فهرست

	صفحه	تعداد بسته‌های آموزشی	تعداد تست‌های داخل فصل	تعداد تست‌های آزمون پایان فصل
فیزیک ۱ (پایهٔ دهم)				
فصل ۱: فیزیک و اندازه‌گیری	۷	۵	۱۶	۱۰
فصل ۲: ویژگی‌های فیزیکی مواد	۲۱	۱۰	۲۵	۱۵
فصل ۳: کار، انرژی و توان	۴۷	۱۰	۲۱	۱۵
فصل ۴: دما و گرما	۷۳	۹	۱۹	۱۵
فیزیک ۲ (پایهٔ یازدهم)				
فصل ۱: الکتریسیتهٔ ساکن	۹۷	۱۳	۲۵	۱۵
فصل ۲: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم	۱۳۱	۱۶	۳۰	۲۰
فصل ۳: مغناطیس و القای الکترومغناطیسی	۱۶۹	۱۶	۳۴	۲۰
فیزیک ۳ (پایهٔ دوازدهم)				
فصل ۱: حرکت بر خط راست	۲۱۳	۱۵	۴۵	۲۰
فصل ۲: دینامیک	۲۵۱	۱۳	۳۳	۲۰
فصل ۳: نوسان و امواج	۲۸۱	۳۱	۴۸	۳۵
فصل ۴: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای	۳۳۷	۱۳	۲۵	۱۵
ریاضی‌نامه	۳۶۵			
آزمون جامع	۳۷۳			

پایهٔ دهم / فصل ۲

ویژگی‌های فیزیکی مواد

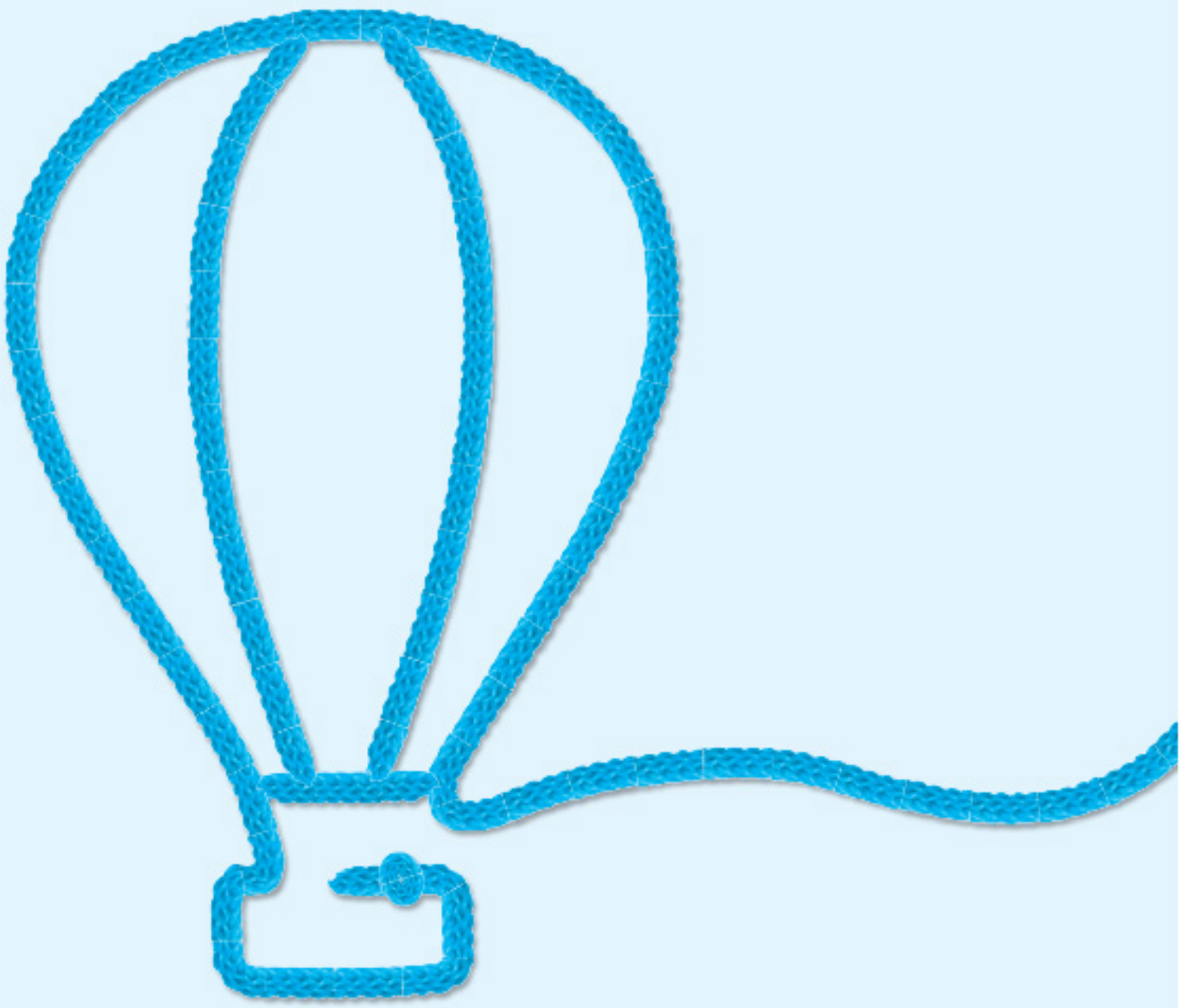
بسته‌های آموزشی

۶. حالت‌های ماده
۷. نیروهای بین مولکولی
۸. فشار
۹. فشار در شاره‌ها
۱۰. سانتی‌متر جیوه
۱۱. ظرف استوانه‌ای یا مکعبی
۱۲. نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع
۱۳. کاربردهای هم‌فشار بودن نقاط هم‌تراز در یک مایع ساکن
۱۴. شناوری و اصل ارشمیدس
۱۵. شارهٔ در حرکت و اصل برنولی

مشاوره در این فصل همون اول کار یه سری مباحث حفظی داریم که خُب معلومه باید خط به خط حفظشون کنید. در بستهٔ ۹ تست‌های فشار شاره رو جوری بسته‌بندی کردیم که تقریباً همشون یه جور حل بشن، پس حتما این بسته رو با جون و دل بخونید.

آخر فصل هم مطالب ساده‌ای داریم که شاید فقط نیروی شناوری یکم دردسرساز بشه، البته اصلا نگران این مبحث نباشید، چون بستهٔ ۱۴، یه جدول جمع و جور داره که همهٔ نکاتشو اونجا گفتیم.

تعداد سؤالات در کنکور سراسری ۹۹	داخل: ۳	خارج: ۳
تعداد سؤالات در کنکور سراسری ۱۴۰۰	داخل: ۲	خارج: ۲



پاسخ **گزینهٔ «۳»** دقت کنید که فاصلهٔ کف مخزن از سطح آزاد مایع $h = ۳۰\,cm$ است:

$$F = \rho ghA = ۸۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۳ \times (۱۰۰ \times ۱۰^{-۴}) = ۲۴\,N$$

یادتون نره که همیشه اعداد رو باید برحسب واحدهای SI جایگذاری کنید!

