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	۲۳	۱۰	۲۵	۱۵
فصل ۳: کار، انرژی و توان	۵۱	۱۰	۲۱	۱۵
فصل ۴: دما و گرما	۷۹	۱۱	۲۴	۲۰
فصل ۵: ترمودینامیک	۱۱۱	۹	۱۶	۱۰
فیزیک ۲ (پایهٔ یازدهم)				
فصل ۱: الکتریسیتهٔ ساکن	۱۳۵	۱۵	۲۹	۲۰
فصل ۲: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم	۱۶۹	۲۰	۳۵	۲۵
فصل ۳: مغناطیس	۲۱۳	۹	۱۸	۱۵
فصل ۴: القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب	۲۳۹	۸	۱۹	۱۵
فیزیک ۳ (پایهٔ دوازدهم)				
فصل ۱: حرکت بر خط راست	۲۶۳	۱۸	۵۵	۲۵
فصل ۲: دینامیک و حرکت دایره‌ای	۳۰۹	۱۵	۴۴	۳۰
فصل ۳: نوسان و موج	۳۴۷	۲۱	۳۲	۲۵
فصل ۴: برهم‌کنش‌های موج	۳۸۵	۱۴	۲۵	۱۵
فصل ۵: آشنایی با فیزیک اتمی	۴۱۳	۸	۱۵	۱۵
فصل ۶: آشنایی با فیزیک هسته‌ای	۴۳۵	۹	۲۲	۱۵
ریاضی‌نامه	۴۵۳			
آزمون جامع	۴۶۱			

