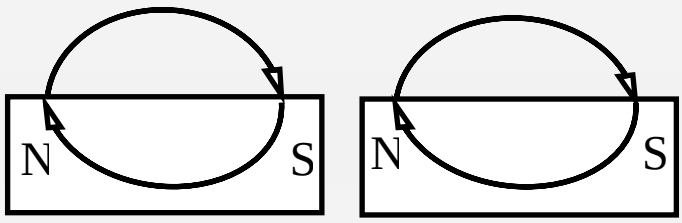
۱- میدان‌های مغناطیسی **هم‌گرد** یکدیگر را می‌ربایند.

۲ - میدان‌های مغناطیسی **ناهم‌گرد** یکدیگر را می‌رانند.

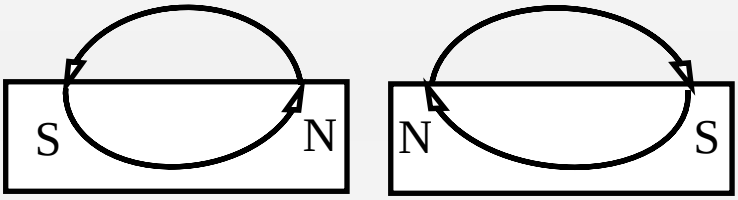
نکته: واژه‌های هم‌گرد و ناهم‌گرد دو واژه‌ی ابداعی است تا روش پیشنهادی راحت‌تر به ذهن سپرده شود.

به چند مثال توجه فرمایید:

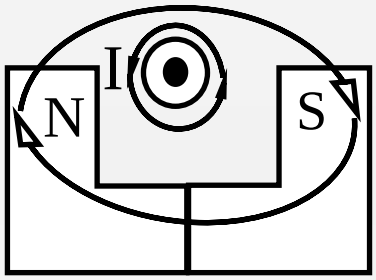
۱- در شکل زیر میدان‌های مغناطیسی حاصل از دو آهنربا هم‌گرد هستند پس باعث به وجود آمدن نیروی جاذبه‌ی مغناطیسی می‌شود



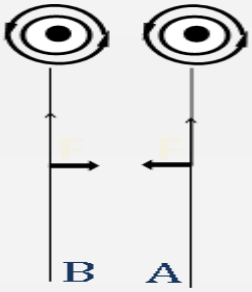
۲ - در شکل زیر میدان‌های مغناطیسی حاصل از دو آهنربا ناهم‌گرد هستند پس باعث به وجود آمدن نیروی دافعه‌ی مغناطیسی میان آن‌ها میشود.



۳- در شکل زیر میدان آهنربای نعلی شکل و میدان مغناطیسی اطراف سیم حامل جریان الکتریکی ناهم‌گرد هستند پس یکدیگر را می‌رانند

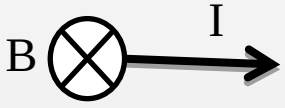


۳- اگر از بالا(یا پایین) به مقطع دو سیم حامل جریان الکتریکی نگاه کنیم به راحتی با تشخیص هم‌گرد یا ناهم‌گرد بودن خطوط میدان های مغناطیسی اطراف سیم می‌توانیم جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم‌ها را تعیین کنیم

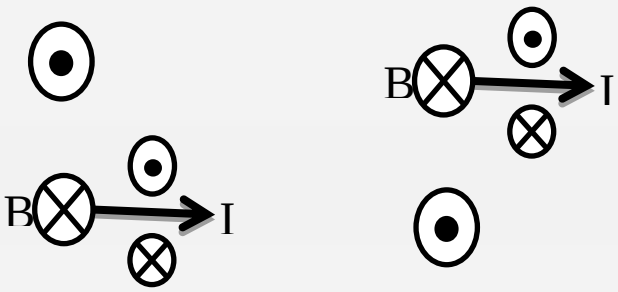


نکته: می‌توان در مورد ذرات باردار متحرک در میدان مغناطیسی نیز، جهت حرکت ذره‌ی باردار مثبت (یا خلاف جهت حرکت ذره-ی باردار منفی) را جهت جریان الکتریکی در یک سیم فرض کنیم و سپس از روش بالا استفاده کنیم

تذکر - در شکل زیر نکته‌ی جالبی نهفته است!



شما چه فرض کنید خطوط بسته‌ی مغناطیسی رو به بالا بوده است یا رو به پایین، باز هم با تشخیص هم‌گرد یا ناهم‌گرد بودن خطوط مغناطیسی جهت نیرو به راحتی تعیین می‌شود.



در شکل سمت راست میدان مغناطیسی حاصل از سیم حامل جریان الکتریکی و میدان مغناطیسی خارجی ناهم‌گرد هستند پس سیم به سمت بالا رانده می‌شود .

در شکل سمت چپ میدان مغناطیسی حاصل از سیم حامل جریان الکتریکی و میدان مغناطیسی خارجی هم‌گرد هستند پس سیم باز هم به سمت بالا رانده می‌شود .

