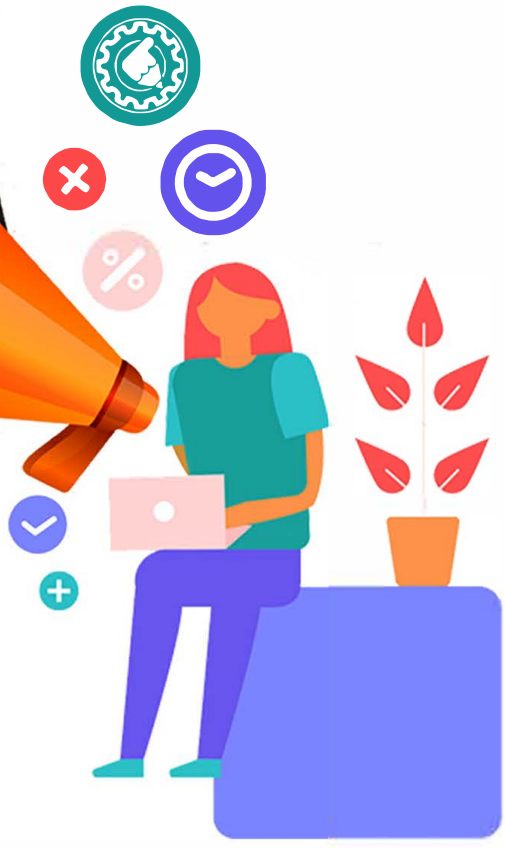
خرید کتاب های کنکور
با تخفیف ویژه
و
ارسال رایگان
Medabook.com

دریافت برنامه ریزی و مشاوره
از مشاوران رتبه برتر
موسسه کنکوری آیدی نوین
۰۲۱ ۲۸۴۲۵۴



مقدمه

بسیار خوشوقتیم که ویرایش دوم کتاب جامع پایه (دهم - یازدهم) را تقدیم شما می‌کنیم.
کوشیده‌ایم با طراحی تست‌های جدید، همهٔ ایده‌های احتمالی کنکور ۱۴۰۰ را در این کتاب داشته باشیم. ما به این کتاب و به شما دانش‌آموزان پرتلاش، سخت‌کوش و منظم که با کتاب‌های فیزیک مهروماه، یادگیری مفاهیم فیزیک را کامل می‌کنید و فیزیک را با ما می‌بندید، افتخار می‌کنیم، باشد تا شما هم.

برخی ویژگی‌های این کتاب

کتاب جامع پایه (دهم - یازدهم) مانند کتاب جامع دوازدهم در دو جلد سؤال ◦ درسنامه و پاسخ تألیف شده است و:

- ساختار آن متناسب با تدریس در کلاس و ترتیب کتاب‌های درسی دهم و یازدهم و آزمون‌های آزمایشی است.
- درسنامه‌هایی مفهومی و روان همراه با مثال‌های آموزشی متنوع دارد.
- علاوه بر تست‌های کنکورهای سراسری، تست‌های تألیفی ناب و مطابق با استاندارد کنکور سراسری را شامل می‌شود.
- همهٔ تمرینات، تصاویر، فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب‌های درسی دهم و یازدهم را دربرمی‌گیرد.
- ترتیب و چیدمان تست‌ها در هر مبحث از ساده به دشوار و مطابق روند آموزشی مبحث است.
- پاسخ‌های آن گام به گام و کاملاً تشریحی همراه با روش‌های گوناگون تستی و مفهومی تنظیم شده است.
- در هر فصل آزمون‌های مبحثی و آزمون جامع برای آن است که عیار خودتان را در هر مرحله محک بزنید.
- در انتهای هر فصل تست‌هایی دارد به نام هایپرتست، برای آن‌هایی که سرشان برای فیزیک درد می‌کند!

چگونه از این کتاب استفاده کنیم؟

پیشنهاد ما به شما این است که:

۱ درسنامه هر مبحث را مطالعه و مثال‌های آموزشی آن را پاسخ دهید.

۲ تست‌های مبحثی که درسنامهٔ آن را مطالعه کرده اید را پاسخ داده و توصیهٔ ما این است که حتماً به جلد پاسخ هم نگاهی داشته باشید تا با روش‌های مختلف حل تست‌های هر مبحث آشنا شوید.

۳ اگر وقتتان کم است و یا به دنبال مرور سریع مطالب هستید، می‌توانید فقط تست‌های پرچم‌دار هر مبحث را حل کنید.

۴ در نیمه و انتهای هر فصل آزمون مبحثی را پاسخ دهید.

۵ اگر زورتان زیاد است با تست‌های هایپر دست و پنجه نرم کنید.

۶ آزمون جامع آخر فصل را پاسخ دهید.

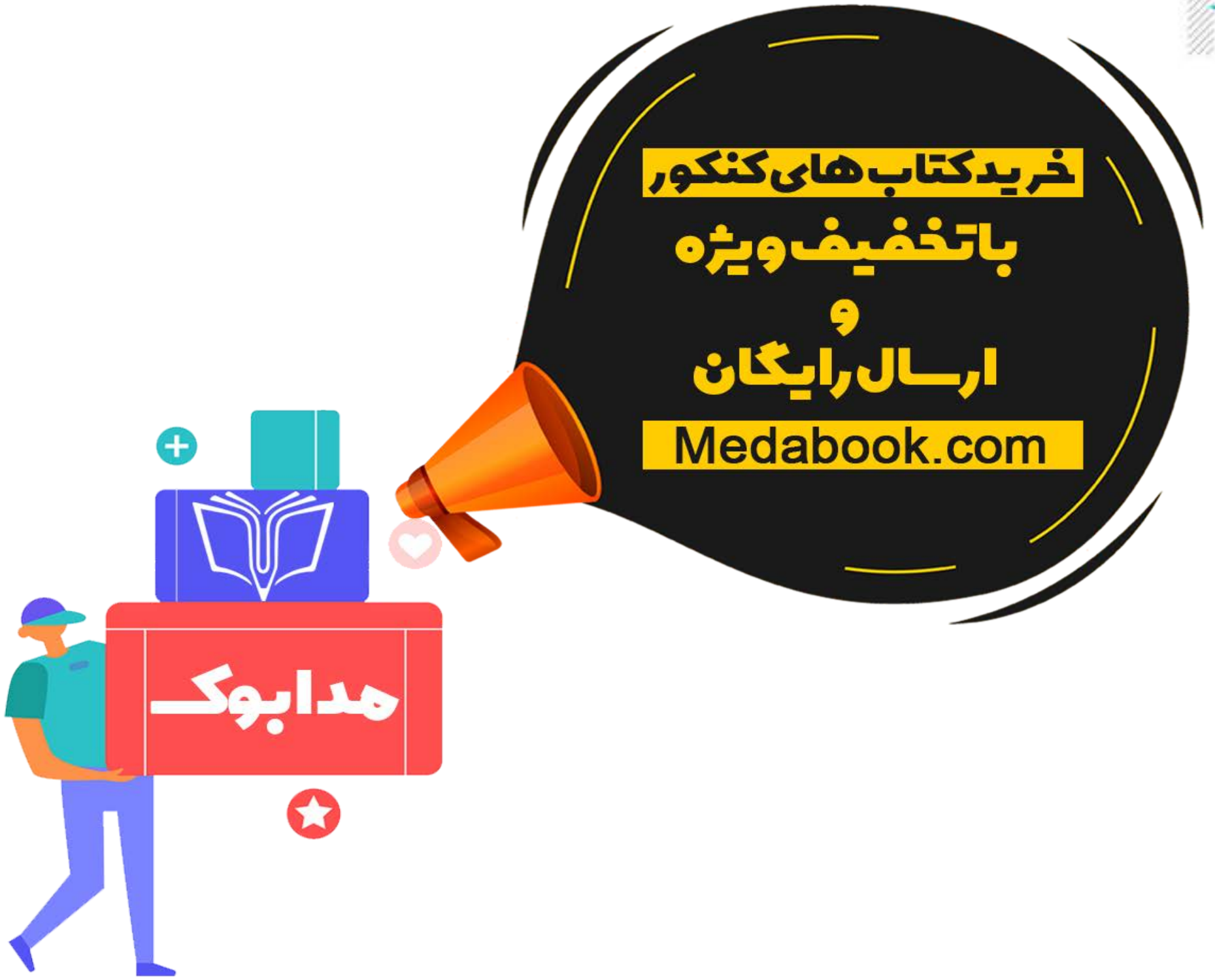
پیشنهاد می‌کنیم برای جمع و جور و منظم شدن مطالب درسی، از کتاب‌های لقمه مرور سریع فیزیک (دهم - یازدهم)، جمع‌بندی فیزیک و هندبوک فیزیک هم استفاده کنید.

قدردانی

- از شما به دلیل انتخاب ما مهروماهی‌ها سپاسگزاریم.
- از جناب آقای احمد اختیاری مدیر فرزانه انتشارات، آقای استاد محمدحسین انوشه مدیر شورای تألیف، خانم مهدیه اسکندری مسئول ویراستاری، خانم سمیرا سیاوشی مدیر تولید، آقای میلاد صفایی مدیر فنی، آقای محسن فرهادی مدیر هنری، آقای امیر انوشه مدیر سایت و تمامی همکاران آن‌ها سپاسگزاریم.
- از کانون فرهنگی آموزش (قلم‌چی) به دلیل اجازهٔ استفاده از تست‌های آزمون‌های کانون در این کتاب سپاسگزاریم و امیدواریم زمینه‌های همکاری بیشتری با کانون فراهم شود.

هر قدر هم که کتاب خوب و عالی باشد، باز هم خطاها و لغزش‌هایی در آن هست. از همهٔ شما دانش‌آموزان و استادان گرامی تقاضا می‌کنیم به منظور ارتقاء این کتاب، ما را از نظرات و پیشنهادات سازندهٔ خود، بهره‌مند سازید.

مؤلفان کتاب



فهرست

پایهٔ دهم

فصل ۱: فیزیک و اندازه‌گیری ۷

فصل ۲: کار، انرژی و توان ۳۳

فصل ۳: ویژگی‌های فیزیکی مواد ۹۳

فصل ۴: دما و گرما ۱۵۹

پایهٔ یازدهم

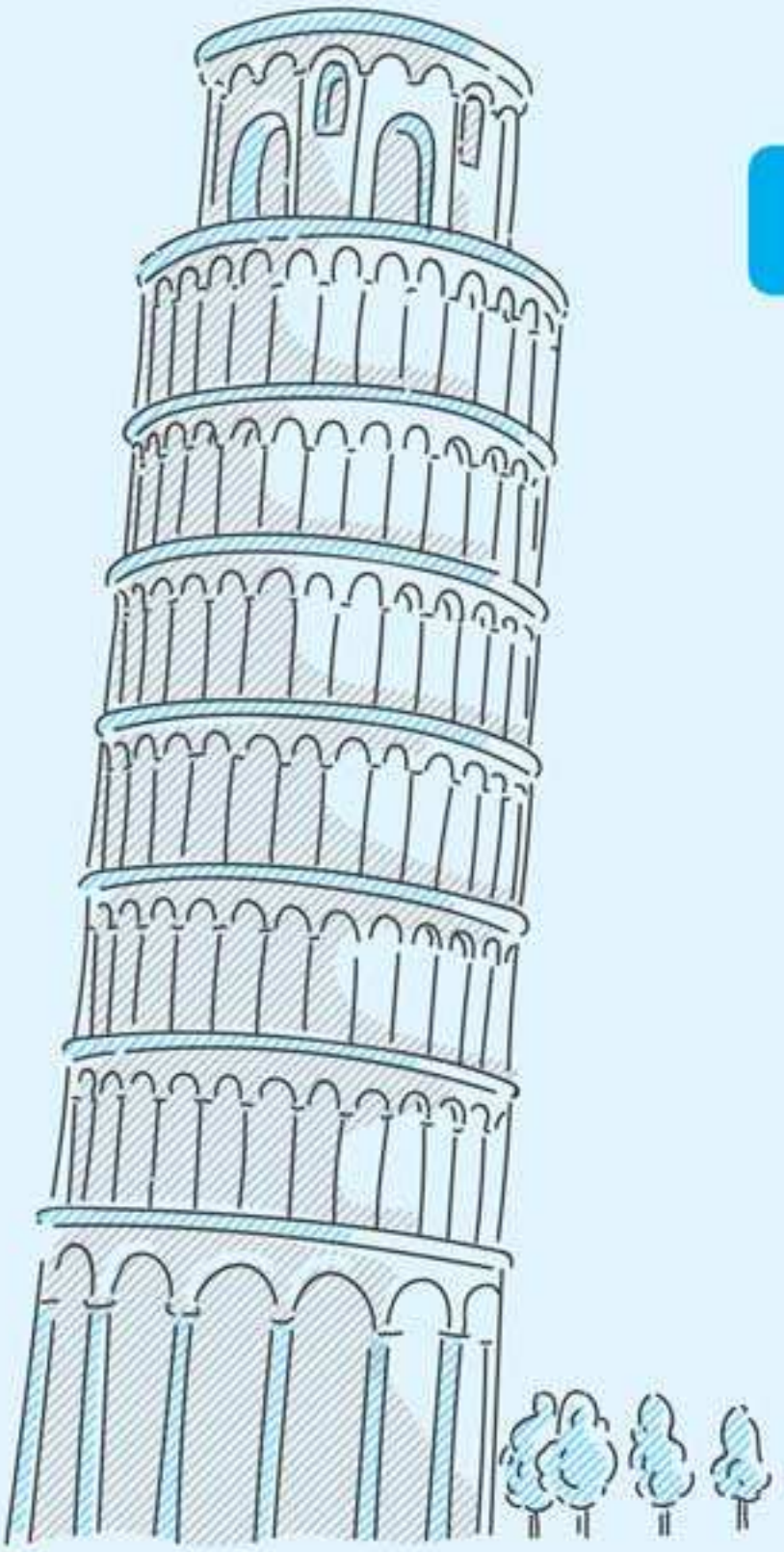
فصل ۱: الکتریسیتهٔ ساکن ۲۳۳

فصل ۲: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم ۳۱۱

فصل ۳: مغناطیس و القای الکترومغناطیس ۳۶۵

پاسخ‌نامهٔ کلیدی ۴۳۱

پایهٔ دهم



فصل ۱

فیزیک و اندازه‌گیری

در این فصل نکته‌ها و مطالبی مطرح شده است که در همهٔ بخش‌ها و فصل‌های دیگر فیزیک به کارتان می‌آید. از این‌رو این فصل را دست‌کم نگیرید. یادتان بیاید که شما بارها گزینه اشتباه را انتخاب کرده‌اید، فقط به‌دلیل اشتباه محاسباتی!! چگالی هم مبحث مهم دیگر این فصل است و در بیشتر مباحث فیزیک با آن سروکار داریم. انتظار حداقل یک تست از این فصل و مبحث چگالی در کنکور سراسری را داشته باشید.

۱ فیزیک؛ دانش بنیادی

علوم تجربی و کاربردی را به دو دستهٔ علوم پایه و علوم مهندسی تقسیم‌بندی می‌کنند.
فیزیک نیز جزء علوم پایه و یکی از بنیادی‌ترین دانش‌ها و شالودهٔ تمامی مهندسی‌ها و فناوری‌هایی است که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در زندگی ما نقش دارند.

مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیک

فیزیک‌دانان با مشاهدهٔ پدیده‌های گوناگون طبیعت می‌کوشند **الگوها** و **نظم‌های** خاصی میان این پدیده‌ها بیابند.

- دانشمندان فیزیک برای توصیف و توضیح پدیده‌های مورد بررسی، اغلب از **قانون**، **مدل** و **نظریهٔ فیزیکی** استفاده می‌کنند.
- فیزیک علمی **تجربی** است و باید قوانین و مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی با **آزمایش**، مورد **آزمون** و **درستی آزمایی** قرار بگیرند.
- مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره **معتبر** باقی **نمی‌مانند** و ممکن است دستخوش **تغییر شوند**.
- ممکن است با استفاده از نتایج آزمایش‌های جدید، مدل یا نظریه‌ای **اصلاح** یا **کنار گذاشته شود**.
- نقطهٔ قوّت دانش فیزیک ویژگی **آزمون‌پذیری** و **اصلاح نظریه‌های فیزیکی** است و این ویژگی نقش مهمی در فرایند پیشرفت دانش و تکامل شناخت ما از جهان پیرامون داشته است.
- دو تعریف مهم:

۱ **قانون**: رابطهٔ برخی از کمیت‌های فیزیکی را توصیف می‌کند. مانند: قوانین نیوتون یا قانون گازها.

نکته: قانون، دامنهٔ وسیعی از پدیده‌های گوناگون طبیعت را دربرمی‌گیرد و برای آن‌ها معتبر است.

۲ **اصل**: برای توصیف دامنهٔ محدودتری از پدیده‌های فیزیکی که عمومیت کم‌تری دارند، از اصطلاح **اصل** استفاده می‌شود.
مانند: اصل پاسکال که برای شاره‌های ساکن و اصل برنولی که برای شاره‌های در حرکت به‌کار می‌رود.

۲ مدل‌سازی در فیزیک

- مدل‌سازی: فرایندی است که طی آن یک پدیدهٔ فیزیکی آن قدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود.

نکته: ۱ هنگام مدل‌سازی یک پدیدهٔ فیزیکی باید اثرهای **جزئی** را **نادیده** بگیریم، نه اثرهای مهم و تعیین‌کننده را. مثلاً هنگام سقوط یک پَر در هوا، نمی‌توانیم از اثر مقاومت هوا در برابر حرکت پَر چشم‌پوشی کنیم، اما اگر باد نوزد می‌توانیم حرکت پر را مستقیم و در راستای قائم در نظر بگیریم.

۲ در فیزیک دبیرستان همهٔ اجسام را **ذره** در نظر می‌گیریم و در واقع از چرخش اجسام در ضمن حرکت، صرف‌نظر می‌کنیم. اگر نیرویی به یک میز یا جعبه وارد می‌کنیم، نیروهای وارد بر میز یا جعبه را به‌صورت نیروهای وارد بر یک ذره نشان می‌دهیم. اما برای بررسی حرکت یک هواپیما نمی‌توانیم آن را ذره در نظر بگیریم، زیرا چگونگی شکل بال‌ها و بدنهٔ هواپیما نقش مهمی در پرواز آن دارد.

مثال: **فوتبالیستی توپی را شوت می‌کند. در چه تعداد از بررسی‌های زیر توپ را نمی‌توان ذره درنظر گرفت؟**

الف) حرکت توپ مستقیم باشد. **ب) حرکت توپ کات‌دار باشد.**
پ) حرکت توپ به طرف بالا باشد. **ت) پرتاب به طرف بالا در شرایط باد شدید باشد.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ می‌دانیم که هنگام حرکت کات‌دار توپ، به سبب اختلاف فشار هوای دو طرف توپ، مسیر توپ منحنی و خمیده می‌شود. از این رو توپ را نمی‌توان ذره درنظر گرفت. هم‌چنین اگر باد شدید بوزد به سبب سطح مقطع قابل توجه توپ، برخورد ذرات هوا با توپ سبب می‌شود نیروی قابل ملاحظه‌ای به آن وارد شود و توپ از مسیر خود خارج شود. از این رو توپ نمی‌تواند ذره فرض شود.

مثال: **در مدل‌سازی پرتوی نور خروجی از یک لیزر، کدام ویژگی در مورد پرتوها، نادرست بیان شده است؟** (برگرفته از پرسش کتاب درسی)

۱) راست بودن خطوط ۲) موازی بودن خطوط ۳) هم‌جهت بودن خطوط ۴) واگرا بودن خطوط

پاسخ: گزینه۴ با توجه به شکل روبه‌رو، مشاهده می‌شود که پرتوها واگرا مدل‌سازی نمی‌شوند ولی سایر ویژگی‌های گفته شده درست است.

۳ اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی

فیزیک علمی مبتنی بر اندازه‌گیری است. نتیجهٔ اندازه‌گیری‌ها به‌صورت مقادیر کمّی (با عدد) بیان می‌شوند.