استوانهٔ A پر از آب است. نیرویی که آب بر کف استوانه وارد می‌کند F_A و فشار حاصل از آب در کف استوانه P_A است. اگر ابعاد استوانهٔ B نصف ابعاد استوانهٔ A باشد و آن را هم پر از آب کنیم، نیرو و فشار مورد نظر به ترتیب F_B و P_B می‌شود. نسبت‌های $\frac{F_A}{F_B}$ و $\frac{P_A}{P_B}$ به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (ریاضی ۹۴)

۱) ۲ و ۲ ۲) ۴ و ۲ ۳) ۸ و ۸ ۴) ۸ و ۲

پاسخ **گزینهٔ «۴»**

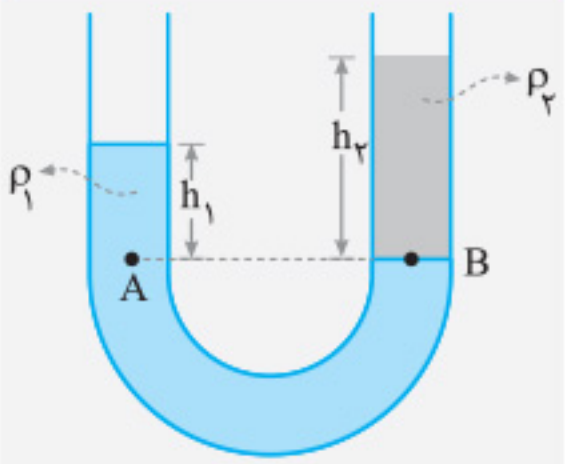
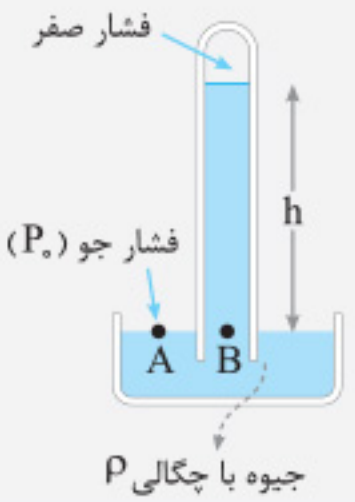
$$P_{\text{مایع}} = \rho gh \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{h_A}{h_B} = ۲$$

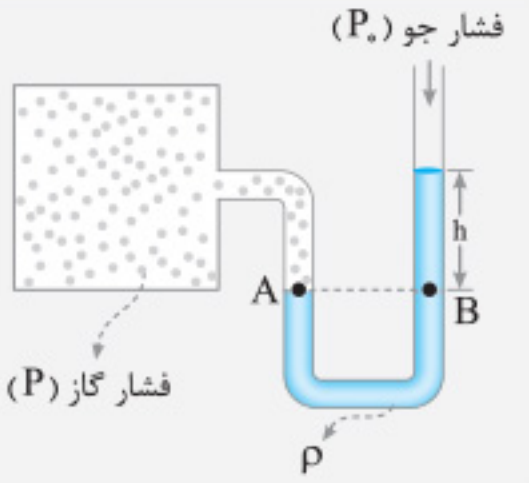
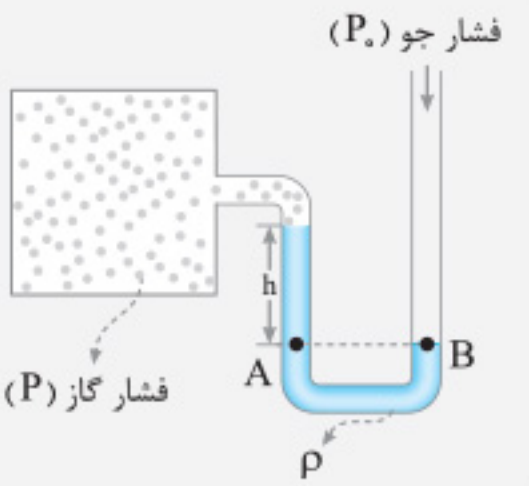
ابعاد ظرف A دو برابر B است، در نتیجه مساحت قاعدهٔ استوانه A، ۴ برابر استوانه B می‌باشد.

$$F = \rho ghA \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = \frac{h_A}{h_B} \times \frac{A_A}{A_B} = ۲ \times ۲^۲ = ۸$$

۱۳ کاربردهای هم‌فشار بودن نقاط هم‌تراز در یک مایع ساکن

در تمامی وسیله‌های زیر، نقاط مشخص شدهٔ A و B، نقاط هم‌تراز از یک مایع ساکن هستند و در نتیجه هم‌فشارند. از همین نکته استفاده می‌کنیم و روابط این وسیله‌ها را می‌نویسیم:

نام وسیله	شکل	رابطه	توضیحات
لولهٔ U شکل		$P_A = P_B$ $P_۰ + \rho_۱ gh_۱ = P_۰ + \rho_۲ gh_۲$ $\rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲$	مایعی که ارتفاع بیشتری دارد، چگالی کمتری دارد و مایعی که پایین‌تر قرار گرفته، چگالی بیشتری دارد: $\rho_۱ > \rho_۲$
جوسنج (بارومتر)		$P_A = P_B$ $P_۰ = \rho gh$	میزان بالا آمدن جیوه در لوله، مستقل از سطح مقطع لوله است و اگر فشار در بالای لوله باشد: $P' \neq ۰$ $P_۰ = P' + \rho gh$

فشارسنج (مانومتر)		$P_A = P_B$ $\boxed{P = P_0 + \rho gh}$	فشار پیمانه‌ای (P_g): $P_g = P - P_0 = +\rho gh$ $(P_g > 0)$
		$P_A = P_B$ $P + \rho gh = P_0$ $\boxed{P = P_0 - \rho gh}$	فشار پیمانه‌ای (P_g): $P_g = P - P_0 = -\rho gh$ $(P_g < 0)$

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

تست فشـــار لاستیک باد شده‌ای ۲۲۰ کیلوپاســـکال اندازه‌گیری می‌شود. این فشـــار، ..... ($\rho_{\text{جیوه}} = 13/6\, g/cm^3$ ، $g = 10\, m/s^2$) (ریاضی خارج ۹۱)

۱) فشار مطلق است و معادل ۲۲ اتمسفر است.

۲) فشار پیمانه‌ای است و معادل ۲۲ اتمسفر است.

۳) فشار پیمانه‌ای است و تقریباً معادل ۱۶۲ cmHg است.

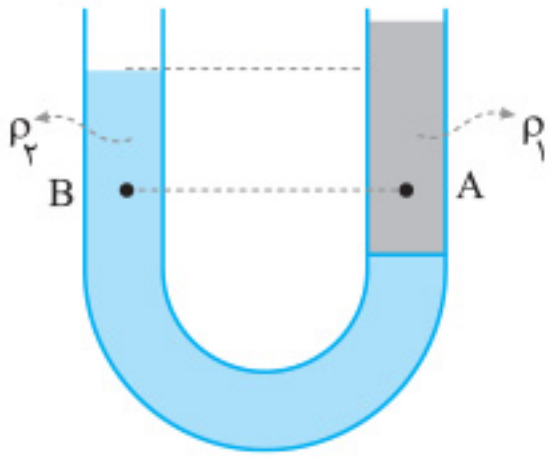
۴) فشار مطلق است و تقریباً معادل ۱۶۲ cmHg است.