نتیجه : در این مقاله قصد این نبود که روشی جایگزین قوانین دست راست آمپر(که بسیار کاربردی است) شود. بل‌که می‌خواستم با روشی ابداعی علاوه بر ساده‌تر کردن تشخیص جهت نیروی مغناطیسی، از یک ساختار منسجم‌تر برای توجیه جهت نیروی‌مغناطیسی استفاده کنیم؛ و دیگر لازم نباشد به دنبال قطب‌های مغناطیسی(خصوصا در مکانهای بی اتم!) بگردیم . (این مقاله نظر یک همکار است که دیگر همکاران می-توانند آنرا نقد کرده و نظر خودشان را برای انجمن ایمیل نمایند) .

بابک حیدری
دبیر فیزیک شیراز

سئوال : به شما خبر می‌دهند که کپسول محتوی ماده ژرمانیوم را که چند لحظه پیش بلعیده‌اید دارای اتم‌هایی با یک پروتن اظافه است. این خبر شما را نگران می‌کند یا از شنیدن آن خوشحال می‌شوید؟ چرا ؟

پاسخ : متأسفانه باید از شنیدن آن نگران شوید. اتم ژرمانیومی که یک هسته آن یک پروتون اضافه دارد دیگر ژرمانیوم نیست بلکه اتم آرسینیک است که ماده‌ای کشنده است .

نکته جالب : یک پروتون کم یا اظافه می‌تواند فاصله میان مرگ و زندگی باشد .

یکی از پرسش‌هایی که در یک جلسه گردهم‌آیی انجمن معلمانِ فیزیک فارس مطرح شد این بود که چرا خورشید یا ماه وقتی که در افق دید ما قرار دارند ظاهراً بزرگتر دیده می‌شوند .

برای این پرسش، پاسخ‌های مختلفی از جمله وجود جَو و پدیده‌ی شکست نور در آن ارائه شده است . اما متأسفانه این پاسخ‌ها قانع کننده به نظر تمی‌رسد. بحث‌های زیادی در این مورد مطرح شده است اما علت این تصور غلط دقیقاً معلوم نیست . بزرگی ظاهری ماه یا خورشید در افق ربطی به جَو و شرایط آن ندارد زیرا اگر پدیده شکست نور را مؤثر بدانیم خورشید یا ماه باید با اندازه‌ی کوچکتر ظاهر شوند نه بزرگتر .

بررسی‌ها نشان می‌دهد که این تصور غلط بستگی به فضای بین خورشید یا ماه با افق دارد . وقتی که مثلاً ماه در بالای سرما دیده می‌شود فضای بین ماه و افق وسیع‌تر است و ماه با قطر ظاهری ۵/ درجه دیده می‌شود . با پائین رفتن ماه و نزدیک شدن به افق ، فضای بین ماه و افق کاهش می‌یابد و چنین به نظر می‌رسد که ماه بزرگتر ظاهر شده است .

برای اینکه روشن شود که این پرسش سابقه‌ای طولانی در کتاب‌های اخترشناسی و فیزیک دارد مطلب جالبی از کتاب " گوهر عمر[1] " که گفتگوی پیروز سیار با زنده‌یاد استاد احمد آرام است در اینجا نقل می‌کنیم :

" راجع به اینکه ماه وقتی غروب‌ها در می‌آید ، بزرگتر از وقتی است که در آسمان بالای سرما است و در موقع طلوع خیلی بزرگتر است ، معمولاً در کتاب‌ها می‌نویسند به دلیل این است که نور ماه موقع طلوع از گرد و غبار زیادتری در هوا می‌گذرد ، چون به طور مایل می‌تابد . ولی بالای سرما که هست ، فقط از قطر آتمسفر رد می‌شود . موقع طلوع نور ماه زیادتر گرفته می‌شود و وقتی بالای سرما است کمتر . آدم ناخودآگاه برای جبران این جذب نور به وسیله‌ی آتمسفر ، یک مقداری از خودش به آن می‌افزاید و خود به خود آن‌را بزرگ می‌بیند . این بزرگ دیدن نتیجه‌ی این نیست که ماه بزرگ‌تر شده بل‌که تصور می‌کنیم که بزرگ‌تر شده است .

در راه اصفهان ، یک ماشین باری از جلو می‌رفت و گرد و خاک می‌کرد و یک نفر هم روی بار آن نشسته بود . من خیال کردم که آن شخص سیاه خان[2] است بعد که رسیدیم جلو ، دیدم یک آدم عادی است و من به تجربه فهمیدم که آن چیزی که در کتاب هیئت خوانده بودم که علت بزرگ‌تر دیدن این است که نور را یک عاملی می‌گیرد و آدم برای جبرانش از خودش یک چیزی اضافه می‌کند درست است "

۱- انتشارات نشر نی چاپ دوم سال ۱۳۸۸

۲ – سیاه خان که اسکلت او هنوز در دانشکده پزشکی در معرض دید است شخصی با قد و قامت بسیار بلند بوده که پس از مرگ با اجازه بستگانش توسط اساتید دانشکده پزشکی شیراز به صورت اسکلت در می‌آید .

