به نام پروردگار مهربان

جمع‌بندی

رشتهٔ ریاضی | دهم • یازدهم • دوازدهم

فیزیک

مرور و جمع‌بندی کنکور در ۲۴ ساعت

• مهندس یاشار انگوتی • مهندس حسن محمدی

• مدیر گروه فیزیک و ناظر محتوایی: نصراله افاضل

مهروماه

تقدیم به عادل فردوسی‌پور

چه‌قدر خوب بودی تو

مقدمه

احتمالاً آرزوی اکثر شـــماهایی که این کتابو دارید می‌خونید اینه که دکتر یا مهندس بشـــید. برای رســـیدن به این آرزو، سدی به نام کنکور پیش روی شماست. بی‌شک یکی از پایه‌های مهم این سد، درس فیزیکه. با تجربه‌ای که پس از ســـال‌ها تدریس در انواع مدارس تیزهوشان، غیرانتفاعی، نمونه دولتی، نمونه مردمی، هیئت امنایی، هیئت مدیره‌ای، هیئتی، مســـجدی و... داشـــتیم، میشـــه گفت کـــه همهٔ بچه‌های کنکوری از حجم بالای مطالب و فرمول‌های فیزیکی شـــکایت دارن. خب چاره‌ای نیست فیزیکه دیگه! شوخی نداره، بحث نیوتون، اینشتین، پلانک و دکتر حسابی وسطه! واسه همین ما این کتاب جمع و جور رو نوشـــتیم که جمع‌بندی فیزیک در ســـریع‌ترین زمان ممکن امکان‌پذیر باشـــه. تقریباً تمام مطالب همهٔ کتاب‌های فیزیکی که دارید توی درسنامه‌های این کتاب هست. توی درســـنامه‌ها بر اساس ســـؤالات کنکور و تجربهٔ خودمون، دسته‌بندی مطالب و تیپ‌بندی سؤالات رو طوری انجام دادیم که یادگیری اون‌ها و مرتبط ســـاختن نکات با تســـت‌ها خیلی ساده بشه. یه نکتهٔ مهم هم باید بگیم که از آوردن نکات تزئینی و گول زننده که فقط یه سؤال باهاش حل میشه، شدیداً پرهیز کردیم و نکات واقعاً مهم و کاربردی توی کنکور رو ارائه دادیم.

ساختار و ویژگی‌های کتاب

با تغییر نظام آموزشـــی، درس فیزیک تغییرات نسبتاً زیادی داشته، یه سری مطالب حذف شده و یه سری مطالب جدید اضافه شده. این موضوع رو واسه این میگیم که شما باید بدونید صرفاً حل سؤالات کنکورهای قبلی، کافی نیســـت و باید به کتاب درســـی هم نگاه ویژه‌ای داشته باشید. به همین دلیل در این کتاب سؤالات جدید و مهم کتاب درسی رو در قالب تست‌های سَبک کنکور، آوردیم تا خیال شـــما از این بابت راحت بشه. یادتون نره که این ســـؤالا خیلی مهم‌ان، چون اینا سؤالای کنکورهای آینده‌ان...

◂ بچه‌ها یه کاری در فیزیک تقریباً فایده نداره، این‌که در دوران جمع‌بندی فقط نکته و فرمول بخونیم. خیلی واضحه تا وقتی که از اون فرمول یا نکته استفاده نکنیم، خیلی سریع هم فراموش می‌شه (می‌شه گفت نکته یا فرمول بدون تست مثل زنبور بی‌عسله)، واسه همین تست‌های کنکور و تست‌های تألیفی خودمون رو با وسواس و دقت زیاد لابه‌لای درسنامه‌ها قرار دادیم که روند یادگیری و جمع‌بندی مطالب، درست انجام بشه و شما بعد از خوندن این کتاب بتونید به سؤالات فیزیک کنکور جواب بدید.

◂ برای یادگیری بهتر مطالب و تیپ‌بندی سؤالات کتاب رو، به ۱۹۰ بسته تقسیم کردیم که به طور میانگین هر بسته رو توی ده دقیقه می‌تونید بخوند و بسته به بسته برید جلو و فیزیک رو جمع‌بندی کنید.

◂ در عنوان هر بسته به علامت آنتنِ وایفای می‌بینید که هر چقدر این آنتن پُرتر باشه، یعنی اون بسته مهم‌تره. همچنین این علامت رو در کنار تست‌ها هم گذاشتیم و هر چقدر پُرتر باشه یعنی اون تست هم مهم‌تره. اگه وقتتون خیلی کمه در اولین گام فقط بسته‌ها و تست‌های با وایفای پُر رو مطالعه کنید.

◂ در آخر هر فصل، بسته به حجم و اهمیت هر فصل، یک آزمون از تست‌های کنکور و تألیفی قرار دادیم که بتونید بعد از خوندن هر فصل خودتون رو محک بزنید.

◂ در ضمن یه چیز جالب! برای اولین بار در جهان، در انتهای هر فصل یک «جمع‌بندک» خیلی باحال، جمع و جور و کاربردی آوردیم که شما بعد از خوندن این کتاب هر وقت که هوس کردید ده دقیقه فیزیک بخونید، با خوندن هرکدوم از این «جمع‌بندک‌ها» یه فصل فیزیک رو دوره کنید. لابد الان می‌خواید بپرسید که جمع‌بندک دیگه چیه ، خب ما هم میگیم خودتون برید ببینید!

◂ تازه کتابمون یه نیمچه فصل هم به نام ریاضی‌نامه داره که اونجا نکات ریاضی پر کاربرد در سؤالات کنکور فیزیک رو دوره کردیم که خوندنش رو شدیداً توصیه می‌کنیم.

◂ آخرِ آخرِکتاب هم، آزمون فیزیک کنکور ریاضی ۹۸ رو گذاشتیم، واسه این‌که، هر کسی حالشو داشت یه آزمون جامع هم بده.

◂ دیگه حرفی نیست، فقط به امید خدا این کتاب بتونه شما رو در رسیدن به آرزوتون کمک کنه.

سپاس و قدردانی

در این‌جا لازمه از تمامی عزیزانی که به ما در روند آماده‌سازی کتاب کمک کرده‌اند قدردانی کنیم:

- جناب آقای احمد اختیاری، مدیر محترم انتشارات که فرصت نوشتن این کتاب را برای ما ایجاد کردند.
- جناب آقای محمدحسین انوشه، مدیر شورای تألیف که در تک تک لحظات نوشتن این کتاب همراه ما بودند.
- سرکار خانم مهندس مهدیه اسکندری مسئول ویراستاری گروه فیزیک، که تمام زحمات این کتاب به دوش ایشان بود.

- آقایان پوریا کلانتری، محمدمهدی واحدی، مهدی حیاتی، عرفان عقدایی و مهدی نعمتی که تلاش شبانه‌روزی برای ویراستاری علمی و فنی این کتاب داشتند.
- سرکار خانم سمیرا سیاوشی مدیر واحد تولید، جناب آقای میلاد صفایی مدیر فنی و سرکار خانم رویا طبسی، صفحه‌آرای محترم که در مراحل تولید کتاب زحمت زیادی کشیده‌اند.
- جناب آقای محسن فرهادی، مدیر واحد هنری که تمام زیبایی‌های این کتاب حاصل تلاش ایشان و همکاران‌شان بوده است.
- دوست عزیز و استاد گرانقدر، مهندس نوید شاهی که کلی مشورت خوب با ایشان داشتیم.

پیشاپیش از شما دبیران، مشاوران و دانش‌آموزان عزیز که قرار است این کتاب را نقد کنید متشکریم. لطفاً از طریق پل ارتباطی زیر، ما را در جریان نقدها و نظرهای خودتان قرار دهید.

@physics_mehromah

یاشار انگوتی ـ حسن محمدی

فهرست

فیزیک ۱ (پایهٔ دهم)

فصل ۱ - فیزیک و اندازه‌گیری ۷

فصل ۲ - کار، انرژی و توان ۲۵

فصل ۳ - ویژگی‌های فیزیکی مواد ۵۱

فصل ۴ - دما و گرما ۷۷

فصل ۵ - ترمودینامیک ۱۰۷

فیزیک ۲ (پایهٔ یازدهم)

فصل ۱ - الکتریسته ساکن ۱۳۵

فصل ۲ - جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم ۱۶۷

فصل ۳ - مغناطیس ۲۰۹

فصل ۴ - القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب ۲۳۵

فیزیک ۳ (پایهٔ دوازدهم)

فصل ۱ - حرکت بر خط راست ۲۵۹

فصل ۲ - دینامیک و حرکت دایره‌ای ۳۰۳

فصل ۳ - نوسان و موج ۳۳۵

فصل ۴ - برهم کنش‌های موج ۳۶۹

فصل ۵ - آشنایی با فیزیک اتمی ۳۹۹

فصل ۶ - آشنایی با فیزیک هسته‌ای ۴۱۹

ریاضی‌نامه ۴۳۷

پیوست ۴۴۳

پایهٔ دهم/ فصل ۱

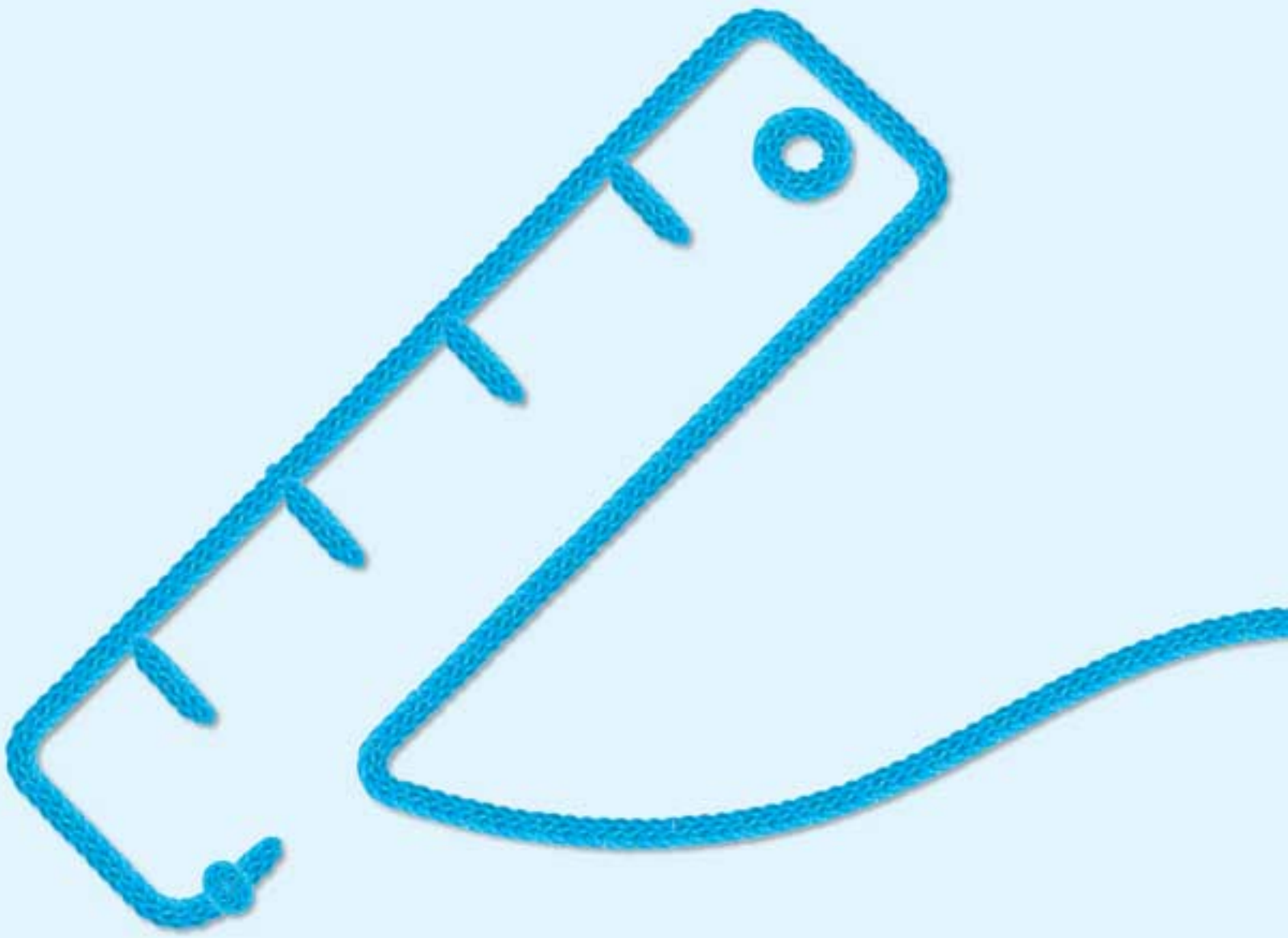
فیزیک و اندازه‌گیری

بسته‌های آموزشی

۱. فیزیک دانش بنیادی
۲. مدل‌سازی در فیزیک
۳. کمیت‌های نرده‌ای و برداری
۴. کمیت‌ها و یکاهای اصلی
۵. خطا و دقت
۶. عوامل مؤثر بر دقت اندازه‌گیری
۷. تخمین مرتبهٔ بزرگی
۸. چگالی
۹. چگالی مخلوط

مشاوره در این فصل دو موضوعِ دقت اندازه‌گیری و چگالی از بقیه مهم‌ترن. برای دقت، یه جدول جمع و جور تو بستهٔ ۵ آماده کردیم که با خوندن این جدول تست‌های دقت رو می‌تونید بدون هیچ دردسری حل کنید. تمام نکات و تست‌های مهم چگالی هم در بسته‌های ۸ و ۹ آوردیم، بنابراین توصیه می‌کنیم از این دو بسته هرگز غافل نشید.

تعداد سؤالات در کنکور سراسری ۹۸ | داخل: ۰ | خارج: ۲



جرم و شتاب را برحسب واحدهای SI می‌نویسیم:

$$m = ۱\mu g \times (\frac{۱۰^{-۶} g}{۱\mu g}) \times (\frac{۱ kg}{۱۰^{۳} g}) = ۱۰^{-۹} kg$$

$$a = ۱\frac{cm}{ns^{۲}} \times (\frac{۱۰^{-۲} m}{۱ cm}) \times (\frac{ns^{۲}}{۱۰^{-۱۸} s^{۲}}) = ۱۰^{۱۶} m/s^{۲}$$

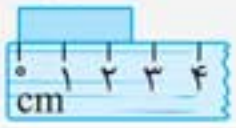
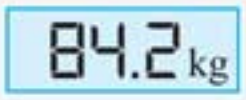
حالا با استفاده از رابطهٔ $F = ma$، واحد نیرو در این دستگاه را برحسب نیوتون محاسبه می‌کنیم:

$$F = ma = (۱۰^{-۹} kg) \times (۱۰^{۱۶} \frac{m}{s^{۲}}) = ۱۰^{۷} (\frac{kg \cdot m}{s^{۲}}) = ۱۰^{۷} N$$

۵ خطا و دقت

گزارش نتیجهٔ اندازه‌گیری با هر وسیله‌ای را به‌صورت زیر می‌نویسیم: (x یک کمیت دلخواه و حاصل اندازه‌گیری است.)