پاسخ گزینهٔ «۳» همان‌طور که گفتیم تمامی فشارسنج‌ها، فشار پیمانه‌ای را اندازه می‌گیرند، در نتیجه داریم:

$$P_g = 220\, kPa = 220 \times 10^3\, Pa = 2/2 \times 10^5\, Pa = 2/2\, atm$$

$$P_g = \rho gh \Rightarrow 220 \times 10^3 = 13/6 \times 10^3 \times 10 \times h \Rightarrow h = 1/62\, m = 162\, cmHg$$

شکل زیر، درون لولهٔ U شکل دو مایع مخلوط نشدنی با چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 ریخته شده و فشار در نقاط A و B درون دو مایع به ترتیب P_A و P_B است. کدام رابطه در این مورد درست است؟ (تجربی خارج ۹۵)



۱) $P_B < P_A$ ، $\rho_2 > \rho_1$

۲) $P_B > P_A$ ، $\rho_2 > \rho_1$

۳) $P_B < P_A$ ، $\rho_2 < \rho_1$

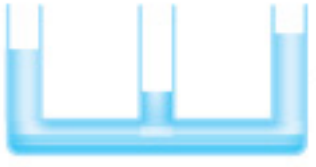
۴) $P_B > P_A$ ، $\rho_2 < \rho_1$

در شـــکل مقابل، لولهٔ سه شاخه‌ای که محتوی آب است را مشاهده می‌کنید. جریان هوا را با تندی زیاد از ورودی A وارد مجموعه می‌کنیم. کدام گزینه سطح آب در سه شاخه را به درستی نشان می‌دهد؟

۱)

۲)

۳)

۴) 

پاسخ گزینهٔ «۴» به مسیر عبور جریان هوا دقت کنید. در بالای شاخهٔ سمت راست، کمترین مساحت و بیشترین تندی جریان هوا را داریم؛ در نتیجه فشـــار در بالای لولهٔ ســـمت راســـت کمترین مقدار را دارد و آب در این لوله بیشترین ارتفاع را دارد. همچنین با دقت به شکل متوجه می‌شویم که در بالای شاخهٔ وسطی بیشترین مساحت عبور جریان هوا، کمترین تندی و بیشترین فشار را داریم، در نتیجه آب در شاخهٔ وسط،کمترین ارتفاع را دارد.

تذکر هرچقدر فشار در بالای هر شاخه بیشتر باشد، ارتفاع آب در آن شاخه کمتر است.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱. کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟

۱) فاصلهٔ ذرات سازندهٔ مایع بیشتر از فاصلهٔ ذرات سازندهٔ جامد است.

۲) شیشه و یخ از یک الگوی ثابت تکرار شونده تشکیل شده‌اند.

۳) افزایش دما و افزودن ناخالصی موجب کاهش نیروی هم‌چسبی مولکول‌های یک مایع می‌شود.

۴) هر چقدر لولهٔ مویین بیشتر درون ظرف آبی فرو رود، ارتفاع آب درون لوله بیشتر خواهد بود.

۲. مکعبی به ضلع ۶۰ cm پر از آب است. اگر همهٔ آب این مکعب را درون استوانه‌ای که مساحت قاعدهٔ آن ۰/۳۶ متر مربع است بریزیم، فشاری که این آب در کف استوانه ایجاد می‌کند، چند برابر فشاری است که در کف مکعب ایجاد می‌کند؟ (تجربی ۹۶)

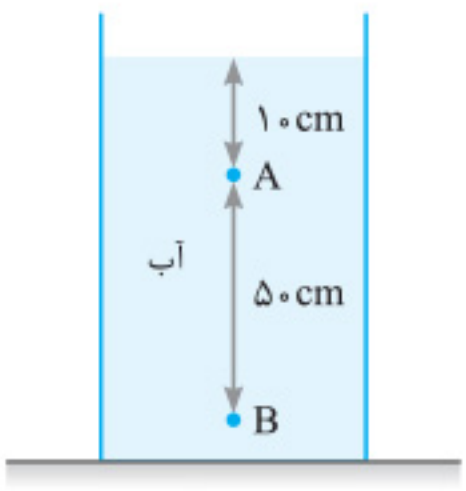
۱) π ۲) $\frac{\pi}{۲}$ ۳) $\sqrt{۲}$ ۴) ۱

۳. مساحت روزنهٔ خروج بخار آب، روی درب یک زودپز $۴\ mm^۲$ است. جرم وزنه‌ای که روی این روزنه باید گذاشت چند گرم باشد تا فشار داخل آن در ۳ atm نگه داشته شود؟ (فشار هوا برابر با ۱atm و $g = ۱۰\ m/s^۲$ است.) (برگرفته از کتاب درسی)

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

۴. درشکل روبه‌رو، فشار در نقطهٔ B چند برابر فشار در نقطهٔ A است؟ (تجربی ۸۹)

$(P_۰ = ۹/۹\times ۱۰^۴\ Pa\ ,\ \rho_{آب} = ۱g/cm^۳\ ,\ g = ۱۰\ m/s^۲)$



۱) $\frac{۶}{۵}$ ۲) $\frac{۵}{۴}$ ۳) $\frac{۲۰}{۱۹}$ ۴) $\frac{۲۱}{۲۰}$

جمع‌بندک

ویژگی‌های فیزیکی مواد

حالت‌های ماده

جامد | مایع | گاز | پلاسما

- جامد: دو نوع است
  - ۱) بلورین: مثل الماس
  - ۲) بی‌شکل یا آمورف: مثل شیشه
- مایع: فاصله بین مولکول‌های جامد و مایع یکسان است.
- گاز: پدیده پخش در گازها سریع‌تر از مایعات است.
- پلاسما: در دماهای بالا به‌وجود می‌آید، مانند ستاره‌ها، آتش و ....

ذرات آن حرکت کاتوره‌ای دارند که منجر به حرکت براونی مولکول‌های دود در هوا می‌شود.

نیروهای بین مولکولی

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

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

آب شیشهٔ کثیف یا چرب را تر نمی‌کند

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

فشار

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

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

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.

فشار در شاره‌ها

واحد دیگری از فشار است که مسائل آن، دو حالت دارند:

سانتی‌متر جیوه (cmHg): $h_{\text{جیوه}}$

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

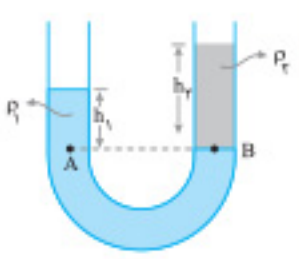
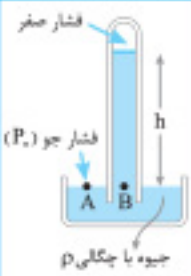
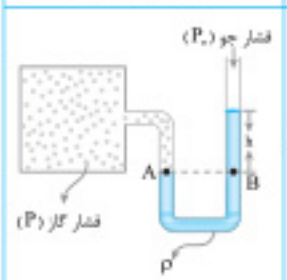
نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع (F): $F = \rho ghA$ ← نتایج

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

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

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)
		
$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$	$P_0 = \rho gh$	$P = P_0 + \rho gh$

نیروی شناوری (F_b)

F_b، همواره رو به بالا بر جسم اثر می‌کند.

نکته: اگر چگالی جسم بیشتر از شاره باشد در شاره تغشین 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: $A_1 v_1 = A_2 v_2$

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.

جمع‌بندک

جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

جریان الکتریکی $I=\frac{\Delta q}{\Delta t}$ — آمپر ساعت $1Ah=3600C$

مقاومت الکتریکی

تعریف: $R=\frac{V}{I}$

انواع رساناها:

اهمی	مقاومت با تغییر ولتاژ و جریان ثابت می‌ماند.
غیراهمی	مقاومت با تغییر ولتاژ و جریان تغییر می‌کند.