اسکلت سیاه‌خان در دانشکده پزشکی شیراز (اندازه قد ۲۵۳ cm)

چون میله همواره افقی می‌ماند نیرویی که فنرها برآن وارد می‌کنند با هم برابر است ولی با گذشت زمان تغییر می‌کنند . فرض کنید میله به فاصله x پایین‌تر از وضعیت تعادل باشد ، مجموع افزایش طول دو فنر ۲x است . اگر افزایش طول یکی x_1 و دیگری x_2 باشد $۲x = x_1 + x_2$
با توجه به ثابت‌های فنر می‌بینیم که :

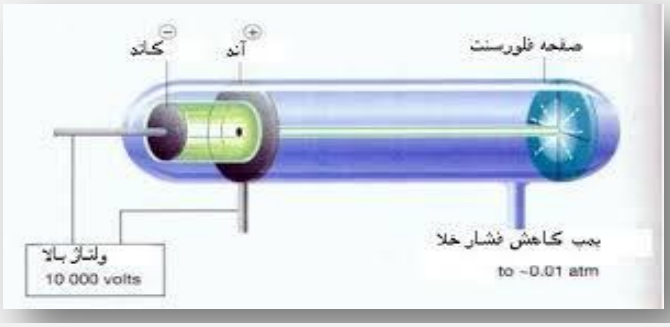
$x_2 = ۳ x_1$ $۲x = x_1 + ۳ x_1$ $x_1 = \frac{۱}{۲} x$ $۲x = \frac{x_2}{۳} + x_2 = \frac{۴x_2}{۳}$ $x_2 = \frac{۳}{۲} x$

نیروی خالص وارد بر میله را ۲F می‌گیریم که باعث جا به جایی X می‌شود . ثابت فنر معادل از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید :

$$K_{eq} = \frac{۲F}{X} = \frac{۲Kx_2}{x} = ۳K \qquad T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{K_{eq}}} \qquad T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{۳k}}$$

سئوال – در مبحث الکترونیک هنگام محاسبه مسیر حرکت الکترون‌ها در لامپ پرتوی کاتدی (C R T) و همانند آن ، نیروی گرانش را به حساب نمی‌آورند . دلیل آن چیست ؟

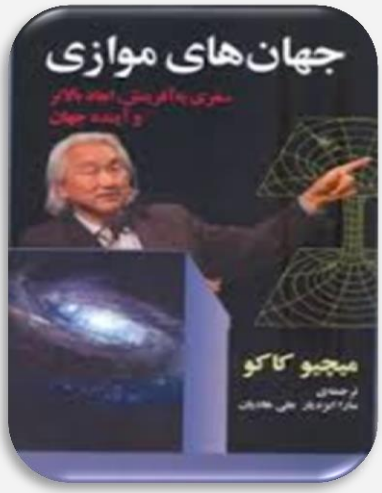
پاسخ – از آنجا که فاصله‌ای که الکترن‌ها در لامپ می‌پیمایند بسیار کوتاه است .فرصت بسیار کمی برای تأثیر نیروی گرانش برآنها وجود دارد. با این که جرم الکترون‌ها بسیار کم است تأثیر نیروی گرانش بر الکترون‌ها همانند سایر اجسام است و یک الکترون در بازه‌های زمانی برابر به همان اندازه سقوط می‌کند که یک توپ بیسبال ، الکترون‌ها حتا در شتاب‌دهنده خطی مرکز پژوهش استانفورد که در مدت $۱۰^{-۵}$ ثانیه مسیر دو مایلی را طی می‌کنند تنها به اندازه ۵×۱۰^{-۱۰} m (ابعاد اتم) تحت تأثیر نیروی گرانش سقوط می‌کند . سرعت زیاد الکترون‌ها در CRT و نیز مسافت کوتاه حرکت آن‌ها سبب می‌شود تا از تأثیر نیروی گرانش که بسیار کوچک است چشم‌پوشی شود .



سئوال – هنگام نواختن ویولون اگر آرشه با سرعت بیشتری روی سیم‌ها کشیده شود چه اتفاقی می‌افتد ؟

پاسخ – وقتی آرشه روی سیم‌های ویولون کشیده می‌شود اصطکاک بین آن‌ها سبب می‌شود که سیم به یک سو کشیده شده و از وضعیت تعادل خارج شود . برگشت سریع سیم به حالت اول ارتعاش مورد نیاز برای تولید امواج صوتی را فراهم می‌کند . حرکت سریع آرشه سبب کشیدگی بیش‌تر سیم و در نتیجه افزایش دامنه ارتعاش می‌شود . بزرگ‌تر شدن دامنه ارتعاش سیم تنها منجر به تولید صدای بلندتر می‌شود.
نکته : بسامد ارتعاش به کشش و طول سیم بستگی دارد . وقتی بسامد ارتعاش ثابت بماند سرعت انتشار موج در سیم تغییری نمی‌کند .