◂ **کمیت:** هرچیز قابل اندازه‌گیری را کمیت می‌گویند. مانند: کمیت جرم، کمیت زمان و کمیت طول.

کمیت‌ها را از نظر **محتوی** و **عملکردهای ریاضی** به دو دسته تقسیم می‌کنند: ۱ **کمیت‌های نرده‌ای:** برای بیان آن‌ها، فقط استفاده از یک عدد و یکای مناسب کفایت می‌کند. مانند مسافت، زمان، جرم و انرژی ۲ **کمیت‌های برداری:** کمیت‌هایی جهت‌دار هستند و برای بیان آن‌ها علاوه بر عدد و یکای مناسب، باید جهت آن‌ها نیز بیان شود. مانند: جابه‌جایی، نیرو، شتاب، میدان الکتریکی و مغناطیسی.

◂ **نمایش کمیت‌های برداری:** برای نمایش برداری یک کمیت مانند نیرو، شتاب و میدان الکتریکی، آن‌ها را به‌صورت $\vec{F}$، $\vec{a}$ و $\vec{E}$ نشان می‌دهیم. اما اگر منظور فقط محتوای نرده‌ای این کمیت‌ها باشد، یعنی بزرگی کمیت‌ها مورد نظر باشد، آن‌ها را به‌صورت F، a و E یا $|\vec{F}|$، $|\vec{a}|$، $|\vec{E}|$ نشان می‌دهیم.

نکته:

۱ اگر بردارهای مورد بحث فقط در یک راستا مثلاً محور x باشند، می‌توان از علامت مثبت برای جهت برداری که همسوی $+x$ است و از علامت منفی برای جهت برداری که در خلاف سوی محور $+x$ است استفاده کرد و علامت بردار روی نماد کمیت را به‌کار نبرد.

۲ برخی کمیت‌های برداری که در دورهٔ دبیرستان با آن‌ها سروکار دارید عبارتند از:

بردارهای مکان (x)، جابه‌جایی (Δx)، سرعت (v)، سرعت متوسط (v_{av})، شتاب (a)، شتاب متوسط (a_{av})، نیرو و انواع آن (F)، تکانه (p)، تغییر تکانه (Δp)، میدان الکتریکی (E)، میدان مغناطیسی (B).

۳ برخی کمیت‌های نرده‌ای که در دورهٔ دبیرستان با آن‌ها سروکار دارید عبارتند از:

مسافت (ℓ)، تندی (s)، تندی متوسط (s_{av})، طول (ℓ)، جرم (m)، زمان (t)، دما (T)، مقدار ماده (تعداد مول n)، جریان الکتریکی (I)، فشار (P)، انرژی و انواع آن (E)، توان (P)، شار مغناطیسی (Φ)، چگالی (ρ).

مثال: از کمیت‌های زیر، کدام موارد همگی نرده‌ای هستند؟

الف) شدت جریان الکتریکی ب) تندی پ) جابه‌جایی ت) فشار

۱) الف و ب و پ ۲) الف و ب و ت ۳) ب و پ و ت ۴) الف و پ و ت

پاسخ: گزینه۲ جابه‌جایی، برداری است که از مکان اولیه به مکان ثانویه متصل می‌شود. شدت جریان الکتریکی، جهت دارد اما از قوانین برداری پیروی نمی‌کند و نرده‌ای است. در بین موارد داده شده، تنها جابه‌جایی جزء کمیت‌های برداری است، پس مورد پ نباید در گزینهٔ مورد نظر باشد.

مثال: یکای فرعی کدام کمیت زیر، نادرست نوشته شده است؟

۱) گرمای ویژه: $m^2/s.K$ ۲) انرژی: $kg.m^2/s^2$ ۳) نیرو: $kg.m/s^2$ ۴) فشار: $kg/m.s^2$

پاسخ: گزینه۱ یکای گرمای ویژه در SI، $(J/kg.K)$ و یکای فرعی آن $(m^2/s^2.K)$ است. یکای فرعی سایر گزینه‌ها به درستی بیان شده‌اند.

تذکر: در ادامهٔ این کتاب، در هر مبحثی که نیاز به محاسبات برداری باشد، به آموزش مفاهیم کمیت‌های برداری و قوانین جمع پرداخته‌ایم و نیاز شما را در جای خودش برآورده ساخته‌ایم.

۴ اندازه‌گیری و دستگاه‌های بین‌المللی یکاها

برای اندازه‌گیری کمیت‌های نرده‌ای و برداری و بیان **قابل اطمینان** باید یکای اندازه‌گیری **مناسب** وجود داشته باشد. به این منظور یکاهای اندازه‌گیری را تعریف می‌کنند و آن‌ها را به‌صورت قراردادی می‌پذیرند.

نکته: دو ویژگی مهم یکای اندازه‌گیری عبارتند از: ۱ یکا نباید تغییر کند. ۲ یکا باید قابلیت بازتولید (دسترسی) در مکان‌های مختلف داشته باشد.

◂ **کمیت‌های اصلی و یکای آن‌ها**

هفت کمیت اصلی مطابق جدول زیر تعریف شده‌اند و این کمیت‌های مهم را **کمیت های اصلی** و یکای آن‌ها را **یکای اصلی** می‌نامند. به‌جز هفت کمیت و یکاهای اصلی، کمیت‌های دیگر را برحسب کمیت‌های اصلی تعریف می‌کنند و به آن‌ها **کمیت فرعی** و یکاهای این کمیت‌ها را **یکاهای فرعی** می‌نامند.

کمیت‌های اصلی و یکاهای آن‌ها		
کمیت	نام یکا	نماد یکا
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	kg
زمان	ثانیه	s
دما	کِلوین	K
مقدار ماده	مُول	mol
جریان الکتریکی	آمپر	A
شدت روشنایی	کَندِلا (شمع)	cd

برخی کمیت‌های فرعی و یکاهای آن‌ها		
تندی و سرعت	m/s	m/s
نیرو	نیوتون (N)	$kg\cdot m/s^2$
فشار	پاسکال (Pa)	$kg/m\cdot s^2$
انرژی	ژول (J)	$kg\cdot m^2/s^2$
توان	وات (W)	$kg\cdot m^2/s^3$
گرمای ویژه	$J/kg^\circ K$	$m^2/s^2\cdot K$
میدان الکتریکی	N/C	$kg\cdot m/A\cdot s^3$

مثال: **کدام‌یک از کمیت‌های زیر کمیت فرعی می‌باشد؟**

جرم - چگالی - شتاب متوسط - اختلاف پتانسیل - انرژی - دما - نیرو

پاسخ: باید آن‌هایی که در جدول کمیت‌های اصلی نیستند را انتخاب کنیم که عبارتند از: چگالی ـ شتاب متوسط ـ اختلاف پتانسیل ـ انرژی ـ نیرو

یکای طول

متر در آغاز به صورت
یک ده میلیونیم این فاصله تعریف شد

اولین تعریف متر در سال ۱۷۹۱ میلادی

تعریف اولیه: طول یک ده میلیونیم فاصلهٔ استوا تا قطب شمال را یک متر در نظر می‌گرفتند.

تعریف کاربردی: فاصلهٔ میان دو خط حک شده روی میله‌ای از جنس آلیاژ پلاتین ـ ایریدیم در دمای صفر درجهٔ سلسیوس را برابر یک متر در نظر می‌گیرند.

تعریف تخصصی: یک متر برابر مسافتی است که نور در مدت زمان تقریبی $\frac{1}{3\times10^8}$ ثانیه در خلأ طی می‌کند.

نکته: ذرع و فرسنگ از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای اندازه‌گیری طول هستند.
هر ذرع $104\,cm$ و هر فرسنگ ۶۰۰۰ ذرع است.

- یکای نجومی (AU) و سال نوری (Ly) از یکاهای اندازه‌گیری طول هستند.

یکای نجومی فاصلهٔ متوسط زمین تا خورشید در حدود ۱۵۰/۰۰۰/۰۰۰ کیلومتر است. $(1AU\simeq1/50\times10^{11}\,m)$

- مسافتی را که نور در مدت ۱ سال در خلأ می‌پیماید، سال نوری (Ly) می‌نامند.

یکای جرم

یکای جرم را در SI کیلوگرم می‌نامند و به صورت جرم یک استوانهٔ فلزی خاص از جنس آلیاژ پلاتین ـ ایریدیم تعریف شده است.
خروار، من تبریز، سیر، مثقال، نخود و گندم از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای اندازه‌گیری جرم هستند.

یکای زمان

یکای زمان را برحسب ثانیه می‌سنجند.

تعریف اولیه: یکای زمان، ثانیه به‌صورت $\frac{1}{86400}$ میانگین روز (شبانه‌روز) خورشیدی تعریف می‌شود.

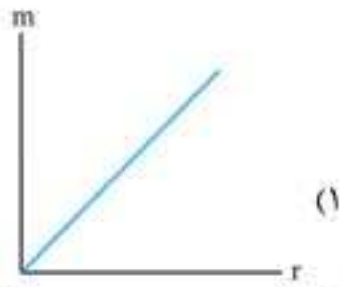
امروزه زمان را با ساعت‌های اتمی می‌سنجند و بقیهٔ ساعت‌ها را با این ساعت‌های اتمی تنظیم می‌کنند.

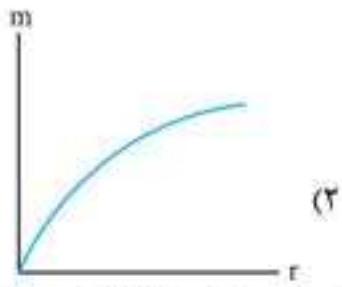
- مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد را **بازه زمانی** می‌نامیم. مثلاً مدت زمانی که طول می‌کشد تا مداد از روی میز سقوط کند تا به کف اتاق برخورد کند را بازهٔ زمانی سقوط مداد می‌نامند.

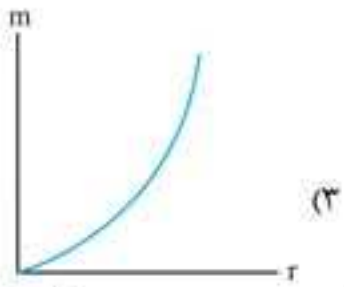
پیشوندهای یکاها

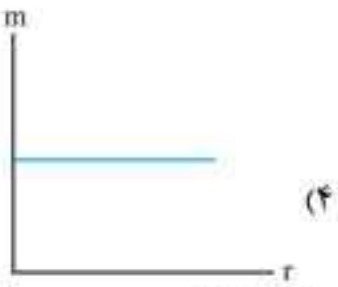
برای بزرگ‌تر یا کوچک‌تر کردن یکاها، از پیشوندهای فیزیکی استفاده می‌کنیم. در جدول زیر پیشوندهای مهم و پرکاربرد آورده شده است.

۱۳۰. کدام گزینه می‌تواند بیانگر نمودار جرم یک کره فلزی توپر (m) برحسب شعاع (r) کره باشد؟

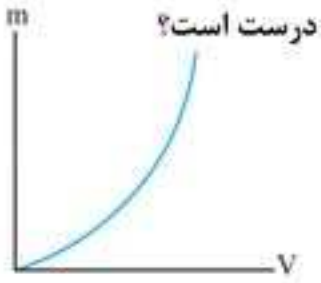
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۱۳۱. نمودار جرم برحسب حجم یک ماده مطابق شکل است. با افزایش حجم و جرم جسم، کدام گزینه دربارهٔ چگالی جسم درست است؟



۱) ثابت می‌ماند.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) کاهش می‌یابد.
۴) ابتدا افزایش، سپس کاهش می‌یابد.

۱۳۲. نصف حجم ظرفی را از مایع A با چگالی ρ_A و نصف دیگر حجم ظرف را از مایع B با چگالی ρ_B پُر می‌کنیم. دو مایع بدون تغییر حجم، با یکدیگر مخلوط می‌شوند و چگالی مخلوط برابر $8\,g/cm^3$ می‌شود. اگر $\frac{1}{3}$ حجم ظرف را از مایع A و بقیهٔ آن را از مایع B پُر کنیم، چگالی مخلوط $6\,g/cm^3$ می‌شود. نسبت $\frac{\rho_A}{\rho_B}$ کدام است؟

۱) ۷ ۲) $\frac{1}{7}$ ۳) ۳ ۴) $\frac{1}{3}$

۱۳۳. در مخلوطی از آب و یخ، مقداری یخ ذوب می‌شود و حجم مخلوط $5cm^3$ کاهش می‌یابد. جرم یخ ذوب‌شده چند گرم است؟ ($\rho_{آب} = 1g/cm^3$، $\rho_{یخ} = 0/9g/cm^3$)

(ریاضی خارج ۸۸)

۱) ۴/۵ ۲) ۵ ۳) ۴۵ ۴) ۵۰

۱۳۴. $100cm^3$ از مایع A با چگالی $2g/cm^3$ را با $150cm^3$ از مایع B با چگالی $4g/cm^3$ مخلوط می‌کنیم. اگر چگالی مخلوط $\frac{10}{3}g/cm^3$ شود، کدام گزینه درباره این مخلوط درست است؟

۱) جرم مایع A، ۳ برابر جرم مایع B است.
۲) حجم مخلوط $10cm^3$ تغییر کرده است.
۳) حجم مخلوط ۵٪ تغییر کرده است.
۴) اختلاف جرم دو مایع 40g است.

۱۳۵. $200cm^3$ از مایعی با چگالی $2/5\,g/cm^3$ را با $600cm^3$ از مایعی با چگالی $3/5\,g/cm^3$ مخلوط می‌کنیم. اگر چگالی مخلوط به‌دست آمده $5\,g/cm^3$ باشد، در فرایند مخلوط کردن این دو مایع، حجم اولیه چند درصد کاهش یافته است؟

۱) ۴۵ ۲) ۵۵ ۳) ۶۵ ۴) ۳۵

۱۳۶. دو کرهٔ A و B که شعاع ظاهری هر یک برابر با 2cm است، جرم یکسانی دارند و درون یکی از آن‌ها حفره‌ای وجود دارد. اگر $\rho_A = 3\,g/cm^3$ و $\rho_B = 8\,g/cm^3$ باشد، حجم حفره چند سانتی‌مترمکعب است؟ ($\pi = 3$)

(کانون فرهنگی آموزش)

۱) ۱۲ ۲) ۲۰ ۳) ۶ ۴) صفر

آزمون پایانی فصل

۱۳۷. ..... از کمیت‌های اصلی و ..... از کمیت‌های فرعی هستند.

۱) طول و دما ـ جرم و حجم ۲) زمان و دما ـ حجم و تندی ۳) جرم و حجم ـ شتاب و نیرو ۴) جرم و زمان ـ چگالی و مقدار ماده

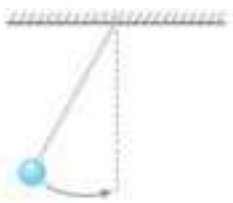
۱۳۸. یکای فرعی کمیت‌های فشار و کار به ترتیب از راست به چپ در SI کدام است؟

۱) $kg/m.s^2$ و $kg.m^2/s$ ۲) $kg.m^2/s$ و $kg.m/s$ ۳) $kg/m.s^2$ و $kg.m^2/s^2$ ۴) $kg.m^2/s^2$ و $kg.m^2/s$

۱۳۹. اگر کمیت فرعی B در رابطهٔ «B × جرم = زمان × نیرو» صدق کند، یکای آن در SI کدام است؟

۱) m.s ۲) $m.s^{-1}$ ۳) $kg.m.s^{-1}$ ۴) $kg.m^2.s$

۱۴۰. بسامد زاویه‌ای یک آونگ که با ω (اُمگا) نشان داده می‌شود به طول آونگ و شتاب گرانش در آن محل بستگی دارد و برای نوسانات کم‌دامنهٔ آونگ، رابطهٔ $\omega = (\frac{\text{شتاب گرانش}}{\text{طول آونگ}})^{\frac{1}{2}}$ برقرار است. یکای بسامد زاویه‌ای (ω) در SI کدام است؟



۱) s^{-1} ۲) s^{-2} ۳) $m.s^{-1}$ ۴) $m^{-1}.s$

۱۴۱. کوازارها دورترین اجرام شناخته‌شده از منظومهٔ شمسی هستند که در فاصلهٔ $10^{14}\,Tm$ از منظومهٔ شمسی قرار دارند. این فاصله برحسب یکای نجومی چه‌قدر است؟ $(1AU \approx 1/5\times10^{11}\,m)$

۱) $6/6\times10^{14}$ ۲) $1/5\times10^{14}$ ۳) $6/6\times10^{15}$ ۴) $1/5\times10^{15}$

۱۴۲. طول یک شمع روشن در مدت $4\,min$ ، $24\,mm$ آب می‌شود. آهنگ سوختن شمع برحسب سانتی‌متر بر ثانیه کدام است؟

۱) 6×10^{-3} ۲) 6×10^{-2}

۳) 10^{-3} ۴) 10^{-2}

۱۴۳. خطای اندازه‌گیری یک متر لیزری دیجیتال $\pm 0/1\,mm$ است. کدام‌یک از طول‌های گزارش‌شدهٔ زیر توسط این متر اندازه‌گیری نشده است؟ (کانون فرهنگی آموزش)

۱) $4/261\,dm$ ۲) $726/5\times10^{-4}\,m$ ۳) $29/15\,cm$ ۴) $0/00081\,dam$

۱۴۴. شعاع اتم هیدروژن برابر با $10^{-4}\,\mu m$ است. مرتبهٔ بزرگی حجم اتم هیدروژن برحسب $(nm)^3$ کدام است؟ (کانون فرهنگی آموزش)

۱) 10^{-1} ۲) 10^{-6} ۳) 10^{-8} ۴) 10^{-3}

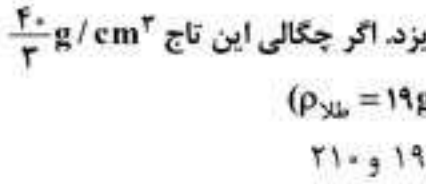
۱۴۵. مرتبهٔ بزرگی تعداد ضربان قلب یک انسان ۶۰ ساله در طول عمرش چه‌قدر است؟

۱) 10^{5} ۲) 10^{7} ۳) 10^{9} ۴) 10^{11}

۱۴۶. کمینهٔ درجه‌بندی یک خط‌کش مدرج برابر با ۰/۲ میلی‌متر است. کدام گزینه می‌تواند نتیجهٔ حاصل از اندازه‌گیری توسط این خط‌کش باشد؟ (کانون فرهنگی آموزش)

۱) $2/45\,mm \pm 0/2\,mm$ ۲) $2/35\,mm \pm 0/1\,mm$ ۳) $2/3\,mm \pm 0/1\,mm$ ۴) $2/7\,mm \pm 0/2\,mm$

۱۴۷. مطابق شکل زیر، طول جسمی توسط یک خط‌کش اندازه‌گیری شده است. به ترتیب از راست به چپ، رقم حدسی اندازه‌گیری کدام می‌تواند باشد و خطای این خط‌کش (بر حسب cm) کدام است؟ (کانون فرهنگی آموزش)



۱) ۷ و $\pm 0/25$ ۲) ۳ و $\pm 0/25$

۳) ۷ و $\pm 0/3$ ۴) ۳ و $\pm 0/3$

۱۴۸. چگالی سیارهٔ مریخ در حدود $3/9\,g/cm^3$ و جرم آن $6/5\times10^{23}\,kg$ است. اگر شعاع سیارهٔ مشتری تقریباً $70000\,km$ باشد، مرتبهٔ بزرگی تعداد مریخ‌هایی که می‌توان در مشتری جا داد، به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ (مشتری را به صورت یک کرهٔ کامل در نظر بگیرید.)