نمودار:

اهمی	غیراهمی
V، I، R = شیب خط	V، I

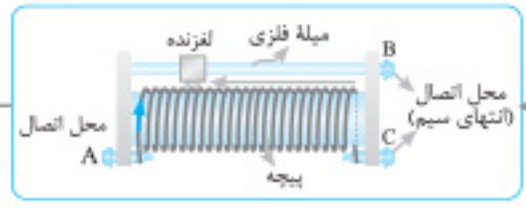
مقاومت رسانا بر حسب ابعاد: $R=\rho\frac{L}{A}$

اگر بدون تغییر جرم ابعاد رسانا را تغییر دهیم: $\frac{R_2}{R_1}=(\frac{L_2}{L_1})^2=(\frac{A_1}{A_2})^2=(\frac{d_1}{d_2})^4$

نحوهٔ تغییر مقاومت ویژه(ρ) با دما:

۱) مقاومت ویژه‌ی رساناهای فلزی، با افزایش دما، افزایش می‌یابد.
۲) مقاومت ویژه‌ی نیم رساناها، با افزایش دما، کاهش می‌یابد.

رئوستا یا پتانسیومتر



اگر دو سر A و C متصل به مدار باشد، مقاومت آن ثابت است.
اگر دو سر A و B در مدار باشد، با حرکت لغزنده مقاومت رئوستا تغییر می‌کند.

به هم بستن مقاومت‌ها

مقاومت معادل:

سری	$R_{eq}=R_1+R_2+\cdots$
موازی	$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\cdots$

حالت دوتایی:

$\frac{P_2}{P_1}=\frac{V_2}{V_1}=\frac{R_2}{R_1}$	$V_1=(\frac{R_1}{R_1+R_2})V$ $V_2=(\frac{R_2}{R_1+R_2})V$	$R_{eq}=R_1+R_2$	A، R_1، R_2، B، V
$\frac{P_2}{P_1}=\frac{I_2}{I_1}=\frac{R_1}{R_2}$	$I_1=(\frac{R_2}{R_1+R_2})I$ $I_2=(\frac{R_1}{R_1+R_2})I$	$R_{eq}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$	A، I، I_1، R_1، B، I_2، R_2

حالت خاص:

اگر n مقاومت مشابه R، سری باشند	$R_{eq}=nR$
اگر n مقاومت مشابه R، موازی باشند	$R_{eq}=\frac{R}{n}$

نکتهٔ خاص:

* مقاومت‌ها به هر شکلی که به هم متصل شده باشند، با افزایش یکی از مقاومت‌ها، مقاومت معادل افزایش می‌یابد.
* اگر یک مقاومت به‌صورت موازی به مجموعه‌ی مقاومت‌ها افزوده شود، مقاومت معادل کاهش می‌یابد.
* اگر یک مقاومت به صورت سری به مجموعه‌ی مقاومت‌ها افزوده شود، مقاومت معادل افزایش می‌یابد.

مولد (باتری)

شکل مداری: a، I، $\mathcal{E}$، r، b

ولتاژ دوسرباتری: $V_{مولد}=\mathcal{E}-rI$

نمودار: $V_{مولد}$، $\mathcal{E}$، شیب = $-r$، I، $\frac{\mathcal{E}}{r}$

نکته: با افزایش جریان، $V_{مولد}$ کاهش می‌یابد.

وسایل اندازه‌گیری

۱) آمپرسنج ایده‌آل: $R_A=0$

۲) ولت‌سنج ایده‌آل: $R_V=\infty$

نکات:
* اگر آمپرسنج موازی با مقاومت بسته شود، مقاومت اتصال کوتاه می‌شود.
* جریان در شاخه‌ی ولت‌سنج صفر است.

مدار تک‌حلقه

شکل: R_{eq}، I، $\mathcal{E}$، I، r

جریان مدار: $I=\frac{\mathcal{E}}{r+R_{eq}}$

نکته: اگر بیش از یک مقاومت به باتری وصل شده‌باشد، باید مقاومت معادل آن‌ها (R_{eq}) را در رابطه قرار دهیم.

اتصال کوتاه: اگر دو سر مقاومتی را با یک سیم به هم وصل کنیم، مقاومت اتصال کوتاه شده و از مدار خارج می‌گردد.

توان (P)

توان هر نوع وسیله‌ی برقی: $P=V\cdot I$

توان مصرفی در مقاومت‌ها: $P=VI=RI^2=\frac{V^2}{R}$

توان خروجی باتری: $P_{خروجی}=\mathcal{E}I-rI^2$

نکته: توان خروجی مولد با توان مصرفی در مقاومت معادل متصل به مولد برابر است.

اگر توان خروجی مولد به‌ازای دو مقاومت R_1 و R_2 یکسان باشد: $r=\sqrt{R_1R_2}$

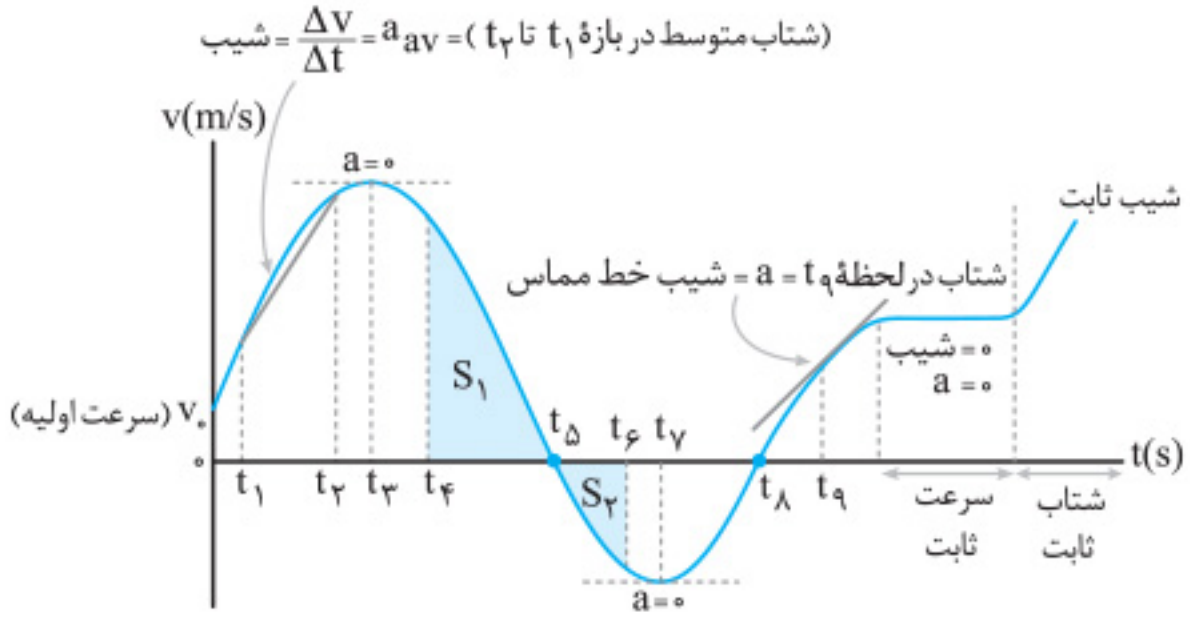
شرط حداکثر شدن توان خروجی مولد: $R_{eq}=r$

حداکثر توان خروجی مولد: $P_{max}=\frac{\mathcal{E}^2}{4r}$

حداکثر جریان خروجی مولد: $I_{max}=\frac{\mathcal{E}}{r}$

۸۴ نمودار سرعت - 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 (صفر تا t_5 و t_8 تا ∞) و در لحظاتی که سرعت منفی است، متحرک در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند (t_5 تا t_8).