جهان‌های موازی (سفری به آفرینش، ابعاد بالاتر وآینده جهان) (نوشته میچیو کاکو ترجمه سارا ایزد بار و علی هادیان ، انتشارات مازیار)



میچیو کاکو در کتاب جهان‌های موازی ، استعداد شگرف خود را به خدمت گرفته تا به یکی از عجیب‌ترین و هیجان انگیزترین دستاوردهای احتمالی فیزیک مدرن بپردازد : اینکه ممکن است جهان ما تنها جهانی در بین جهان‌های متعدد باشد، شاید بی‌نهایت جهان در یک شبکه گسترده کیهانی وجود داشته باشند که کل جهان ما فقط یکی از آنها است.کاکو با استفاده استادانه از شوخ طبعی و تمثیل ، صبورانه خواننده را با نظریات متفاوت موجود در مورد جهان‌های موازی آشنا می‌سازد ، نظریاتی که همگی از مکانیک کوانتومی، کیهان‌شناسی و تئوری جدید M نشأت می‌گیرند، این کتاب را چون سفری شگفت-انگیز مطالعه کنید، سفر در کیهانی که نیروهای واقعی آن‌ها را مجبور می‌سازند تا به سمت مرزهای تخیل کشیده شویم .

گزارش حضور انجمن معلمان فیزیک فارس در کنفرانس فیزیک ایران

کنفرانس سالانه فیزیک ایران از طرف انجمن فیزیک ایران به میزبانی دانشگاه بیرجند از تاریخ ۴ تا ۶ شهریورماه ۹۲ برگزار شد . این کنفرانس که از آن به عنوان بزرگترین رویداد علمی کشور در زمینه فیزیک نام برده می‌شود محلی برای گردهمآئی و بحث و تبادل نظر فیزیکدانان کشور می‌باشد .

در این کنفرانس موارد زیر ارائه شد :

۱- ۸ سخنرانی عمومی (سخنرانان مدعو)

۲- ۶۴ سخنرانی در گرایشهای مختلف فیزیک (ارائه دهنگان مقاله)

۳- ۵۳۸ مقاله بصورت پوستر

۴- چند کارگاه و مدرسه و نشست علمی

انجمن معلمان فیزیک فارس تنها انجمن علمی معلمان بود که در این کنفرانس حضوری فعال در دو غرفه بقرار زیر داشت :

۱- غرفه‌ای برای ارائه مجلات انجمن که در آن یازده شماره مجله آذرخش و CD اولین همایش نقش دانشمندان ایرانی اسلامی در گسترش علوم تجربی که در شیراز برگزار شد همراه با نقشه‌ی شیراز به بازدیدکنندگان از غرفه تقدیم شد که بسیار مورد استقبال قرار گرفت .

۲- در غرفه دوم که در کلاسی به مساحت تقریبی ۴۰ متر مربع برگزار شد ۴۵ آزمایش جداب فیزیکی با دست ساخته های دبیران فیزیک فارس نمایش داده شد .

در سه روز برگزاری همایش تعداد زیادی از شرکت کنندگان در کنفرانس از غرفه‌ی آزمایش‌ها بازدید کردند و محفل بسیار خوبی برای بحث و تبادل نظر در رابطه با پدیده‌های فیزیکی و آزمایش‌های ارائه شده بود با توجه به سطح بالای کنفرانس و شرکت کنندگان ، استقبال از این غرفه و مجلات انجمن بسیار چشمگیر و دور از انتظار بود تا جائی که بعضی از شرکت کنندگان مایل به خرید دست-ساخته‌ها بودند و بعضی از دبیران نیز مایل بودند این آزمایشها در استان محل خدمتشان برای دبیران ارائه شود .

حضور در این کنفرانس تجربه موفقی بود که نشان می‌دهد دبیران توانمند و انجمن معلمان فیزیک فارس حتا در این سطح نیز حرفهای زیادی برای گفتن دارد در خاتمه گزارش :

۱- از آقایان محمد جعفر یزدانی (عضو شورای اجرائی انجمن) و محمد رضا یزدانی و حمید مصطفی نژادیان (بازرس انجمن) و سرکار خانم صفیه رضائی (نایب رئیس انجمن) به خاطر زحمات زیادی که در مدت برگزاری کنفرانس کشیدند که باعث معرفی انجمن در سطح کشور شد تشکر و قدردانی می‌کنیم و همچنین از آقای نعمت الله مختاری (عضو شورای اجرائی) که دست‌ساخته‌های خود را در مدت چند هفته برای ارائه در این کنفرانس آماده و در اختیار قرار دادند کمال تشکر را داریم .

۲- از آقای دکتر محمد مهدی فیروزآبادی رئیس و دیگر اعضای کمیته اجرائی به خاطر همکاری‌های صمیمانه و ارزشمندشان با انجمن معلمان فیزیک فارس و قرار دادن دو غرفه در اختیار انجمن (بدون اخذ وجه) تشکر می نمائیم .

در ساعت هشت و نیم صبح روز جمعه اول آذرماه سال نود و دو شمسی، با تلاوت قرآن مجید و سرود جمهوری اسلامی ایران گردهمایی با حضور نزدیک به هشتاد دبیر فیزیک، در سالن کانون اندیشه‌ی شیراز، آغاز گردید.