۱) 10^{4} ۲) 10^{6} ۳) 10^{8} ۴) 10^{10}

۱۴۹. جرم یک مجسمهٔ توخالی که از نقره ساخته شده، $525\,g$ و حجم قسمت توخالی آن $75\,cm^3$ است. چند درصد حجم این مجسمه توپُر است؟ $(\rho_{نقره} = 10/5\,g/cm^3)$

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

۱۵۰. یک قطعه فلز را که چگالی آن $2/7\,g/cm^3$ است، کاملاً در ظرفی پُر از الکل به چگالی $0/8\,g/cm^3$ وارد می‌کنیم و به اندازهٔ $160\,g$ الکل از ظرف بیرون می‌ریزد. جرم قطعه فلز چند گرم است؟ (ریاضی ۹۳)

۱) ۵۴۰ ۲) ۴۵۰ ۳) ۴۳۲ ۴) ۲۰۰

۱۵۱. چگالی جسم A، ۱/۵ برابر چگالی جسم B است. اگر جرم $500\,cm^3$ از جسم B برابر $200\,g$ باشد، جرم $200\,cm^3$ از جسم A چند گرم است؟ (ریاضی خارج ۹۱)

۱) ۱۲۰ ۲) ۱۸۰ ۳) ۲۴۰ ۴) ۳۶۰

۱۵۲. داخل ظرفی به جرم $120\,g$ را یک بار مقداری روغن و بار دیگر مقداری جیوه می‌ریزیم و در هر دو بار ظرف کاملاً پُر می‌شود. اگر جرم مجموعه در حالت اول $130\,g$ و در حالت دوم $300\,g$ شود، چگالی جیوه چند برابر چگالی روغن است؟

۱) $\frac{13}{30}$ ۲) $\frac{30}{13}$ ۳) $\frac{1}{18}$ ۴) ۱۸

۱۵۳. می‌خواهیم با استفاده از دو فلز به چگالی‌های $\rho_1 = 10\,g/cm^3$ و $\rho_2 = 5\,g/cm^3$ مقدار ۱۴۰۰ گرم آلیاژ به چگالی $7\,g/cm^3$ درست کنیم. چند گرم از فلز اول باید به کار بریم؟

۱) ۶۰۰ ۲) ۷۰۰ ۳) ۸۰۰ ۴) ۹۰۰

۱۵۴. مخلوطی از دو مادهٔ A و B می‌سازیم به‌طوری‌که ۴۰٪ حجم مخلوط از مادهٔ A و بقیه از مادهٔ B ساخته شود. اگر چگالی مادهٔ A برابر ۲۰٪ چگالی مادهٔ B باشد، چگالی مخلوط چند درصد چگالی مادهٔ B است؟

۱) ۶۸ ۲) ۳۲ ۳) ۱۴ ۴) ۵۲

۱۵۵. $45\,g$ سولفوریک‌اسید به چگالی $1/8\,g/cm^3$ را با $80\,g$ آب خالص به چگالی $1\,g/cm^3$ مخلوط می‌کنیم. اگر چگالی مخلوط $1/25\,g/cm^3$ باشد، چند سانتی‌متر مکعب از حجم دو مایع بر اثر مخلوط شدن کم شده است؟

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۷

۱۵۶. یک تاج که از طلا و نقره ساخته شده است را درون ظرفی پُر از آب می‌اندازیم و $30\,cm^3$ آب از ظرف بیرون می‌ریزد. اگر چگالی این تاج $\frac{40}{3}\,g/cm^3$ باشد، جرم طلا و نقرهٔ به‌کار رفته در آن به ترتیب از راست به چپ چند گرم است؟ $(\rho_{نقره} = 10/5\,g/cm^3$ و $\rho_{طلا} = 19\,g/cm^3)$

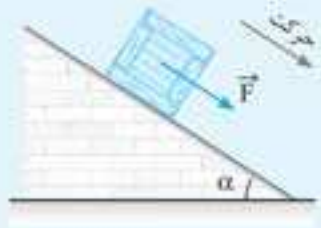
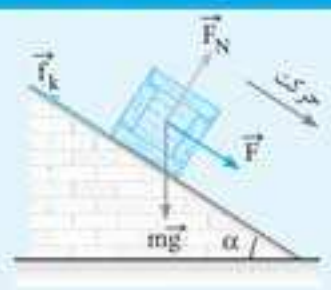
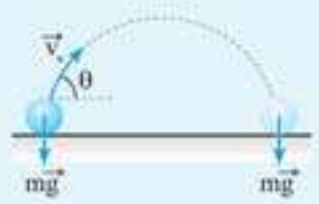
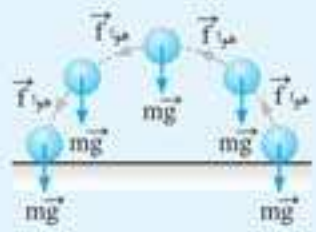
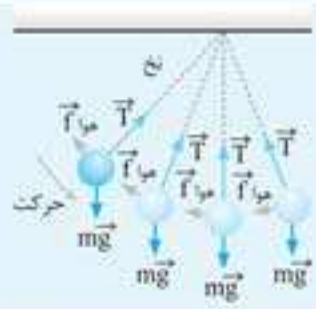
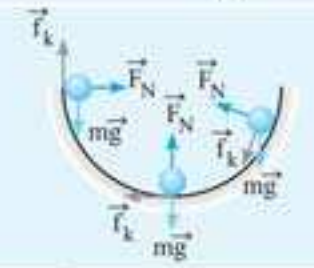
۱) ۱۶۰ و ۲۴۰ ۲) ۲۴۰ و ۱۶۰ ۳) ۲۱۰ و ۱۹۰ ۴) ۱۹۰ و ۲۱۰

پایهٔ دهم

فصل ۲

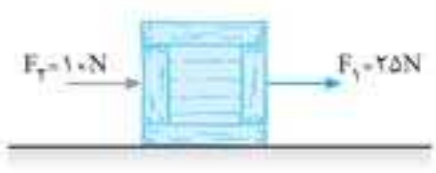
کار، انرژی و توان

کاربرد مفاهیم این فصل بسیار گسترده است. تقریباً در همهٔ بحث‌ها و فصل‌های دیگر کتاب از روابط و قوانین کار، انرژی و توان استفاده می‌شود. به‌سبب کاربرد روابط برداری و مثلثاتی در تست‌های این فصل، یادداشت‌ها و یادآوری‌های ریاضی که لازم دارید را در جای مناسب برایتان آورده‌ایم؛ آنها را بادقت مطالعه کنید تا زحمت‌تان برای حل تست‌ها کم‌تر شود. این مفاهیم ریاضی را در فصل‌های بعدی هم نیاز دارید. به احتمال بسیار زیاد از این فصل یک تست در کنکور طرح خواهد شد.

	نوع حرکت	شکل موجود در صورت سؤال	مشخص کردن همهٔ نیروها	توضیحات
۶	جسم در حال کشیده‌شدن رو به پایین سطح شیب‌دار			در این‌جا اگر جسم پرتاب یا رها شود، نیروی F حذف خواهد شد.
۷	پرتاب جسم در راستای غیرقائم (حرکت پرتابی)			۱ نیروی اصطکاک هوا در هر لحظه در خلاف جهت حرکت (مماس بر مسیر) رسم می‌شود. ۲ اگر مقاومت هوا نباشد، $f_{هوا}$ از شکل حذف می‌شود و جسم فقط تحت تأثیر نیروی وزن خواهد بود.
۸	آونگ			در لحظات مختلف، مقاومت هوا خلاف جهت حرکت و نیروی کشش نخ عمود بر مسیر حرکت است.
۹	حرکت بر مسیر منحنی یکنواخت			در مسیر خمیده نیز نیروی عمودی سطح در هر لحظه، بر مسیر حرکت جسم عمود است.
۱۰	حرکت بر مسیر منحنی غیریکنواخت			در اینجا هم، نیروی عمودی سطح، همواره عمود بر مسیر حرکت و نیروی اصطکاک همواره در خلاف جهت حرکت است.

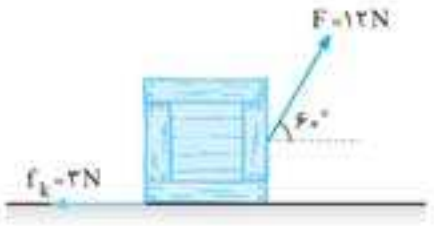
پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۲۱۷. در شکل روبه‌رو جسمی تحت تأثیر نیروهای F_1 و F_2 در حال حرکت به سمت راست است. اگر نیروی اصطکاک بین جسم و سطح برابر با ۱۵ N باشد، کار کل انجام شده روی جسم پس از ۴ m جابه‌جایی چند ژول است؟



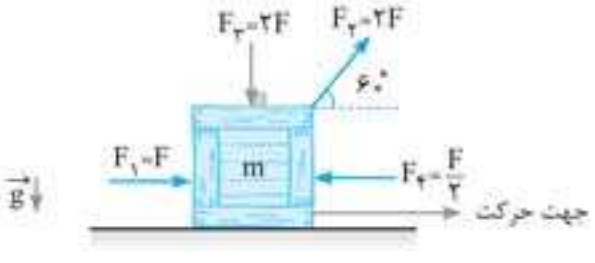
۱) ۶۰ ۲) ۸۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۱۶۰

۲۱۸. در شکل روبه‌رو جسمی روی سطح افقی در حال حرکت است. کار کل انجام‌شده روی جسم در ۴ m جابه‌جایی چند ژول است؟ $(\cos 60^\circ = \frac{1}{2})$



۱) ۱۲ ۲) ۱۸ ۳) ۲۴ ۴) ۳۶

۲۱۹. کل کار انجام شده بر روی جسم زیر در جابه‌جایی افقی به سمت راست به اندازهٔ d، چند برابر کار نیروی $\vec{F}_1$ است؟ (از کلیهٔ اصطکاک‌ها صرف‌نظر کنید) (کانون فرهنگی آموزش)



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

۵۶۹. فشار کل در عمق ۲ m از یک مایع ساکن به چگالی ρ برابر ۹۰cmHg است. فشار کل در عمق ۵ متری از این مایع برابر چند سانتی‌متر جیوه است؟ (فشار هوا ۷۵cmHg است.)

۱) ۹۲/۵ ۲) ۱۰۰ ۳) ۸۵ ۴) ۱۱۲/۵

۵۷۰. اگر فشار هوا ۷۵cmHg باشد، فشار در عمق چند متری آب به ۱۰۰cmHg می‌رسد؟ (چگالی آب و جیوه به ترتیب: $1g/cm^3$، $13/6g/cm^3$ و $g=10N/kg$ است.) (ریاضی خارج ۸۹)

۱) ۳/۴ ۲) ۶/۸ ۳) ۱۰/۲ ۴) ۱۳/۶

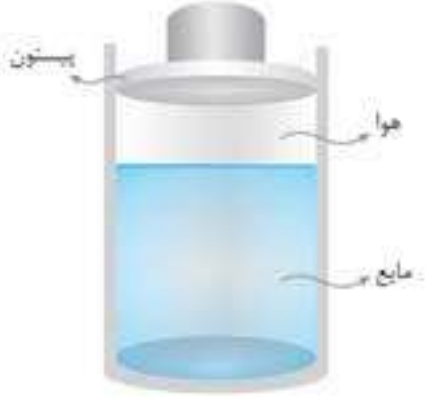
۵۷۱. لولهٔ بلندی به صورت قائم نگه‌داشته شده و در آن تا ارتفاع ۴cm جیوه ریخته شده است. اگر فشار هوا $1/0336\times10^5Pa$ باشد، ارتفاع جیوهٔ درون لوله را به چند سانتی‌متر برسانیم تا فشار در ته لوله دو برابر شود؟ ($\rho_{جیوه}=13/6g/cm^3$, $g=10m/s^2$) (ریاضی ۹۷)

۱) ۸۴ ۲) ۸۲ ۳) ۸۰ ۴) ۷۸

۵۷۲. اگر فشار در عمق h از سطح دریا برابر P_1 و در عمق ۲h برابر P_2 باشد، کدام رابطهٔ زیر درست است؟ (کنکور زیرخاکی)

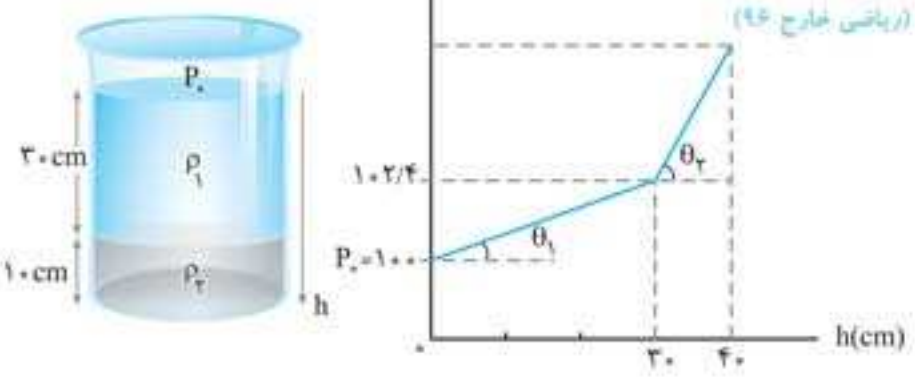
۱) $P_2=P_1$ ۲) $2P_1>P_2>P_1$ ۳) $P_2=2P_1$ ۴) $2P_1\geq P_2>P_1$

۵۷۳. در شکل مقابل، فشار در سطح مایع برابر P_1 و در کف ظرف برابر P_2 است. با پایین آوردن پیستون، فشار در سطح مایع را دو برابر می‌کنیم، فشار در کف ظرف در این حالت P'_2 می‌شود. کدام رابطهٔ زیر درست است؟ (تجربی ۸۰)



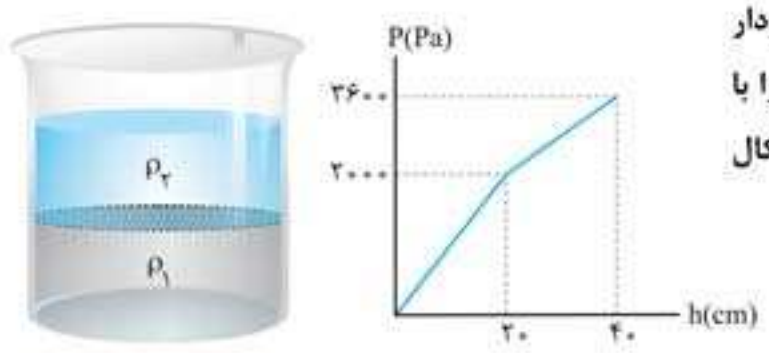
۱) $P'_2=2P_2$
۲) $P'_2=P_2$
۳) $2P_2<P'_2<3P_2$
۴) $P_2<P'_2<2P_2$

۵۷۴. در ظرفی مطابق شکل، دو مایع مخلوط نشدنی وجود دارد. اگر نمودار تغییرات فشار برحسب عمق دو مایع مطابق شکل باشد و $\tan\theta_2=17\tan\theta_1$ باشد، ρ_1 و ρ_2 (در SI) کدام‌اند؟ ($g=10N/kg$) (ریاضی خارج ۹۶)



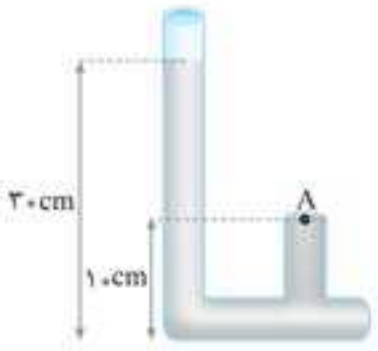
۱) ۶۰۰ و ۱۰۲۰۰
۲) ۷۵۰ و ۱۲۷۵۰
۳) ۸۰۰ و ۱۳۵۰۰
۴) ۸۰۰ و ۱۳۶۰۰

۵۷۵. در شکل مقابل، دو مایع ρ_1 و ρ_2 با لایهٔ نازکی از یکدیگر جدا شده‌اند و نمودار شکل مقابل فشار حاصل از مایع‌ها را برحسب عمق آن نشان می‌دهد. اگر دو مایع را با حجم‌های یکسان مخلوط کنیم، فشار کل در عمق ۲۰cm از این مخلوط چند پاسکال می‌شود؟ ($g=10m/s^2$, $P_0=10^5Pa$)

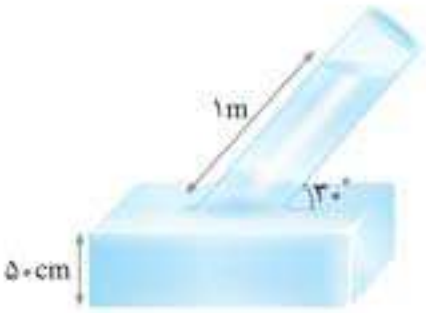


۱) ۱۸۰۰ ۲) ۱۸۰۰۰
۳) ۱۱۸۰۰۰ ۴) ۱۰۱۸۰۰

۵۷۶. دو مایع به چگالی $\rho_1=0/8g/cm^3$ و $\rho_2=1/9g/cm^3$ را با حجم‌های مساوی با یکدیگر مخلوط می‌کنیم و در ظرفی مطابق شکل می‌ریزیم. فشار در نقطهٔ A چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($P_0=75cmHg$, $\rho_{جیوه}=13/5g/cm^3$, $g=10m/s^2$)



۱) ۷۷ ۲) ۷۹
۳) ۸۱ ۴) باید حجم هر مایع معلوم باشد.