پایهٔ دهم / فصل ۲

ویژگی‌های فیزیکی مواد

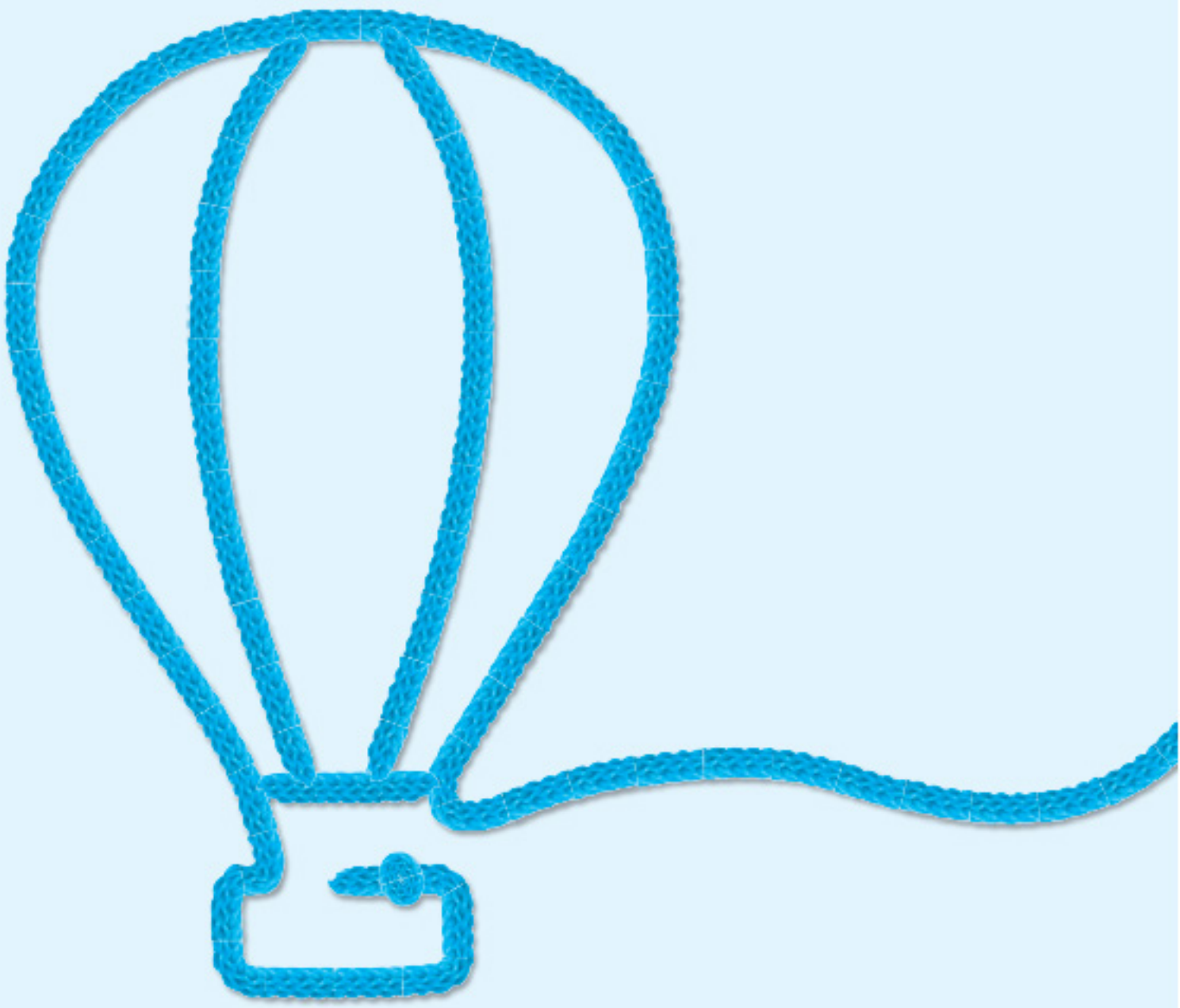
بسته‌های آموزشی

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.

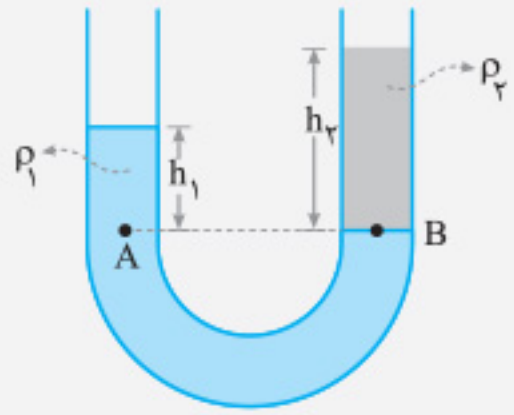
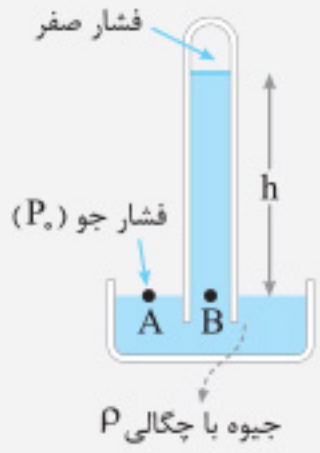
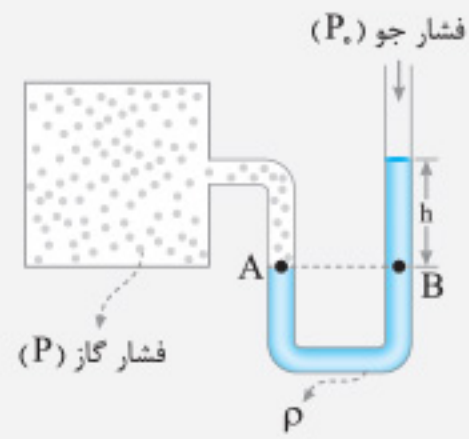
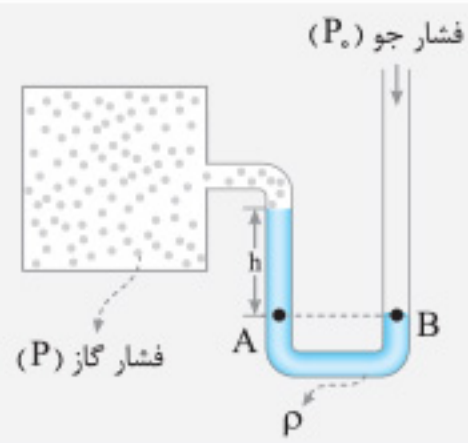
آخر فصل هم مطالب ساده‌ای داریم که شاید فقط نیروی شناوری یکم دردسرساز بشه، البته اصلا نگران این مبحث نباشید، چون بستهٔ ۱۴، یه جدول جمع و جور داره که همهٔ نکاتشو اونجا گفتیم.