در ابتدای جلسه جناب آقای مختاری مقاله‌ای تحت عنوان«آزمایش‌های خلاقانه در تدریس فیزیک» ارائه نمودند. ایشان به هنگام ارائه مقاله‌ی خود، چند وسیله‌ی ساده و ابتکاری از دست ساخته‌هایشان را معرفی کردند.

در ادامه جناب آقای صدیقی سخنرانی جالبی در مورد مفهوم اینرسی و تضاد دستگاه شناختی گالیله با ارسطو ایراد کردند. ایشان مثال‌های جالبی را ارائه نمودند تا همکاران در صورت نیاز بتوانند با استفاده از آن‌ها تدریسی کاربردی‌تر به هنگام تدریس قوانین سه‌گانه‌ی نیوتن داشته باشند.

بعد از سخنرانی آقای صدیقی آقای رزم‌کن برای همکاران پرسشی جایزه‌دار را مطرح نمودند و سپس ایشان به همراه آقای معصومی و آقای محمودی جوایزی را به خانم‌ها ارشادی و ..... به خاطر موفقیتشان در مسابقات طرح درس و سؤال آزمون نویسی تقدیم نمودند.

پس از پذیرایی و استراحتی مختصر، برنامه با معرفی دست ساخته‌ی آقای روستا در امر آموزش برآیند بردارها و نرم افزار طرح سؤال شرکت ... توسط آقای دشتکی ادامه پیدا کرد.

آقای هویتی سخنران سوم بودند که با بیان نتیجه‌ی تحقیق خود در چندین دبیرستان شیراز، نشان دادند که تا چه حد فرمول محوری در امر تدریس فیزیک، به درک مفاهیم پایه توسط دانش‌آموزان صدمه زده است.

در پایان جلسه جناب آقای عابدی از صاایران شیراز سخنرانی بسیار جالبی را در مورد لیزر، رهگیری لیزری و سلاح لیزری ارائه نمودند که بسیار مورد توجه حاضرین جلسه قرار گرفت.

در اینجا لازم است از ریاست محترم ناحیه چهار شیراز، معاونت محترم ایشان، سرکار خانم‌ها شجاعی و علی‌اکبری و همچنین آقای مومنی کمال تشکر را داشته باشم.

مجمع عمومی اتحادیه همه ساله با حضور دو نفر نماینده از هر انجمن تشکیل می‌شود که محل بحث و تبادل نظر انجمن‌ها و ارائه نقطه‌نظرات آنها می‌باشد. مجمع عمومی سال ۹۲ به علت برگزاری انتخابات شورای اجرائی و بازرس از حساسیت خاص خود برخوردار بود به خصوص که تعدادی از انجمن‌ها (از جمله فارس) بر سر حضور اساتید محترم دانشگاه در ترکیب شورای اجرائی با دیگر انجمن‌ها اختلاف نظر داشتند و همین امر نیز بحث‌های زیادی را برانگیخت. در مورد عضوگیری توسط اتحادیه به شکل فعلی که فقط افرادی که از طریق اتحادیه به عضویت انجمن‌ها در می‌آیند از تخفیف شرکت در کنفرانس برخوردار باشند و ٪۲۵ از حق عضویت اعضای انجمن‌ها به حساب اتحادیه واریز و مابقی به انجمن‌ها پرداخت شود نیز محل مناقشه بود که در نهایت مقرر شد کل مبلغ حق عضویت پرداختی توسط اعضای انجمن‌ها به حساب انجمن‌ها واریز شود برای کارائی بیشتر اتحادیه و رفع مشکلات فعلی و استقبال بیشتر دبیران از فعالیت‌های عمومی اتحادیه و با تشکر از اعضای شوراهای اجرائی قبلی اتحادیه ، پیشنهادهای زیر توسط انجمن فارس به شورای جدید اتحادیه ارائه شد با امید آنکه مورد عنایت قرار گیرد :

۱- با توجه به اینکه کنفرانس آموزش فیزیک را اتحادیه برگزار می‌کند و اتحادیه یعنی مجموعه‌ی انجمن‌ها بنابراین لازم است گزارش تراز مالی کنفرانس بصورت کتبی به شورای نمایندگان ارائه شود و در شورا به تصویب برسد .

۲- باید سعی شود از امکانات اداره کل استانها جهت برگزاری کنفرانس استفاده شود تا هم انجمن‌های عضو اتحادیه در این زمینه فعال شوند و هم دبیران هر استان بتوانند به همراه سایر دبیران ولی راحتر در آن شرکت کنند .