۵۶۱ در شکل روبه‌رو، فشار حاصل از مایع در کف ظرف چند پاسکال است؟ ($g = ۱۰ m/s^۲$ و $\rho_{مایع} = ۲/۵ g/cm^۳$)

۱) ۳۷۵۰۰

۲) ۳۷/۵

۳) ۲۵۰۰۰

۴) ۲۵

۵۶۲ نصف حجم استوانه‌ای از مایع با چگالی $\rho_۱$ پر شده و نیمهٔ بالایی آن از مایعی با چگالی $\rho_۲$ پر شده است و فشار حاصل از دو مایع در کف استوانه برابر $P_۱$ است. اگر این دو مایع را به هم بزنیم و دو مایع در هم حل شوند، فشار حاصل از محلول در کف استوانه برابر $P_۲$ می‌شود. کدام رابطه درست است؟ (تجربی خارج ۹۷)

۱) $P_۲ = P_۱$ ۲) $P_۲ > P_۱$ ۳) $P_۲ < P_۱$ ۴) $P_۲ = \frac{\rho_۱ + \rho_۲}{۲(\rho_۱ - \rho_۲)} P_۱$

فشار کل

۵۶۳ اگر فشار هوا $۱۰^۵ Pa$ باشد، فشار در عمق ۲ متری آب یک استخر چند پاسکال است؟ ($g = ۱۰ m/s^۲$ و $\rho_{آب} = ۱ g/cm^۳$)

(برگرفته از مثال کتاب درسی)

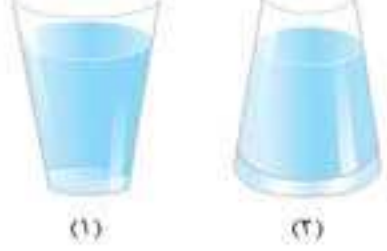
۱) $۱/۲ \times ۱۰^۵$ ۲) $۱/۲ \times ۱۰^۶$ ۳) ۲×۱۰^۴ ۴) ۲×۱۰^۵

۵۶۴ اگر در مکانی فشار هوا برابر ۷۶cmHg باشد، فشار در عمق ۱۳۶ سانتی‌متری آب رودخانه چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($\rho_{آب} = ۱۰۰۰ kg/m^۳$ ، $\rho_{جیوه} = ۱۳۶۰۰ kg/m^۳$)

(ریاضی خارج ۹۳)

۱) ۸۲ ۲) ۸۶ ۳) ۹۲ ۴) ۹۶

۵۶۵ در شکل مقابل، مساحت قاعدهٔ ظرف (۲)، ۴ برابر مساحت قاعدهٔ ظرف (۱) است و هر دو ظرف به ارتفاع یکسان از یک مایع پر شده‌اند. فشار کل در کف ظرف (۱) چند برابر فشار کل در کف ظرف (۲) است؟



۱) ۱

۲) ۴

۳) بیشتر از ۴ برابر

۴) کم‌تر از ۴ برابر

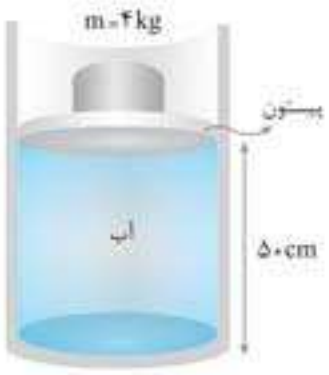
۵۶۶ در شکل مقابل، فشار در نقطهٔ B چند برابر فشار در نقطهٔ A است؟ ($\rho = ۱ g/cm^۳$ ، $g = ۱۰ N/kg$ و $P_۰ = ۹/۹ \times ۱۰^۴ Pa$)

(تجربی ۸۹)

۱) $\frac{۵}{۴}$ ۲) $\frac{۶}{۵}$

۳) $\frac{۲۰}{۱۹}$ ۴) $\frac{۲۱}{۲۰}$

۵۶۷ در شکل مقابل، جرم پیستون ناچیز و مساحت آن $۴۰ cm^۲$ و جرم جسم ۴kg و مساحت تکیه‌گاه آن $۲۰ cm^۲$ است. فشار در کف ظرف چند پاسکال است؟ ($g = ۱۰ m/s^۲$ ، $P_۰ = ۱۰^۵ Pa$ ، $\rho_{آب} = ۱ g/cm^۳$)



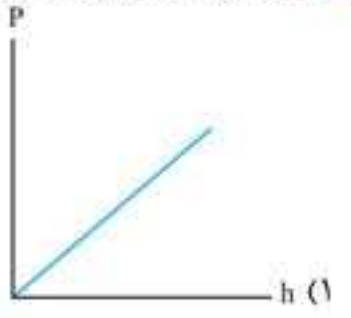
۱) ۱۵۰۰۰

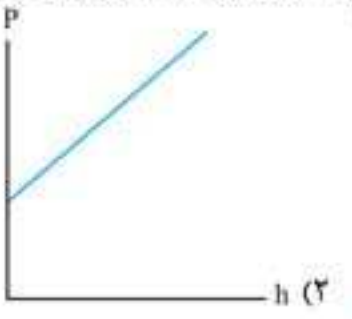
۲) ۲۵۰۰۰

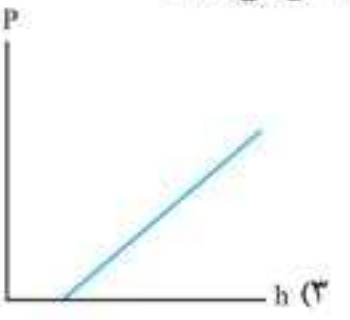
۳) ۱۱۵۰۰۰

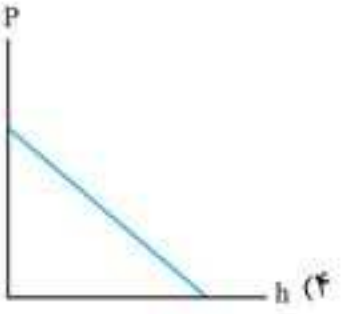
۴) ۱۲۵۰۰۰

۵۶۸ کدام گزینه، نمودار فشار در عمق h از یک مایع را به‌درستی نشان می‌دهد؟

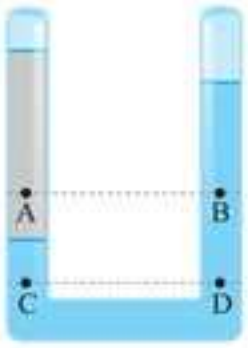
۱) 

۲) 

۳) 

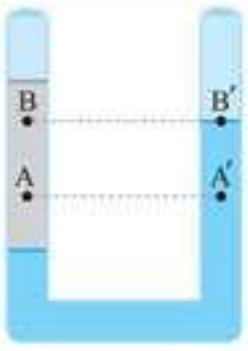
۴) 

۵۹۴. در شکل روبه‌رو، درون لوله دو مایع مخلوط‌نشدنی قرار دارند. اگر فشار در نقاط نشان‌داده‌شدهٔ درون مایع‌ها را با هم مقایسه کنیم، کدام رابطه درست است؟ (تجربی ۹۵)



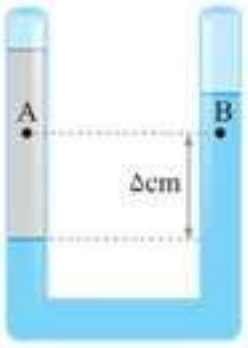
۱) $P_C < P_D$ و $P_A = P_B$
۲) $P_C < P_D$ و $P_A < P_B$
۳) $P_C = P_D$ و $P_A = P_B$
۴) $P_C = P_D$ و $P_A > P_B$

۵۹۵. مطابق شکل، دو مایع مخلوط‌نشدنی آب و نفت در یک لولهٔ U شکل در حال تعادل‌اند. اگر اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و A' را با ΔP_1 و اختلاف فشار بین دو نقطهٔ B و B' را با ΔP_2 نمایش دهیم، کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟ (ریاضی خارج ۹۰)



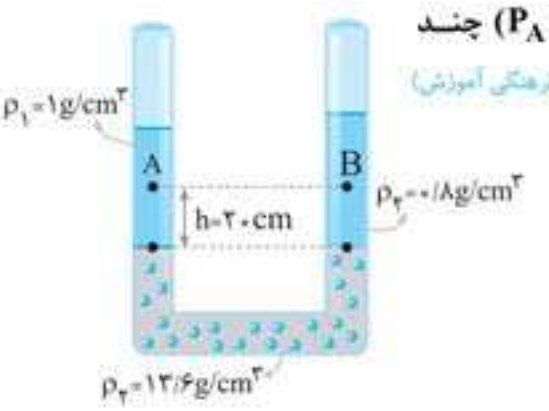
۱) $\Delta P_1 < \Delta P_2$
۲) $\Delta P_1 = \Delta P_2 \neq 0$
۳) $\Delta P_1 = \Delta P_2 = 0$
۴) $\Delta P_1 > \Delta P_2$

۵۹۶. در شکل روبه‌رو، دو مایع مخلوط‌نشدنی به چگالی‌های $800\,kg/m^3$ و $1000\,kg/m^3$ در یک لولهٔ U شکل قرار دارند. اگر فشار در نقطه‌های A و B به ترتیب P_A و P_B باشد، کدام رابطه در SI برقرار است؟ $(g = 10\,m/s^2)$ (تجربی خارج ۹۴)



۱) $P_A = P_B$
۲) $P_A = \frac{4}{5} P_B$
۳) $P_A = P_B - 100$
۴) $P_A = P_B + 100$

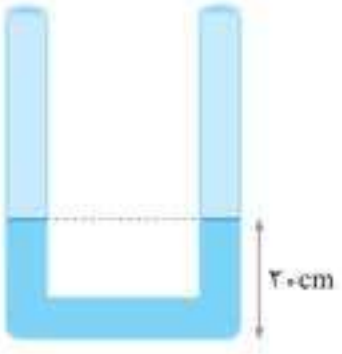
۵۹۷. در شکل، مایع‌ها در یک لولهٔ U شکل به حال تعادل‌اند. اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B $(P_A - P_B)$ چند پاسکال است؟ $(g = 10\,N/kg)$ (کانون فرهنگی آموزش)



۱) −۲۰۰
۲) ۲۰۰
۳) −۱۰۰
۴) ۱۰۰

جابه‌جایی مایع در لولهٔ U شکل

۵۹۸. در شکل روبه‌رو، ارتفاع آب در هر شاخهٔ لوله، برابر ۲۰cm است. درون یکی از شاخه‌ها به آرامی روغن می‌ریزیم تا طول ستون روغن ۲۵cm شود. در حالت تعادل، ارتفاع آب در شاخهٔ مقابل چند سانتی‌متر خواهد شد؟ (چگالی آب و روغن به ترتیب $1\,g/cm^3$ و $0/6\,g/cm^3$ است.) (تجربی خارج ۹۰)

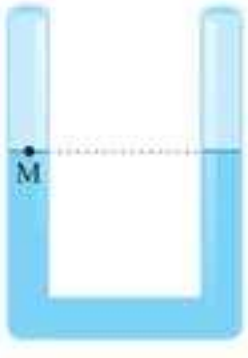


۱) ۲۵
۲) ۲۷/۵
۳) ۳۵
۴) ۳۷/۵

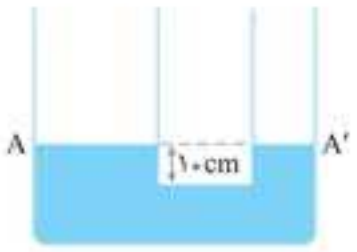
۵۹۹. در یک لولهٔ U شکل، تا ارتفاع معینی جیوه وجود دارد. اگر در یکی از شاخه‌ها روی جیوه آب بریزیم تا ستون آب به ۲۱/۶cm برسد، سطح جیوه در شاخهٔ مقابل نسبت به وضعیت اولیه چند سانتی‌متر بالا می‌رود؟ (سطح مقطع لوله یکسان و چگالی آب و جیوه به ترتیب $1\,g/cm^3$ و $13/5\,g/cm^3$ است.) (تجربی ۹۰)

۱) ۰/۸
۲) ۱/۶
۳) ۰/۴
۴) ۳/۲

۶۰۰. در شکل روبه‌رو، در لولهٔ U شکل آب ریخته شده و نقطهٔ M روی لوله نشانه‌گذاری شده است. اگر در قسمت سمت راست لوله، روی آب به ارتفاع 5cm نفت بریزیم، در لولهٔ مقابل سطح آب چند سانتی‌متر از نقطهٔ M بالاتر می‌رود؟ (چگالی نفت و آب به ترتیب $0/8\,g/cm^3$ و $1\,g/cm^3$ است.) (ریاضی ۹۱)

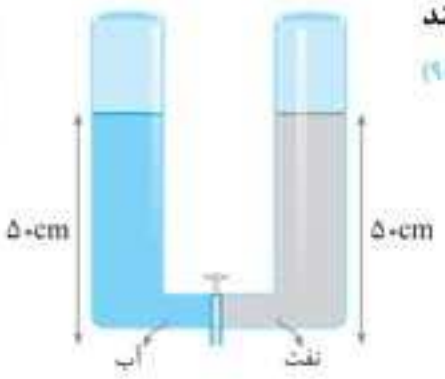


۱) ۱
۲) ۲
۳) ۲/۵
۴) ۴



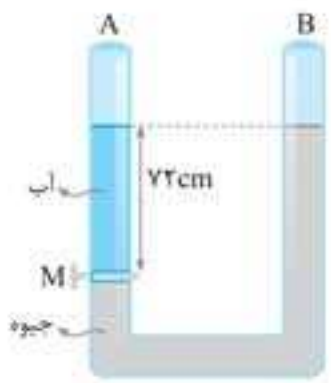
۶۰۱ در دو لولهٔ استوانه‌ای مربوط به هم تا سطح AA' آب وجود دارد و قطر قاعدهٔ یکی از استوانه‌ها ۳ برابر قطر قاعدهٔ استوانهٔ دیگر است. اگر از لولهٔ سمت چپ تا ارتفاع ۵ سانتی‌متر نفت اضافه کنیم. آب در لوله باریک چند سانتی‌متر نسبت به حالت اول بالا می‌رود؟ $(\rho_{\text{آب}} = 1\,g/cm^3 \ , \ g = 10\,m/s^2 \ , \ \rho_{\text{نفت}} = 0/8\,g/cm^3)$ (تجربی ۹۸)

۱) ۱/۲
۲) ۳/۶
۳) ۴
۴) ۵



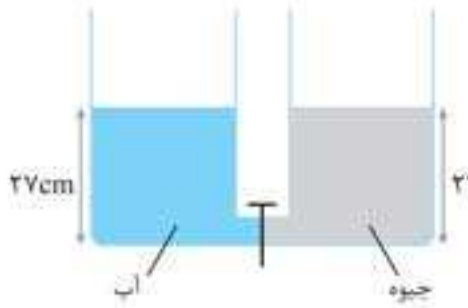
۶۰۲ در شکل روبه‌رو، قطر قاعدهٔ دو استوانه برابر است. اگر شیر ارتباط بین دو ظرف را باز کنیم سطح آب چند سانتی‌متر پایین می‌آید؟ $(\rho_{\text{نفت}} = 800\,kg/m^3 \ , \ \rho_{\text{آب}} = 1000\,kg/m^3)$ (ریاضی ۹۵)

۱) ۱۰
۲) ۵
۳) ۴
۴) ۲/۵



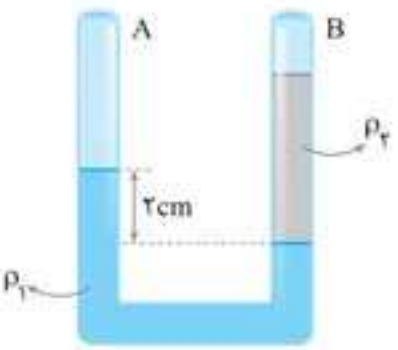
۶۰۳ در شکل روبه‌رو، در شاخهٔ A شیر M بسته است و سطح آزاد جیوه و آب در دو شاخه یکسان است. اگر شیر را باز کنیم، پس از تعادل، سطح جیوه در شاخهٔ A چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟ $(\rho_{\text{آب}} = 1\,g/cm^3 \ , \ \rho_{\text{جیوه}} = 13/6\,g/cm^3)$

۱) ۶۶/۷
۲) ۳۳/۳
۳) ۲۶
۴) ۴۶



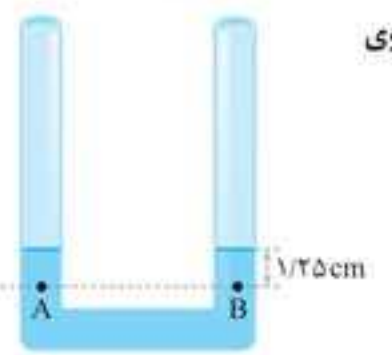
۶۰۴ دو ظرف استوانه‌ای مشابه به‌وسیله لولهٔ بسیار باریک با حجم ناچیز به یکدیگر مربوط‌اند و مطابق شکل مقابل در یک استوانه آب و در دیگری جیوه قرار دارد. اگر شیر ارتباطی بین دو ظرف را باز کنیم، سطح جیوه در لوله چند سانتی‌متر پایین می‌آید؟ $(\rho_{\text{جیوه}} = 13/5\,g/cm^3 \text{ و } \rho_{\text{آب}} = 1\,g/cm^3)$ (تجربی خارج ۹۸)

۱) ۲
۲) ۵
۳) ۱۲/۵
۴) ۲۵



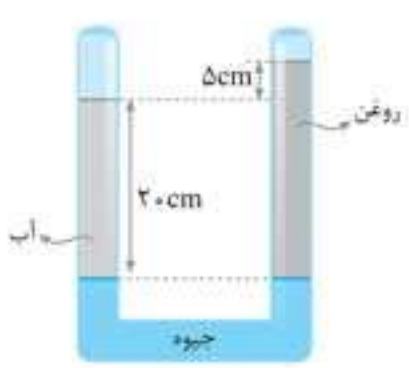
۶۰۵ در شکل روبه‌رو، مایع‌ها در حال تعادل‌اند. اگر نیمی از جرم مایع ρ_2 را از لوله خارج کنیم، سطح مایع ρ_1 در شاخهٔ B چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟

۱) ۲
۲) ۱
۳) ۰/۵
۴) صفر



۶۰۶ در شکل مقابل، مساحت مقطع هر شاخه $3cm^2$ و درون لوله، جیوه است. اگر در یکی از شاخه‌ها روی جیوه ۱۰۲g آب بریزیم، پس از تعادل، فشار در نقطهٔ A چندسانتی‌متر جیوه افزایش می‌یابد؟ $(\rho_{\text{آب}} = 1\,g/cm^3 \ , \ \rho_{\text{جیوه}} = 13/6\,g/cm^3)$

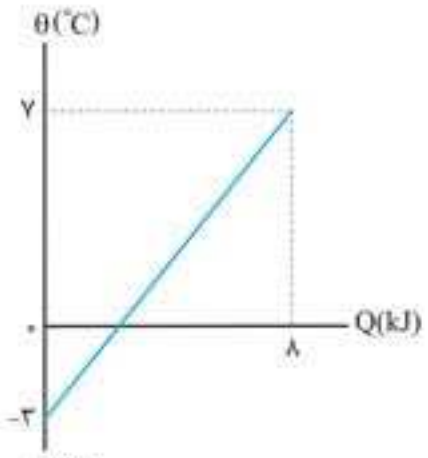
۱) ۲/۵
۲) ۱/۲۵
۳) ۷/۵
۴) ۱۰



۶۰۷ در شکل روبه‌رو، دو سطح جیوه در یک تراز قرار دارند و سیستم به حالت تعادل است. تقریباً چند سانتی‌متر به ارتفاع ستون آب اضافه کنیم تا سطح آزاد آب و روغن در یک تراز قرار گیرند؟ $(\rho_{\text{جیوه}} = 13/6\,g/cm^3 \ , \ \rho_{\text{آب}} = 1\,g/cm^3)$ (تجربی خارج ۸۹)

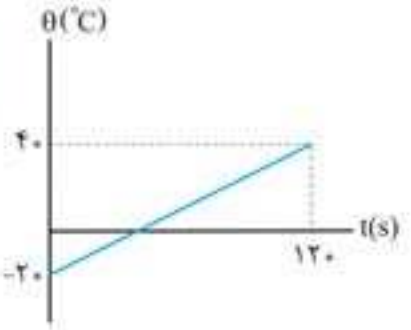
۱) ۴/۵
۲) ۴/۹
۳) ۵/۴
۴) ۹/۴

نمودارهای گرما



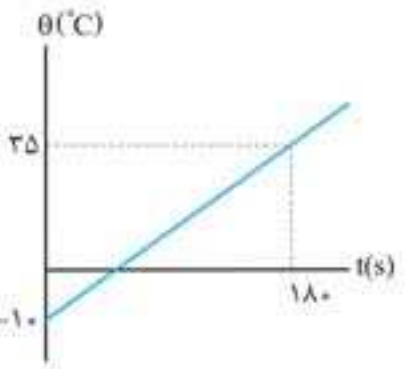
۸۹۳. نمودار تغییرات دما برحسب گرمای داده شده به جسمی به جرم ۲kg مطابق شکل است. چند کیلوژول گرما لازم است تا دمای این جسم ۳ K افزایش یابد؟ (ریاضی خارج ۹۶)

۱) ۶
۲) ۴/۸
۳) ۳
۴) ۲/۴



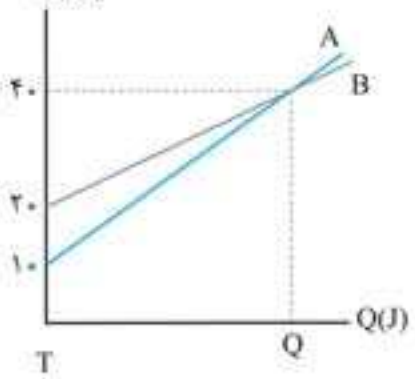
۸۹۴. نمودار دمای جسم جامدی به جرم ۱۰۰g برحسب زمان مطابق شکل است. اگر گرمای ویژهٔ جسم ۴۰۰J / kg.°C باشد، جسم در هر ثانیه چند ژول گرما گرفته است؟ (ریاضی ۹۱)

۱) ۱۰
۲) ۱۲
۳) ۲۰
۴) ۲۴



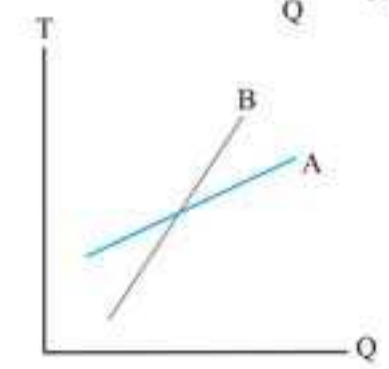
۸۹۵. نمودار دما برحسب زمان برای جسمی مطابق شکل است و در هر دقیقه ۳kJ گرما به جسم داده می‌شود. جرم این جسم چند گرم است؟ ($c_{جسم} = ۵۰۰\ J / kg.^\circ C$) (تجربی خارج ۸۷)

۱) ۴۰
۲) ۷۲
۳) ۴۰۰
۴) ۷۲۰



۸۹۶. نمودار دمای دو جسم A و B برحسب گرمای داده شده به آن‌ها مطابق شکل است. ظرفیت گرمایی A چند برابر ظرفیت گرمایی B است؟

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



۸۹۷. نمودار تغییرات دما برحسب گرمای داده شده به دو جسم A و B مطابق شکل است. کدام‌یک از عبارت‌های زیر، نتیجه‌گیری دقیق‌تری در مورد این دو جسم است؟ (ریاضی خارج ۸۱)

۱) گرمای ویژهٔ A از B بیشتر است.
۲) گرمای ویژهٔ B از A بیشتر است.
۳) ظرفیت گرمایی A از B بیشتر است.
۴) ظرفیت گرمایی B از A بیشتر است.