$x =$ (عدد اندازه‌گیری شده) $\pm$ (خطای وسیله)

نوع وسیله	مدرج	رقمی
دقت اندازه‌گیری	کمینهٔ درجه‌بندی وسیله	یک واحد از آخرین رقم نمایش داده شده
خطای اندازه‌گیری	$\pm \frac{\text{(دقت)}}{۲}$	$\pm$ (دقت)
نحوهٔ خواندن وسیله	تا کوچک‌ترین درجه‌بندی را می‌نویسیم به‌علاوهٔ اینکه، در آخر یک رقم هم خودمان حدس می‌زنیم.	هر عددی که نمایشگر نشان می‌دهد را می‌نویسیم.
رقم غیرقطعی و مشکوک	آخرین رقم سمت راست	آخرین رقم سمت راست
رقم حدسی	آخرین رقم سمت راست	رقم حدسی ندارد.
مثال	خط‌کش سانتی‌متری  دقت $= ۱ cm$ خطا $= \pm \frac{۱}{۲} cm = \pm ۰/۵ cm$ نتیجهٔ اندازه‌گیری $= ۲/۵ cm \pm ۰/۵ cm$ (۰/۵ cm: خطا؛ ۲/۵: رقم حدسی و غیرقطعی)	ترازوی دیجیتال  دقت $= ۰/۱ kg$ خطا $= \pm ۰/۱ kg$ نتیجهٔ اندازه‌گیری $= ۸۴/۲ kg \pm ۰/۱ kg$ (۰/۱ kg: خطا؛ ۸۴/۲: رقم غیرقطعی)
نکتهٔ خاص	تمام رقم‌های حاصل از اندازه‌گیری، رقم‌های بامعنا هستند (حتی رقم حدسی و رقم غیرقطعی)؛ یعنی در مثال‌های فوق، نتیجهٔ اندازه‌گیری خط‌کش، ۲ رقم بامعنا و نتیجهٔ اندازه‌گیری ترازو، ۳ رقم بامعنا دارد.	

۲۰ حالت‌های ماده

به هر چیزی که فضا را اشغال کند، ماده می‌گوییم. مواد از اتم یا مولکول ساخته شده‌اند. اندازهٔ اتم‌ها یک تا چند آنگستروم ($1\text{Å} = 10^{-10}\ \text{m}$) است.

■ حالت‌های ماده به چگونگی حرکت ذرات تشکیل‌دهندهٔ آن و اندازهٔ نیروی بین آن‌ها بستگی دارد. در جدول زیر هر ۴ حالت ممکن برای مواد را بررسی کرده‌ایم:

جامد	مایع	گاز	پلاسما
ذرات آن به سبب نیروی الکتریکی که به یکدیگر وارد می‌کنند، در مکان‌های معینی نسبت به یکدیگر قرار دارند و نوسان‌های بسیار کوچکی دارند.	مولکول‌های آن به صورت نامنظم نزدیک یکدیگرند. مایع به راحتی جاری می‌شود و شکل ظرف را به خودش می‌گیرد.	اتم‌ها و مولکول‌های آن آزادانه و با تندی بسیار زیاد با یکدیگر و دیوارهٔ ظرف برخورد می‌کنند. اندازهٔ مولکول‌های هوا بین ۱ تا ۳ آنگستروم است.	در دماهای خیلی بالا به وجود می‌آید. مثال: مادهٔ درون ستارگان، بیشتر فضای بین ستاره‌ای، آذرخش، شفق‌های قطبی، آتش، مادهٔ داخل لولهٔ تابان لامپ‌های مهتابی
فاصلهٔ ذرات سازندهٔ جامد و مایع تقریباً یکسان و در حدود یک آنگستروم است.		فاصلهٔ بین مولکول‌های هوا در حدود ۳۵Å است.	

نوع جامد	ویژگی	نحوهٔ تشکیل	مثال
بلورین	از یک الگوی سه بعدی تکرارشوندهٔ منظم تشکیل شده‌اند.	سرد کردن آهستهٔ مایع	فلزها، نمک‌ها، الماس، یخ و بیشتر مواد معدنی
بی‌شکل (آمورف)	ذرات آن در طرح‌های نامنظمی کنار هم قرار دارند.	سرد کردن سریع مایع	شیشه، قیر

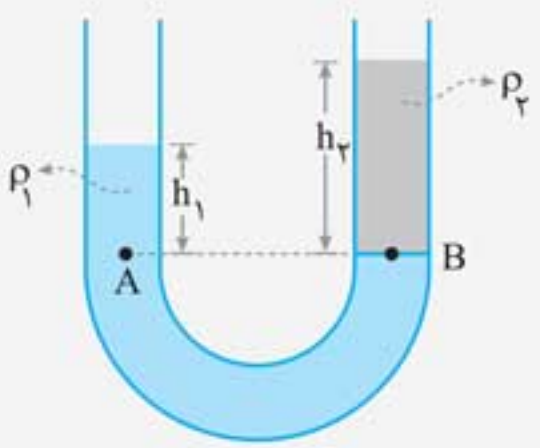
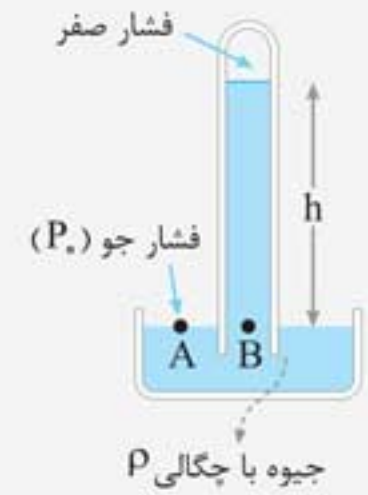
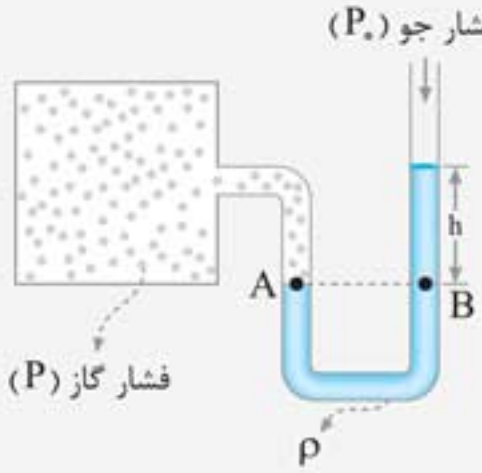
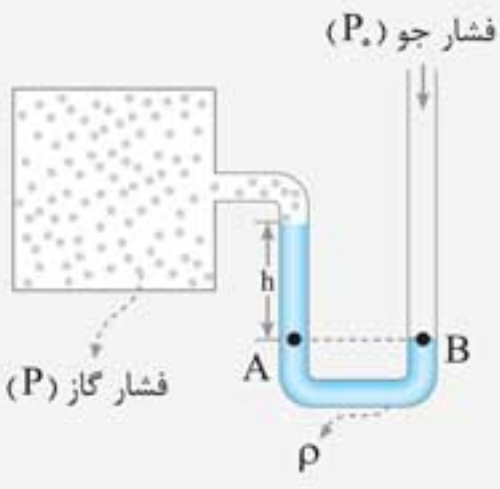
حرکت براونی

حرکت نامنظم و کاتوره‌ای ذرات دود در هوا که مسیر زیگزاگ دارند را حرکت براونی می‌گویند. حرکت براونی به دلیل حرکت نامنظم و کاتوره‌ای مولکول‌های هوا است.

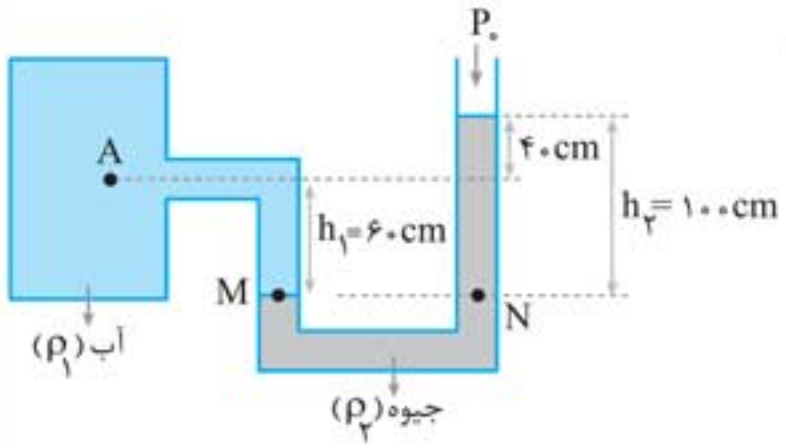
پدیدهٔ پخش

پخش شدن یک ماده درون مایع یا گاز را می‌گویند. مانند پخش شدن نمک و جوهر در آب یا پخش شدن بوی عطر در اتاق.

نکته: پدیدهٔ پخش به علت حرکت کاتوره‌ای و نامنظم مولکول‌های شاره است و تندی این پدیده در گازها بیشتر از مایعات است.

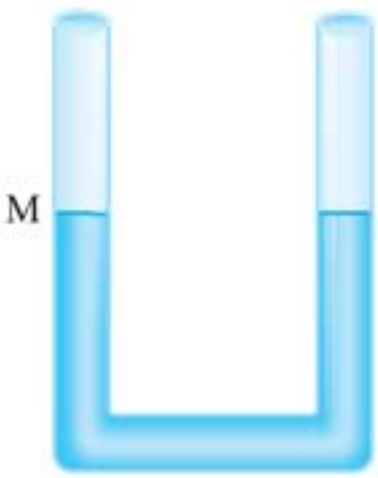
نام وسیله	شکل	رابطه	توضیحات
لولهٔ U شکل		$P_A = P_B$ $P_0 + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_2 g h_2$ $\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$	مایعی که ارتفاع بیشتری دارد، چگالی کم‌تری دارد و مایعی که پایین‌تر قرار گرفته، چگالی بیشتری دارد.
جوسنج (بارومتر)		$P_A = P_B$ $P_0 = \rho g h$	میزان بالا آمدن جیوه در لوله، مستقل از سطح مقطع لوله است و اگر فشار در بالای لوله $P' \neq 0$ باشد: $P_0 = P' + \rho g h$
فشارسنج (مانومتر)		$P_A = P_B$ $P = P_0 + \rho g h$	فشار پیمانه‌ای (P_g): $P_g = P - P_0 = +\rho g h$ $(P_g > 0)$
فشارسنج (مانومتر)		$P_A = P_B$ $P + \rho g h = P_0$ $P = P_0 - \rho g h$	فشار پیمانه‌ای (P_g): $P_g = P - P_0 = -\rho g h$ $(P_g < 0)$

نکته: اعدادی که تمامی انواع فشارسنج‌ها (بارومتر، مانومتر، بوردون و ...) اندازه می‌گیرند، فشار پیمانه‌ای (P_g) است.



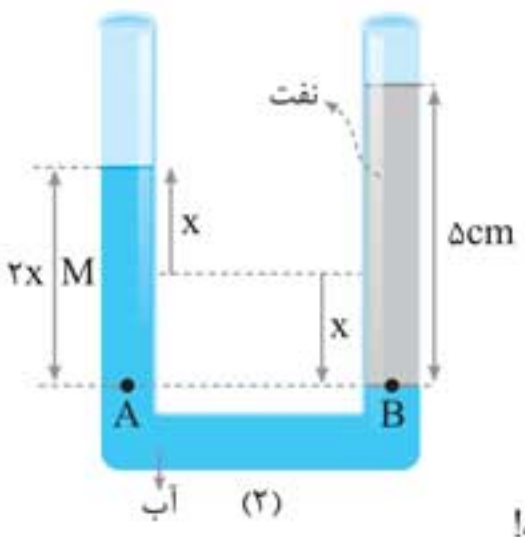
پاسخ **گزینهٔ«۳»** نقاط M و N، هم‌تراز از یک مایع (جیوه) و هم‌فشار هستند:

$$P_M = P_N \Rightarrow P_A + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_2 g h_2$$
$$\Rightarrow P_A - P_0 = \rho_2 g h_2 - \rho_1 g h_1$$
$$= ۱۳/۶ \times ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۱ - ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۰/۶$$
$$= ۱۳۶ \times ۱۰^۳ - ۶ \times ۱۰^۳$$
$$\Rightarrow P_A - P_0 = ۱۳۰ \times ۱۰^۳ = ۱۳۰\,kPa$$



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 ۵ سانتی‌متر نفت بریزیم، در لولهٔ مقابل، چند سانتی‌متر از نقطهٔ M بالاتر می‌رود؟ (چگالی نفت و آب به ترتیب ۰/۸ و ۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب و سطح مقطع لوله در دو طرف یکسان است.) (ریاضی ۹۱)

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۲/۵
۴) ۴



پاسخ **گزینهٔ«۲»** **روش اول:** چون سطح مقطع لوله در دو طرف یکسان است، هرچقدر که ارتفاع آب در سمت راست کم شود (x)، همان‌قدر در سمت چپ زیاد می‌شود. نقاط A و B هم‌تراز از یک مایع و هم‌فشار هستند: $P_A = P_B \Rightarrow (\rho gh)_{آب} = (\rho gh)_{نفت}$

$$\xrightarrow[h_{نفت}=۵\,cm]{h_{آب}=۲x} ۱ \times ۲x = ۰/۸ \times ۵ \Rightarrow x = ۲\,cm$$

روش دوم: یه روش باحال!

ابتدا محاسبه می‌کنیم که فشار ۵ cm نفت، معادل چند سانتی‌متر آبه!

$$(\rho gh)_{آب} = (\rho gh)_{نفت} \Rightarrow ۱ \times h_{آب} = ۰/۸ \times ۵ \Rightarrow h_{آب} = ۴\,cm$$

و این یعنی، انگار ۴ cm آب داخل لوله ریختیم. حالا همه می‌دونیم که وقتی ۴ cm آب داخل لوله بریزیم، ۲ cm آن وارد سمت چپ لوله و ۲ cm هم همون سمت راست باقی می‌مونه. بنابراین ارتفاع آب در سمت چپ، ۲ cm زیاد می‌شه.

در شکل روبه‌رو، فشار گاز جمع شده در انتهای لوله، ۷۲ سانتی‌متر جیوه است. چگالی آب $1\,g/cm^3$ و چگالی جیوه $13/6\,g/cm^3$ است. اگر اختلاف سطح آب در لوله و ظرف ۳۴ cm باشد، فشار هوا چند سانتی‌متر جیوه است؟ (تجربی ۹۳)

۱) ۷۶
۲) ۷۴/۵
۳) ۶۹/۵
۴) ۶۸

جمع‌بندک

ویژگی‌های فیزیکی مواد

حالت‌های ماده

دو نوع است:
- ۱) بلورین: مثل الماس
- ۲) بی‌شکل یا آمورف: مثل شیشه

جامد	مایع	گاز	پلاسما
فاصله بین مولکول‌های جامد و مایع یکسان است.	پدیده پخش در گازها سریع‌تر از مایعات است.	ذرات آن حرکت کاتوره‌ای دارند که منجر به حرکت براونی مولکول‌های دود در هوا می‌شود.	در دماهای بالا به‌وجود می‌آید، مانند ستاره‌ها، آتش و ...

نانو

ویژگی‌های فیزیکی مواد در مقیاس نانو، تغییر می‌کند.

مثال:
۱) نقطهٔ ذوب طلا در مقیاس نانو، کم‌تر از مقیاس معمولی آن است.
۲) آلومینیوم اکسید در مقیاس معمولی نارسانا و در مقیاس نانو رسانا است.

نیروهای بین مولکولی

نکته: نیروی بین مولکولی در فاصله‌های بسیار کم، رانشی، در فاصلهٔ اتمی، ربایشی و در فواصل چندین برابر فاصلهٔ اتمی، صفر است.

نوع نیرو	هم‌چسبی	دگرچسبی
پدیدهٔ مرتبط	کشش سطحی و کروی بودن قطره	ترشوندگی و مویینگی

آب شیشهٔ کثیف یا چرب را تر نمی‌کند.

آب و شیشهٔ تمیز	$F_{هم‌چسبی} > F_{دگرچسبی}$	شیشه تر می‌شود	آب در لولهٔ مویین بالا می‌رود
جیوه و شیشه	$F_{هم‌چسبی} < F_{دگرچسبی}$	شیشه تر نمی‌شود	جیوه در لولهٔ مویین پایین می‌رود

نکته: هر چقدر لولهٔ مویین‌نازک‌تر باشد، آب بالاتر و جیوه پایین‌تر می‌رود.