تعداد سؤالات در کنکور سراسری ۹۹	داخل: ۳	خارج: ۱
تعداد سؤالات در کنکور سراسری ۱۴۰۰	داخل: ۲	خارج: ۲



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		$P_A = P_B$ $P_0 + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_2 g h_2$ $\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$	مایعی که ارتفاع بیشتری دارد، چگالی کمتری دارد و مایعی که پایین‌تر قرار گرفته، چگالی بیشتری دارد: $\rho_1 > \rho_2$
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 باشد: $P' \neq 0$ $P_0 = P' + \rho g h$
فشارسنج (مانومتر)		$P_A = P_B$ $P = P_0 + \rho g h$	فشار پیمانه‌ای (P_g): $P_g = P - P_0 = +\rho g h$ $(P_g > 0)$
		$P_A = P_B$ $P + \rho g h = P_0$ $P = P_0 - \rho g h$	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...) نمایش می‌دهند، فشار پیمانه‌ای (P_g) است.

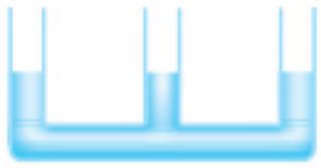
تست در شکل زیر، آب به‌صورت پیوسته در لوله جاری است. اگر قطر مقطع بزرگ دو برابر قطر مقطع کوچک باشد، تندی حرکت آب در نقطهٔ A چند برابر تندی آن در نقطهٔ B است؟ (تجربی ۹۸)

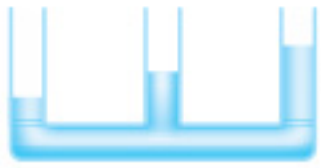
۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) ۲ ۴) ۴

پاسخ گزینهٔ «۱»

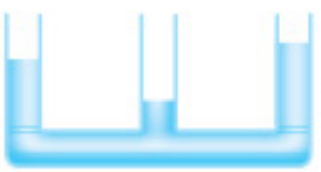
$$\frac{v_A}{v_B}=(\frac{D_B}{D_A})^۲=(\frac{۱}{۲})^۲=\frac{۱}{۴}$$

در شکل 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 فشار در بالای لولهٔ سمت راست 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.

جمع‌بندک

ویژگی‌های فیزیکی مواد

حالت‌های ماده

دو نوع است:

۱) بلورین	۲) بی‌شکل یا آمورف
مثل الماس	مثل شیشه

جامد	مایع	گاز	پلاسما

در دماهای بالا به‌وجود می‌آید، مانند ستاره‌ها، آتش و ...

- فاصله بین مولکول‌های جامد و مایع یکسان است.
- پدیده پخش در گازها سریع‌تر از مایعات است.
- ذرات آن حرکت کاتوره‌ای دارندکه 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

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

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

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

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

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

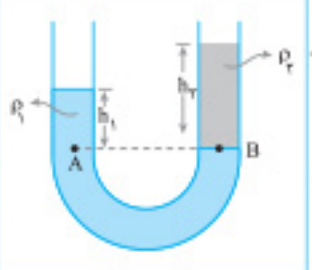
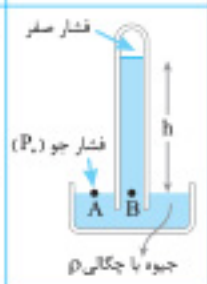
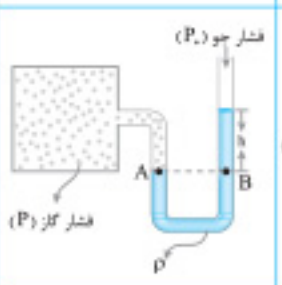
ظرف استوانه‌ای	ظرف گلدانی	ظرف دیگی
$F =$ وزن مایع	$F <$ وزن مایع	$F >$ وزن مایع