۳- مبلغ حق شرکت در کنفرانس برای دبیران زیاد است و باید تقلیل یابد این باعث می‌شود تعداد بیشتری از دبیران در آن شرکت کنند و با توجه به اینکه برخی از هزینه‌های کنفرانس که به تعداد شرکت کننده وابسته نیست (مانند کرایه سالن و ...) ثابت می‌باشد (در هر کنفرانس مختص خودش است) بنابراین با افزایش تعداد شرکت کننده مبلغ دریافتی بیشتر شده و هزینه‌ها تأمین می‌شود . (در حالی که در کنفرانس ریاضی حق شرکت ۱۰ هزار تومان بود در کنفرانس فیزیک ۶۰ هزار تومان دریافت شده)

۴- ساختار برگزاری سه کنفرانس اخیر به طور کامل از کنفرانس فیزیک دانشگاهی کپی شده که باید با توجه به اینکه کنفرانس آموزش فیزیک مختص دبیران با ویژگی‌های خودشان است بهتر است این ساختار تغییر کند به عنوان مثال در کنفرانس فیزیک ایران با توجه به گرایش‌های فیزیک که در دوره‌های ارشد و دکترا وجود دارد سخنرانی‌های تخصصی گنجانده شده که به جا می‌باشد اما این موضوع برای دبیران چندان مطرح نیست زیرا دبیران فیزیک باید شاخه‌های مختلف فیزیک در حد دوره‌ی متوسطه را تدریس کنند بنابراین همه‌ی سخنرانی‌ها که به مطالب کتب درسی مربوط می‌شود برای همه‌ی آنها تخصصی است و لازم نیست چند سخنرانی (در سالن‌های مختلف) به صورت موازی ارائه شود .

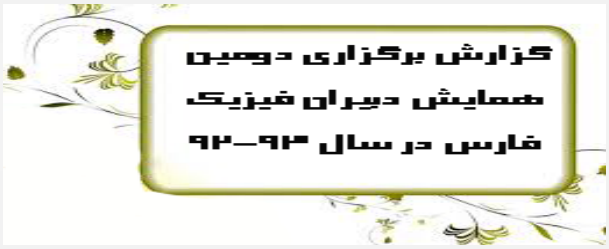
۵- بهتر است، بازخورد مطالب ارائه شده در سه کنفرانس اخیر در سطح وزارت و تألیف کتب درسی و شیوه‌های تدریس و تدوین برنامه درس ملی مورد بررسی قرار گیرد .

۶- در دو دوره‌ی اخیر چند برنامه در دستور کار اتحادیه قرار گرفته که بهتر است مورد باز بینی قرار گیرد که به آنها اشاره می‌شود :

الف – همایش فیزیک چالشها و فرصتها : این عنوان بسیار زیبا است اما آنچه انجام گرفته با این عنوان نمی‌خواند در اولین همایش فقط چالشها بود و دومین همایش نیز یک همایش منطقه‌ای مربوط به انجمن تهران بود و چند مقاله حاصل تحقیق چند نفر ارائه شد که هیچ جمع‌بندی نیز روی آن صورت نگرفت بهتر است در این مورد نیز بازنگری صورت گیرد و اهداف مشخص شود و بازخورد چند جلسه برگزار شده در روند آموزش فیزیک مورد بررسی قرار گیرد .

ب – جشنواره فیزیک : که این هم اسم بی‌مسمایی است و عملاً جشنواره نیست زیرا در اطلاعیه مربوط عنوان شده جایزه بهترین عکس و.... ولی عملاً از جایزه خبری نیست و چون چنین است و تبلیغ مناسب نیز روی آن صورت نمی‌گیرد زیاد مورد استقبال قرار نگرفته و بهتر است عنوان عوض شود و انتخاب به جای جایزه قرار گیرد و با وزارت صحبت شود تا از برگزیدگان به شکل مناسب تقدیر شود دادن فقط یک لوح تقدیر کافی نیست و شوق لازم را برای شرکت در آن ایجاد نمی‌کند .

پ- همایش نقش دانشمندان ایرانی – اسلامی در گسترش علوم تجربی : به نظر می‌رسد با توجه به پائین آمدن سطح کمی و کیفی همایش دوم نسبت به همایش اول بهتر است در شیوه برگزاری آن تجدید نظر شود و با همکاری ارگانهای دیگری از جمله وزارت علوم و آموزش و پرورش و موزه علوم و فنون به برگزاری آن به صورت دوسالانه اقدام شود و یا از دستور کار اتحادیه خارج گردد .