فشار

$P = \frac{F}{A}$

فشار اجسام جامد منشوری: $P = \frac{mg}{A} = \rho gh$

فشار در شاره‌ها

فشار در عمق h از سطح آزاد شاره: $P = P_0 + \rho gh$

نتیجه: $\Delta P = P_2 - P_1 = \rho g \Delta h$

نتیجه: نقاط هم‌تراز از یک مایع ساکن، هم‌فشارند.

سانتی‌متر جیوه (cmHg) $h_{جیوه}$ — واحد دیگری از فشار است که مسائل آن، دو حالت دارند:

۱) تبدیل از پاسکال	۲) تبدیل از مایع دیگر
$P = \rho_{جیوه} g h_{جیوه}$	$h_{جیوه} = (\frac{\rho_{مایع}}{\rho_{جیوه}}) h_{مایع}$

نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع (F): $F = \rho g h A$

نتایج:

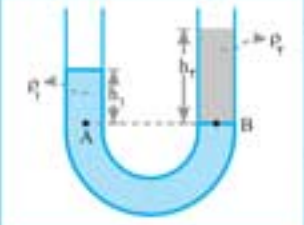
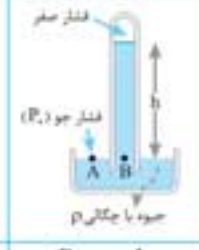
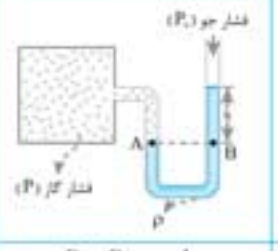
ظرف استوانه‌ای	ظرف گلدانی	ظرف دیگی
وزن مایع = F	وزن مایع > F	وزن مایع < F

نکته: وقتی چند مایع درون ظرفی باشند، فشار ناشی از مایعات در کف ظرف، برابر با جمع فشار هریک از مایعات است:
$P = P_1 + P_2 + ... = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 + ...$

فشار پیمانه‌ای (P_g): $P_g = P - P_0$

نکته: تمامی فشارسنج‌ها، فشار پیمانه‌ای را اندازه می‌گیرند.

کاربردهای اصل هم‌فشار بودن نقاط هم‌تراز از یک مایع ($P_A = P_B$)

لولهٔ U شکل	جوسنج (بارومتر)	فشارسنج (مانومتر)
		
$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$	$P_0 = \rho g h$	$P = P_0 + \rho g h$

نیروی شناوری (F_b)

F_b = وزن شاره جابه‌جا شده

F_b، همواره رو به بالا بر جسم اثر می‌کند.

نکته: اگر چگالی جسم بیشتر از شاره باشد در شاره تهنشین می‌شود، اما اگر چگالی آن کم‌تر از چگالی شاره باشد، درون شاره بالا می‌رود تا در سطح آن شناور شود.

شارهٔ در حرکت

معادلهٔ پیوستگی: $v_1 A_1 = v_2 A_2$

اصل برنولی: در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد

مثال: اگر در یک لولهٔ آب، مقطع لوله، کوچک‌ترشود، تندی جریان آب بیشتر و فشار آن کم‌تر می‌شود.

دماسنج		اساس کارکرد (کمیت دماسنجی)	نکتهٔ خاص
دماسنج‌های متداول	دماسنج مایعی	انبساط مایع (جیوه، الکل و ...) درون لوله بر اثر تغییرات دما	جسم باید در تماس کامل با مخزن دماسنج باشد. دقت بالایی ندارد. با توجه به گسترهٔ عملکردی الکل [۷۹°C تا −۱۱۵°C] از آن برای اندازه‌گیری دماهای پایین استفاده می‌شود. با توجه به گسترهٔ عملکردی جیوه [۳۵۷°C تا −۳۹°C] از آن برای اندازه‌گیری دماهای بالا استفاده می‌شود.
	بیشینه ـ کمینه	بالا و پایین رفتن ارتفاع الکل یا روغن کریئوزوت بر اثر تغییرات دما	نوعی دماسنج مایعی است که بیشینه و کمینه دما را در یک مدت زمان معین اندازه‌گیری می‌کند.
	ترموکوپل	تغییر ولتاژ یا همان اختلاف پتانسیل الکتریکی بر اثر تغییرات دما	گسترهٔ دماسنجی ترموکوپل‌ها به جنس سیم استفاده شده در آن‌ها بستگی داشته و با هم فرق دارند. سرعت اندازه‌گیری و گسترهٔ دمایی بالایی دارد. به دلیل دقت کم از دماسنج‌های معیار، حذف شد.

تست ترموکوپل چیست؟ (تجربی خارج ۸۹)

۱) وسیله‌ای برای سنجش رسانایی حرارتی اجسام است.
۲) دماسنجی است که در آن تغییر دما باعث تغییر ولتاژ می‌شود.
۳) دماسنجی است که در آن تغییر دما باعث تغییر حجم گاز یا مایع می‌شود.
۴) وسیله‌ای برای ثابت نگه داشتن دمای داخلی ساختمان است.

پاسخ **گزینهٔ «۲»** اساس کار ترموکوپل، اندازه‌گیری ولتاژ یا همان اختلاف پتانسیل الکتریکی است. در واقع، با تغییر دمای محل مورد اندازه‌گیری، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، تغییر می‌کند.

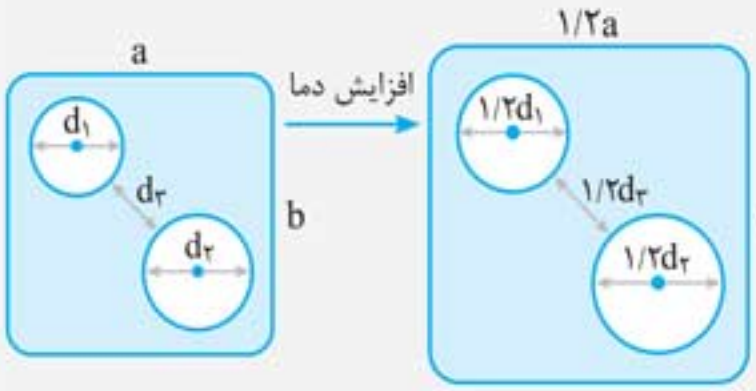
۳۳ انبساط گرمایی

بیشتر اجسام با افزایش دما، حجم و ابعادشان افزایش یافته و منبسط می‌شوند که به این پدیده **انبساط گرمایی** می‌گویند.

نکته‌ها:

۱ در انبساط یک جسم، فاصلهٔ بین هر دو نقطهٔ دلخواه بعد از افزایش دما، زیاد می‌شود.

۲ با افزایش دما، تمام ابعاد جسم به یک نسبت افزایش می‌یابد؛ به عبارت دیگر، جسم به هر شکلی (حفره‌دار یا توپر) باشد، بعد از افزایش دما، مشابه شکل اولیهٔ خودش خواهد بود.



به‌عنوان مثال اگر در شکل بالا با افزایش دما، ۲۰ درصد افزایش طول داشته باشیم، فاصلهٔ بین دو هر نقطهٔ دلخواه، ۲۰ درصد افزایش می‌یابد.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱. هنگامی که دمای جسمی در مقیاس سلسیوس ۳ برابر می‌شود، در مقیاس فارنهایت دمای جسم ۷۲٪ افزایش می‌یابد. دمای این جسم چند کلوین بوده است؟

۱) ۲۸۳ ۲) ۳۲۳ ۳) ۲۹۳ ۴) ۳۰۰

۲. در یک روز داغ تابستان که دمای هوا $40^\circ C$ است، شخصی باک (مخزن) ۶۰ لیتری اتومبیل خود را از بنزین کاملاً پر می‌کند. فرض کنید بنزین از منبعی در زیرزمین با دمای $10^\circ C$ بالا آمده باشد. شخص اتومبیل را پارک می‌کند و ساعتی بعد باز می‌گردد. مشاهده می‌کند که بنزین قابل توجهی از باک سرریز شده است. چند لیتر بنزین از باک بیرون ریخته است؟ (از افزایش حجم باک که بسیار ناچیز است صرف‌نظر می‌شود و $\beta_{\text{بنزین}} = 1\times10^{-3}\,/^\circ C$) (برگرفته از کتاب درسی)

۱) ۱/۶ ۲) ۱/۸ ۳) ۲/۴ ۴) ۲/۸

۳. دمای یک قرص فلزی $100\,K$ افزایش می‌یابد. اگر شعاع اولیهٔ آن $10\,cm$ و ضخامت اولیهٔ آن $4\,mm$ باشد، تغییر حجم قرص چند سانتی‌متر مکعب است؟ $(\alpha = 5\times10^{-5}/K\,,\ \pi \simeq 3)$ (ریاضی خارج ۹۷)

۱) ۰/۱۲ ۲) ۰/۱۸ ۳) ۱/۲ ۴) ۱/۸

۴. دو کرهٔ فلزی هم‌جنس A و B، اولی توپر به شعاع $20\,cm$ و دیگری توخالی که شعاع خارجی آن $20\,cm$ و شعاع حفرهٔ داخلی $10\,cm$ 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) $\frac{8}{7}$

۵. مقداری آب را که در فشار یک اتمسفر قرار دارد، به تدریج سرد می‌کنیم و هم‌زمان فشار محیط را افزایش می‌دهیم. در این صورت، آب در دمای ..... درجهٔ سلسیوس منجمد می‌شود. (تجربی خارج ۹۷)

۱) صفر ۲) ۴ ۳) پایین‌تر از صفر ۴) بین ۴ درجه و صفر

۶. حجم جسم A، دو برابر حجم جسم B و چگالی آن ۰/۸ چگالی جسم B است. اگر گرمای ویژهٔ A، نصف گرمای ویژهٔ B باشد و به هر دو یک‌اندازه گرما بدهیم، افزایش دمای جسم A، چندبرابر افزایش دمای جسم B می‌شود؟ (تجربی ۹۶)

۱) $\frac{5}{4}$ ۲) $\frac{4}{5}$ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) $\frac{2}{3}$

۷. گرمای ویژهٔ آلومینیم بیش از ۲ برابر گرمای ویژهٔ مس است. اگر $1\,kg$ آلومینیم $20^\circ C$ و $1\,kg$ مس $20^\circ C$ را با هم داخل مقداری آب $100^\circ C$ بیندازیم، پس از برقراری تعادل: (ریاضی خارج ۹۱)

۱) افزایش دمای آلومینیم و مس یکسان است.
۲) تغییر دمای مس بیشتر از آلومینیم است.
۳) گرمایی که مس و آلومینیم می‌گیرند، یکسان است.
۴) گرمایی که مس می‌گیرد، بیشتر از گرمایی است که آلومینیم می‌گیرد.

پاسخ **گزینهٔ«۱»** چون حجم گاز کم شده است، کار مثبت است:

فرایند هم‌دما: $\Delta U = Q + W = ۰ \Rightarrow Q = -W \xrightarrow{W = ۶/۷۲\times ۱۰^{۳}\ J} Q = -۶/۷۲\times ۱۰^{۳}\ J$

چون $Q < ۰$ است، گاز گرما از دست می‌دهد و این گرما را به مخلوط آب و یخ می‌دهد، در نتیجه یخ با گرفتن گرما ذوب می‌شود:

$$Q = -mL_F \Rightarrow -۶/۷۲\times ۱۰^{۳} = -m\times ۳۳۶ \Rightarrow m = ۲۰\,g$$

فرایند بی‌دررو

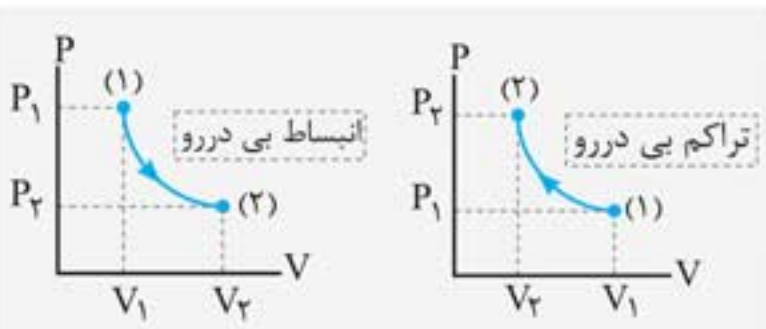
بین گاز و محیط گرمایی مبادله نمی‌شود؛ یعنی $Q = ۰$ می‌باشد.

- فرایند بی‌دررو را به دو صورت می‌توان انجام داد: ۱ دستگاه را عایق‌بندی گرمایی کنیم و یا ۲ انبساط یا تراکم گاز را به سرعت انجام دهیم.

نکته: چون فرمول ΔU برای همهٔ فرایندها یکسان است، در نتیجه با استفاده از قانون اول ترمودینامیک برای محاسبهٔ W در فرایند بی‌دررو هم فرمول داریم:

$$\Delta U = Q + W \xrightarrow[Q=۰]{\text{فرایند بی‌دررو}} W = \Delta U = nC_V\Delta T = \frac{C_V}{R}(P_۲V_۲ - P_۱V_۱)$$

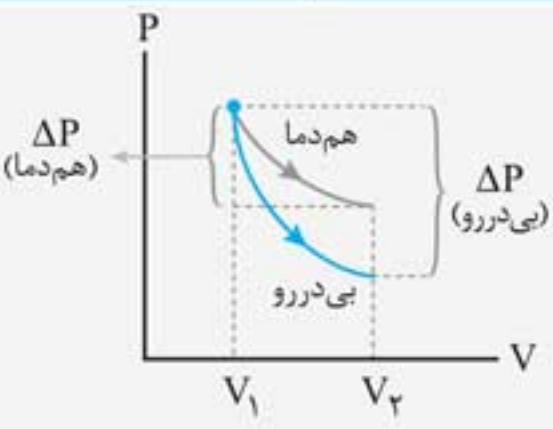
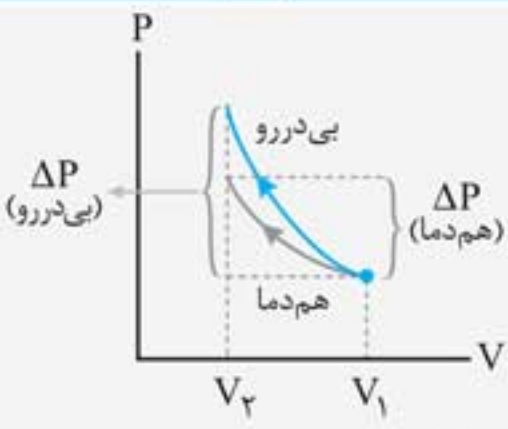
- نمودار $P-V$ انبساط یا تراکم بی‌دررو به شکل زیر و نحوهٔ تغییر متغیرهای مربوط به هر نمودار مانند جدول زیر است:



نوع فرایند / کمیت	ΔV	$\Delta U = W$	ΔT	ΔP
انبساط بی‌دررو	+	−	−	−
تراکم بی‌دررو	−	+	+	+

از جدول بالا این نتیجه را می‌گیریم که در فرایند بی‌دررو همواره علامت‌های W ، ΔU ، ΔT و ΔP یکسان و مخالف علامت ΔV است.

مقایسهٔ نمودار $P-V$ فرایند هم‌دما و فرایند بی‌دررو:

انبساط	تراکم
	

طبق نمودارهای فوق می‌توان نتیجه گرفت که اندازهٔ شیب نمودار $P-V$ مربوط به فرایند بی‌دررو، بزرگ‌تر از اندازهٔ شیب فرایند هم‌دما می‌باشد و این یعنی به ازای تغییر حجم یکسان، تغییر فشار در فرایند بی‌دررو، بیشتر از تغییر فشار در فرایند هم‌دما است.