گرمای ویژهٔ مولی

۸۹۸. کدام‌یک از جمله‌های زیر درست است؟

۱) گرمای ویژهٔ فلزها تقریباً با هم برابر است.
۲) یک مول از هر ماده‌ای برابر $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ گرم از آن ماده است.
۳) جرم مولی یک ماده برابر جرم یک واحد حجم از آن ماده است.
۴) گرمای ویژهٔ مولی بیشتر فلزها تقریباً مقداری ثابت و برابر ۲۵J / mol.K است.

۸۹۹. می‌خواهیم دمای یک مول از هر یک فلزهای آهن، آلومینیم و مس را به اندازهٔ ۵°C بالا ببریم، به کدام یک باید گرمای بیشتری بدهیم؟ ($c_{مس} < c_{آهن} < c_{آلومینیم}$)

۱) آلومینیم
۲) آهن
۳) مس
۴) گرمای لازم برای هر سه تقریباً یکسان است.

۹۰۰. جرم مولی آب برابر ۱۸g / mol و گرمای ویژهٔ مولی آن تقریباً ۷۵J / mol.K است. به ۳۶۰ گرم آب ۲۰°C چند ژول گرما باید بدهیم تا دمای آن به ۸۶°F برسد؟

۱) ۱۵۰۰۰
۲) ۷۵۰۰
۳) ۳۰۰۰۰
۴) ۲۰۰۰۰

گرما و انبساط ماده

۹۰۱. دو کرهٔ فلزی هم‌جنس در نظر بگیرید که شعاع‌های مساوی دارند اما درون یکی از آن‌ها حفره‌ای توخالی وجود دارد. اگر به دو کره، انرژی گرمایی مساوی بدهیم، شعاع آن‌ها در مقایسه با هم چگونه تغییر می‌کند؟ (ریاضی ۸۴)

۱) برای هر دو کره، افزایش شعاع، برابر است.
۲) برای کره‌ای که حفره دارد، افزایش شعاع کم‌تر است.
۳) برای کره‌ای که حفره دارد، افزایش شعاع بیشتر است.
۴) بسته به محل و اندازهٔ شعاع حفره، ممکن است افزایش شعاع کرهٔ حفره‌دار بیشتر یا کم‌تر از کرهٔ توپر باشد.

۹۰۲. چند کیلوژول گرما به میله‌ای به جرم $1kg$ و ضریب انبساط طولی $2\times10^{-5}\,1/^\circ C$ بدهیم تا $0/1$ درصد طول اولیه‌اش، افزایش طول پیدا کند؟ $(c_{فلز}=400\,J/kg.^\circ C)$

۱) 2×10^{4} ۲) 20 ۳) 2000 ۴) 2×10^{6}

۹۰۳. اگر $40kJ$ گرما به یک صفحهٔ فلزی بدهیم، یک دهم درصد به مساحت آن اضافه می‌شود. ظرفیت گرمایی این فلز چند $J/^\circ C$ است؟ (ضریب انبساط طولی فلز، $2\times10^{-5}\,1/^\circ C$ است.)

۱) ۱۶ ۲) ۸۰۰ ۳) ۱۶۰ ۴) ۱۶۰۰

۹۰۴. دو ورقهٔ فلزی هم‌جنس و هم ضخامت و هم‌اندازهٔ A و B داریم. از سطح ورقهٔ A یک قسمت دایره‌ای بریده و جدا می‌کنیم و سپس به هر دو ورقه، گرمای یکسان می‌دهیم. در این حالت، نسبت تغییر مساحت ورقه‌ها، یعنی $\frac{\Delta A_A}{\Delta A_B}$ چقدر است؟

۱) بزرگ‌تر از یک است. ۲) کوچک‌تر از یک است.
۳) برابر یک است. ۴) به مقدار گرمای داده شده بستگی دارد.

۹۰۵. دو صفحهٔ دایره‌ای‌شکل مسی با ضخامت یکسان به مساحت‌های S_1 و $S_2=2S_1$ داریم. اگر به اولی گرمای Q_1 و به دومی گرمای $Q_2=2Q_1$ را بدهیم و در اثر این گرما افزایش شعاع آن‌ها ΔR_1 و ΔR_2 باشد، نسبت $\frac{\Delta R_2}{\Delta R_1}$ چقدر است؟

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

۹۰۶. کرهٔ مسی A توپر و کرهٔ B توخالی است و کره‌ها هم‌اندازه و هم‌دما هستند. به کره‌ها گرمای مساوی می‌دهیم، در این حالت .....

۱) انبساط دو کره یکسان است. ۲) انبساط کرهٔ توپر بیشتر است.
۳) انبساط کرهٔ توخالی بیشتر است. ۴) کرهٔ توخالی منبسط نمی‌شود.

۹۰۷. اگر به 100 گرم آب $0^\circ C$ به میزان $1680J$ گرما بدهیم، حجم آب ..... $(c=4200\,J/kg.K)$ (تجربی خارج ۸۷)

۱) کاهش می‌یابد. ۲) افزایش می‌یابد.
۳) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد. ۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۹۰۸. دو کرهٔ فلزی هم‌جنس A و B، حجم یکسانی دارند اما درون کرهٔ B حفره‌ای وجود دارد. به دو کره انرژی گرمایی یکسانی می‌دهیم. اگر تغییر حجم کرهٔ B، بیست و پنج درصد بیشتر از تغییر حجم کرهٔ A باشد، جرم کرهٔ A چند برابر جرم کرهٔ B است؟

۱) ۱ ۲) $\frac{4}{3}$ ۳) $\frac{3}{4}$ ۴) $\frac{5}{4}$

۹۰۹. یک کرهٔ فلزی توپر به جرم m و دمای اولیهٔ $107^\circ C$ را در مقداری آب به جرم $5m$ و دمای $5^\circ C$ می‌اندازیم. پس از تعادل گرمایی، حجم کره چگونه تغییر می‌کند؟ (ضریب انبساط طولی فلز $10^{-5}K^{-1}$، گرمای ویژهٔ آب ده برابر گرمای ویژهٔ فلز و مبادلهٔ گرما فقط بین آب و فلز صورت می‌گیرد.)

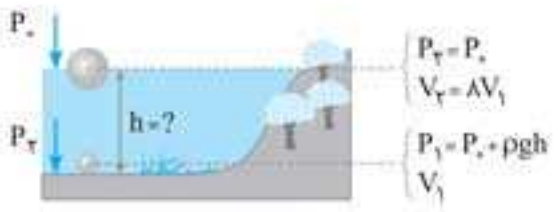
۱) ۰/۱۵ درصد کاهش می‌یابد. ۲) ۰/۱۵ درصد افزایش می‌یابد.
۳) ۰/۰۵ درصد افزایش می‌یابد. ۴) ۰/۰۵ درصد کاهش می‌یابد.

۹۱۰. هنگامی که دمای یک مکعب آهنی توپر به ضلع $10cm$ را به اندازهٔ $\Delta\theta$ افزایش می‌دهیم، حجم آن ۰/۳۶ درصد افزایش می‌یابد. گرمایی که مکعب گرفته چند ژول است؟ (ضریب انبساط طولی آهن $12\times10^{-6}K^{-1}$ و گرمای ویژهٔ آهن $500\,J/kg.K$ و چگالی آهن $7/5\,g/cm^3$ فرض شود.)

۱) $3/75\times10^{5}$ ۲) $37/5\times10^{5}$ ۳) $7/5\times10^{5}$ ۴) $7/5\times10^{6}$

۹۱۱. دو کرهٔ فلزی هم‌جنس A و B داریم. اولی توپر به شعاع $20cm$ و دیگری توخالی که شعاع خارجی آن $20cm$ و شعاع حفرهٔ داخلی آن $10cm$ است. اگر به دو کره به یک اندازه گرما بدهیم و تغییر حجم کرهٔ A برابر ΔV_A و تغییر حجم فلز به کار رفته در کرهٔ B برابر ΔV_B باشد، نسبت $\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}$ کدام است؟ (ریاضی ۹۶)

۱) $\frac{7}{8}$ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) $\frac{8}{7}$



گام دوم: در ته دریاچه فشار وارد بر حباب هوا برابر $P_1 = P_0 + \rho gh$ و در سطح آب فشار وارد بر حباب هوا برابر فشار هوا (P_0) است. بنابراین باتوجه به این‌که دما ثابت است، عمق دریاچه را به‌دست می‌آوریم:

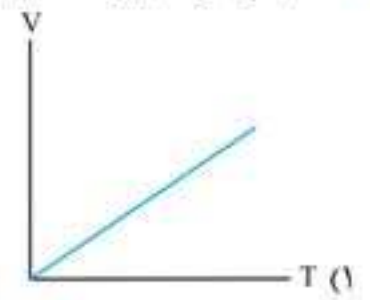
$$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow (P_0+\rho gh)V_1 = P_0 \times 8V_1 \Rightarrow P_0 + \rho gh = 8P_0$$

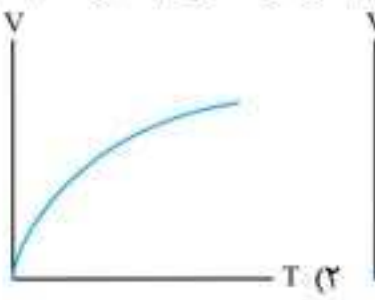
$$\Rightarrow \rho gh = 7P_0 \xrightarrow[P_0=10^5\,Pa]{\rho=10^3\,kg/m^3} 10^3 \times 10 \times h = 7 \times 10^5 \Rightarrow h = 70\,m$$

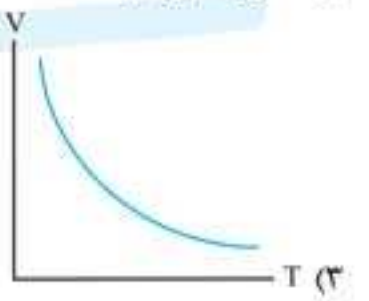
پرسش‌های چهارگزینه‌ای

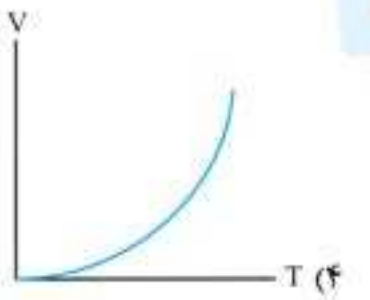
فشار ثابت

۱۰۱۳. کدام نمودار، تغییرات حجم گاز (در فشار ثابت) را نسبت به دمای مطلق نشان می‌دهد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۱۰۱۴. حجم مقدار معینی گاز کامل در دمای $7^\circ C$ برابر $2L$ است. در فشار ثابت دمای گاز را چند کلوین افزایش دهیم تا حجم گاز $400cm^3$ افزایش یابد؟

(تجربی ۹۷)

۱) ۴۶ ۲) ۵۶ ۳) ۳۱۹ ۴) ۳۲۹

۱۰۱۵. دمای گاز کاملی را در فشار ثابت، $20^\circ C$ افزایش می‌دهیم. در نتیجه حجم گاز از $32L$ به $33/6L$ می‌رسد. دمای اولیهٔ گاز چند درجهٔ سلسیوس است؟

۱) ۴۰۰ ۲) ۱۲۷ ۳) ۲۷ ۴) ۳۰۰

۱۰۱۶. دمای $3g$ گاز هیدروژن را در فشار ثابت از $27^\circ C$ به $87^\circ C$ می‌رسانیم. حجم گاز در این فرایند چند درصد افزایش می‌یابد؟ (تجربی خارج ۹۴ و تجربی ۸۲)

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

۱۰۱۷. حجم گازی در دمای $27^\circ C$ برابر V_1 است. اگر در فشار ثابت دمای این گاز را به $273^\circ C$ برسانیم، حجم آن V_2 می‌شود. کدام‌یک از روابط زیر درست است؟

۱) $V_2 = 9V_1$ ۲) $10V_1 > V_2 > 9V_1$ ۳) $V_2 = 10V_1$ ۴) $2V_1 > V_2 > V_1$

۱۰۱۸. اگر در فشار ثابت دمای مقدار معینی از گاز کامل را از $100^\circ C$ به $300^\circ C$ برسانیم، حجم آن .....

۱) دو برابر می‌شود. ۲) سه برابر می‌شود.

۳) بیش از دو برابر و کم‌تر از سه برابر افزایش می‌یابد. ۴) کم‌تر از دو برابر افزایش می‌یابد.

۱۰۱۹. در فشار ثابت، حجم مقداری گاز کامل را به $\frac{1}{3}$ مقدار اولیه‌اش می‌رسانیم. در این حالت سرعت مولکول‌های گاز چه تغییری می‌کند؟

۱) افزایش می‌یابد. ۲) ۳ برابر می‌شود. ۳) کاهش می‌یابد. ۴) $\frac{1}{3}$ برابر می‌شود.

۱۰۲۰. مطابق شکل، پیستون بدون اصطکاکی، گاز کاملی با دمای $57^\circ C$ را محبوس کرده است. دمای گاز را به تدریج به $27^\circ C$ می‌رسانیم. در این صورت پیستون چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟ (تجربی ۸۸)

۱) ۰/۵
۲) ۲
۳) ۲/۵
۴) ۵

۱۰۲۱. مطابق شکل مقداری گاز کامل درون استوانه‌ای توسط یک پیستون بدون اصطکاک محبوس شده است و دمای گاز در این حالت $17^\circ C$ است. دمای گاز را چند درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم، تا ارتفاع پیستون از ته استوانه ۲ برابر شود؟ (سطح مقطع پیستون ثابت فرض می‌شود.)

۱) ۱۷ ۲) ۲۹۰ ۳) ۲۵۶ ۴) ۳۰۷

حجم ثابت

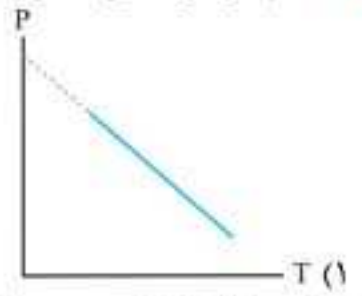
۱۰۲۲. فشار مخزن گازی با حجم ثابت در دمای $27^\circ C$ برابر ۳ جو است. فشار این گاز در دمای $127^\circ C$ چند جو است؟ (تجربی ۸۲)

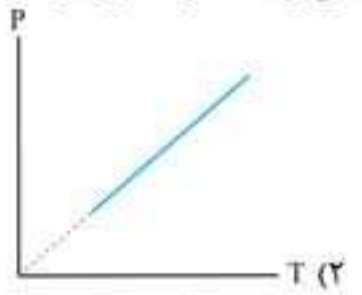
۱) ۴ ۲) ۳/۵ ۳) ۴/۵ ۴) ۵

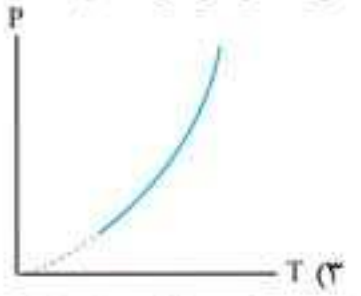
۱۰۲۳. اگر در حجم ثابت، دمای مقدار معینی گاز کامل را از $45/5^\circ C$ به $91^\circ C$ برسانیم، فشار گاز چند برابر می‌شود؟ (تجربی ۹۱)

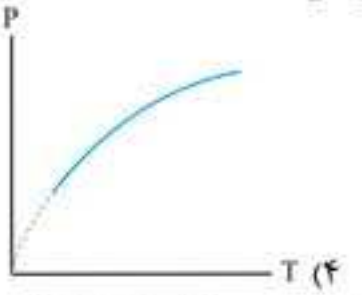
۱) $\frac{4}{3}$ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) $\frac{8}{7}$

۱۰۲۴. کدام نمودار، فشار مقدار معینی از یک گاز کامل را برحسب دمای مطلق آن در حجم ثابت، نشان می‌دهد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۱۰۲۵. گازی با فشار P درون محفظه‌ای با حجم ثابت در دمای $27^\circ C$ موجود است. اگر دمای گاز به $127^\circ C$ برسد، افزایش فشار آن چند P می‌شود؟

۱) $\frac{1}{3}$ ۲) $\frac{3}{4}$ ۳) $\frac{4}{3}$ ۴) ۳

۱۰۲۶. در صبح یک روز زمستانی که دمای هوا $-3^\circ C$ است، فشار هوای درون لاستیک اتومبیلی $2/7 atm$ است. اگر این اتومبیل به محلی برده شود که پس از تعادل گرمایی، فشار هوای درون لاستیک به $3 atm$ برسد، دمای این محل چند درجهٔ سلسیوس است؟ (حجم تایر ثابت فرض شده است) (تجربی خارج ۸۹)

۱) ۳ ۲) ۱۳ ۳) ۲۷ ۴) ۳۷

۱۰۲۷. در حجم ثابت، فشار گاز کاملی را $50 cmHg$ افزایش می‌دهیم، در نتیجه دمای مطلق گاز ۲۵٪ افزایش می‌یابد. فشار اولیهٔ گاز چند سانتی‌متر جیوه بوده است؟

۱) ۲۰۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۲۵

۱۰۲۸. هرگاه به دمای گاز کاملی $546^\circ C$ بیفزاییم، در حجم ثابت فشارش ۳ برابر می‌شود. دمای اولیهٔ گاز برحسب درجهٔ سلسیوس کدام است؟

۱) $-136/5$ ۲) صفر ۳) $136/5$ ۴) ۲۷۳

دمای ثابت

۱۰۲۹. دهانهٔ مخزن استوانه‌ای شکلی را که محتوی یک گاز کامل است، با پیستونی مسدود کرده‌ایم. اگر پیستون را در دمای ثابت به اندازه $\frac{1}{3}$ ارتفاع مخزن پایین بیاوریم. فشار گاز در این حالت چند برابر فشار اولیه خواهد شد؟

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

۱۰۳۰. در دمای ثابت، حجم گاز کاملی ۶۰ درصد تغییر می‌کند؛ در نتیجه فشار آن $15\times10^4 Pa$ افزایش می‌یابد. فشار اولیهٔ گاز چند پاسکال بوده است؟ (تجربی ۹۵)

۱) 10^5 ۲) 2×10^5 ۳) $3/75\times10^4$ ۴) 9×10^4

۱۰۳۱. در دمای ثابت، چند درصد از حجم گازی را کم کنیم تا فشار آن ۲۵٪ زیاد شود؟

۱) ۲۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۵ ۴) ۳۵

۱۰۳۲. مقداری گاز داخل یک ظرف دربستهٔ مکعب شکل قرار دارد. در صورتی که بدون تغییر دما، ابعاد این ظرف دو برابر شود، نیروی وارد بر هر سطح ظرف چند برابر خواهد شد؟ (المپیاد فیزیک)

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

۱۰۳۳. حجم حباب هوا در رسیدن از ته دریاچه تا سطح آب ۳ برابر می‌شود. اگر دمای آب ثابت فرض شود، عمق آب تقریباً چند متر است؟ ($g\simeq10 m/s^2$, $\rho_{آب}=1000 kg/m^3$, $P_0=10^5 Pa$) (ریاضی خارج ۸۷)

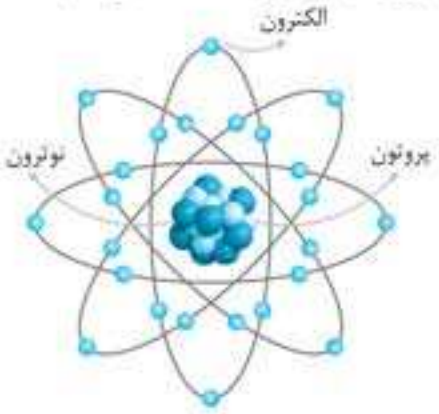
۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

۱۰۳۴. یک حباب هوا از ته دریاچه‌ای به عمق ۱۷ متر به سطح آب می‌آید و در نتیجه حجمش ۳ برابر می‌شود. اگر دمای آب ثابت باشد، فشار هوای محیط چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($g=10 m/s^2$, $\rho_{جیوه}=13600 kg/m^3$, $\rho_{آب}=1000 kg/m^3$) (برگرفته از مثال کتاب درسی)

۱) ۷۵ ۲) ۷۰ ۳) ۶۵ ۴) ۶۲/۵

۱ بار الکتریکی

هر آنچه در اطراف ما و بدن ما وجود دارد، از اتم‌ها و مولکول‌ها تشکیل شده‌اند. اتم‌ها نیز از اجزای کوچک‌تری مانند پروتون‌ها، نوترون‌ها و الکترون‌ها ساخته می‌شوند. بخش مهمی از اتم‌ها بار الکتریکی آن‌ها است. بار الکتریکی موجود در اتم‌ها و ماده، ویژگی‌های الکتریکی در ماده ایجاد می‌کند. تفاوت در ویژگی‌های الکتریکی اتم‌ها و مولکول‌ها سبب ایجاد انواع پیوندهای گوناگون و ساختارهای گوناگون ماده مانند حالت‌های **جامد، مایع، گاز و پلاسما** یا رنگ‌ها و طعم‌ها و بوهای گوناگون می‌شود. بار الکتریکی، مفهومی بنیادین از ویژگی‌های ماده است. بار الکتریکی در دو نوع که آن‌ها را «**مثبت**» و «**منفی**» می‌نامند، در طبیعت و در ماده یافت می‌شود.