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 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: $A_1 v_1 = A_2 v_2$

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	I، V

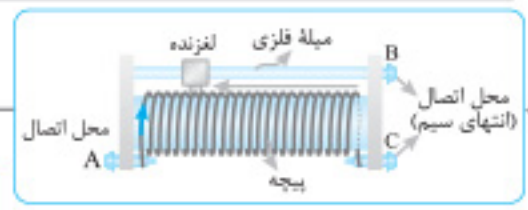
مقاومت رسانا بر حسب ابعاد: $R=\rho\frac{L}{A}$

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:

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

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.

در حالت شارژ

شکل مداری: a، I، $\mathcal{E}$، r، b

ولتاژ دوسر مولد: $V_{مولد}=\mathcal{E}+rI$

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

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

۱- مقاومت

در جهت جریان ← $-IR$
حذف جهت جریان ← $+IR$

۲- باتری ایده‌آل

از قطب مثبت به منفی $-\mathcal{E}$
از قطب منفی به مثبت $+\mathcal{E}$

توان (P)

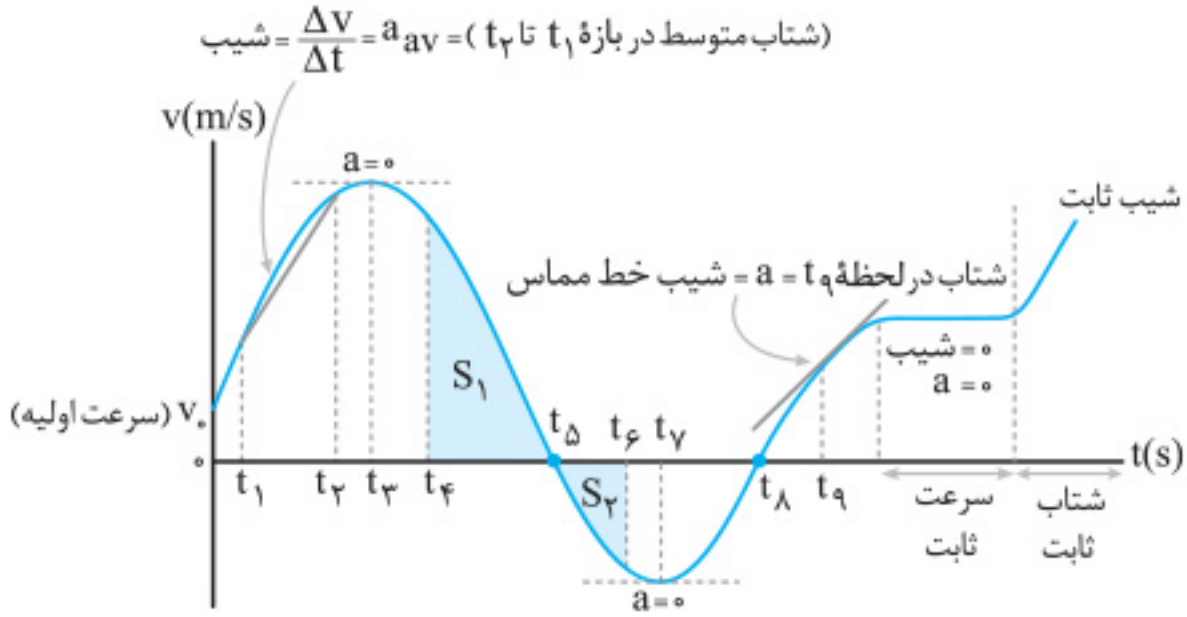
توان ورودی باتری در حال شارژ: $P_{ورودی}=\mathcal{E}I+rI^2$