نکته‌ها:

۱ ظرفیت خازن، فقط به ساختار درونی آن بستگی دارد و با تغییر V و Q تغییر نمی‌کند (با تغییر یکی دیگری به نحوی تغییر می‌کند که ظرفیت خازن ثابت بماند).

۲ بار خازن (Q) برابر با اندازهٔ بار هر یک از صفحات خازن است.

۳ هرچه اختلاف پتانسیل دو سر خازن بیشتر باشد، بار بیشتری در آن ذخیره می‌شود.

۴ شیب نمودار $Q-V$ نشان‌دهندهٔ ظرفیت خازن است.

۵ **عوامل مؤثر بر ظرفیت خازن:**

ضریب گذردهی الکتریکی خلأ

$\varepsilon_0 = 8/85\times10^{-12}\ F/m$

$$C=\kappa\varepsilon_0\frac{A}{d}\quad (F)\leftarrow \quad A\rightarrow(m^2),\ d\rightarrow(m)$$

ضریب دی الکتریک

- مساحت هر صفحه (A)
- فاصلهٔ دو صفحه (d)
- جنس مادهٔ عایق بین دو صفحه (κ)

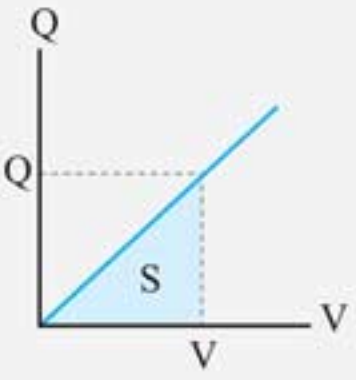
تذکر κ برای خلأ و هوا برابر ۱ و برای سایر نارساناها از یک بیشتر است.

۶ حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن را **ولتاژ شکست یا فروریزش** (V_{max}) می‌گویند. با اعمال این ولتاژ به دو سر خازن، ناگهان خازن تخلیه شده و معمولاً با یک جرقه خازن می‌سوزد (مسیری رسانا درون دی‌الکتریک ایجاد می‌شود).

۷ بین دو صفحهٔ خازن متصل به یک باتری، میدان الکتریکی یکنواخت به وجود می‌آید.

$$E=\frac{V}{d}=\frac{Q}{\kappa\varepsilon_0 A}=\frac{\sigma}{\kappa\varepsilon_0}$$

۸ **انرژی ذخیره‌شده در خازن:**



$$U=\frac{1}{2}QV=\frac{1}{2}CV^2=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}\quad (\text{ژول } J)\leftarrow$$

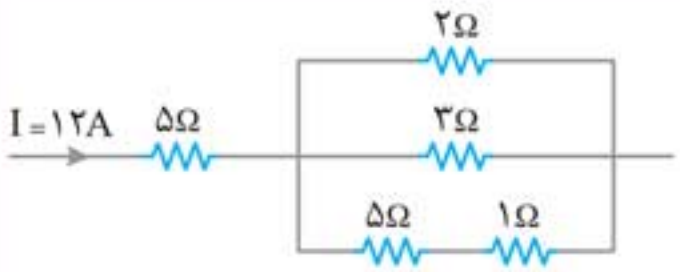
- مساحت محصور بین نمودار $Q-V$ و محور V برابر انرژی ذخیره شده در خازن است.

$$S=U=\frac{1}{2}QV$$

۹

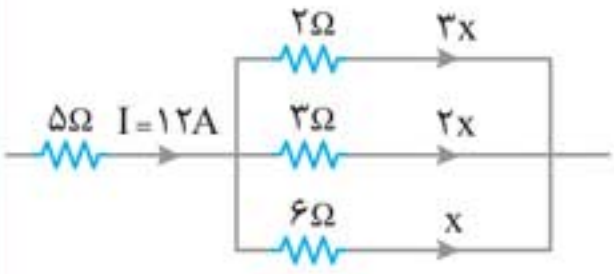
تست

در شکل مقابل، جریان گذرنده از مقاومت 1Ω چند آمپر است؟



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۴
۴) ۴

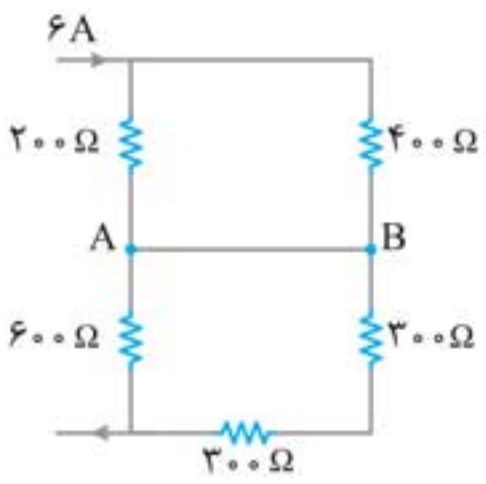
پاسخ **گزینهٔ«۲»** ابتدا با توجه به متوالی بودن دو مقاومت 5Ω و 1Ω در شاخهٔ پایین، مقاومت معادل این شاخه یک مقاومت 6Ω است. حال جریان شاخه‌ای که مقاومت بزرگ‌تری دارد را برابر x قرار داده و جریان شاخه‌های دیگر را از روی آن به‌دست می‌آوریم.



$$I = 3x + 2x + x = 12\,A \Rightarrow 6x = 12\,A \Rightarrow x = 2\,A$$

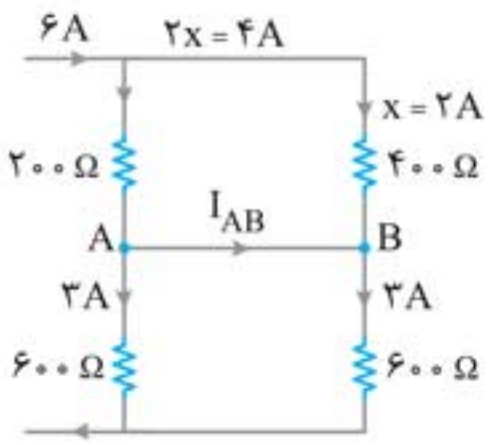
جریان گذرنده از مقاومت 1Ω همان جریان شاخهٔ پایین، یعنی $x = 2A$ است.

در مدار روبه‌رو، جریان عبوری از سیم اتصال بین A و B چند آمپر است؟ (مقاومت الکتریکی سیم‌های اتصال ناچیز است.) (ریاضی ۹۰)



۱) صفر
۲) ۱
۳) ۴
۴) ۳

پاسخ **گزینهٔ«۲»** مقاومت‌های 400Ω و 200Ω با یکدیگر موازی هستند، دو مقاومت 300Ω با هم سری‌اند و مقاومت معادل آن‌ها، 600Ω است. همچنین دو مقاومت 600Ω در قسمت پایین مدار نیز با یکدیگر موازی هستند و معادل این مقاومت‌های موازی با یکدیگر سری هستند و جریان یکسانی از آن‌ها می‌گذرد.



با استفاده از روش x در تقسیم جریان داریم:

$$3x = 6A \Rightarrow x = 2A \Rightarrow I_{400\Omega} = 2A\,,\, I_{200\Omega} = 4A$$

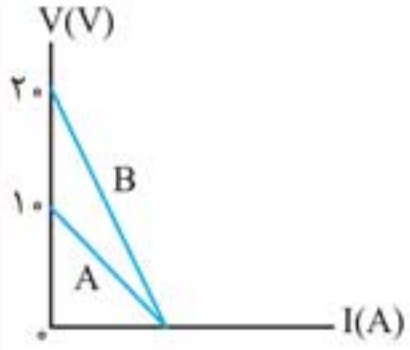
جریان $6\,A$ به‌صورت مساوی بین دو مقاومت 600Ω تقسیم می‌شود:

$$I_{600\Omega} = \frac{6\,A}{2} = 3\,A$$

با استفاده از قاعدهٔ انشعاب در گره A داریم:

$$I_{200\Omega} = I_{600\Omega} + I_{AB} \Rightarrow I_{AB} = 4 - 3 = 1\,A$$

تست نمودار تغییر ولتاژ دو سر مولدهای **A** و **B** برحسب شدت جریانی که از آن‌ها می‌گذرد، مطابق شکل است. مقاومت درونی مولد **B** چند برابر مقاومت درونی مولد **A** است؟ (ریاضی خارج ۸۷)

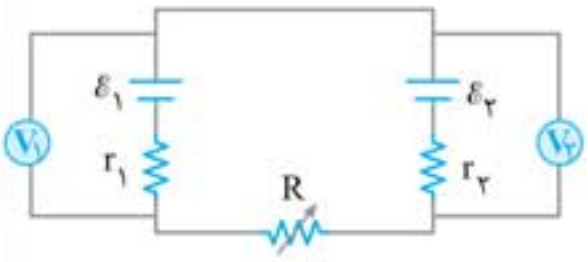


۱) ۱
۲) ۲
۳) $\frac{۱}{۲}$
۴) ۱۰

پاسخ **گزینهٔ «۲»**

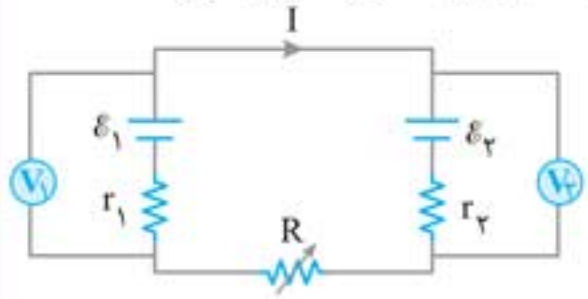
$$\frac{r_B}{r_A}=\frac{\text{شیب نمودار B}}{\text{شیب نمودار A}}=\frac{\frac{۲۰}{I}}{\frac{۱۰}{I}}=۲$$

در مدار شکل روبه‌رو، اگر $\mathcal{E}_۲ > \mathcal{E}_۱$ باشد، با افزایش مقاومت رئوستا، $V_۱$ و $V_۲$ به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟ (برگرفته از کتاب درسی)



۱) افزایش، کاهش
۲) کاهش، افزایش
۳) کاهش، کاهش
۴) افزایش، افزایش

پاسخ **گزینهٔ «۱»** با توجه به این‌که $\mathcal{E}_۲ > \mathcal{E}_۱$ است، مولد $\mathcal{E}_۱$ جهت جریان مدار را تعیین می‌کند؛ بنابراین جریان از سر مثبت وارد منبع $\mathcal{E}_۲$ شده و این باتری ضد مولد است، بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر آن $V_۲ = \mathcal{E}_۲ + r_۲I$ است و اختلاف پتانسیل منبع $\mathcal{E}_۱$ از رابطهٔ $V_۱ = \mathcal{E}_۱ - r_۱I$ به‌دست می‌آید و چون با افزایش مقاومت رئوستا، جریان I کاهش می‌یابد، داریم:



$$\uparrow V_۱ = \mathcal{E}_۱ - r_۱I \downarrow \ , \ \downarrow V_۲ = \mathcal{E}_۲ + r_۲I \downarrow$$

بنابراین $V_۱$ افزایش و $V_۲$ کاهش می‌یابد.

۷۶ وسایل اندازه‌گیری در مدارهای الکتریکی

وسیلهٔ اندازه‌گیری	کاربرد	نماد مداری	مقدار مقاومت	نحوهٔ درست قرار گرفتن در مدار	نکتهٔ خاص
آمپرسنج آرمانی	اندازه‌گیری جریان عبوری از یک سیم	A	صفر	R, A	اگر به‌صورت موازی در مدار قرار بگیرد مانند سیم اتصال کوتاه عمل می‌کند.
ولت‌سنج آرمانی	اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل دو نقطه از مدار	V	بی‌نهایت	V, R	اگر به‌صورت متوالی در مدار قرار گیرد، اجازهٔ عبور جریان را نمی‌دهد (مانند کلید باز عمل می‌کند).

نکته‌ها:

۱ به خاطر تغییر ۳ عامل زیر در یک حلقه ولتاژ القا می‌شود:

الف) تغییر در اندازهٔ میدان مغناطیسی $(\vec{B})$، ب) تغییر در مساحت حلقه (A)، پ) تغییر در زاویهٔ θ

این تغییر می‌تواند تغییر یکی از کمیت‌ها یا هم‌زمان دو یا هر سهٔ آن‌ها باشد.

تغییر میدان مغناطیسی (ΔB)	تغییر مساحت (ΔA)	تغییر زاویهٔ میدان با نیم‌خط عمود بر سطح $(\Delta\cos\theta)$
$\bar{\mathcal{E}}=-NA\cos\theta\times\frac{\Delta B}{\Delta t}$	$\bar{\mathcal{E}}=-NB\cos\theta\times\frac{\Delta A}{\Delta t}$	$\bar{\mathcal{E}}=-NBA\times\frac{\Delta(\cos\theta)}{\Delta t}$

- $\frac{\Delta B}{\Delta t}$: آهنگ متوسط تغییر میدان مغناطیسی (T/s)
- $\frac{\Delta A}{\Delta t}$: آهنگ متوسط تغییر مساحت مدار بسته (m^2/s)
- $\Delta(\cos\theta)=\cos\theta_2-\cos\theta_1$ «حواستون باشه که، $\Delta(\cos\theta)\neq\cos\Delta\theta$»

۲ جریان القایی متوسط:

$$I=\frac{\bar{\mathcal{E}}}{R}=-\frac{N}{R}\left(\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right)$$

N: تعداد دور پیچه یا سیملوله؛ $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$: آهنگ تغییر شار مغناطیسی؛ R: مقاومت پیچه یا سیملوله

۳ بار شارش شده:

$$\Delta q=-\frac{N}{R}\Delta\Phi$$

مدت زمان تغییر شار تأثیری بر میزان بار شارش شده ندارد.

تست

حلقه‌ای به قطر $20\,cm$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت طوری قرار دارد که خطوط میدان بر سطح حلقه عمود است. اگر مقاومت الکتریکی حلقه $0/3\,\Omega$ باشد، میدان مغناطیسی با آهنگ چند تسلا بر ثانیه تغییر کند، تا جریان $0/2\,A$ در حلقه القاء شود؟ $(\pi=3)$ (ریاضی ۹۴)

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۸ ۳) ۲ ۴) ۸

پاسخ گزینهٔ «۳»

$$|\bar{I}|=\left|-\frac{N}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|\Rightarrow|\bar{I}|=\left|-\frac{N}{R}\times A\cos\theta\frac{\Delta B}{\Delta t}\right|\xrightarrow[A=\pi r^2]{\theta=0^\circ}$$

$$0/2=\left|-\frac{1}{0/3}\times\pi\times(0/1)^2\times1\times\frac{\Delta B}{\Delta t}\right|\Rightarrow\left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right|=2\,T/s$$

پیچه‌ای دارای ۲۰۰ حلقه است و شار مغناطیسی ۰/۰۵ وبر از آن می‌گذرد و دو سر این پیچه به هم وصل است. اگر این شار مغناطیسی با آهنگ ثابتی کاهش یافته و به صفر برسد و مقاومت الکتریکی پیچه $10\,\Omega$ باشد، چند کولن بار الکتریکی در آن شارش پیدا می‌کند؟

۱) ۰/۰۱ ۲) ۰/۱ ۳) ۱ ۴) ۱۰

پاسخ گزینهٔ «۳»

$$|\Delta q|=\left|-\frac{N}{R}\Delta\Phi\right|=\left|-\frac{200}{10}\times(-0/05)\right|=1\,C$$

القای الکترومغناطیسی

شار مغناطیسی $\Phi = BA\cos\theta$

نکته: یکای شار $T\cdot m^2$ است که به آن Wb (وبر) می‌گویند.