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_1 و t_2 برابر با شیب خط واصل بین این دو نقطه است.

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

۳ شتاب در لحظهٔ دلخواه t، برابر با شیب خط مماس بر نمودار سرعت ـ زمان در آن لحظه است. مثلاً به لحظهٔ t_9 (در نمودار بالا) نگاه کنید.

$$\text{شتاب لحظه‌ای} = a = \text{شیب خط مماس}$$

- در هر بازهٔ زمانی‌ای که نمودار سرعت ـ زمان، صعودی باشد (شیب مثبت)، شتاب مثبت است و در هر بازه‌ای که نمودار سرعت ـ زمان، نزولی باشد (شیب منفی)، شتاب منفی است.
- در زمان‌هایی که نمودار سرعت ـ زمان، خطی باشد، شیب خط ثابت و در نتیجه شتاب، ثابت است.

۴ در لحظاتی که نمودار، محور t را قطع می‌کند، سرعت صفر شده و تغییر علامت می‌دهد (دقت کنید که قطع کند نه اینکه مماس شود!)، بنابراین در این لحظات متحرک تغییر جهت داده است. مانند لحظه‌های t_5 و t_8 روی نمودار.

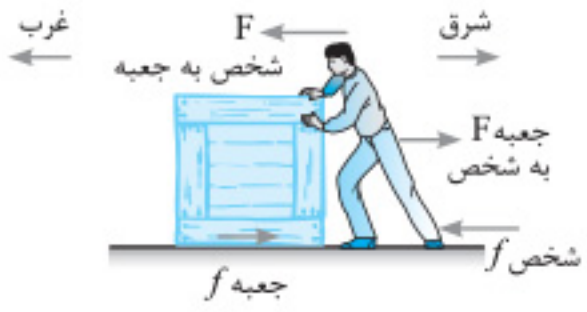
۵ در نقاط قله و قعر نمودار (بیشینه و کمینه)، خط مماس افقی و شیب آن صفر است؛ در نتیجه شتاب در این لحظات صفر است. در این لحظات شتاب و نیروی وارد بر متحرک تغییر جهت می‌دهند. مانند لحظات t_3 و t_7 روی نمودار.

۶ مساحت محصور بین نمودار و محور t برابر با جابه‌جایی است. اگر سرعت مثبت باشد، این جابه‌جایی مثبت و اگر سرعت منفی باشد، این جابه‌جایی منفی است. به عنوان مثال جابه‌جایی از t_4 تا t_5 برابر با $\Delta x_1 = S_1$ و از t_5 تا t_6 برابر با $\Delta x_2 = -S_2$ است؛ بنابراین:

$$\text{جابه‌جایی از } t_4 \text{ تا } t_6 = \Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = S_1 - S_2$$

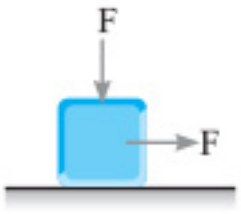
- برای به‌دست آوردن مسافت فقط کافی است مساحت‌ها را با علامت مثبت با هم جمع کنیم:

$$\text{مسافت از } t_4 \text{ تا } t_6 = l = S_1 + S_2$$



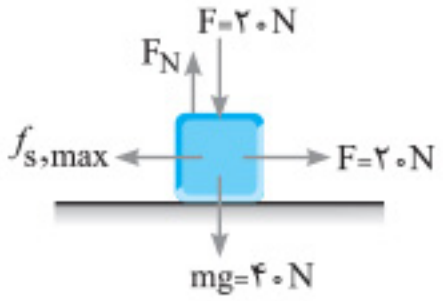
پاسخ **گزینهٔ «۱»** در شـــکل مقابل وضعیت نیروهای وارد بر شخص و جعبه را مشاهده می‌کنید. چون جعبه به سمت غرب می‌خواهد حرکت کند، نیروی اصطکاک وارد بر آن درخلاف جهت و به سمت شرق است. طبق قانون ســـوم نیوتون، نیرویی که جعبه به شخص وارد می‌کند در خلاف جهت نیروی شـــخص و به سمت شرق می‌باشد. بنابراین، نیروی اصطکاک وارد بر شخص در خلاف جهت این نیرو و به سمت غرب است.

در شکل روبه‌رو جرم جسم ۴ kg ، اندازهٔ هر یک از نیروهای F برابر ۲۰ N و جسم در آستانهٔ حرکت است. ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح کدام است؟



۱) $\frac{۱}{۵}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$

پاسخ **گزینهٔ «۳»**

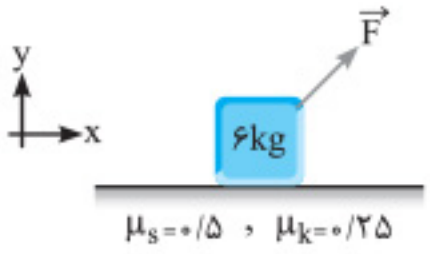


$$F_N = F + mg = ۲۰ + ۴۰ = ۶۰\ N$$

$$\text{در آستانهٔ حرکت} \Rightarrow F_{net} = ۰ \Rightarrow F = f_{s,max} \Rightarrow ۲۰ = F_N . \mu_s$$

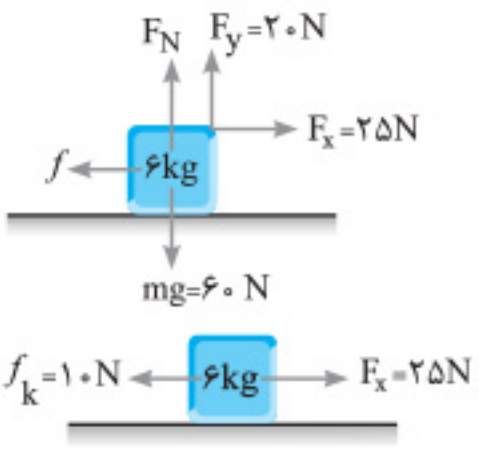
$$\Rightarrow ۲۰ = ۶۰\,\mu_s \Rightarrow \mu_s = \frac{۱}{۳}$$

جسمی به جرم ۶ kg روی ســـطح افقی ساکن است. اگر مطابق شکل نیروی $\vec{F} = (۲۵\ N)\vec{i} + (۲۰\ N)\vec{j}$ بر این جسم اعمال شود، شتاب حرکت آن چند متر بر مجذور ثانیه خواهد بود؟