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

- توان مصرفی در مقاومت‌ها: $P=VI=RI^2=\frac{V^2}{R}$
  - نکته: توان خروجی مولد با توان مصرفی در مقاومت معادل متصل به مولد برابر است.
- توان خروجی باتری: $P_{خروجی}=\mathcal{E}I-rI^2$
  - نکته: 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: $I_{max}=\frac{\mathcal{E}}{2r}$

۱۰۲ 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:

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

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

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

تست سیملوله‌ای به طول ۶۰ سانتی‌متر، دارای ۲۰۰ حلقه است و از آن جریان ۵A عبور می‌کند. میدان مغناطیسی درون سیملوله چند تسلا است؟ $(\mu_0 = 12\times10^{-7}\,T\cdot m/A)$ (تجربی ۹۸)

۱) 2×10^{-1} ۲) 2×10^{-3} ۳) $1/2\times10^{-1}$ ۴) $1/2\times10^{-3}$

پاسخ گزینهٔ «۲» با استفاده از رابطهٔ $B=\frac{\mu_0 NI}{\ell}$ داریم:

$$B=\frac{\mu_0 NI}{\ell}\Rightarrow B=\frac{12\times10^{-7}\times200\times5}{0/6}=2\times10^{-3}\,T$$

۸۹ مواد مغناطیسی

مواد پارامغناطیسی

- این مواد ذاتاً دارای دوقطبی مغناطیسی بوده اما حوزهٔ مغناطیسی ندارند.
- جهت‌گیری دوقطبی‌ها به صورت کاتوره‌ای است و جسم خاصیت مغناطیسی ندارد، اما با اعمال یک میدان مغناطیسی خارجی **قوی**، تعدادی از دوقطبی‌ها در جهت میدان جهت‌گیری کرده و **خاصیت مغناطیسی ضعیفی** ایجاد می‌شود.
- پس از حذف میدان مغناطیسی خارجی قوی، خاصیت مغناطیسی از بین می‌رود.

مثال اورانیم، پلاتین، آلومینیم، سدیم، اکسیژن، اکسید نیتروژن.

مواد دیامغناطیسی

- دوقطبی مغناطیسی ذاتی ندارند.
- میدان مغناطیسی خارجی قوی می‌تواند تنها سبب القای دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف سوی میدان خارجی شود.

مثال مس، نقره، سرب و بیسموت.

مواد فرومغناطیسی

نوع ماده فرومغناطیسی	نرم	سخت
دوقطبی مغناطیسی ذاتی	دارد	دارد
حوزهٔ مغناطیسی	دارد	دارد
خاصیت مغناطیسی قبل از قرار گرفتن در میدان مغناطیسی خارجی	دوقطبی‌ها در حوزه‌های کوچک مغناطیسی هم‌جهت هستند، اما به دلیل نامنظم بودن جهت‌گیری‌ها، خاصیت مغناطیسی ندارند.	
شدت میدان مغناطیسی مورد نیاز برای ایجاد خاصیت مغناطیسی	ضعیف	قوی
تأثیر ایجاد میدان مغناطیسی خارجی	■ حجم حوزه‌ها **به سهولت** تغییر می‌کند. ■ وسعت حوزه‌های هم‌جهت با میدان افزایش می‌یابد. ■ ماده به سادگی آهنربا می‌شود.	■ حجم حوزه‌ها **به سختی** تغییر می‌کند. ■ وسعت حوزه‌های هم‌جهت با میدان خارجی، افزایش می‌یابد. ■ ماده به سختی آهنربا می‌شود.

جمع‌بندک

دینامیک

نیروی خالص: F_{net} = (مجموع نیروهای مخالف حرکت) − (مجموع نیروهای موافق 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 $f_D=mg$

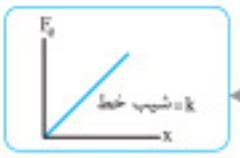
نمودار تندی سقوط جسم در هوا:

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:

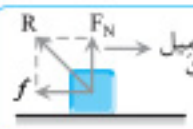
شتاب (a) رو به بالا باشد:	شتاب (a) رو به پایین باشد:
$F_N=m(g+a)$	$F_N=m(g-a)$

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.