قانون القای الکترومغناطیسی فاراده

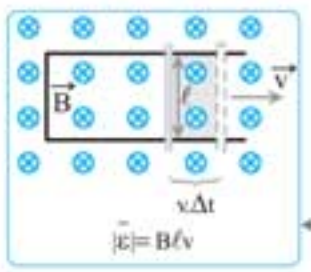
نیروی محرکهٔ القایی متوسط $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

نیرو محرکهٔ القایی متوسط بر حسب آهنگ تغییر هر یک از کمیت ها

تغییر میدان	تغییر مساحت سطح (ΔA)	تغییر زاویهٔ θ
$\bar{\varepsilon} = -NA\cos\theta\frac{\Delta B}{\Delta t}$	$\bar{\varepsilon} = -NB\cos\theta\frac{\Delta A}{\Delta t}$	$\bar{\varepsilon} = -NAB\frac{\Delta(\cos\theta)}{\Delta t}$

جریان القایی متوسط $I = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{-N}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

بار شارش شده $\Delta q = \frac{-N}{R}\Delta\Phi$



حرکت میلهٔ رسانا روی قاب

رابطهٔ نمودار $\bar{\varepsilon}$ و $\Phi - t$

شیب خط واصل $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

- $\Phi - t$ نمودار صعودی $\rightarrow \varepsilon < 0$
- $\Phi - t$ نمودار نزولی $\rightarrow \varepsilon > 0$

شیب خط واصل $\Phi - t$ بین دو لحظه $\times(-N) = \bar{\varepsilon}$

اگر نمودار خطی باشد $\Phi = at + b$

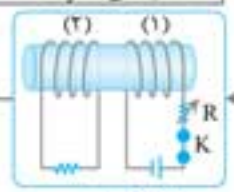
خط افقی	خط غیرافقی $(a \neq 0)$	
$a = 0$	$a > 0$	$a < 0$
نیروی محرکه القا نمی‌شود.	ε: ثابت و منفی	ε: ثابت و مثبت

قانون لنز

بررسی نحوهٔ تغییر شار اثر متقابل قطب‌های N و S

- کاهش $\rightarrow$ $B_{القایی}$ هم‌جهت $B_{اصلی}$ $\rightarrow$ تعیین جهت $I_{القایی}$ با قاعدهٔ دست راست
- افزایش $\rightarrow$ $B_{القایی}$ خلاف جهت $B_{اصلی}$ $\rightarrow$ تعیین جهت $I_{القایی}$ با قاعدهٔ دست راست

نکته



تعیین جهت $I_{القایی}$ پیچه (۲)

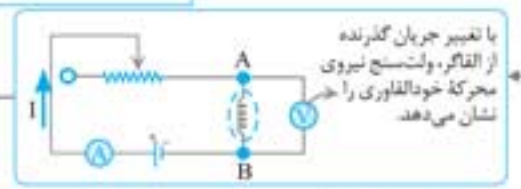
بسته شدن کلید، کاهش R، نزدیک شدن دو سیم‌پیچ	باز شدن کلید، افزایش R، دور شدن دو سیم‌پیچ
شار در حال افزایش $\rightarrow$ ایجاد نیروی دافعه	شار در حال کاهش $\rightarrow$ ایجاد نیروی جاذبه

درحال نزدیک‌شدن $\rightarrow$ ایجاد نیروی دافعه $\rightarrow$ ایجاد قطب همنام در سمت آهنربا $\rightarrow$ تعیین جهت $I_{القایی}$

درحال دورشدن $\rightarrow$ ایجاد نیروی جاذبه $\rightarrow$ ایجاد قطب ناهمنام در سمت آهنربا $\rightarrow$ تعیین جهت $I_{القایی}$

القاگر

خودالقاوری



نکته: القاگر مانند یک باتری عمل می‌کند $\leftarrow$ با تغییر جریان اصلی مدار مخالفت می‌کند

نکته: اگر جریان گذرنده از القاگر ثابت باشد: نیروی محرکهٔ خودالقاوری به‌وجود نمی‌آید.

ضریب القاوری سیملولهٔ آرمانی $L = \mu_0\frac{AN^2}{l}$

نکته: هرچقدر حلقه‌ها نزدیک‌تر (فشرده‌تر) باشد، ضریب القاوری بزرگتر است.

انرژی ذخیره شده در القاگر $U = \frac{1}{2}LI^2$

جریان	افزایش	کاهش	ثابت
انرژی ذخیره شده در القاگر	افزایش	کاهش	ثابت
نتیجه	القاگر درحال دریافت انرژی	القاگر در حال تحویل انرژی	انرژی نه وارد می‌شود نه خارج

اگر جریان به شکل $I = I_m\sin\omega t$ باشد $U_m = \frac{1}{2}LI_m^2$

جریان متناوب

دوره تناوب	فرکانس
$T = \frac{t}{n}$	$f = \frac{1}{T}$

$\Phi = BA\cos(\frac{2\pi}{T})t$ | $\varepsilon = \varepsilon_m\sin(\frac{2\pi}{T})t$ | $I = I_m\sin(\frac{2\pi}{T})t$

نکته: $I_m = \frac{\varepsilon_m}{R}$

سطح پیچه عمود بر خطوط میدان	سطح پیچه هم راستا با خطوط میدان
$\Phi = max$	$\Phi = 0$
$I = 0$	$I: max$

مبدل $\frac{V_2}{V_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$

افزاینده	کاهنده
ولتاژ را زیاد می‌کند	ولتاژ را کم می‌کند

نکته: برای کاهش تلفات در انتقال توان از مبدل افزاینده استفاده می‌شود.
(کاهش) $\downarrow RI^2 =$ تلفات $\downarrow$ (کاهش)

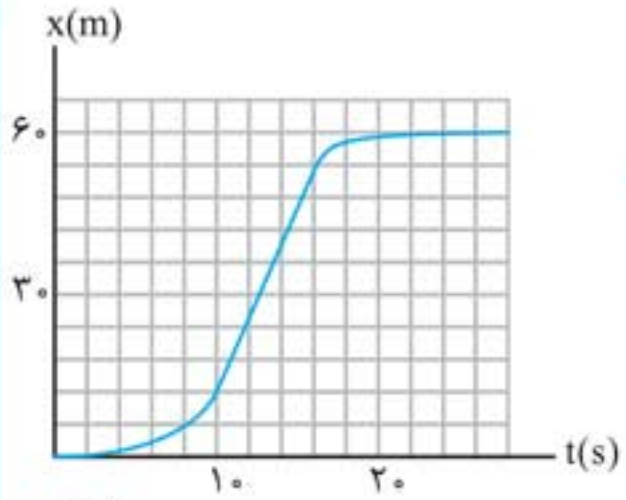
شکل مقابل، نمودار مکان ـ زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم حرکت کرده است، بیشینهٔ سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟ (تجربی خارج ۹۵)

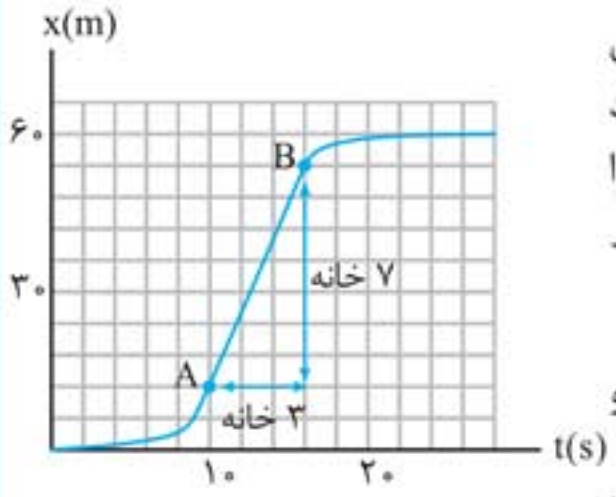
۱) ۳

۲) ۵

۳) ۷

۴) ۹





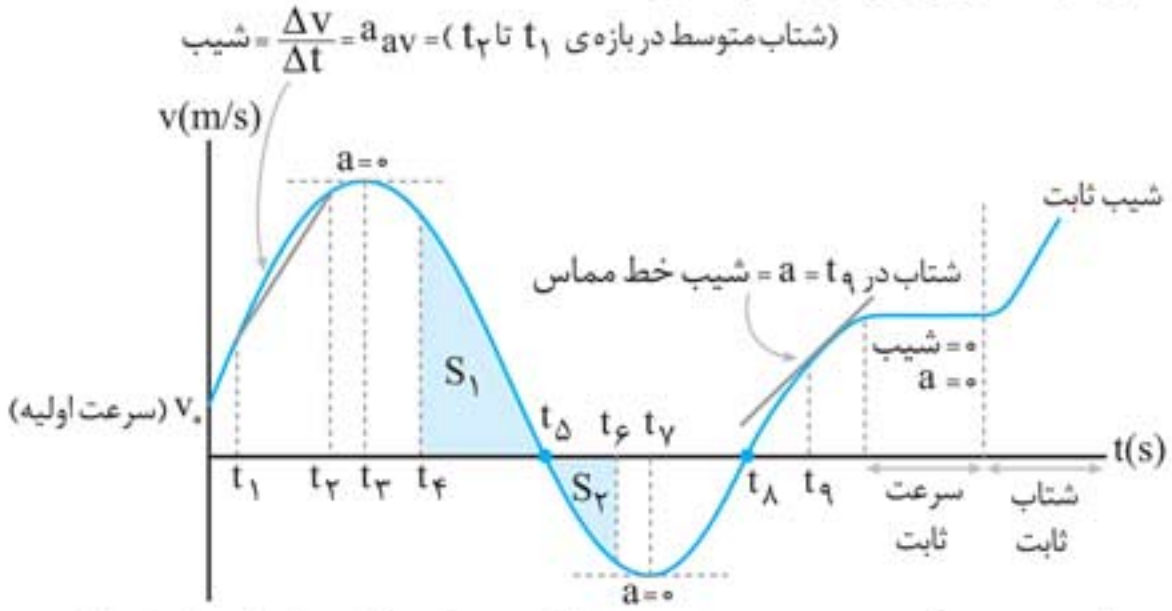
پاسخ **گزینهٔ«۳»** سرعت در هر لحظه برابر با شیب خط مماس بر نمودار مکان ـ زمان است. در بازه‌ای که نمودار خطی می‌شود (خط AB)، بزرگ‌ترین شیب و در نتیجه بزرگ‌ترین سرعت را دارد، بنابراین برای محاسبهٔ بیش‌ترین سرعت باید شیب این خط را محاسبه کنیم.

طبق نمودار مشخص است که هر خانه روی محور t برابر با $\frac{۱۰}{۵}=۲\,s$ و هر خانه روی محور x برابر با $\frac{۳۰}{۵}=۶\,m$ است، حالا می‌توانیم شیب خط را محاسبه کنیم:

$$v_{max}=\text{شیب خط AB}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۷\times۶}{۳\times۲}=۷\,m/s$$

۱۰۸ نمودار سرعت ـ زمان

به عنوان مثال نمودار سرعت ـ زمان شکل زیر را در نظر بگیرید:



۱) در لحظاتی که سرعت مثبت است، متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند (۰ تا $t_۵$ و $t_۸$ تا ∞) و در لحظاتی که سرعت منفی است، متحرک در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند ($t_۵$ تا $t_۸$).

۲) شتاب متوسط متحرک، بین دو لحظهٔ دلخواه، برابر با شیب خطی است که نمودار سرعت ـ زمان را در آن دو لحظه قطع می‌کند. مثلاً شتاب متوسط بین دو لحظهٔ $t_۱$ و $t_۲$ برابر با شیب خط واصل بین این دو نقطه است.

$$a_{av}=\text{شیب خط واصل بین دو نقطه}=\frac{\Delta v}{\Delta t}$$

۱۳۱ نحوهٔ حل مسائل دینامیک

با رسم یک شکل مناسب، جهت حرکت جسم را مشخص می‌کنیم وهر یک از نیروهای زیر را در صورت وجود با جهت درست، رسم می‌کنیم:

۱) مولفهٔ نیروی خارجی در راستای حرکت (یا سطح)

۲) مولفهٔ نیروی خارجی در راستای عمود بر سطح

۳) نیروی وزن (W) ۴) نیروی عمودی سطح (F_N)

۵) نیروی مقاومت شاره (f_D) ۶) نیروی اصطکاک (f)

اگر اصطکاک نباشد

مجموع نیروهای در جهت حرکت ($F_{\text{محرک}}$) و مجموع نیروهای در خلاف جهت حرکت ($F_{\text{مقاوم}}$) را محاسبه می‌کنیم.

با استفاده از قانون دوم نیوتون مساله را حل می‌کنیم: $F_{net} = F_{\text{محرک}} - F_{\text{مقاوم}} = ma$

اگر اصطکاک باشد

اگر جسم در حرکت باشد، اصطکاک از نوع جنبشی است،اما اگر ازحرکت جسم بی‌خبر باشیم، مقدار $f_{s,max} = F_N \cdot \mu_s$ را محاسبه می‌کنیم و با دو حالت روبه‌رو می شویم:

(حالت ۱) $f_{s,max} > F_{\text{محرک}}$

جسم ساکن است و $f_s = F$ می‌باشد.

(حالت ۲) $f_{s,max} < F_{\text{محرک}}$

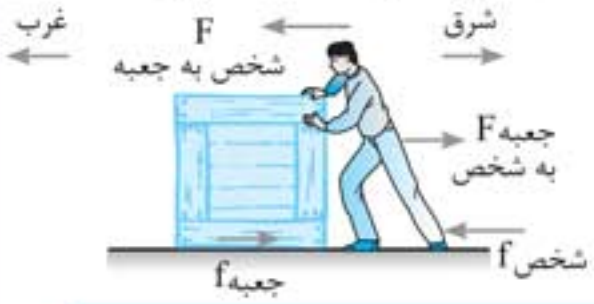
اصطکاک از نوع جنبشی (f_k) است.

با استفاده از قانون دوم نیوتون، مساله را حل می‌کنیم:
$F_{net} = F_{\text{محرک}} - F_{\text{مقاوم}} = ma$

تست شخصی روی سطح افقی، یک صندوق را به سمت غرب هُل مـی‌دهـد. در ایـن عمـل، نیروهای اصطکاک وارد به شخص و صندوق، به ترتیب هر یک به کدام جهت است؟ (تجربی ۹۶)

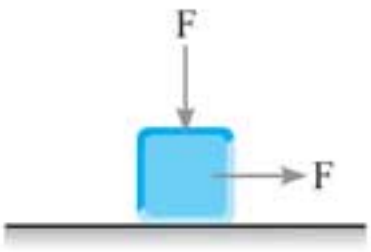
۱) غرب و شرق ۲) هر دو غرب ۳) شرق و غرب ۴) هر دو شرق

پاسخ **گزینهٔ«۱»** در شکل زیر وضعیت نیروهای وارد بر شخص و جعبه را مشاهده می‌کنید. چون جعبه به سمت غرب می‌خواهد حرکت کند، نیروی اصطکاک وارد بر آن درخلاف جهت و به سمت شرق است.



طبق قانون سوم نیوتون، نیرویی که جعبه به شخص وارد می‌کند در خلاف جهت نیروی شخص و به سمت شرق می‌باشد. بنابراین، نیروی اصطکاک وارد بر شخص در خلاف جهت این نیرو و به سمت غرب است.