۱) صفر ۲) ۲/۵
۳) ۳ ۴) ۵

پاسخ **گزینهٔ «۲»** نیروهایی که بر جسم اثر می‌کنند به شکل مقابل هستند:



$$F_N + F_y = mg \Rightarrow F_N + ۲۰ = ۶۰ \Rightarrow F_N = ۴۰\ N$$

نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه را محاسبه می‌کنیم:

$$f_{s,max} = F_N . \mu_s = ۴۰ \times ۰/۵ = ۲۰\ N$$

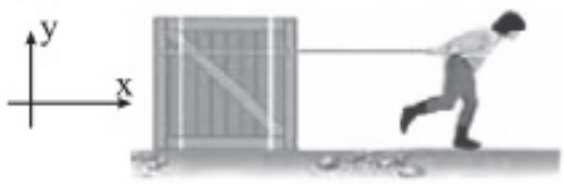
چون نیـــروی $F_x = ۲۵\ N$ ، به‌عنوان نیروی محرک، بزرگ‌تر از $f_{s,max}$ است، بنابراین جسم حرکت می‌کند و اصطکاک از نوع جنبشی است:

$$f_k = F_N . \mu_k = ۴۰ \times ۰/۲۵ = ۱۰\ N$$

حالا از قانون دوم نیوتون استفاده کرده و شتاب را محاسبه می‌کنیم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow F_x - f_k = ma \Rightarrow ۲۵ - ۱۰ = ۶\,a \Rightarrow a = ۲/۵\ m/s^۲$$

مطابق شکل، شخصی جعبهٔ ساکنی به جرم ۵۰kg را با نیروی ثابت و افقی $\vec{F} = (۲۵۰N)\vec{i}$ می‌کشد. اگر ضریب اصطکاک ایســـتایی و جنبشی بین جعبه و سطح به‌ترتیب ۰/۶ و ۰/۳ باشد، نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، در SI کدام است؟ $(g = ۱۰ m/s^۲)$ (ریاضی خارج ۹۹)



۱) $(-۵۰۰N)\vec{j}$ ۲) $(۵۰۰N)\vec{j}$
۳) $(-۲۵۰N)\vec{i} + (۵۰۰N)\vec{j}$ ۴) $(۲۵۰N)\vec{i} + (-۵۰۰N)\vec{j}$

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.

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.

نیروهای خاص

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:

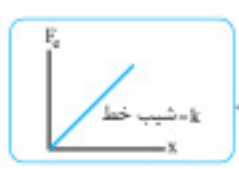
کشش نخ (T)

- 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:
$F_N = m(g+a)$	$F_N = m(g-a)$

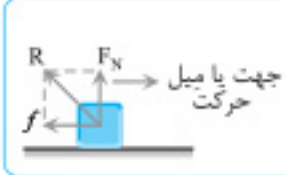
تذکر: a اندازهٔ شتاب آسانسور است.

اصطکاک (f)

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

نیروی سطح (R)

برایند دو نیروی اصطکاک و عمودی سطح است.



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

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: $g' = \frac{GM_e}{(R_e+h)^2}$

تعادل

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

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

تکانه ($\vec{p}$)

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

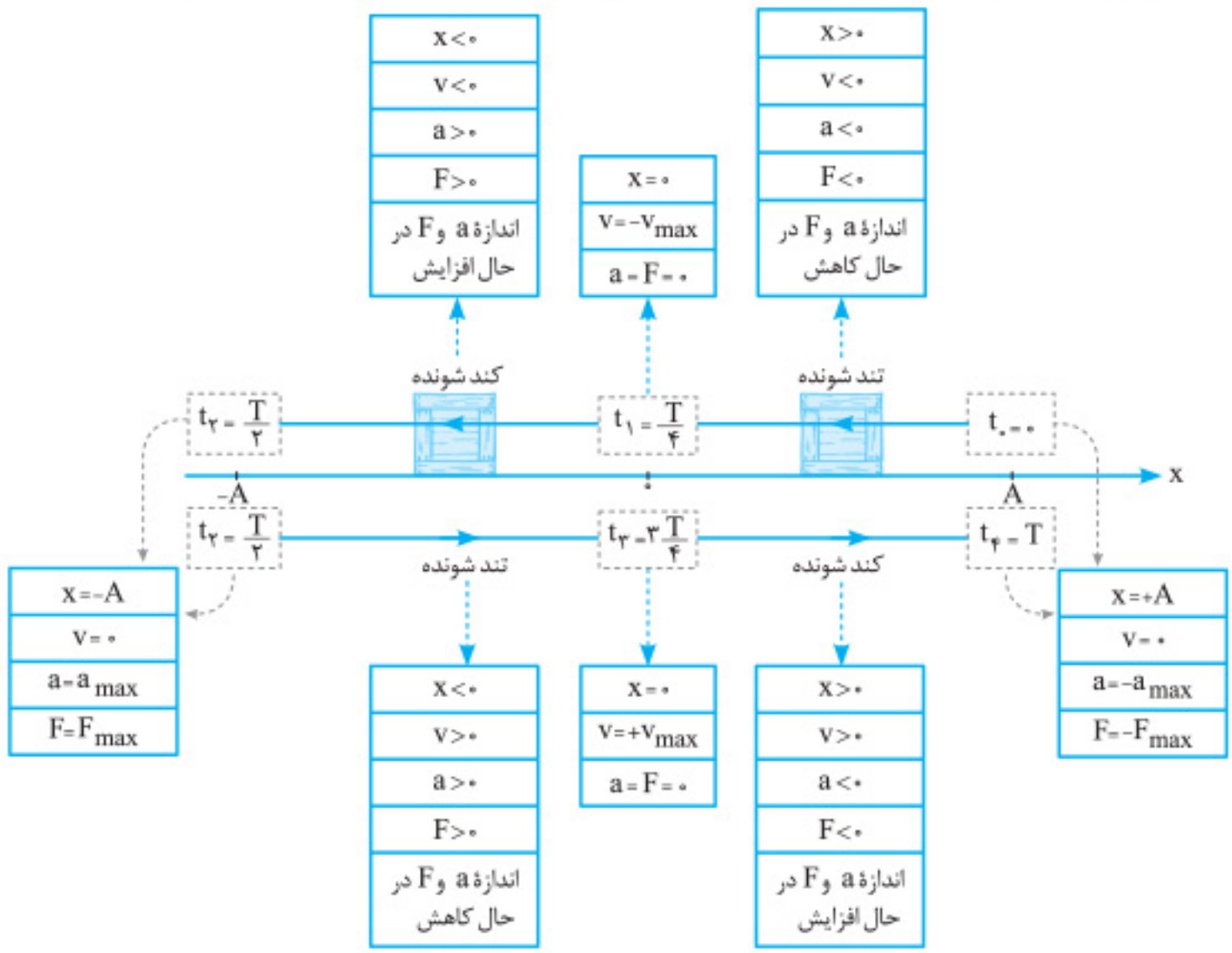
$K = \frac{p^2}{2m} = \frac{pv}{2}$

تغییر تکانه (Δp): $\Delta p = m\Delta v$ — حواسمان به جهت v باشد.

قانون دوم نیوتون (نیروی خالص متوسط): $F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$

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

■ در شکل زیر نکات مربوط به حرکت هماهنگ ساده را در مدت یک دوره، مشاهده می‌کنید.