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

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 $\Rightarrow \vec{a}=0 \Rightarrow \vec{F}_{net}=0$ 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.

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: $v_{max}=\sqrt{rg\mu_s}$

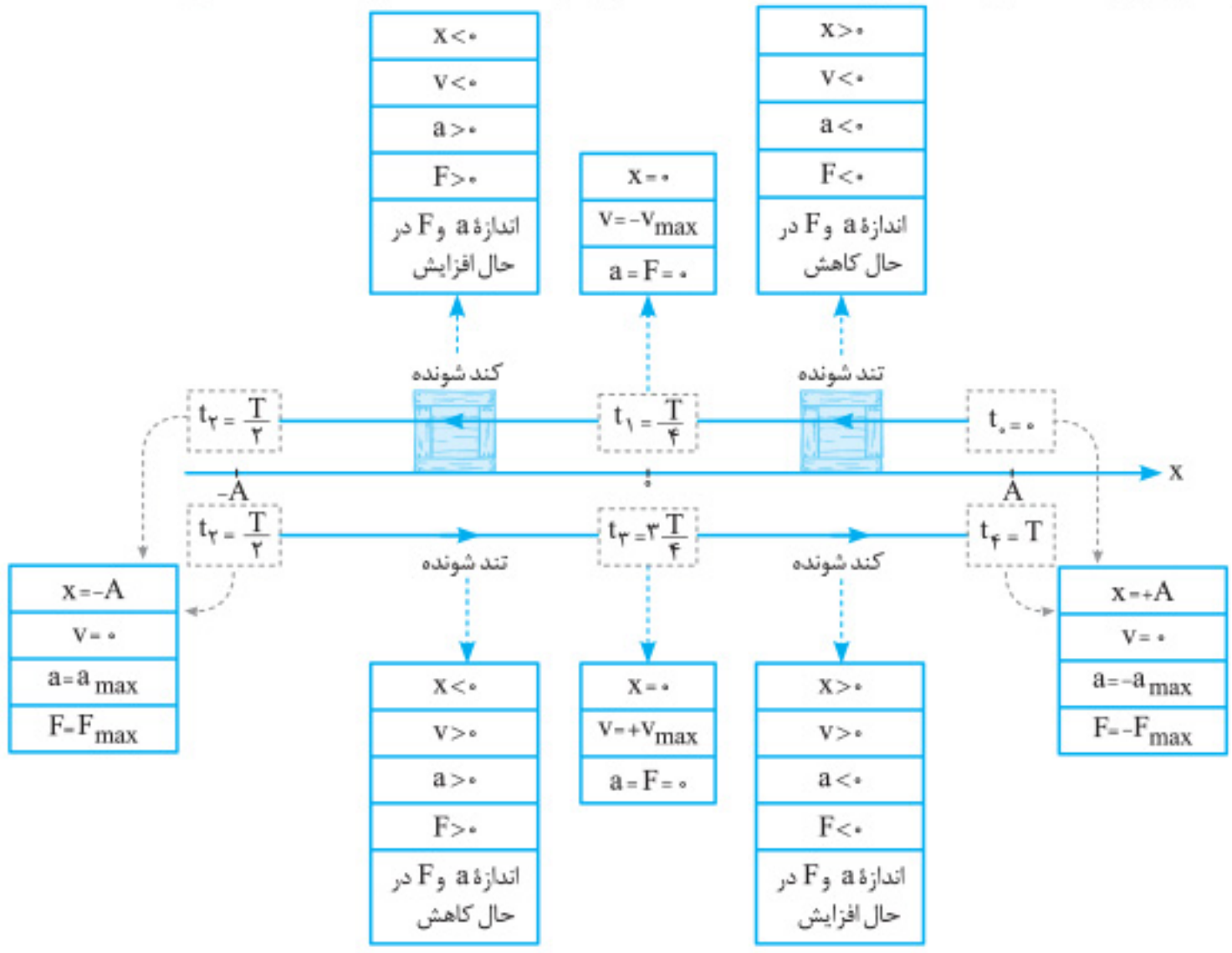
ماهواره

نیروی گرانشی برابر با نیروی مرکزگرا است: $\frac{GM_em}{r^2}=\frac{mv^2}{r}$

تندی: $v=\sqrt{\frac{GM_e}{r}}$ ؛ $\frac{v_2}{v_1}=\sqrt{\frac{r_1}{r_2}}$