در شکل زیر جرم جسم $4\,kg$، اندازهٔ هر یک از نیروهای F برابر $20\,N$ و جسم در آستانهٔ حرکت است. ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح کدام است؟



۱) $\frac{1}{5}$ ۲) $\frac{1}{4}$

۳) $\frac{1}{3}$ ۴) $\frac{1}{2}$

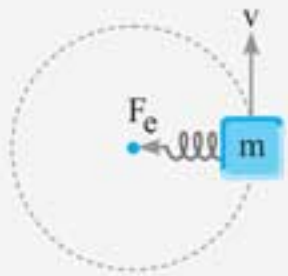
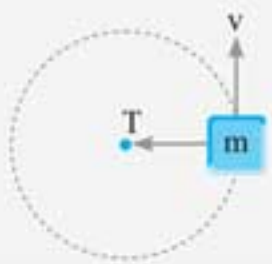
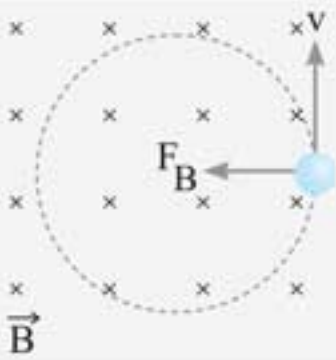
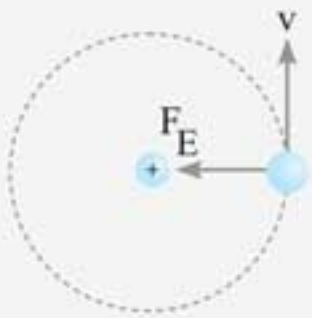
نیروی مرکزگرا (F_C)

در حرکت دایره‌ای یکنواخت، یک نیروی خالص رو به مرکز، سبب ایجاد شتاب مرکزگرا می‌شود. به این نیروی خالص که منجر به حرکت دایره‌ای می‌شود، نیروی مرکزگرا می‌گوییم. نیروی مرکزگرا را با استفاده از قانون دوم نیوتون به‌دست می‌آوریم:

$$\text{نیروی مرکزگرا} = F_c = ma_c = m\frac{v^2}{r} = m \times \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

نکته: توجه کنید که نیروی مرکزگرا به خودی خود، وجود خارجی ندارد و باید توسط یک نیروی خارجی (مانند نیروی اصطکاک، گرانشی، الکتریکی، کشش نخ و ...) ایجاد شود.

در جدول زیر ۵ حالت خاص حرکت دایره‌ای یکنواخت و نیروی مرکزگرای آن‌ها را مشاهده می‌کنید:

نوع حرکت دایره‌ای	شکل	نیروی تأمین‌کنندهٔ نیروی مرکزگرا	رابطه	نکتهٔ خاص
روی سطح افقی		اصطکاک ایستایی	$f_s = m\frac{v^2}{r}$	$v_{max} = \sqrt{rg\mu_s}$
توسط فنر		نیروی کشسانی فنر	$F_e = kx = \frac{mv^2}{r}$	طول فنر در حین چرخش برابر با شعاع دوران است: $r = \ell_0 + x$
توسط ریسمان		نیروی کشش ریسمان	$T = \frac{mv^2}{r}$	طول ریسمان برابر با شعاع دوران است.
در میدان مغناطیسی		نیروی مغناطیسی	$F_B = qvB = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow r = \frac{mv}{qB}$	دورهٔ چرخش از رابطهٔ $T = \frac{2\pi m}{qB}$ به‌دست می‌آید که به سرعت ربطی ندارد.
الکترون دور پروتون (اتم هیدروژن)		نیروی الکتریکی	$F_E = \frac{ke^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{ke^2}{mr}}$	با افزایش شعاع، تندی الکترون کاهش می‌یابد.

جمع‌بندی

دینامیک

نیروی خالص F_{net}

$F_{net} = (\text{مجموع نیروهای موافق حرکت}) - (\text{مجموع نیروهای مخالف حرکت})$

قوانین نیوتون

قانون اول	اگر $F_{net} = 0$ باشد، جسم تمایل به حفظ حالتش دارد. (لختی)
قانون دوم	$\vec{F}_{net} = m\vec{a}$
قانون سوم	$\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$

نکات: $F_{net} = 0 \longleftrightarrow a = 0$ ؛ $\vec{a}$ و $\vec{F}_{net}$ همیشه هم‌جهت‌اند.

نیروهای خاص

وزن (W)

$W = mg$

• نیروی وزن همواره به سمت مرکز کره‌ی زمین است. • جرم جسم همیشه ثابت است اما وزن آن در شرایط مختلف، تغییر می‌کند. • واکنش نیروی وزن به مرکز کره زمین وارد می‌شود.

مقاومت شاره (f_D)

• نیرویی است که شاره در خلاف جهت حرکت جسم بر جسم وارد می‌کند.
• به بزرگی جسم و تندی آن بستگی دارد. (تندی بیشتر ← مقاومت شاره بیشتر)

تندی حدی: بیشینهٔ تندی سقوط جسم در هوا را تندی حدی می‌گویند که در این حالت $f_D = mg$

نمودار تندی سقوط جسم در هوا:

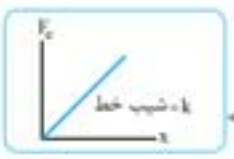
کشش نخ (T)

• کشش در تمام نقاط یک نخ یا طناب بدون جرم ثابت است.
• جهت کشش، همواره به سمت مرکز نخ می‌باشد.

کشسانی فنر (F_e)

$F_e = kx$ (تغییر طول فنر ← ثابت فنر)

نمودار:



عمودی سطح (F_N)

از سطح عمود بر جسم اثر می‌کند. اگر جسم بدون وجود نیروی خارجی روی سطح افقی، ساکن باشد، $F_N = mg$ است، در غیر این صورت باید محاسبه شود.

آسانسور:

محاسبه‌ی F_N:

شتاب (a) رو به بالا باشد:	شتاب (a) رو به پایین باشد:
$F_N = m(g+a)$	$F_N = m(g-a)$

تذکر: a، اندازهٔ شتاب آسانسور است.

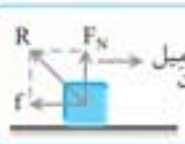
اصطکاک (f)

جسم ساکن	f_s	فرمول خاصی ندارد و فقط می‌توان نوشت: $f_s = F_{محرک}$
در آستانه حرکت	$f_{s,max}$	$f_{s,max} = F_N.\mu_s = F_{محرک}$
جسم متحرک	f_k	$f_k = F_N.\mu_k$

نیروی سطح (R)

برایند دو نیروی اصطکاک و عمودی سطح است.

$R = \sqrt{F_N^2 + f^2}$



تعادل

اگر جسم ساکن باشد $\vec{a} = 0 \leftarrow \vec{F}_{net} = 0$

در نتیجه: $F_{net,x} = 0$ و $F_{net,y} = 0$

نیروی گرانشی

$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

شتاب گرانشی در سطح زمین: $g = \frac{GM_e}{R_e^2}$

شتاب گرانشی در فاصله‌ی h از سطح زمین: $g' = \frac{GM_e}{(R_e+h)^2}$

تکانه ($\vec{p}$)

$\vec{p} = m\vec{v} \xrightarrow{\text{حالت یک‌بعدی}} p = mv$

$k = \frac{p^2}{2m} = \frac{pv}{2}$

تغییر تکانه (Δp)

$\Delta p = m\Delta v$ (حواسمان به جهت v باشد)

قانون دوم نیوتون (نیروی خالص متوسط)

$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$

نکته: مساحت زیر نمودار نیروی خالص برحسب زمان برابر با Δp می‌باشد.

حرکت دایره‌ای یکنواخت

T

مدت زمان یک چرخش کامل را دوره تناوب می‌گویند.

نکته: $T = \frac{60}{rpm}$

تندی

$v = \frac{2\pi r}{T}$

شتاب

$a_c = \frac{v^2}{r}$

نکته: جهت شتاب همواره به سمت مرکز دایره است.

نیروی مرکزگرا

$F_c = ma_c$

توضیح: همواره باید یک نیرو به سمت مرکز دایره وجود داشته باشد.

$F_c = m\frac{v^2}{r}$

حالت خاص: حداکثر تندی دور زدن یک ماشین: $v_{max} = \sqrt{rg\mu_s}$

ماهواره

نیروی گرانشی برابر با نیروی مرکزگرا است

$\frac{GM_em}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$

تندی

$v = \sqrt{\frac{GM_e}{r}}$

نسبت تندی‌ها: $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{r_1}{r_2}}$

دوره

$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_e}}$

نسبت دوره‌ها: $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{(\frac{r_2}{r_1})^3}$

پایهٔ دوازدهم / فصل ۳

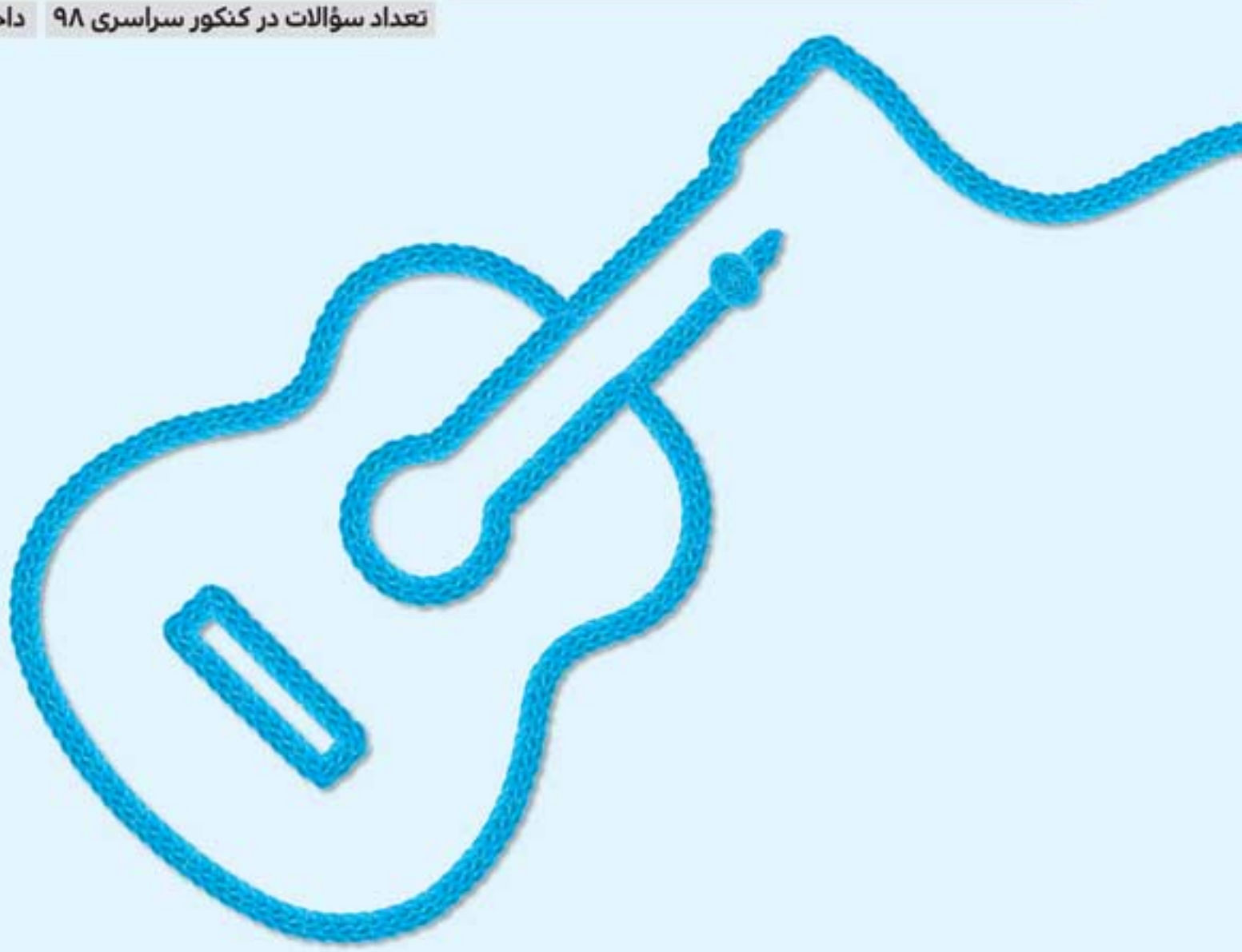
نوسان و موج

بسته‌های آموزشی

۱۳۸. حرکت نوسانی
۱۳۹. حرکت هماهنگ ساده
۱۴۰. معادله و نمودار مکان - زمان نوسانگر ساده
۱۴۱. مدت زمان جابه‌جایی نوسانگر بین نقاط خاص
۱۴۲. بیشینه و کمینهٔ مسافت طی شده توسط نوسانگر در یک بازهٔ زمانی معین
۱۴۳. سامانهٔ جرم و فنر
۱۴۴. آونگ ساده
۱۴۵. معادلات نیرو - مکان و شتاب - مکان
۱۴۶. انرژی در حرکت هماهنگ ساده
۱۴۷. نوسان طبیعی، نوسان واداشته و پدیدهٔ تشدید
۱۴۸. موج
۱۴۹. مشخصه‌های موج
۱۵۰. طول موج
۱۵۱. موج عرض سینوسی
۱۵۲. روابط تندی انتشار موج عرضی در ریسمان
۱۵۳. آهنگ انتقال انرژی موج مکانیکی
۱۵۴. امواج الکترومغناطیسی
۱۵۵. موج طولی و مشخصه‌های آن
۱۵۶. موج صوتی
۱۵۷. شدت صوت و تراز شدت صوت
۱۵۸. ادراک شنوایی و اثر دوپلر

مشاوره در این فصل با فرمولای زیادی سر و کار دارید ولی خوبی تستاش اینه که معلومه باید از کدوم فرمول استفاده کنید بنابراین توصیه ما اینه که تا مطمئن نشدید همه فرمول‌ها رو حفظید سراغ تستاش نرید.
برای حل تست‌های سخت نوسان در بسته ۱۴۱ یه روش باحال گفتیم این بسته رو حتماً چند بار بخونید. همچنین اگه حس می‌کنید مفهوم موج رو خوب یاد نگرفتید از بسته ۱۵۱ غافل نشید.