الکترون‌ها بار منفی و **پروتون‌ها** بار مثبت دارند. **نوترون** از نظر الکتریکی خنثی است.

کولن: یکای بار الکتریکی در **SI** است. آن را با «C» نشان می‌دهند.

بار الکتریکی که در اجسام و مواد به وجود می‌آید را با نماد q یا Q نشان می‌دهیم.

بیشتر بارهای الکتریکی که در این فصل با آن‌ها سروکار داریم، از مرتبهٔ μC (میکروکولن) و nC (نانوکولن) هستند.

بار پایه: اندازهٔ بار منفی که الکترون دارد، با اندازهٔ بار مثبتی که پروتون دارد، دقیقا برابر است و مقدار آن را با e نشان می‌دهند و این مقدار برحسب کولن برابر است با:

$$q_p = |q_e| \simeq e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$$

$$e = ۱/۶۰۲۱۷۶۵۳ \times ۱۰^{-۱۹} C \simeq ۱/۶۰ \times ۱۰^{-۱۹} C$$

نکته‌هایی دربارهٔ بار الکتریکی

۱ هر ماده در حالت طبیعی، از نظر الکتریکی خنثی است. یعنی تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های آن یکسان است. از این‌رو بار خالص (یعنی مجموع بارهای منفی و مثبت ماده) در حالت طبیعی صفر است.

۲ اگر جسم جامد از مادهٔ دیگری الکترون بگیرد، اضافهٔ الکترون می‌یابد و بار جسم منفی می‌شود.

۳ اگر جسم جامد به مادهٔ دیگری الکترون بدهد، کمبود الکترون می‌یابد و بار جسم مثبت می‌شود؛ در نتیجه «**جسم جامد فقط با گرفتن یا دادن الکترون بار مثبت و یا منفی می‌یابد.**»

۴ در برخی مایع‌ها و الکترولیت‌ها (مایع‌های یونی) و گازهای یونیزه شده و پلاسما، علاوه بر مبادلهٔ الکترون، یون‌های مثبت نیز می‌توانند با مادهٔ دیگر مبادله شوند و بار الکتریکی خالص مثبت یا منفی بیابند.

تقسیم‌بندی مواد از نظر الکتریکی

اجسام را می‌توان از نظر الکتریکی در چهار گروه بررسی کرد:

۱ **رسانا:** جسمی است که بار الکتریکی آزاد دارد و این بارهای آزاد به راحتی در جسم جابه‌جا می‌شوند و شارش می‌یابند. فلزات و الکترولیت‌ها و گازهای یونیزه جزء رساناهای الکتریکی‌اند.

نکته: در فلزها، **الکترون‌های آزاد** نقش اصلی رسانایی فلز را دارند و به آن‌ها **الکترون‌های والانس** یا **ظرفیت** می‌گویند.

۲ **نارسانا:** جسمی است که بار الکتریکی آزاد ندارد؛ مانند پلاستیک، چوب و شیشه. این اجسام جریان الکتریکی را از خود عبور نمی‌دهند.

نکته: هر چند نارساناها بار آزاد ندارند اما می‌توانند با اجسام دیگر الکترون مبادله کنند یعنی الکترون بگیرند و بار منفی یابند و یا الکترون بدهند و بار مثبت بیابند.

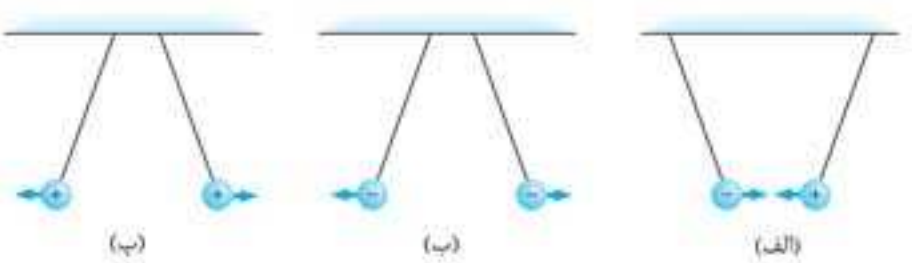
۳ **نیم‌رسانا:** جسمی است که در دمای معمولی رسانایی الکتریکی‌اش کم‌تر از رساناها اما بیشتر از نارساناها است. مانند ژرمانیوم و سیلیسیم.

نکته: نیم‌رساناها عمدتاً در گروه شبه‌فلزات جدول عناصر شیمیایی قرار دارند.

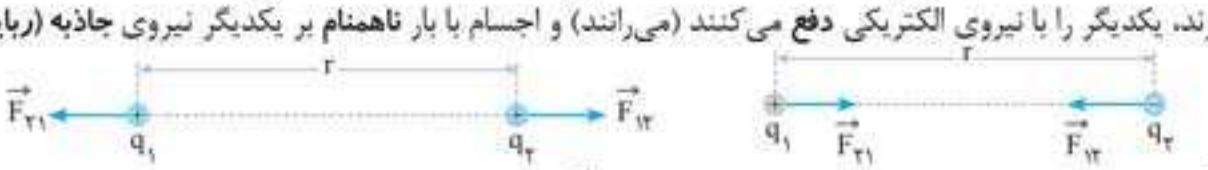
۴ **ابررسانا:** ماده‌ای است که هنگام کاهش دما (در دماهای پایین) در یک دمای معین، ناگهان رسانایی الکتریکی‌اش صد درصد کامل می‌شود.

در بررسی خواص الکتریکی و ویژگی‌های بارهای الکتریکی ماده که مربوط به مفاهیم این فصل است، بیشتر با مواد رسانا و نارسانا سروکار داریم.

یادآوری: اجسام و ذراتی که بار الکتریکی دارند بر یکدیگر **نیرو** وارد می‌کنند. چون این نیرو به سبب وجود بار الکتریکی در اجسام است آن را **نیروی الکتریکی** می‌نامند.



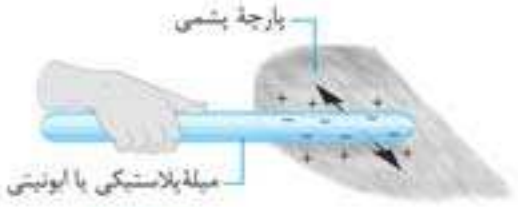
اجسامی که بار **همنام** دارند، یکدیگر را با نیروی الکتریکی **دفع** می‌کنند (می‌رانند) و اجسام با بار **ناهمنام** بر یکدیگر نیروی **جاذبه (ربایشی)** وارد می‌کنند.



ذرهٔ با بار $q_۱$ نیروی $\vec{F}_{۱۲}$ را بر ذرهٔ با بار $q_۲$ وارد می‌کند و $q_۲$ نیز نیروی $\vec{F}_{۲۱}$ را بر $q_۱$ وارد می‌کند.

روش‌های ایجاد بار الکتریکی

اجسام را می‌توان به روش‌های گوناگون باردار کرد. برخی از این روش‌ها عبارتند از: ۱ مالش، ۲ تماس، ۳ القا در جسم رسانا، ۴ تابش.
در ادامه به توضیح خلاصه‌ای از این روش‌ها می‌پردازیم:



۱ روش مالش: در روش مالش از دو جسم یا مادهٔ معمولاً نارسانا و غیرهم‌جنس استفاده می‌شود. هنگام مالش دو جسم به یکدیگر، جسمی که الکترون‌خواهی بیشتری دارد، از جسم دیگر الکترون می‌گیرد و بار منفی می‌یابد و جسم دیگر الکترون از دست می‌دهد و بار مثبت می‌یابد.

◂ **جدول سری الکتریسیته مالشی (تریبوالکتریک)**

جدولی تک‌ستونی از برخی مواد است که به ترتیب الکترون‌خواهی از بالا به پایین مرتب شده‌اند. اگر جسم بالاتر به جسم پایین‌تر این جدول مالش داده شود، بار جسم پایینی منفی و بار جسم بالایی مثبت می‌شود.

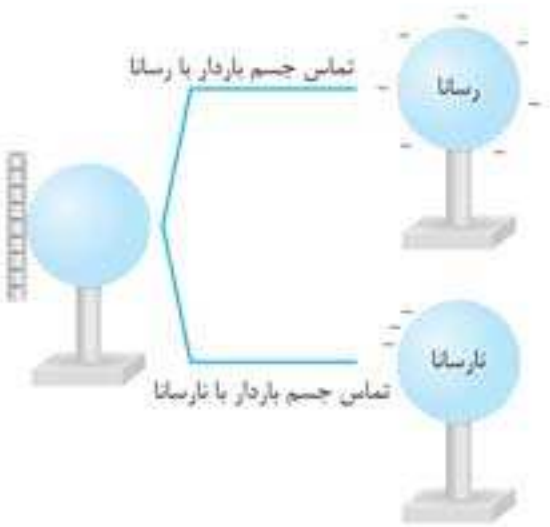
نکته: در روش مالش اندازهٔ بار الکتریکی ایجاد شده در دو جسم خنثی، یکسان اما مخالف یکدیگر است. اگر بار الکتریکی جسمی که الکترون گرفته را با q^- و بار الکتریکی جسمی که الکترون از دست داده را با q^+ نشان دهیم، می‌توان نوشت: $|q^-|=|q^+|$

مثال: جدول سری تریبوالکتریک شش جسم نارسانا مطابق روبه رو است. اگر B و F را با جسم‌های دیگر مالش دهیم، بار الکتریکی می‌یابند و این دو جسم همدیگر را دفع می‌کنند. کدام گزینه می‌تواند مالش دو جسم B و F را با اجسام دیگر درست نشان دهد؟

۱) F با A، C با B
۲) F با C، B با A
۳) F با D، D با B
۴) F با E، E با B

پاسخ: گزینه ۲ همان‌طور که می‌دانیم، اگر بالاترین جسم جدول یعنی A را به هر جسمی مالش دهیم، جسم A مثبت و جسم دیگر منفی خواهد شد. همچنین اگر F یعنی پایین‌ترین جسم جدول را به هر جسمی مالش دهیم جسم F منفی و جسم دیگر مثبت خواهد شد.
در این سؤال، جسم‌های B و F همدیگر را دفع کرده‌اند. با توجه به توضیحات ذکر شده، جسم F درصورت مالش به هر جسمی بار منفی خواهد گرفت، بنابراین جسم B نیز منفی است (یکدیگر را دفع می‌کنند). در این صورت، جسم B تنها با مالش به جسم A، بار الکتریکی منفی خواهد گرفت، در حالی‌که جسم F با هر یک از جسم‌های جدول که مالش داده شود، بار منفی خواهد داشت. بنابراین گزینه «۲» درست است.
در هر سه گزینهٔ دیگر، با مالش جسم F با دیگر اجسام، جسم F منفی خواهد شد اما جسم B با اجسام پایین‌تر از خود در جدول که الکترون‌خواهی بیشتری دارند مالش داده شده است که در این‌صورت جسم B مثبت خواهد شد.

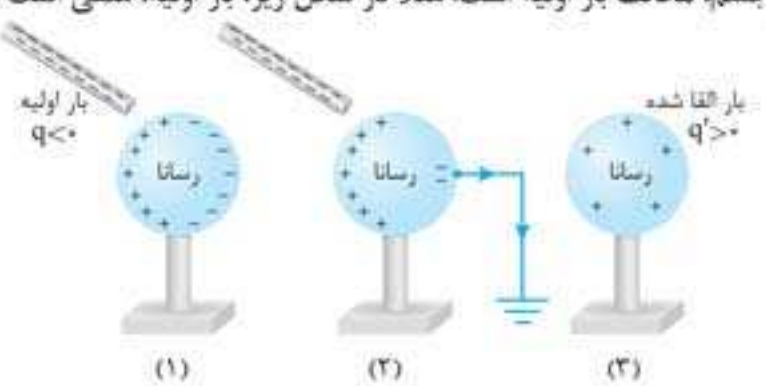
۲ روش تماس: در این روش یک جسم باردار را به یک جسم بدون بار تماس می‌دهیم. در نتیجه بار الکتریکی هر دو جسم، **همنام** با بار جسم اول می‌شود.



نکته:
۱ روش تماس را می‌توان برای باردار کردن اجسام **رسانا** و **نارسانا** استفاده کرد.
۲ بار ایجاد شده در جسم نارسانا **در محل تماس** باقی می‌ماند، اما در جسم رسانا، در **سطح خارجی** آن پخش می‌شود.
۳ در روش تماس، بار ایجادشده در جسم نارسانا **کم‌تر** از بار اولیه است.

۳ روش القا در جسم رسانا: در این روش یک جسم باردار را به یک جسم **رسانا** نزدیک می‌کنیم، سپس جسم رسانا را لحظه‌ای به زمین وصل می‌کنیم یا آن را با دست لمس می‌کنیم، سپس جسم باردار را از جسم رسانا دور می‌کنیم.

نکته: در روش القا بار ایجاد شده در جسم، **مخالف** بار اولیه است. مثلاً در شکل زیر، بار اولیه، منفی است اما بار القاشده در جسم رسانا مثبت است.

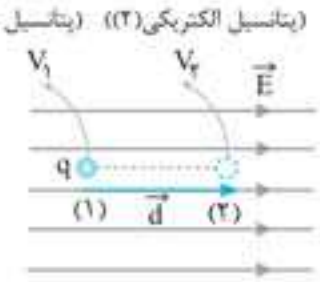


۱۲ پتانسیل الکتریکی

در بحث میدان الکتریکی دریافتیم که میدان، ویژگی‌ای از بار الکتریکی است که در فضای اطراف بار وجود دارد و به واسطهٔ آن، بار الکتریکی می‌تواند بر بارهای دیگر نیرو وارد کند. برای میدان الکتریکی ویژگی دیگری به نام پتانسیل الکتریکی تعریف می‌کنند. نقاط مختلف این میدان می‌تواند پتانسیل الکتریکی متفاوت داشته باشد و اگر بار الکتریکی دیگری در این میدان جابه‌جا شود انرژی پتانسیل الکتریکی آن بار تغییر می‌کند.

تعریف کمی اختلاف پتانسیل الکتریکی

اگر در یک فضا میدان الکتریکی $\vec{E}$ وجود داشته باشد و بار q را از نقطهٔ (۱) با پتانسیل الکتریکی V_1 به نقطهٔ (۲) با پتانسیل الکتریکی V_2 جابه‌جا کنیم و انرژی پتانسیل الکتریکی بار به اندازهٔ ΔU_E تغییر کند، رابطهٔ مهم زیر را می‌توان تعریف کرد:



تغییر انرژی پتانسیل بار q

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q}(J/C) \quad , \quad V_2 - V_1 = \frac{U_2 - U_1}{q}$$

تغییر پتانسیل الکتریکی دو نقطه

در این رابطه ΔU_E برحسب ژول (J) و q برحسب کولن (C) می‌باشد. ΔV اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطهٔ (۱) و (۲) یعنی $\Delta V = V_2 - V_1$ است. یکای ΔV ژول بر کولن می‌باشد که آن را ولت (V) می‌نامند.

نکته:

۱ در رابطهٔ $\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q}$، بار q را با قید علامت به کار می‌بریم.

۲ پتانسیل الکتریکی کمیتی نرده‌ای است.

۳ با توجه به رابطهٔ کار میدان الکتریکی با تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی می‌توان نوشت:

$$\Delta U_E = -W_E \Rightarrow \Delta V = \frac{-W_E}{q}$$

مثال: اگر بار الکتریکی $q = -5mC$ از نقطهٔ A تا نقطهٔ B جابه‌جا شود و انرژی پتانسیل الکتریکی بار ۲۰mJ کاهش یابد، اختلاف پتانسیل الکتریکی $(V_B - V_A)$ چند ولت است؟

۱) ۴۰۰۰ ۲) ۲۵۰۰ ۳) ۴ ۴) ۲/۵

پاسخ: (گزینه ۳) از رابطهٔ اختلاف پتانسیل الکتریکی یعنی $\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q}$ باید استفاده کنیم. توجه کنید که علامت q منفی است و چون انرژی پتانسیل الکتریکی بار کاهش یافته است، مقدار ΔU_E را با علامت منفی به کار می‌بریم:

$$\Delta V = \frac{-20\times10^{-3}(J)}{-5\times10^{-3}(C)} \Rightarrow \Delta V = 4V$$

چون بار از A تا B جابه‌جا شده ΔV برابر $(V_B - V_A)$ است، یعنی: $V_B - V_A = 4V$ است.

پرسش اگر بار $q = +5mC$ در همین شرایط از A تا B منتقل شود و انرژی پتانسیل الکتریکی بار ۲۰mJ افزایش یابد، $(V_B - V_A)$ چند ولت است؟

پاسخ: در این حالت چون علامت بار q مثبت است و انرژی پتانسیل الکتریکی بار افزایش یافته $(\Delta U_E > 0)$ است، پس داریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} = \frac{20\times10^{-3}}{+5\times10^{-3}} = 4V \Rightarrow V_B - V_A = 4V$$

نکته: اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه به مقدار و نوع بار جابه‌جا شده بستگی ندارد و از ویژگی‌های میدان الکتریکی است.

تذکر: فرمول $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ یک تابع نیست، بلکه رابطه‌ای است میان چند کمیت. به عبارت دیگر اگر q کم یا زیاد شود، متناسب با آن ΔU هم تغییر می‌کند و نسبت $\frac{\Delta U}{q}$ برای جابه‌جایی بین دو نقطه معین ثابت می‌ماند؛ یعنی ΔV به بار جابه‌جا شده بین دو نقطه بستگی ندارد اما اگر رابطهٔ فوق را به‌صورت $\Delta U = q\Delta V$ بنویسیم، ΔU تابعی از q و ΔV است.