این گردهمایی در تاریخ ۹۲/۱۲/۹ در سالن اندیشه (کانون فرهنگی اندیشه ناحیه ۴ شیراز) از ساعت ۸/۳۰ الی ۱۲ /۳۰ برگزار شد در این همایش ابتدا آقایان یزدانی و یدملت آزمایش‌هایی در رابطه با مغناطیس و طرز آهن‌را کردن و از بین بردن خاصیت آهن‌ربایی یک قطعه فرومغناطیس و همچین آزمایش القای الکترومغناطیس با وسایل ساده انجام دادند و در ادامه آقای دکتر رضا بوستانی از دانشکده مهندسی دانشگاه شیراز به سخنرانی پرداختند که در دو بخش مطالب خود را ارائه دادند بخش اول ارتباط بین دبیرستان و دانشگاه بود که با بیان اینکه چون در دبیرستان‌ها آزمایش کمرنگ شده متاسفانه دانشجویان در دانشگاه دچار افت در کارهای عملی شده اند و از آنجایی که پیشرفت یک جامعه به مهندسینی است که بتوانند کارهای عملی انجام داده و چرخ های صنعت را بگردانند این می تواند زنگ خطری برای توسعه‌ی کشور باشد زیرا بیشتر فارغ التحصیلان حتی رشته های صنعتی ترجیح می‌دهند دنبال کارهایی باشند که کمتر عملی است به همین دلیل اغلب برای ادامه تحصیل در مقاطع ارشد و دکتری به رشته های مدیریت و دیگر رشته‌های که بیشتر جنبه تئوری دارد روی می‌آورند برای رفع این مشکل ایشان پیشنهاد دادند که در نظام جدید آموزشی درسی به نام فیزیک و صنعت در برنامه درسی متوسطه گنجانده شود تا دانش آموزان با کاربردهای عملی فیزیک در صنعت آشنا شوند . قسمت دوم سخنرانی ایشان به کاربردهای فیزیک در مهندسی پزشکی اختصاص داشت از جمله استفاده از لیزر در زیبا سازی چهره و ...

در قسمت بعدی برنامه پس از پذیرائی خانم هنرور از گروه آموزشی استان مقاله‌ای با عنوان نجوم رادیویی و استفاده از امواج رادیویی که از ستارگان و سیارات گسیل می‌شود در پیشرفت علم نجوم ارائه دادند که مورد استقبال همکاران قرار گرفت .

در قسمت آخر این همایش خانم رضایی عضو شورای اجرایی انجمن و مدرس دانشگاه فرهنگیان مطالبی در رابطه با روش تدریس مبتنی بر بارش فکری که بر مبنای سئوال و جواب بین معلم و دانش آموزان و راهنمائی دانش آموز بوسیله معلم برای یافتن جواب صحیح و روش تفکر منطقی میتنی بر حل مسئله ارائه دادند .

در این گردهمایی نزدیک به ۱۳۰ تفر از دبیران فیزیک استان شرکت داشتند .

گزارش سومین گردهمائی دبیران فیزیک فارس در سال تحصیلی ۹۳ – ۹۲

این گردهمائی از ساعت ۸/۳۰ الی ۱۲ مورخ ۲۳ خرداد همزمان با ولادت آقا امام زمان در سالن اجتماعات دبیرستان آل محمد در ناحیه ۲

شیراز با برنامه‌های زیر برگزار شد :

۱- پس از تلاوت آیاتی از کلام‌الله مجید چند آزمایش جذاب و ابتکاری توسط آقایان یزدانی و صدیقی ارائه شد که مورد استقبال قرار گرفت

۲- شعری به مناسبت نیمه شعبان از سرودهای آقای حکمت دبیر بازنشسته فیزیک توسط خودشان خوانده شد .

۳- انتخاب بازرسان انجام و خانم هنرور و آقای مومنی به عنوان بازرس انتخاب شدند .

۴- پس از پذیرائی مختصر جناب دکتر نادگران استاد محترم بخش فیزیک دانشگاه شیراز در رابطه با فوتونیک و نقش آن در علم و تکنولوژی سخنرانی مبسوطی ارائه نمودند که برای همکاران ارجمند بسیار تازگی داشت .

سئوال – بازده یک لامپ گداخته در تبدیل انرژی الکتریکی به گرما چقدر است ؟

پاسخ – اگر چه بازده لامپ برای تبدیل انرژی الکتریکی به نور تقریباً ٪۵ است اما تمام انرژی در لامپ تلف می‌شود حتا بخشی که به طور لحظه-ای به نور تبدیل شده است پس از برخورد به اجسام اطراف خود به انرژی گرمائی تبدیل می‌شود .

نکته : به همین دلیل در ساختمان‌هائی که با برق گرم می‌شوند روشن نگه‌داشتن لامپ‌ها اسراف محسوب نمی‌شود .

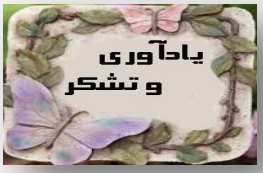
سئوال – یک شمع کوتاه و یک شمع بلند درون یک ظرف شیشه‌ای دهان گشاد که درِ آن باز است در حال سوختن هستند . هنگامی که درِ شیشه گذاشته شود کدامیک زودتر خاموش می‌شود ؟

پاسخ – شمع در حال سوختن اکسیژن مصرف دی اکسید کربن تولید می‌کند. اما به خاطر چگالی بیشتر دی اکسید کربن ممکن است فکر کنید این گاز در ته شیشه جمع می‌شود و سبب خاموش شدن شمع کوتاه‌تر می‌شود . این فکر شما در صورتی درست بود که گاز دی اکسید کربن گرم نباشد . این گاز به دلیل گرم بودن چگالی کمتری نسبت به هوای اطراف دارد و در نتیجه در بالای ظرف جمع شده و باعث می‌شود شمع بلندتر زودتر خاموش شود

در جشنواره فیزیک ۹۱ نشریه‌ی آذرخش در بین نشریه‌های انجمن‌های عضو اتحادیه عنوان برترین نشریه را به خود اختصاص داد که این ، حاصل تلاش شورای نویسندگان و همکاران ارجمندی است که به غنای نشریه کمک نموده‌اند این موفقیت را به همگان تبریک گفته و از همکاری‌های اداره کل آموزش و پرورش فارس نیز تشکر و قدردانی می‌کنیم.