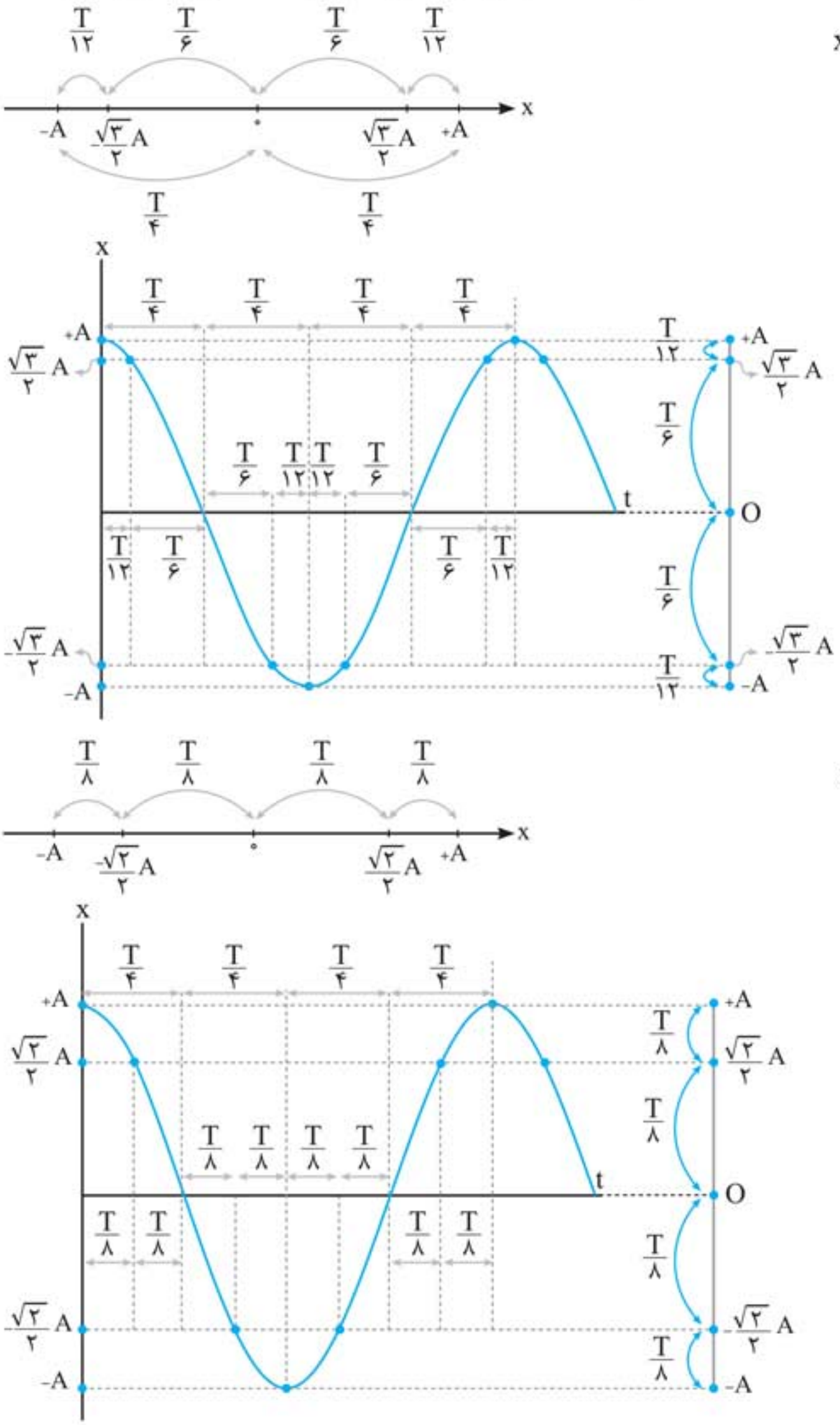
تعداد سؤالات در کنکور سراسری ۹۸ **داخل: ۳** **خارج: ۴**



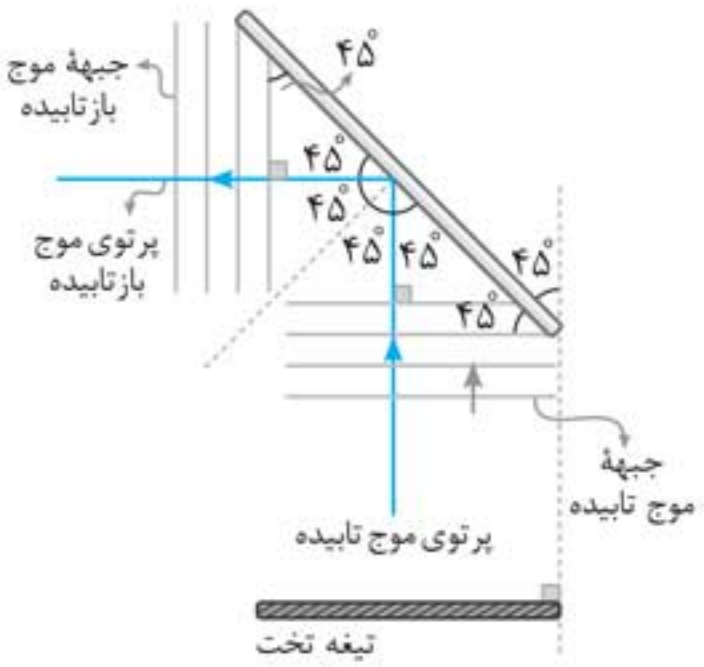
۱۴۱ مدت زمان جابه‌جایی نوسانگر بین نقاط خاص

اگر دورهٔ تناوب حرکت هماهنگ ساده T باشد، مدت زمان حرکت نوسانگر بین نقاط خاص به صورت زیر است:

۱ $x = \pm \frac{\sqrt{۳}}{۲} A$



۲ $x = \pm \frac{\sqrt{۲}}{۲} A$

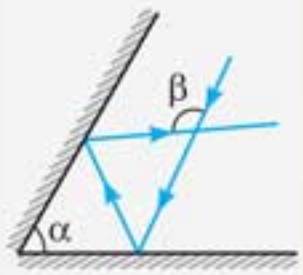
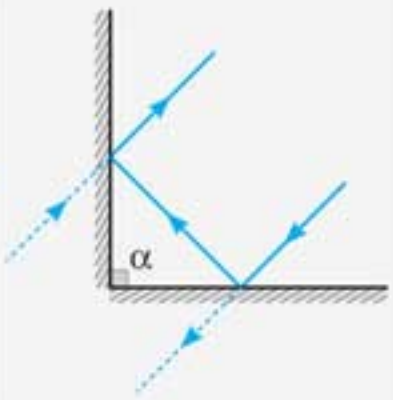
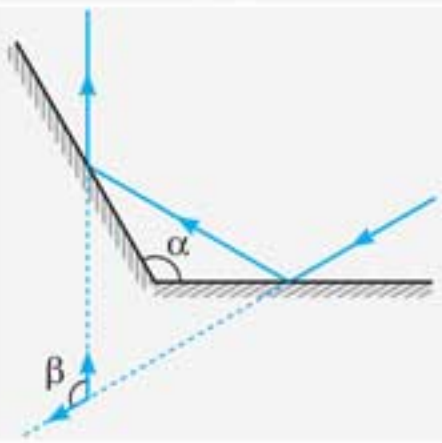


پاسخ **گزینهٔ«۲»** تیغهٔ تخت، جبههٔ موج تابیده‌ای مطابق شکل ایجاد می‌کند. این جبهه‌ها با زاویهٔ 45° به مانع برخورد می‌کنند. برای به‌دست آوردن جبهه‌های موج بازتابیده، پرتوی موج تابش را عمود بر جبهه‌های موج تابیده رسم کرده و زوایای تابش و بازتابش را تعیین می‌کنیم.

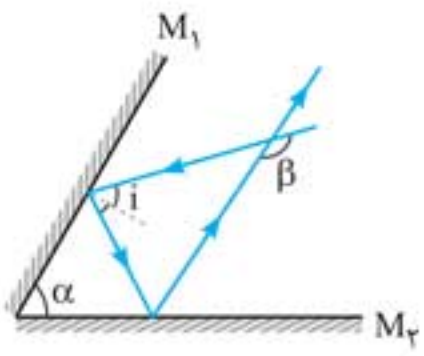
$\theta_i = \theta_r = 45^\circ$ = زاویهٔ برخورد جبههٔ موج تابیده با مانع

۱۶۱ بازتاب پرتو از دو آینه (مانع) تخت متقاطع

وقتی پرتویی با مجموعهٔ دو آینهٔ تخت برخورد می‌کند، پس از یک برخورد با هر آینه، زاویهٔ بین پرتوی بازتابش از آینهٔ دوم و پرتوی تابش بر آینهٔ اول زاویهٔ انحراف (β) است، در شکل‌های زیر مشاهده می‌کنید که زاویهٔ انحراف همواره دو برابر زاویهٔ حادهٔ بین دو آینه و مستقل از زاویهٔ تابش است.

زاویهٔ بین دو آینه (α)	$0^\circ < \alpha < 90^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	$90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$
وضعیت آینه‌ها و پرتو			
زاویهٔ انحراف (β)	$\beta = 2\alpha$	$\beta = 180^\circ$	$\beta = 2(180^\circ - \alpha)$

تست مطابق شکل مقابل، پرتوی نوری تحت زاویهٔ تابش i $(i < \alpha)$ به آینهٔ تخت M_1 می‌تابد و پس از بازتاب از آینهٔ M_2 با پرتوی اولیه زاویهٔ β می‌سازد. اگر زاویهٔ تابش (i) نصف شود، زاویهٔ β چگونه تغییر می‌کند؟ (ریاضی ۹۶)

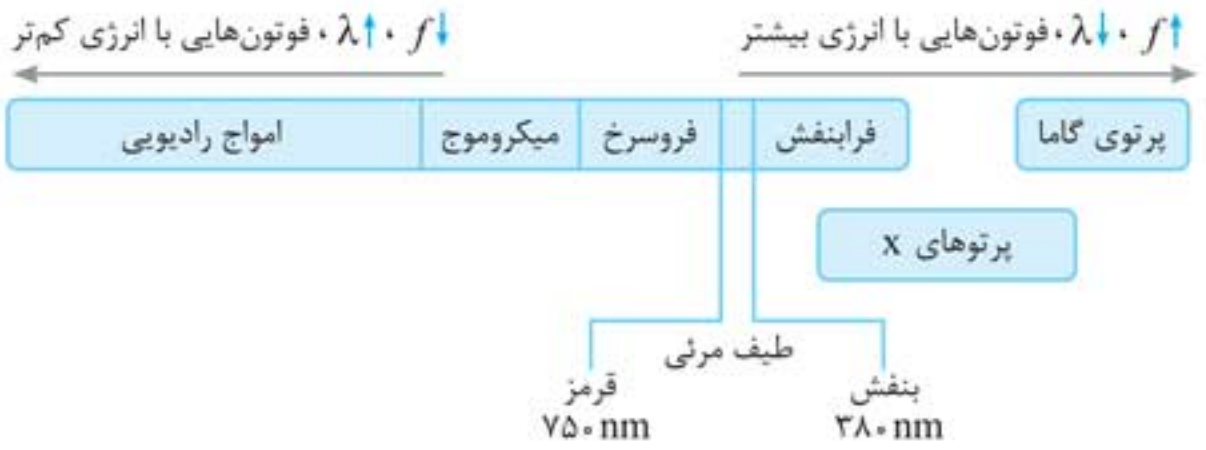


۱) ثابت می‌ماند. ۲) نصف می‌شود.

۳) دو برابر می‌شود. ۴) چهار برابر می‌شود.

پاسخ **گزینهٔ«۱»** زاویهٔ β فقط به زاویهٔ بین دو آینه بستگی دارد و مستقل از زاویهٔ تابش و برابر 2α است.

با توجه به اینکه $\frac{E_۲}{E_۱}=\frac{f_۲}{f_۱}=\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲}$، در مورد طیف امواج الکترومغناطیسی داریم:



نکته‌ها:

۱ اگر بسامد چشمهٔ موج تغییر کند، تندی موج ثابت و $\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{f_۱}{f_۲}$ است و در این حالت انرژی هر فوتون تغییر می‌کند $(E_۲ \neq E_۱)$.

۲ در حالتی که تنها محیط انتشار موج تغییر کند، $\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{v_۲}{v_۱}$ است و در این حالت انرژی هر فوتون بدون تغییر باقی می‌ماند $(E_۲ = E_۱)$.

۳ توان تابشی یک منبع نور تکفام با بسامد f برابر است با: $p=\frac{E}{t}=\frac{nhf}{t}=\frac{nhc}{\lambda t}$

۴ اگر چشمهٔ نوری با توان تابشی p امواج الکترومغناطیسی به‌صورت یکنواخت در فضای اطرافش پخش کند، توان تابشی دریافتی توسط سطحی به مساحت A که در فاصلهٔ R از آن قرار دارد برابر است با: $p_{\text{دریافتی}}=(\frac{A}{۴\pi R^۲})\times p \xrightarrow[A=\pi r^۲]{\text{اگر سطح دایره‌ای به شعاع r باشد}} p_{\text{دریافتی}}=(\frac{r}{R})^۲\times\frac{p}{۴}$

تست

یک لامپ رشته‌ای با توان خروجی ۴ kW در فاصلهٔ ۲ km از ناظری قرار دارد. اگر فقط ۵٪ این تابش دارای طول موجی در حدود ۶۶۰ nm باشد، در مدت زمان ۳ s چه تعداد فوتون با این طول موج وارد مردمک چشم‌های ناظر می‌شود؟ (برگرفته از کتاب درسی)

(قطر مردمک = ۴ mm ، $c=۳\times۱۰^۸ m/s, h=۶/۶\times۱۰^{-۳۴} J\cdot s$)

۱) ۵×۱۰^۶ ۲) $۱۰^۹$ ۳) ۵×۱۰^۹ ۴) $۱۰^۶$

پاسخ گزینهٔ «۲»

$$p=\frac{۵}{۱۰۰}\times۴۰۰۰=۲۰۰\,W$$

$$p_{\text{دریافتی یک مردمک}}=(\frac{r}{R})^۲\times\frac{P}{۴}=(\frac{۲\times۱۰^{-۳}}{۲\times۱۰^۳})^۲\times\frac{۲۰۰}{۴}=۵۰\times۱۰^{-۱۲}\,W$$

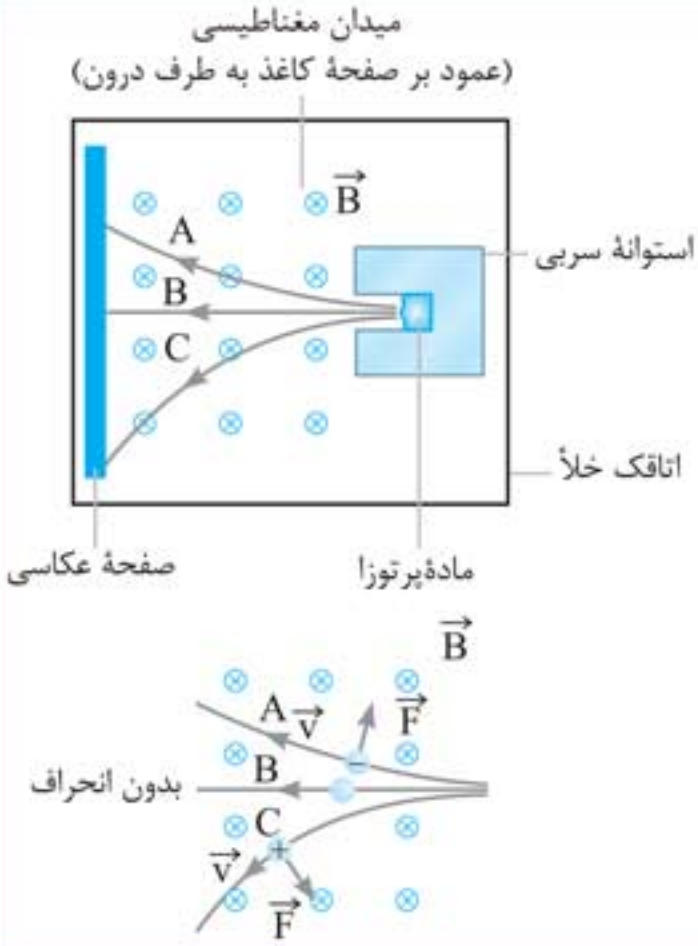
$$p_{\text{دریافتی دو مردمک}}=۲\times p_{\text{دریافتی یک مردمک}}=۱۰^{-۱۰}\,W$$

$$n=\frac{\lambda t}{hc}\times p_{\text{دریافتی دو مردمک}}=\frac{۶۶۰\times۱۰^{-۹}\times۳}{۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\times۳\times۱۰^۸}\times۱۰^{-۱۰}=۱۰^۹$$

تست در شکل روبه‌رو، مسیر سه پرتوی A، B و C را مشاهده می‌کنید. به ترتیب از راست به چپ در کدام گزینه نوع پرتوهای A، B و C به درستی بیان شده است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

۱) $\beta^+ ، \gamma ، \beta^-$ ۲) $\beta^+ ، \alpha ، \beta^-$

۳) $\beta^- ، \gamma ، \alpha$ ۴) $\beta^- ، \beta^+ ، \alpha$



پاسخ **گزینهٔ «۳»** طبق رابطهٔ $F = |q| vB\sin\theta$، بر ذرات باردار متحرک در میدان مغناطیسی نیرو وارد می‌شود. چون پرتوی B، بدون انحراف از میدان مغناطیسی گذشته است، بنابراین بار آن صفر و نوع پرتو، گاما می‌باشد. با توجه به انحراف پرتوهای A و C و با استفاده از قانون دست راست برای تعیین جهت نیروی مغناطیسی، نوع بار ذرهٔ A، منفی (β^-) و نوع بار ذرهٔ C، مثبت (β^+ یا α) می‌باشد.