اختلاف پتانسیل الکتریکی دو نقطه از میدان یکنواخت

اگر میدان الکتریکی یکنواخت باشد می‌توان از رابطهٔ $\Delta U_E = -|q|Edcos\theta$ استفاده کرد و اختلاف پتانسیل دو نقطه از این میدان را به این صورت نوشت:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow \Delta V = \frac{-|q|Edcos\theta}{q} \Rightarrow \Delta V = -Edcos\theta$$

نکته مهم: در این رابطه θ زاویهٔ بین میدان و جابه‌جایی است.

نکته: دقت کنید که $\Delta V = V_2 - V_1$، (پتانسیل الکتریکی اولیه − پتانسیل الکتریکی ثانویه) است. از این‌رو برای حالت‌هایی که جابه‌جایی هم‌جهت یا خلاف جهت یا عمود بر میدان است می‌توان نوشت:

$$\Delta V=-Ed\cos\theta_{(E,d)}\begin{cases}\xrightarrow[\theta_{(E,d)}=0^\circ,\ \cos\theta_{(E,d)}=1]{\text{جابه‌جایی در جهت میدان}} \Delta V=-Ed\Rightarrow\Delta V<0\Rightarrow V_2<V_1 & \textbf{1}\\ \xrightarrow[\theta_{(E,d)}=90^\circ,\ \cos\theta_{(E,d)}=0]{\text{جابه‌جایی عمود بر میدان}} \Delta V=0\Rightarrow V_2=V_1 & \textbf{2}\\ \xrightarrow[\theta_{(E,d)}=180^\circ,\ \cos\theta_{(E,d)}=-1]{\text{جابه‌جایی خلاف جهت میدان}} \Delta V=-Ed\times(-1)\Rightarrow\Delta V=Ed\Rightarrow V_2>V_1 & \textbf{3}\end{cases}$$

از رابطهٔ **1** می‌توان دریافت: اگر **در جهت میدان** $\vec{E}$ به اندازهٔ $\vec{d}$ جابه‌جا شویم، پتانسیل الکتریکی نقاط **کم** می‌شود.

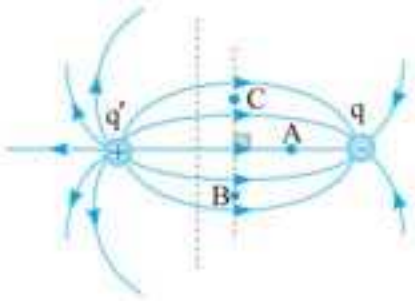
از رابطهٔ **2** می‌توان دریافت: اگر **عمود بر میدان** $\vec{E}$ جابه‌جا شویم، پتانسیل الکتریکی نقاط تغییر نمی‌کند و **ثابت** می‌ماند.

از رابطهٔ **3** می‌توان دریافت: اگر **خلاف جهت میدان** $\vec{E}$ به اندازهٔ $\vec{d}$ جابه‌جا شویم، پتانسیل الکتریکی نقاط **افزایش** می‌یابد.

تذکر: توجه کنید که نتایج فوق به این‌که چه نوع باری در میدان جابه‌جا شود یا این‌که اصلاً بار وجود داشته باشد یا نه، بستگی ندارد.

- نتایج حاصل از رابطه‌های **1**، **2** و **3** برای هر میدان یکنواخت و غیریکنواخت صدق می‌کند.

مثال: در شکل مقابل پتانسیل الکتریکی نقاط A، B و C چه رابطه‌ای با یکدیگر دارند؟



۱) $V_A<V_B=V_C$

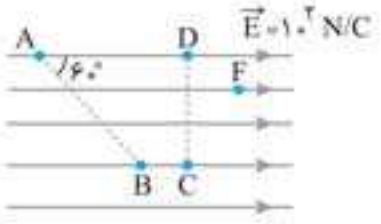
۲) $V_A>V_B>V_C$

۳) $V_A>V_B=V_C$

۴) $V_A<V_B<V_C$

پاسخ: گزینه ۱ اگر از B به طرف A حرکت کنیم، هم‌جهت میدان جابه‌جا می‌شویم و پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد پس $V_A<V_B$ است. اگر از B تا C جابه‌جا شویم، عمود بر میدان حرکت می‌کنیم و $V_B=V_C$ است. پس گزینه «۱» درست است.

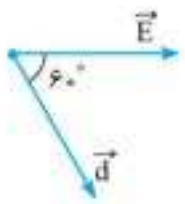
مثال: در شکل روبه‌رو (V_B-V_A) چند ولت است؟ $(AB=2m)$



۱) -100 ۲) 100

۳) $+50\sqrt{3}$ ۴) $-50\sqrt{3}$

پاسخ: گزینه ۱ چون میدان الکتریکی یکنواخت است، رابطهٔ $\Delta V=-Ed\cos\theta_{(E,d)}$ را به کار می‌بریم.



$$d=AB=2m\ ,\ \theta=60^\circ\ ,\ E=10^2\,N/C$$
$$\Delta V=-Ed\cos\theta_{(E,d)}\Rightarrow\Delta V=-10^2\times2\times\cos60^\circ=-100V$$

چون از A به B حرکت کرده‌ایم $\Delta V=V_B-V_A$ است، پس داریم: $V_B-V_A=-100V$

پرسش **در مثال فوق پتانسیل الکتریکی نقاط B، C، D و F را با یکدیگر مقایسه کنید.**

پاسخ: راستای C و D عمود بر خطوط میدان هستند پس پتانسیل الکتریکی‌شان یکسان است: $V_C=V_D$

اگر از نقطهٔ A به نقطهٔ B و از نقطهٔ B به نقطهٔ C برویم، چون هم‌جهت میدان حرکت می‌کنیم پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد. یعنی $V_B<V_A$ و $V_C<V_B$ است. به همین دلیل پتانسیل نقطهٔ F نیز کم‌تر از نقاط C و D است. پس به طور کلی می‌توان نوشت: $V_A>V_B>V_C=V_D>V_F$

نکته:

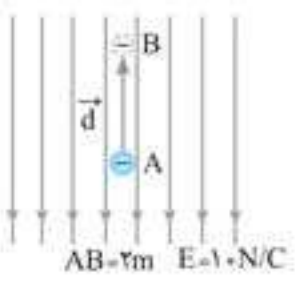
1 پتانسیل الکتریکی هر نقطه را می‌توان نسبت به یک مبدأ پتانسیل سنجید. در مهندسی، معمولاً زمین را مبدأ پتانسیل و مقدار آن را صفر درنظر می‌گیرند و نقطهٔ اتصال به زمین را با نماد ⏚ نشان می‌دهند. $V=\frac{U_E}{q}$ (پتانسیل الکتریکی)

2 پتانسیل الکتریکی و اختلاف پتانسیل الکتریکی ویژگی نقاط میدان الکتریکی است و به بودن یا نبودن بار الکتریکی در آن نقاط **بستگی ندارد**.

3 اگر در راستای یک میدان الکتریکی **یکنواخت** (هم‌جهت یا خلاف جهت) جابه‌جا شویم، اندازهٔ اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه را می‌توان از رابطهٔ مقابل به‌دست آورد: $\cos\theta=\pm1\Rightarrow|\Delta V|=Ed$

4 از این رابطه می‌توان دریافت که یکای میدان الکتریکی یکنواخت $E=\frac{|\Delta V|}{d}(\frac{V}{m})$، ولت بر متر است. می‌توان نشان داد V/m هم‌ارز N/C می‌باشد.

مثال: مطابق شکل ذره‌ای به جرم 10g با بار الکتریکی $-30mC$ از حالت سکون از نقطهٔ A رها می‌شود و در راستای قائم خلاف جهت میدان الکتریکی حرکت می‌کند. به ترتیب از راست به چپ انرژی جنبشی ذره در نقطهٔ B چند ژول است و اگر پتانسیل الکتریکی نقطهٔ A، $V_A=-5V$ باشد، V_B چند ولت است؟ $(g=10m/s^2)$



۱) ۰/۶ و ۲۰ ۲) ۰/۶ و -20

۳) ۰/۴ و ۱۵ ۴) ۰/۴ و -15

پاسخ: گزینه ۳

یادآوری: اگر ذره‌ای به جرم m به اندازهٔ h در راستای قائم بالا رود کار نیروی وزن روی ذره برابر $-mgh$ است.

۷ نیروی محرکهٔ مولد ($\mathscr{E}$)

کاری که منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی روی واحد بار الکتریکی مثبت انجام می‌دهد تا آن را از پایانهٔ با پتانسیل کم‌تر به پایانهٔ با پتانسیل بیشتر ببرد، اصطلاحاً نیروی محرکهٔ الکتریکی (emf) نامیده و با رابطهٔ مقابل تعریف می‌شود:

$$\mathscr{E} = \frac{\Delta W}{\Delta q}$$

یکای کمیت نیروی محرکهٔ الکتریکی همان یکای اختلاف پتانسیل الکتریکی، یعنی ولت (V) است.

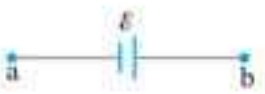
هر ولت برابر یک ژول بر کولن است:

$$1V = 1J/C$$

تذکر:

۱ منظور از کار بر روی بار، مقدار انرژی است که باتری به بار الکتریکی مثبت می‌دهد تا از پایانهٔ منفی به پایانهٔ مثبت باتری منتقل شود با این عمل انرژی پتانسیل الکتریکی بار افزایش می‌یابد.

۲ اگر پایانه‌های منفی و مثبت یک منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی آرمانی را به‌ترتیب با a و b نمایش دهیم، اختلاف پتانسیل میان این دو پایانه برابر نیروی محرکهٔ الکتریکی آن منبع است.



$$V_b - V_a = \mathscr{E}$$

مقاومت درونی

هر مولد دارای مقاومتی است که آن را با نماد (r) نشان می‌دهیم و آن را مقاومت درونی مولد می‌نامیم. مقاومت درونی به ساختمان درونی مولد بستگی دارد.

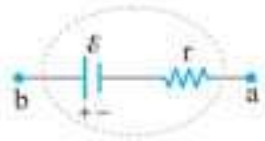
- هر منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی که مقاومت درونی آن صفر باشد، یک **منبع نیروی محرکهٔ آرمانی** است.

تذکر: منبع آرمانی در واقعیت وجود ندارد و منبع‌های نیروی محرکهٔ الکتریکی همواره دارای مقاومتی داخلی (r) هستند.

جهت نیروی محرکهٔ مولد

جهت نیروی محرکهٔ مولد در واقع همان جهتی است که مولد می‌خواهد جریان الکتریکی را در مدار برقرار کند که از طرف پایانهٔ منفی به مثبت مولد است.

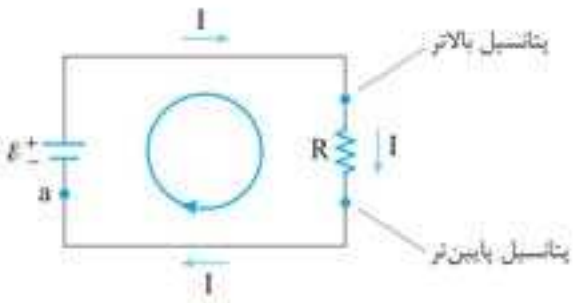
- جهت میدان الکتریکی در داخل مولد از پایانهٔ مثبت به طرف پایانهٔ منفی است.



مدار تک‌حلقه‌ای و افت پتانسیل در مقاومت

ساده‌ترین مدار تک‌حلقه از یک مولد و یک مقاومت تشکیل شده است.

با توجه به این که میدان الکتریکی در داخل باتری از پایانهٔ مثبت باتری به طرف پایانهٔ منفی است و پتانسیل الکتریکی در جهت میدان کاهش می‌یابد، بنابراین وقتی از پایانهٔ مثبت به طرف پایانهٔ منفی باتری می‌رویم، پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد.



- جریان الکتریکی از پایانهٔ مثبت مولد خارج شده و به پایانهٔ منفی آن وارد می‌شود.
- برای محاسبهٔ جریان یا اختلاف پتانسیل در مدارهای تک‌حلقه‌ای همواره دو دستورالعمل زیر را به کار می‌بندیم:

۱ هرگاه در مدار در جهت جریان از مقاومت مثلا R بگذریم، پتانسیل به اندازهٔ IR کاهش می‌یابد و اگر خلاف جهت جریان از مقاومت‌ها بگذریم، پتانسیل به همان اندازه افزایش می‌یابد.

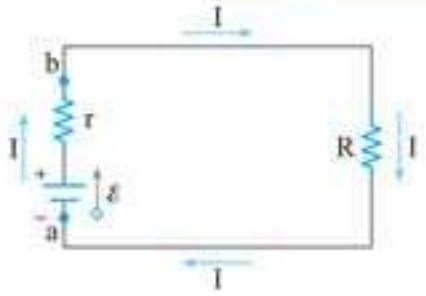
۲ هرگاه برای گذر از مولد (بدون توجه به جهت جریان) از پایانهٔ منفی به طرف پایانهٔ مثبت حرکت کنیم، پتانسیل به اندازهٔ نیروی محرکهٔ مولد افزایش می‌یابد و اگر خلاف این جهت (یعنی از پایانهٔ مثبت به پایانهٔ منفی) حرکت کنیم، پتانسیل به اندازهٔ نیروی محرکهٔ مولد کاهش می‌یابد.

- **جدول قرارداد تعیین علامت اختلاف پتانسیل‌ها در یک مدار تک‌حلقه‌ای، شامل مقاومت و منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی:**

عنصر مدار	جهت حرکت	تغییر پتانسیل	شکل
مقاومت	در جهت جریان	$-IR$	
مقاومت	در خلاف جهت جریان	$+IR$	

عنصر مدار	جهت حرکت	تغییر پتانسیل	شکل
منبع نیروی محرکه	از پایانهٔ منفی به پایانهٔ مثبت	$+\mathcal{E}$	جهت حرکت، $\Delta V=+\mathcal{E}$
منبع نیروی محرکه	از پایانهٔ مثبت به پایانهٔ منفی	$-\mathcal{E}$	جهت حرکت، $\Delta V=-\mathcal{E}$

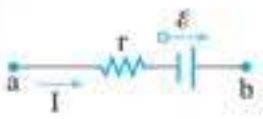
با توجه به شکل داریم:



$$V_a+\mathcal{E}-rI-IR=V_a\Rightarrow\mathcal{E}=rI+RI\Rightarrow I=\frac{\mathcal{E}}{R+r}$$

اختلاف پتانسیل دو سر مولد واقعی

اختلاف پتانسیل دو سر مولد را با حرکت از a به b، می‌توان به صورت زیر به‌دست آورد:



$$V_a-rI+\mathcal{E}=V_b\Rightarrow V_b-V_a=\mathcal{E}-rI\Rightarrow V_{\text{مولد}}=\mathcal{E}-rI$$

در این رابطه $V_{\text{مولد}}$ ولتاژ دو سر مولد، $\mathcal{E}$ نیروی محرکهٔ مولد و Ir افت پتانسیل درون مولد است.

◂ افت پتانسیل درون مولد برابر است با: $V'=rI$

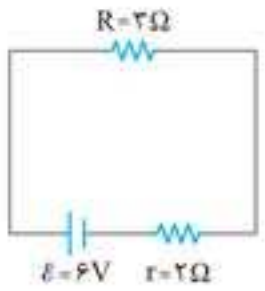
مثال: نیروی محرکهٔ مولدی ۹V و مقاومت درونی آن ۲Ω است. ولت سنجی که به دو سر مولد بسته می‌شود عدد ۵V را نشان می‌دهد. جریان الکتریکی عبوری از این مولد چند آمپر است؟

۱) ۴/۵ ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۳

پاسخ: (گزینه ۲) با داشتن $\mathcal{E}$، r و V جریان عبوری از مولد را به‌دست می‌آوریم:

$$V=\mathcal{E}-rI\xrightarrow[\mathcal{E}=9V]{V=5V,r=2\Omega}5=9-2I\Rightarrow I=2A$$

مثال: در مدار روبه‌رو، افت پتانسیل در باتری چند ولت است؟



۱) ۲/۴
۲) ۴/۸
۳) ۳/۶
۴) ۴

پاسخ: (گزینه ۱)

گام اول: ابتدا جریان الکتریکی مدار را به‌دست می‌آوریم:

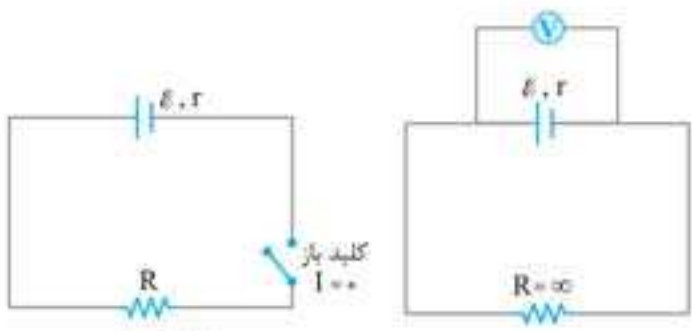
$$I=\frac{\mathcal{E}}{R+r}\xrightarrow[\mathcal{E}=6V]{R=3\Omega,r=2\Omega}I=\frac{6}{3+2}\Rightarrow I=1/2A$$

گام دوم: افت پتانسیل درون باتری (V') را حساب می‌کنیم:

$$V'=rI\xrightarrow{I=1/2A}V'=2\times1/2\Rightarrow V'=2/4V$$

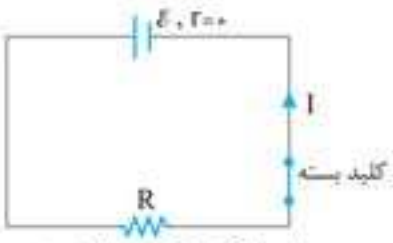
نکته: در دو حالت اختلاف پتانسیل دو سر مولد با نیروی محرکهٔ آن برابر است:

الف جریانی از مولد عبور نکند. (مدار باز شده یا مقاومت کل مدار بسیار زیاد باشد.)



$$\begin{cases}I=0\\V=\mathcal{E}-rI\end{cases}\Rightarrow V=\mathcal{E}$$

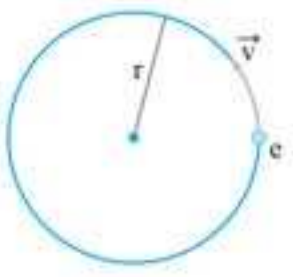
ب مقاومت درونی مولد ناچیز باشد؛ یعنی $r=0$ باشد (باتری آرمانی).



$$\begin{cases}r=0\\V=\mathcal{E}-rI\end{cases}\Rightarrow V=\mathcal{E}$$

مثال: یک باتری به مقاومت درونی ۰/۵Ω را یک بار به مقاومت ۲/۵Ω و بار دیگر به مقاومت ۳/۵Ω می‌بندیم. جریان الکتریکی حالت دوم چند برابر جریان حالت اول است؟ (کنکور زیرخاکی)

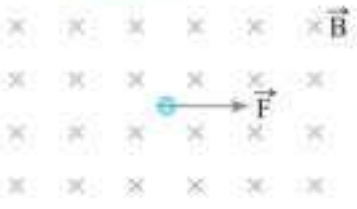
۱) $\frac{4}{3}$ ۲) $\frac{3}{4}$ ۳) $\frac{5}{4}$ ۴) $\frac{4}{5}$



۱۸۹۶. مطابق شکل، الکترونی به‌طور یکنواخت در مسیر دایره‌ای می‌چرخد. اگر میدانی که الکترون را در این مسیر نگه داشته است، یکنواخت باشد، آن میدان ..... است و نسبت به صفحه ..... است.