تست **نوسانگر ساده‌ای روی پاره‌خطی به طول ۴ سانتی‌متر نوسان می‌کند و در هر ثانیه یک‌بار طول این پاره‌خط را طی می‌کند. بیشینهٔ سرعت این نوسانگر چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟** (تجربی ۹۸)

۱) $۰/۰۲\pi$ ۲) $۰/۰۴\pi$ ۳) ۲π ۴) ۴π

پاسخ گزینهٔ «۳»

$$MN = ۲A \Rightarrow ۴ = ۲A \Rightarrow A = ۲cm$$

نوسانگر در هر نوسان کامل دوبار پاره‌خط نوسان را طی می‌کند. بنابراین وقتی یک‌بار پاره‌خط نوسان را طی می‌کند، یعنی نصف یک نوسان کامل را انجام می‌دهد و مدت زمان این حرکت برابر با $\frac{T}{۲}$ است:

$$\frac{T}{۲} = ۱s \Rightarrow T = ۲s$$

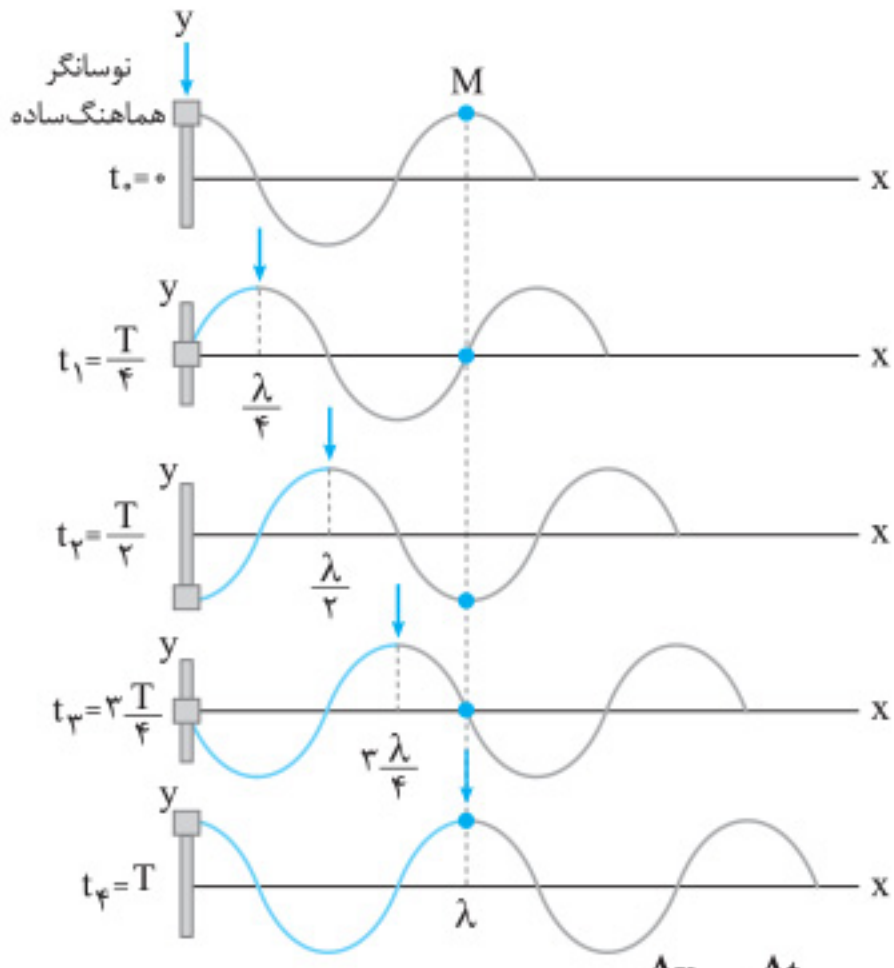
$$v_{max} = A\omega \xrightarrow{\omega=\frac{۲\pi}{T}} v_{max} = A(\frac{۲\pi}{T}) = ۲\times\frac{۲\pi}{۲} = ۲\pi cm/s$$

گلوله‌ای که به فنری متصل است، در سطح افقی بدون اصطکاکی بین دو نقطهٔ M و N نوسان می‌کند و در هر ۰/۴ ثانیه، ۲ نوسان کامل انجام می‌دهد. اگر بیشینهٔ شتاب نوسانگر $۲۰ m/s^۲$ باشد، فاصلهٔ MN چند سانتی‌متر است؟ $(\pi^۲ \simeq ۱۰)$ (تجربی خارج ۹۵)

۱) ۲ ۲) $۲\sqrt{۱۰}$ ۳) ۴ ۴) $۴\sqrt{۱۰}$

پاسخ گزینهٔ «۳»

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} \xrightarrow{T=\frac{t}{n}} \omega = \frac{۲\pi}{\frac{t}{n}} = \frac{n\times۲\pi}{t} \xrightarrow[t=۰/۴s]{n=۲} \omega = \frac{۲\times۲\pi}{۰/۴} = ۱۰\pi rad/s$$



۳ مطابق شکل در مدت زمان T (دورهٔ تناوب)، دو اتفاق مهم می‌افتد:
الف) موج به اندازهٔ یک طول موج (λ) پیشروی می‌کند.
ب) هر ذره از محیط انتشار موج (طناب) یک نوسان کامل انجام می‌دهد. (به عنوان مثال به حرکت ذرهٔ M دقت کنید.)

۴ هر ذره از محیط انتشار موج در مدت زمان T، مسافت 4A و در مدت زمان $\frac{T}{2}$، مسافت 2A را طی می‌کند.

۵ دو نقطه از محیط انتشار موج که فاصلهٔ آن‌ها مضرب صحیحی از طول موج است ($\Delta x = n\lambda$)، وضعیت نوسانی کاملاً مشابهی دارند.

۶ پیشروی موج (Δx) در مدت زمان Δt را از رابطهٔ $\frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{\Delta t}{T}$ محاسبه می‌کنیم.

۷ از آن‌جایی که هر ذره از محیط انتشار موج در حال انجام حرکت هماهنگ ساده است، تندی آن متغیر است. هنگامی که هر ذره در وضعیت قله یا دره قرار می‌گیرد، تندی آن صفر شده و تغییر جهت می‌دهد. همچنین در لحظه‌ای که ذره در حال عبور از مرکز نوسان (نقطهٔ تعادل) است، تندی آن بیشینه می‌شود و از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

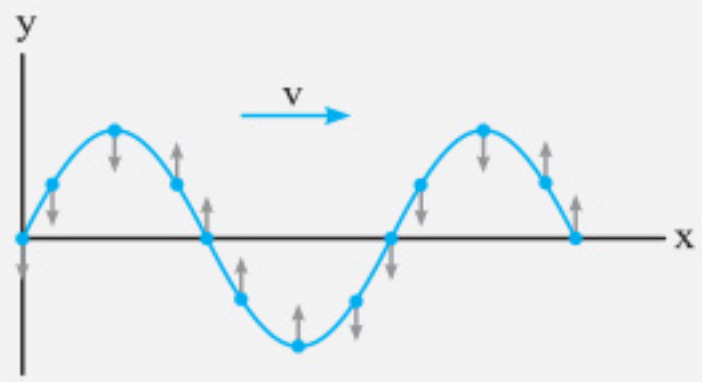
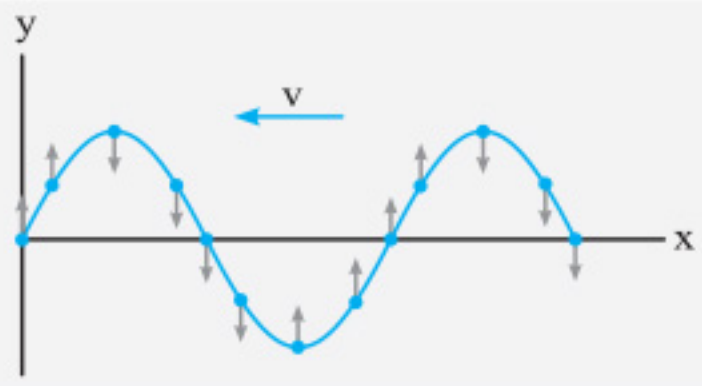
بسامدزاویه‌ای (rad / s)

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow{\omega = 2\pi f} v_{max} = A(2\pi f)$$

تندی بیشینهٔ هر ذره (m / s) ← v_{max}

دامنهٔ موج (m) ← A

تعیین جهت حرکت ذرات محیط انتشار موج

جهت حرکت موج	توضیحات	جهت حرکت ذرات محیط
در جهت محور x	آشفتگی‌ها از سمت چپ به راست حرکت می‌کنند و هر ذره از طناب با گذشت زمان، وضعیتی مشابه با نقاط سمت چپش را خواهد داشت.	
در خلاف جهت محور x	آشفتگی‌ها از سمت راست به چپ حرکت می‌کنند و هر ذره از طناب با گذشت زمان، وضعیتی مشابه با نقاط سمت راستش را خواهد داشت.	