خوابگردها نخستین منزل از سفر علمی آرتور کوستلر است . در این کتاب ، نویسنده انسان را در مرحله‌ای که کورکورانه در جستجوی دانش به هر دری می‌زند دنبال می‌کند، و پس از یک بررسی کوتاه و درخشان از تاریخ جهان‌شناسی، تصویر دقیقی از چهره‌ی کسانی که علم جدید را پی‌ریزی کردند تصویر می‌کند : کوپرنیک ، کپلر ، تیکودوبراهه ، گالیله، این مردان شگفتی که دید بشر را نسبت به کائنات دیگرگون ساختند، آیا نوابغ روشن‌بینی بودند که قافله‌ی تمدن را در پرتو بینش درخشان خود هدایت می‌کردند، یا رَهروان خواب‌آلوده‌ای که خود هم نمی‌دانستند از کجا می‌آیند و به کجا می‌روند ؟ و اگر چنین بودند چگونه چنین چیزی امکان دارد؟ مؤلف کتاب با جمع‌آوری سرنخ‌های بسیاری به تمام موضوع جنبه‌های غیر منتظره‌ای می‌بخشد.

وی نه تنها کشفیات علمی را مورد مداقه قرار می‌دهد بل‌که با در نظر گرفتن شیوه‌ی کاری که به این کشفیات منجر می‌شود و تعداد بی‌شماری از مکاتبات خصوصی بر شخصیت متفکرین یا باز گردانیدن آنان به عصر خودشان پرتو می‌افکند بی آنکه ما را در همان حال دچار نواقص و رشته‌های سردرگم افکار منسوخ سازد، بل‌که وحدت و تجانس و قابلیت قبول بودن افکار آن دانشمندان را بر ما نمایان می‌سازد و به تمامی موضوع یکپارچگی می‌بخشد.



قسمت‌های معرفی کتاب مدیون استاد ارجمندآقای رزمکن و قسمت سئوال کوتاه همراه با پاسخ مدیون خانم حداد از اعضای شورای اجرائی انجمن هستیم که این البته علاوه بر مقالات متعدد خصوصاً مسائل و راه‌حل‌های آنها است که حاصل زحمات استاد ارجمند آقای رزمکن می‌باشد .

در دانشگاه مونیخ همه‌ی کارها برای هایزنبرگ آسان پیش نمی‌رفت .نخست زومرفلد به او امرکرد دست از بازی شطرنج که وقت او را زیاد می‌گرفت ، بردارد . دیگر اینکه پاولی که یک سال از او جلوتر بود همیشه در آنجا برای انتقاد از مقالات او و خالی کردن باد دماغش حاضر بود . مشکل آخر او هم پایان‌نامه‌ی دکتری‌اش بود . او در امتحان شفاهی خود با ندانستن طرز کار یک باطری و چگونگی محاسبه‌ی درشت‌نمائی یک دوربین ، خصومت استاد بزرگواری مانند ویلهلم وین را برانگیخت . فیزیک عملی و آزمایشگاهی هیچگاه پایگاه قدرت او نبود و آنگونه که یکی از منتقدان او گفته است او حتی قادر به لحیم کردن دو تکه سیم به یکدیگر نیز نبود .وین از بی اطلاعی او از موضوعاتی به آن سادگی یکّه خورد و زومرفلد ناچار شده بود ملتمسانه از او بخواهد بگذارد در امتحان قبول شود . در پایان هایزنبرگ با گرفتن کمترین نمره‌ی ممکن در امتحان قبول با یک مدرک و درجه دکتری از در خارج شد .

او در سال ۱۹۲۵ در پی ابتلا به یک تب یونجه سخت برای گذراندن یک مرخصی دو هفته‌ای به هلگولند واقع در منطقه ساحلی آلمان رفت . در آنجا شنا در آب دریا و پیاده‌روی‌های طولانی در ساحل، مغز او را صفا داده ، آماده‌ی حمله جدیدی به مسائل ریاضی ساختار اتم کرد و پس از چند روز توانست ریاضیات عجیبی خاص حل آن مسائل ابداع و با آن چارچوب ریاضی لازم برای تشریح رفتار اتم را شناسائی وپی‌ریزی کند. لازمه‌ی آن روش ریاضی انجام عملیات جبری عجیبی بود ، عملیاتی که در آنها نتیجه‌ی ضرب دو مقدار در یکدیگر ، غالباً با تعویض جای دو عامل ضرب تغییر می‌کرد.

منبع : هایزنبرگ احتمالاً اینجا خوابید ریچارد. پی . بِرنان