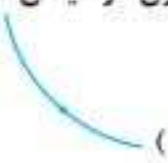
(ریاضی خارج ۹۱)

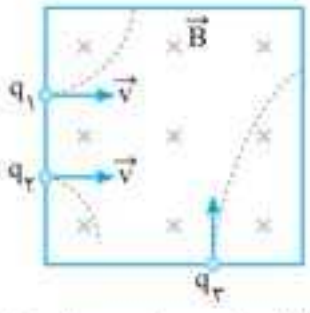
۱) مغناطیسی، درون‌سو
۲) مغناطیسی، برون‌سو
۳) الکتریکی، برون‌سو
۴) الکتریکی، درون‌سو



۱۸۹۷. مطابق شکل، الکترونی با سرعت v در مسیری عمود بر میدان مغناطیسی در حرکت است. نیروی الکترومغناطیس وارد بر الکترون در یک لحظه نشان داده شده است. از آن لحظه، قسمتی از مسیر حرکت الکترون در میدان کدام است؟

(ریاضی خارج ۸۷)

۱) 
۲)
۳)
۴)



۱۸۹۸. چنانچه بارهای الکتریکی نشان داده‌شده در شکل، با سرعت یکسان وارد منطقهٔ میدان یکنواخت شده باشند، کدام گزینه درست است؟

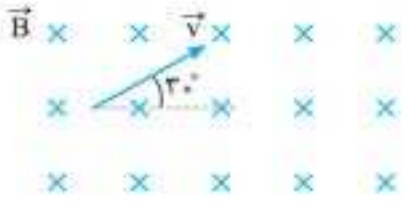
۱) $\frac{|q_3|}{m_3} > \frac{|q_1|}{m_1} > \frac{|q_2|}{m_2}$؛ q_1 و q_3 همنام
۲) $\frac{|q_3|}{m_3} > \frac{|q_1|}{m_1} > \frac{|q_2|}{m_2}$؛ q_2 و q_3 همنام
۳) $\frac{|q_3|}{m_3} < \frac{|q_1|}{m_1} < \frac{|q_2|}{m_2}$؛ q_1 و q_3 همنام
۴) $\frac{|q_3|}{m_3} < \frac{|q_1|}{m_1} < \frac{|q_2|}{m_2}$؛ q_2 و q_3 همنام

۱۸۹۹. ذره‌ای با بار الکتریکی، با سرعت $\vec{v}$ وارد میدان مغناطیسی یکنواختی می‌شود. راستای حرکت ذره، چه زاویه‌ای با راستای میدان بسازد تا اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر بار بیشینه باشد؟

۱) صفر
۲) 30°
۳) 90°
۴) باید علامت بار معلوم باشد.

۱۹۰۰. الکترونی با سرعت $5\times10^6\ m/s$ وارد میدان مغناطیسی یکنواختی به شدت $200\ mT$ می‌شود. اگر جهت سرعت الکترون با خطوط میدان زاویهٔ 30° بسازد، اندازهٔ نیروی وارد بر آن چند نیوتون است؟ $(q_e = 1/6\times10^{-19}\ C)$

۱) 8×10^{-14}
۲) $8\sqrt{3}\times10^{-14}$
۳) $1/6\times10^{-14}$
۴) $1/6\times10^{-13}$

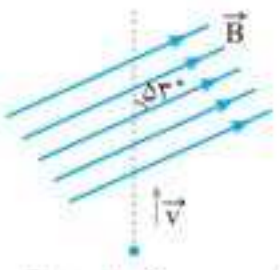


۱۹۰۱. در شکل روبه‌رو میدان مغناطیسی یکنواخت $100\ G$ درون‌سو برقرار است. بار $q = 20\ mC$ را با سرعت $v = 10^3\ m/s$ در این میدان پرتاب می‌کنیم. نیروی وارد بر بار و جهت آن کدام گزینه است؟

۱) $\frac{1}{10}$، ↖
۲) $\frac{2}{10}$، ↖
۳) $\frac{1}{10}$، ↘
۴) $\frac{2}{10}$، ↘

۱۹۰۲. در یک میدان مغناطیسی یکنواخت بر یک ذرهٔ باردار که راستای حرکتش با خطوط میدان زاویهٔ 60° می‌سازد، نیرویی به بزرگی F وارد می‌شود. اگر راستای حرکت این ذره با خطوط میدان زاویهٔ 30° بسازد، بزرگی نیروی وارد بر آن چند F خواهد شد؟

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



۱۹۰۳. بار الکتریکی $q = 25\ \mu C$ با سرعت $2\times10^5\ m/s$ مطابق شکل وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $B = 10^4\ G$ می‌شود. در لحظهٔ ورود به میدان، نیروی مغناطیسی وارد بر ذره چند نیوتون و در کدام جهت است؟ $(\sin53^\circ = 0/8)$

(ریاضی خارج ۹۸)

۱) ۲۵۰ و ⊗
۲) ۲۵۰ و ⊙
۳) ۴ و ⊙
۴) ۴ و ⊗

۱۹۰۴. در مکانی که میدان مغناطیسی یکنواخت $0/4\ T$ برقرار است، ذره‌ای با بار الکتریکی $-50\ \mu C$ با سرعت $200\ m/s$ به سمت مغرب در حرکت است. اگر خطوط میدان مغناطیسی افقی و جهت میدان به سمت شمال باشد، نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره چند نیوتون و به کدام جهت است؟

(تجربی ۸۵)

۱) 2×10^{-3}، شمال
۲) 2×10^{-3}، جنوب
۳) 4×10^{-4}، بالا
۴) 4×10^{-4}، پایین

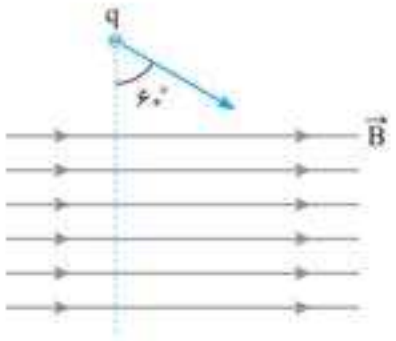
۱۹۰۵. ذره‌ای به جرم $500\ mg$ با سرعت $10^3\ m/s$ به طور عمود وارد میدان مغناطیسی یکنواخت $4\ mT$ می‌شود. اگر بار الکتریکی ذره $50\ \mu C$ باشد، شتابی که ذره تحت تأثیر میدان می‌گیرد، چند متر بر مجذور ثانیه است؟

(ریاضی ۹۲)

۱) ۰/۴۰
۲) ۰/۰۴
۳) ۰/۲۰
۴) ۰/۰۲

۱۹۰۶. پروتونی با سرعت $2\times10^6\ m/s$ وارد میدان مغناطیسی یکنواختی به شدت $340\ G$ می‌شود. چنانچه جهت سرعت پروتون با جهت خطوط میدان زاویهٔ 45° بسازد، اندازهٔ شتاب پروتون تحت اثر این میدان چند متر بر مجذور ثانیه است؟ $(e = 1/6\times10^{-19}\ C$ و $m_p = 1/7\times10^{-27}\ kg)$

۱) $3/2\sqrt{2}\times10^4$
۲) $3/2\times10^4$
۳) $3/2\sqrt{2}\times10^{12}$
۴) $3/2\times10^{12}$



۱۹۰۷. ذره‌ای با بار $-۳۰\mu C$ و جرم $۳۰mg$ مطابق شکل با سرعت $۱۰۰۰m/s$ در میدان مغناطیسی یکنواخت $۵۰G$ پرتاب می‌شود. با چشم‌پوشی از سایر نیروها، اندازهٔ شتاب ذره در ابتدای ورود به محدوده‌ای که میدان مغناطیسی در آن وجود دارد، چند متر بر مجذور ثانیه است؟

۱) $\frac{۵}{۲}$ ۲) $\frac{۵\sqrt{۳}}{۲}$

۳) ۲۵ ۴) $۲۵\sqrt{۳}$

۱۹۰۸. اگر یک الکترون و یک پروتون با سرعت مساوی، عمود بر یک میدان مغناطیسی یکنواخت وارد میدان شوند، کدام گزینه در مورد آن‌ها درست است؟

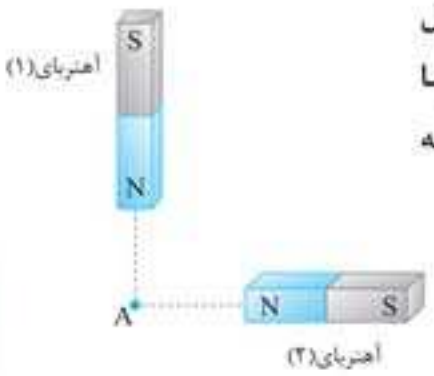
۱) دو ذره در خلاف جهت هم منحرف می‌شوند ولی انحرافشان مساوی است.

۲) میزان انحراف الکترون کم‌تر است یعنی شعاع دایرهٔ مسیر آن بزرگ‌تر است.

۳) اندازهٔ نیروی وارد به هر دو ذره یکسان است.

۴) هر سه گزینه درست است.

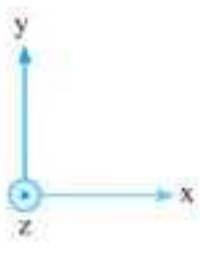
۱۹۰۹. دو آهنربای میله‌ای مشابه، به فاصلهٔ نزدیک و مساوی نقطهٔ A قرار دارند. بزرگی میدان مغناطیسی حاصل از هر یک از آهنرباها در نقطهٔ A (محل تلاقی محورهای آهنرباها) برابر $\sqrt{۲}T$ است. ذره‌ای با بار $-۱۰۰\mu C$ با سرعت $۲\times۱۰^{۳}m/s$ به‌صورت برون‌سو از نقطهٔ A عبور می‌کند. جهت و نیروی وارد بر ذره به‌ترتیب از راست به چپ بر حسب نیوتون کدام است؟



۱) $۰/۲۰$ ↘ ۲) $۰/۴۰$ ↘

۳) $۰/۴۰$ ↖ ۴) $۰/۲۰$ ↖

۱۹۱۰. به ذره‌ای با بار مثبت که در جهت $+x$ حرکت می‌کند، نیروی مغناطیسی در جهت $+z$ وارد می‌شود. کدام گزینه درست است؟



۱) میدان مغناطیسی الزاماً در جهت $+y$ است.

۲) میدان مغناطیسی الزاماً در جهت $-y$ است.

۳) میدان مغناطیسی الزاماً در جهت $+z$ است.

۴) جهت میدان مغناطیسی را نمی‌توان یافت.

۱۹۱۱. بار $-۱۰\mu C$ با سرعت $\vec{v}=۵\vec{i}+۵\vec{j}\ (m/s)$ در میدانی به معادلهٔ $\vec{B}=۰/۲\vec{i}\ (T)$ حرکت می‌کند. بزرگی نیروی وارد به بار چند نیوتون بوده و جهت آن به کدام سمت است؟

۱) $۱۰^{-۵}$ و در جهت محور z

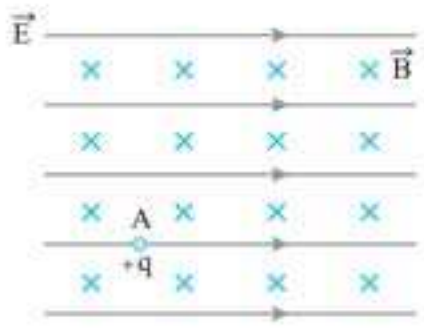
۲) $۱۰^{-۵}$ و در خلاف جهت محور z

۳) $\sqrt{۲}\times۱۰^{-۵}$ و در جهت محور z

۴) $\sqrt{۲}\times۱۰^{-۵}$ و در خلاف جهت محور z

حرکت بار در میدان‌های مغناطیسی، الکتریکی و گرانشی

۱۹۱۲. مطابق شکل، دو میدان مغناطیسی و الکتریکی که هر دو یکنواخت هستند، عمود بر هم قرار گرفته‌اند. یک ذرهٔ باردار با بار مثبت $(q>۰)$ و جرم ناچیز، در نقطهٔ A رها شده و شروع به حرکت می‌کند. کدام گزینه مسیر حرکت ذره را در ابتدای حرکت به درستی نشان می‌دهد؟



۱) ↗ ۲) ↘

۳) ↙ ۴) ↖

۱۹۱۳. ذره‌ای به جرم $۰/۰۲g$ با بار الکتریکی $۴\mu C-$ با سرعت $۲۰m/s$ به سمت مغرب و افقی حرکت می‌کند. جهت و اندازهٔ میدان مغناطیسی (برحسب تسلا) که قادر است مسیر ذره را در همان جهت و افقی نگه دارد، کدام است؟ $(g=۱۰m/s^{۲})$ (ریاضی ۸۵)

۱) شمال، ۰/۲۵ ۲) جنوب، ۰/۲۵

۳) مشرق، ۲/۵ ۴) مغرب، ۲/۵

۱۹۱۴. ذره‌ای به جرم ۵ گرم که دارای بار $۵۰\mu C-$ است، در یک میدان مغناطیسی یکنواخت، با سرعت $۲/۵\times۱۰^{۳}m/s$ در راستای افقی از جنوب به شمال پرتاب می‌شود. جهت و اندازهٔ میدان، کدام‌یک از موارد زیر می‌تواند باشد تا نیروی مغناطیسی نیروی وزن را خنثی کند و ذره در مسیر مستقیم به حرکت خود ادامه دهد؟ (تجربی خارج ۹۸)

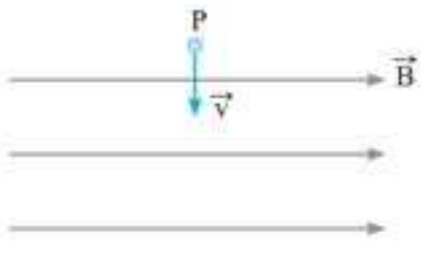
۱) ۰/۰۴ تسلا در راستای افقی از شرق به غرب

۲) ۰/۰۴ تسلا در راستای افقی از غرب به شرق

۳) ۰/۴۰ تسلا در راستای افقی از شرق به غرب

۴) ۰/۴۰ تسلا در راستای افقی از غرب به شرق

۱۹۱۵. پروتونی مطابق شکل با سرعت ثابت روی خط راست از یک میدان مغناطیسی یکنواخت عبور می‌کند. کدام گزینه جهت و بزرگی میدان الکتریکی یکنواخت را که در فضا قرار دارد درست نشان می‌دهد؟ (از وزن پروتون صرف‌نظر کنید)

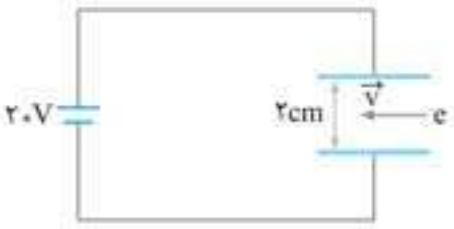


۱) $B=\frac{E}{v}$ و ⊙
۲) $B=\frac{E}{v}$ و ⊗
۳) $E=Bv$ و ⟶
۴) $E=Bv$ و ⟵

۱۹۱۶. یک باریکهٔ الکترون از محیطی می‌گذرد که شامل یک میدان الکتریکی و یک میدان مغناطیسی است. مشاهده می‌شود اندازه و جهت سرعت الکترون‌ها طی عبور از این محیط ثابت است. کدام‌یک از گزینه‌ها درست است؟ (المپیاد ایران ۸۰)

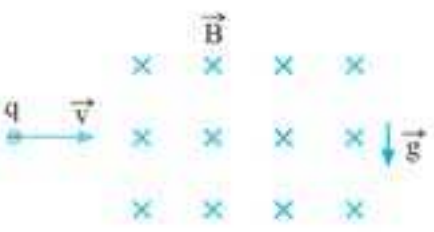
۱) میدان الکتریکی حتماً بر باریکه عمود است. میدان مغناطیسی ممکن است بر باریکه عمود باشد یا نباشد.
۲) میدان الکتریکی و مغناطیسی هر دو حتماً بر باریکه عمودند.
۳) میدان مغناطیسی حتماً با باریکه موازی است. میدان الکتریکی ممکن است با باریکه موازی باشد یا نباشد.
۴) میدان الکتریکی و مغناطیسی حتماً با هم موازی‌اند، اما با باریکه موازی نیستند.

۱۹۱۷. مطابق شکل روبه‌رو، الکترونی با سرعت افقی $500\ m/s$ وارد میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحات می‌شود. برای این که این ذره به حرکت یکنواخت خود روی خط مستقیم ادامه دهد، اندازهٔ حداقل میدان مغناطیسی برحسب تسلا که باید بین صفحات ایجاد کنیم چقدر و جهت آن کدام است؟ (از جرم الکترون صرف‌نظر کنید.)



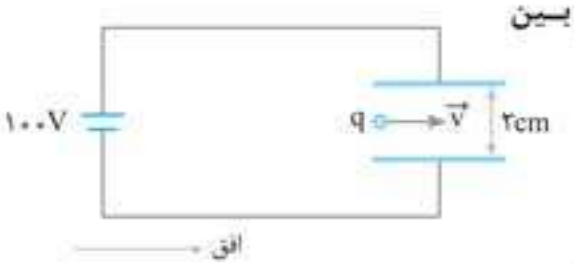
۱) ۵، درون‌سو
۲) ۲، درون‌سو
۳) ۵، برون‌سو
۴) ۲، برون‌سو

۱۹۱۸. مطابق شکل روبه‌رو، ذرهٔ بارداری به جرم m و بار الکتریکی $-q$ با سرعت اولیهٔ $\vec{v}$ به‌طور افقی وارد میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ و میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ می‌شود. اندازه و جهت میدان الکتریکی چگونه باشد تا ذره در مسیری مستقیم و با سرعت ثابت $\vec{v}$ به حرکت خود ادامه دهد؟ ($\vec{g}$ شتاب گرانش زمین است.)



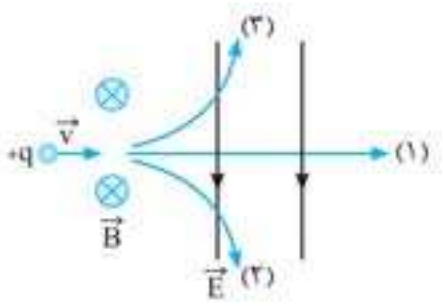
۱) $Bv-\frac{mg}{|q|}$، پایین
۲) $|q|Bv$، بالا
۳) $Bv+\frac{mg}{|q|}$، پایین
۴) $|q|Bv$، پایین

۱۹۱۹. حداقل میدان مغناطیسی چه‌قدر و در چه جهتی باشد تا بار متحرک بدون انحراف از فضای بین صفحات خازن بگذرد؟ ($q=20\mu C$ ، $v=100\ m/s$ ، $m=10\ g$ و $g=10\ N/kg$)



۱) $0/01\ T$ و برون‌سو
۲) $0/01\ T$ و درون‌سو
۳) $100\ T$ و برون‌سو
۴) $100\ T$ و درون‌سو

۱۹۲۰. مطابق شکل، ذره‌ای با بار مثبت q، وارد قسمتی از فضا می‌شود که در آن دو میدان الکتریکی و مغناطیسی یکنواخت و عمود برهم وجود دارند (میدان مغناطیسی درون سو و میدان الکتریکی به‌سمت پایین است). اگر تندی حرکت ذره $10^6\ m/s$، بزرگی میدان الکتریکی $10^4\ N/C$ و بزرگی میدان مغناطیسی برابر با $100\ G$ باشد، حرکت ذرهٔ باردار مطابق کدام مسیر است؟ (از نیروی وزن وارد بر ذره صرف‌نظر شود) (کانون فرهنگی آموزش)



۱) ۱
۲) ۲
۳) برون‌سو
۴) ۳

۵ نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

می‌دانیم جریان الکتریکی، حرکت پیوستهٔ بارهای الکتریکی است. از طرفی در بخش پیش دیدیم که اگر بار متحرک، خطوط میدان مغناطیسی را قطع کند، از طرف میدان بر آن نیرو وارد می‌شود. بنابراین اگر سیم حامل جریان الکتریکی در یک میدان مغناطیسی قرار گیرد به طوری که با خطوط میدان موازی نباشد (خطوط میدان را قطع کند)، بر سیم از طرف میدان نیرویی وارد می‌شود. این نیرو را نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان می‌نامند.

ویژگی‌های نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

۱ این نیرو بر امتداد سیم و بر میدان مغناطیسی عمود است.

۲ جهت نیروی وارد بر سیم از قاعدهٔ دست راست تعیین می‌شود. اگر انگشتان دست راست را در جهت جریان سیم قرار داده به‌گونه‌ای که خم شدن آن به سمت $\vec{B}$ باشد، انگشت شست جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم را نشان می‌دهد.