رشته خط‌های طیف گسیلی هیدروژن

در رابطهٔ ریدبرگ، براســاس شمارهٔ مدار مقصد (n')، یک رشته از خطوط در طیف گسیلی هیدروژن اتمی به‌دست می‌آید. این رشته‌ها به ازای مقادیر متفاوت n' در جدول زیر درج شده‌اند:

نام رشته	مقدار n'	رابطهٔ ریدبرگ	مقدارهای n	ناحیهٔ طیف
لیمان	۱	$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{n^2})$	$2,3,4,\dots$	فرابنفش
بالمر	۲	$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{n^2})$	$3,4,5,\dots$	فرابنفش و مرئی
پاشن	۳	$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{3^2}-\frac{1}{n^2})$	$4,5,6,\dots$	فروسرخ
براکت	۴	$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{4^2}-\frac{1}{n^2})$	$5,6,7,\dots$	فروسرخ
پفوند	۵	$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{5^2}-\frac{1}{n^2})$	$6,7,8,\dots$	فروسرخ

λ و T افزایش، f و E کاهش

نکته‌ها:

۱ برای به‌دست آوردن بلندترین طول موج (کمترین بسامد) فوتون گسیلی مربوط به یک رشته داریم:

$n = n' + 1$ معلوم : n'

به عبارت دیگر اگر الکترون از $n'+1$ به n' بیاید (از یک لایه بالاتر بیاید)، فوتون گسیل شده دارای کمترین انرژی، کمترین بسامد و بلندترین طول موج است.

۲ برای به‌دست آوردن کوتاه‌ترین طول موج (بیشترین بسامد) فوتون گسیلی مربوط به یک رشته داریم:

$n = \infty$ معلوم : n'

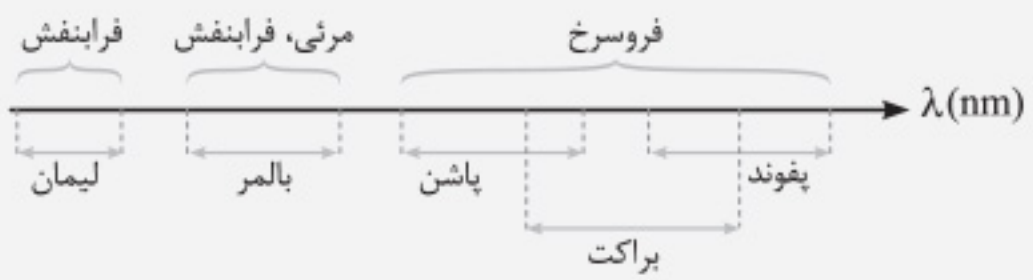
به عبارت دیگر اگر الکترون از $n=\infty$ به n' بیاید، فوتون گسیل‌شده دارای بیشترین انرژی، بیشترین بسامد و کوتاه‌ترین طول موج است.

۳ n همواره بزرگ‌تر از n' و عددی صحیح است.

۴ وقتی شمارهٔ یک خط از یک رشته داده شده، برای به دست آوردن n داریم: $n = n' +$ شمارهٔ خط

مثلاً وقتی می‌گوییم خط دوم رشته پاشن یعنی: $n = n' +$ شمارهٔ خط $\Rightarrow n = 3 + 2 = 5$

۵ گسترهٔ طول موج رشته‌ها:



نکته:

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. عدد اتمی دو واحد و عدد جرمی چهار واحد کاهش می‌یابند.
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 هسته مادر یک واحد کاهش می‌یابد، در نتیجه گزینهٔ «۱» پاسخ درست است:

$${}^{11}_{6}C \rightarrow {}^{0}_{+1}e^{+} + {}^{11}_{5}Y$$

در واکنش هسته‌ای روبه‌رو، X کدام است؟ ${}^{239}_{93}Np \rightarrow e^{-} + X$ (ریاضی خارج ۹۵)

${}^{239}_{94}Pu$	${}^{238}_{92}U$	${}^{232}_{90}Th$	${}^{209}_{84}Po$
پلوتونیم	اورانیم	توریم	پلونیم

۱) توریم ۲) پلونیم ۳) اورانیم ۴) پلوتونیم

پاسخ **گزینهٔ «۴»** با واپاشی β^-، عدد اتمی هستهٔ مادر یک واحد افزایش می‌یابد و عدد جرمی آن ثابت می‌ماند.

$${}^{239}_{93}Np \rightarrow {}^{0}_{-1}e^{-} + {}^{239}_{94}X$$

طبق جدول داده‌شده پلوتونیم دارای عدد جرمی ۲۳۹ است و چون عدد اتمی یک واحد زیاد شده است نوع اتم نیز تغییر کرده است. پس پاسخ گزینهٔ «۴» است.

ریاضی نامه

فرمول کلی فرمول های 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.

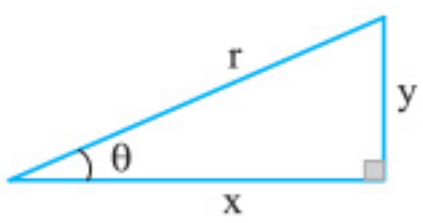
چند مثال فیزیکی:

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

روابط مثلثاتی

با توجه به مثلث قائم‌الزاویهٔ زیر، 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 یک القاگر به‌صورت $I=۲\sin(۱۰۰\pi t)$ باشد، بیشینهٔ جریان گذرنده از القاگر برابر با ۲ آمپر است.

آزمون جامع

حالا که تمام کتاب را خوانده‌اید، می‌توانید با آخرین کنکور برگزار شـده (آزمون سراسـری داخل و خارج ۱۴۰۰) خودتان را محک بزنید فراموش نکنید که ۳۷ دقیقه وقت دارید.

(بودجه‌بندی تست‌های فیزیک کنکورهای آزمون سراسری تجربی۱۴۰۰)

عنوان کتاب	تعداد تست	درصد از کل
فیزیک ۱	۶	۲۰٪
فیزیک ۲	۱۰	۳۳/۳٪
فیزیک ۳	۱۴	۴۶/۷ ٪

(بودجه‌بندی تست‌های فیزیک آزمون سراسری تجربی خارج ۱۴۰۰)

عنوان کتاب	تعداد تست	درصد از کل
فیزیک ۱	۶	۲۰٪
فیزیک ۲	۱۰	۳۳/۳٪
فیزیک ۳	۱۴	۴۶/۷ ٪