نکته‌ها: در تمامی فرایندهای هسته‌ای دو حکم زیر برقرار است:

۱) مجموع عددهای جرمی دو طرف رابطه یکسان است (پایستگی تعداد نوکلئون‌ها یا عدد جرمی).

۲) مجموع عددهای اتمی دو طرف رابطه یکسان است (پایستگی بار الکتریکی یا عدد اتمی).

- در جدول زیر انواع واپاشی را مشاهده می‌کنید:

نوع واپاشی	معادلهٔ واپاشی	اتفاقات واکنش
آلفا (α)	$\overset{\text{هستهٔ مادر}}{{}^{A}_{Z}X} \rightarrow \overset{\text{هستهٔ دختر}}{{}^{A-4}_{Z-2}Y} + {}^{4}_{2}He$	هسته دو پروتون و دو نوترون از دست می‌دهد.
بتای منفی (β^-)	${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e^-$	یک نوترون به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود و عدد اتمی هسته یک واحد افزایش می‌یابد.
بتای مثبت (β^+)	${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{1}e^+$	یک پروتون به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود و عدد اتمی هسته یک واحد کاهش می‌یابد.
گاما (γ)	$\overset{\text{هستهٔ برانگیخته}}{{}^{A}_{Z}X^*} \rightarrow \overset{\text{حالت پایه}}{{}^{A}_{Z}X} + \gamma$	هستهٔ برانگیخته با گسیل پرتوی گاما به حالت پایه می‌رسد و نوع هسته تغییر نمی‌کند.

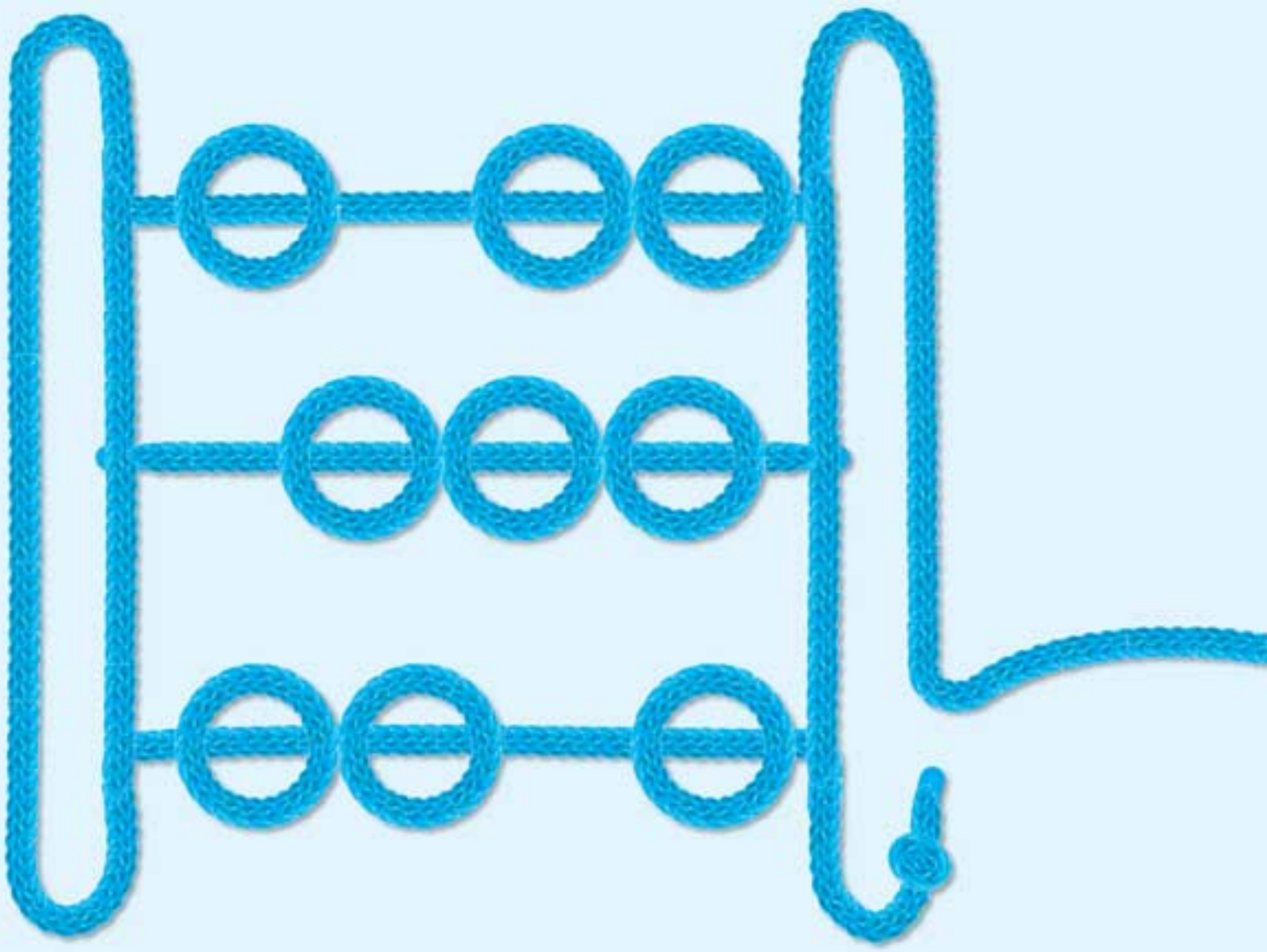
تست عنصر ${}^{11}_{6}C$ با تابش یک پوزیترون به کدام تبدیل می‌شود؟ (ریاضی ۹۲)

۱) ${}^{11}_{5}B$ ۲) ${}^{10}_{5}B$ ۳) ${}^{12}_{6}C$ ۴) ${}^{11}_{7}N$

پاسخ **گزینهٔ «۱»** در تابش پوزیترون عدد جرمی ثابت و عدد اتمی هستهٔ مادر یک واحد کاهش می‌یابد، در نتیجه گزینهٔ «۱» پاسخ درست است. ${}^{11}_{6}C \rightarrow {}^{0}_{+1}e^+ + {}^{11}_{5}Y$

ریاضی‌نامه

در این بخش فرمول‌ها و نکته‌های ریاضی که در تست‌های فیزیک کنکور، کاربردی و مهم هستند را کنار هم آورده‌ایم تا کار شما برای دورهٔ این مطالب راحت‌تر شود.



فرم کلی فرمول‌های مقایسه‌ای

کمیتی را در نظر بگیرید که از ضرب و تقسیم چند متغیر مختلف به دست می‌آید. برای به‌دست آوردن نسبت مقدار ثانویهٔ کمیت به مقدار اولیهٔ آن به این صورت عمل می‌کنیم که متغیرهای صورت کسرِ فرمول اصلی؛ به شکل ثانویه به اولیه و متغیرهای مخرج کسر به شکل اولیه به ثانویه باشند. همچنین فراموش نکنید که توان هر متغیر را باید اثر دهیم.

تذکر اعداد ثابت در فرمول‌های مقایسه‌ای بی‌تأثیر هستند.

چند مثال فیزیکی:

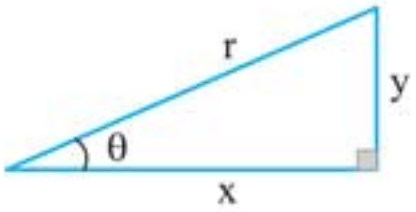
تندی انتشار موج عرضی در تار: $v=\frac{۲}{d}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}} \xrightarrow[\text{d و ρ در مخرج و F در صورت}]{\text{۲ و π ثابت}} \frac{v_۲}{v_۱}=\frac{d_۱}{d_۲}\sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}\times\frac{\rho_۱}{\rho_۲}}$

میدان الکتریکی: $E=\frac{kq}{r^۲} \xrightarrow[\text{q در صورت و r در مخرج}]{\text{k ثابت}} \frac{E_۲}{E_۱}=\frac{q_۲}{q_۱}\times(\frac{r_۱}{r_۲})^۲$

معادلهٔ حالت: $PV=nRT \xrightarrow{\text{R ثابت}} \frac{P_۲}{P_۱}\times\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{n_۲}{n_۱}\times\frac{T_۲}{T_۱}$

روابط مثلثاتی

با توجه به مثلث قائم‌الزاویهٔ مقابل، روابط مثلثاتی زاویهٔ θ به شکل زیر تعریف می‌شود:



$$\sin\theta=\frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}}=\frac{y}{r} \quad , \quad \cos\theta=\frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}}=\frac{x}{r}$$

$$\tan\theta=\frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}}=\frac{y}{x} \quad , \quad \cot\theta=\frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{ضلع مقابل}}=\frac{x}{y}$$

$$\sin^۲\theta+\cos^۲\theta=۱ \xrightarrow{\text{نتایج}} \sin^۲\theta=۱-\cos^۲\theta \quad \text{یا} \quad \cos^۲\theta=۱-\sin^۲\theta$$

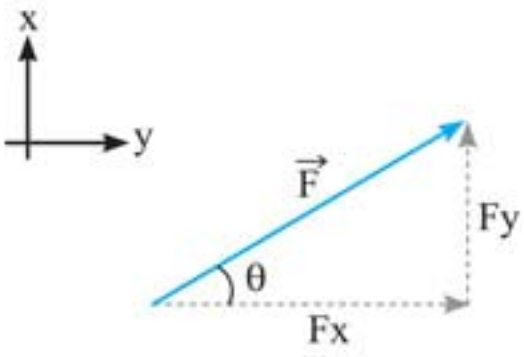
$$\sin(۹۰+\theta)=\cos\theta\,,\ \cos(۹۰+\theta)=-\sin\theta\,,\ \sin(۱۸۰+\theta)=-\sin\theta\,,\ \cos(۱۸۰+\theta)=-\cos\theta$$

نکته‌ها:

۱ با افزایش زاویهٔ θ از صفر تا ۹۰°، توابع $\sin\theta$ و $\tan\theta$، افزایش و توابع $\cos\theta$ و $\cot\theta$، کاهش می‌یابند.

۲ اگر تابعی به صورت $A\cos\omega t$ یا $A\sin\omega t$ باشد، بیشینهٔ این تابع مستقل از ω و برابر با $|A|$ و کمینهٔ آن برابر $-|A|$ است. به عنوان مثال اگر جریان متناوب گذرنده از این یک القاگر به‌صورت $I=۲\sin(۱۰۰\pi t)$ باشد، بیشینهٔ جریان گذرنده از القاگر برابر با ۲ آمپر است.

بردار



برداری مانند شکل مقابل را در نظر بگیرید. برای نمایش این بردار به صورت $\vec{i}$ و $\vec{j}$ داریم:

$$\vec{F}=F_x\vec{i}+F_y\vec{j}$$

$$F_x=F\cos\theta \quad , \quad F_y=F\sin\theta \quad , \quad \tan\theta=\frac{F_y}{F_x}$$

چند نمونه در فیزیک:

الف) رابطهٔ سرعت متوسط: $v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$

ب) رابطهٔ شتاب متوسط: $a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}$

پ) رابطهٔ نیروی خالص متوسط برحسب تغییر تکانه: $F_{av}=\frac{\Delta p}{\Delta t}$

ت) قانون فارادی: $\overline{\varepsilon}=-N(\frac{\Delta \Phi}{\Delta t})$

مساحت محصور بین نمودار و محور افقی

کمیتی را در نظر بگیرید که مقدار متوسط آن از رابطهٔ $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ به دست می‌آید. اگر نمودار این کمیت را برحسب x داشته باشیم، در این صورت مساحت محصور بین این نمودار با محور افقی (محور x)، برابر با Δy است.

چند نمونه در فیزیک:

الف) سرعت متوسط از رابطهٔ $v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ به‌دست می‌آید، بنابراین مساحت زیر نمودار $v-t$ برابر با Δx است.

ب) نیروی خالص متوسط از رابطهٔ $F_{av}=\frac{\Delta p}{\Delta t}$ به دست می‌آید، بنابراین مساحت زیر نمودار $F_{av}-t$ برابر با Δp (تغییر تکانه) است.

پ) جریان متوسط عبوری از یک رسانا از رابطهٔ $\overline{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}$ به‌دست می‌آید، بنابراین مساحت زیر نمودار $I-t$ برابر با Δq (بار جابه جا شده) است.

سهمی

معادلهٔ کلی یک سهمی به صورت $y=Ax^2+Bx+C$ است که نکات آن عبارتند از:

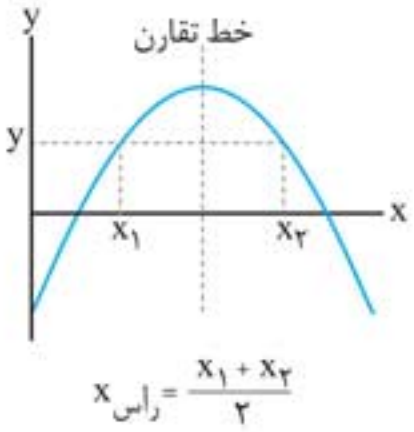
۱ اگر $A>0$ باشد، سهمی رو به بالا و اگر $A<0$ باشد، سهمی رو به پایین است.

۲ رأس سهمی از رابطهٔ $x_{\text{راس}}=\frac{-B}{2A}$ به دست می‌آید که در این نقطه مقدار سهمی بسته به رو به بالا یا رو به پایین بودن آن به ترتیب کمینه و یا بیشینه است.

۳ اگر x_1 و x_2 ریشه‌های سهمی باشند، معادلهٔ سهمی را به صورت $y=A(x-x_1)(x-x_2)$ نیز می‌توان نوشت.

۴ اگر سهمی در نقطهٔ x' بر محور افقی مماس باشد، ریشهٔ آن مضاعف و معادلهٔ آن به صورت $y=A(x-x')^2$ است.

۵ خط قائمی که از رأس سهمی می‌گذرد، خط تقارن سهمی است و این یعنی اگر به ازای مقادیر x_1 و x_2 مقدار سهمی یکسان باشد، $x_{\text{راس}}$ از رابطهٔ $x_{\text{راس}}=\frac{x_1+x_2}{2}$ به‌دست می‌آید.



معادلهٔ مکان ـ زمان در حرکت شتاب ثابت، $(x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0)$

و معادلهٔ توان خروجی مولد برحسب جریان گذرنده از آن $(P_{\text{خروجی}}=\varepsilon I-rI^2)$ نمونه‌هایی از سهمی‌های فیزیکی هستند.

آزمون جامع

حالا که تمام کتاب را خوانده‌اید، می‌توانید با آخرین کنکور برگزار شـده (آزمون سراسـری سال ۹۸) خودتان را محک بزنید. فراموش نکنید که ۵۵ دقیقه وقت دارید.

(بودجه‌بندی تست‌های فیزیک کنکور سراسری ۱۳۹۸ از کتاب فیزیک دهم، یازدهم و دوازدهم)

عنوان کتاب	تعداد تست	درصد از کل
فیزیک ۱	۱۳	۲۹٪
فیزیک ۲	۱۳	۲۹٪
فیزیک ۳	۱۹	۴۲٪

◂ نکات مهم آزمون:

۱ ۱۸ تست از مثال‌ها و تمرین‌های کتاب درسی طرح شده است که درصد قابل توجهی از کل سؤالات است.

۲ در این آزمون ۲۰٪ سؤالات سخت، ۴۰٪ تست‌ها متوسط و ۴۰٪ ساده بوده است.

۳ ۲ تست حفظی از متن کتاب درسی طرح شده است.

۴ تقریباً سـؤالی با ایدهٔ نو و جدید وجود ندارد و ایدهٔ تسـت‌ها مشـابه تمرین‌های کتاب درسی و تست‌های کنکورهای سال‌های قبل است.