دوره: $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_e}}$ ؛ $\frac{T_2}{T_1}=\sqrt{(\frac{r_2}{r_1})^3}$

■ 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:

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

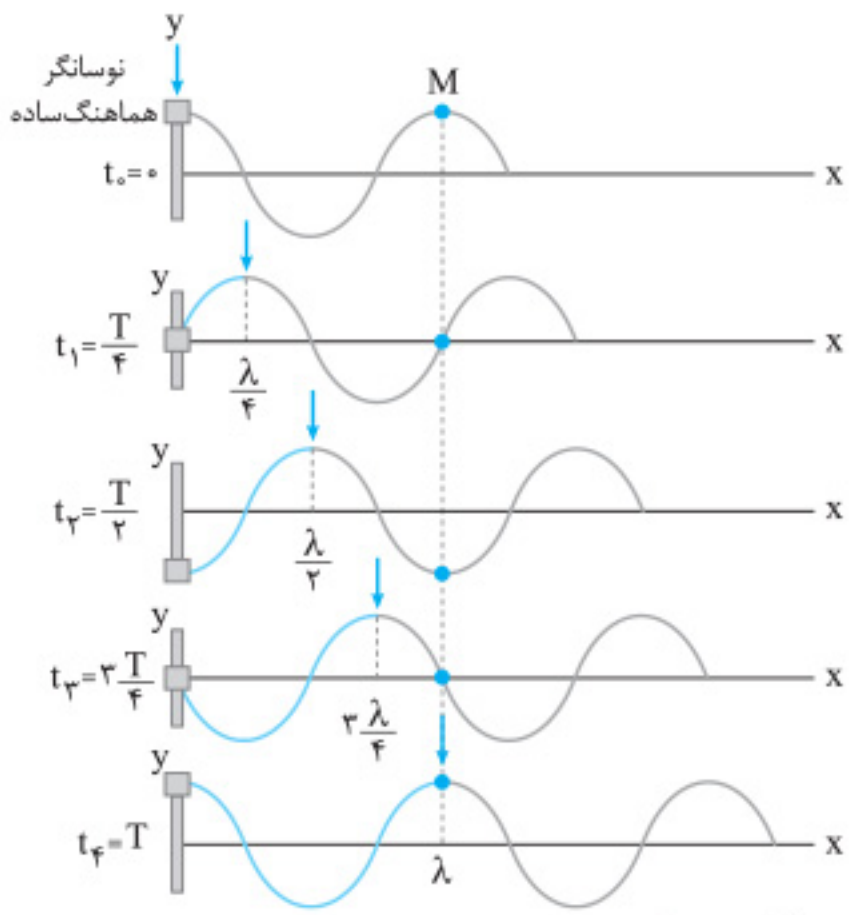
$$v_{max} = A\omega \xrightarrow{\omega=\frac{۲\pi}{T}} v_{max} = A(\frac{۲\pi}{T}) = ۲\times\frac{۲\pi}{۲} = ۲\pi cm/s$$

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 ۴A و در مدت زمان $\frac{T}{2}$، مسافت ۲A 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:

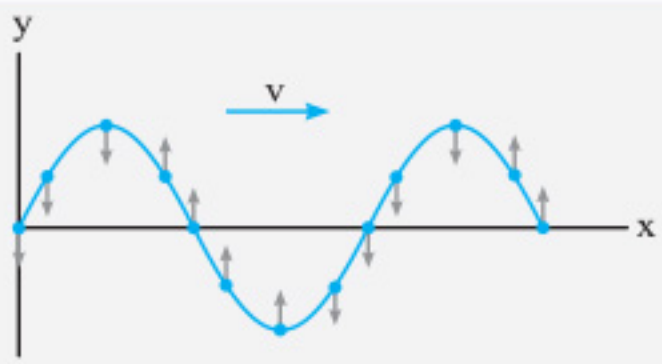
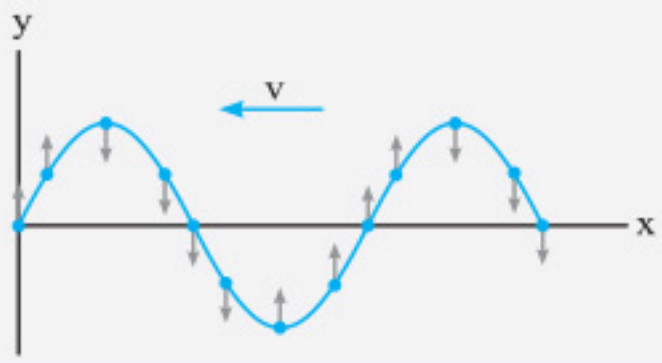
بسامدزاویه‌ای (rad / s)

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

v_{max}: تندی بیشینهٔ هر ذره (m / s)

A: دامنهٔ موج (m)

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.	

نکته‌ها:

۱ تشکیل طیف پیوسته در جامدات و مایعات ملتهب، ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازندهٔ آن‌هاست. درحالی که این برهم کنش‌ها در گازها وجود ندارد و طیف آن‌ها خطی است.

۲ اتم‌های هر گاز دقیقاً همان طول موج‌هایی را جذب می‌کنند که هنگام برانگیختگی آن‌ها را تابش می‌کنند.

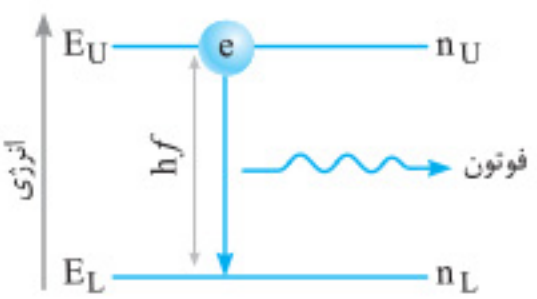
۳ طیف گسیلی خطی و طیف جذبی خطی برای اتم‌های گاز هر عنصر منحصر به فرد است (طول موج‌های معینی در این طیف‌ها وجود دارد) و می‌توان از آن برای تشخیص نوع گاز استفاده کرد.

۴ طیف خورشید یک طیف جذبی خطی است و خطوط تاریک مشاهده شده در آن که به **خطوط فرانهوفر** معروف‌اند، مربوط به طول موج‌هایی از نور گسیلی خورشید هستند که توسط گازهای جو خورشید و زمین جذب شده‌اند.

۵ شدت نور خط‌ها در طیف گسیلی خطی یکسان نیست!

۱۷۰ معادلهٔ ریدبرگ برای طول موج‌های گسیلی اتم هیدروژن

هنگامی که یک الکترون از ترازی با انرژی بالاتر (E_U) به ترازی با انرژی پایین‌تر (E_L) گذار کند، فوتونی با بسامد f و طول موج λ گسیل می‌کند. برای به دست آوردن طول موج فوتون گسیل‌شده داریم:



رابطهٔ ریدبرگ: $\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2})$ یا $\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2})$

($R \simeq 0/01\,nm^{-1}$ ثابت ریدبرگ)

(λ طول موج nm)

$n' = n_L$: شمارهٔ تراز مدار با انرژی پایین‌تر (مدار مقصد)

$n = n_U$: شمارهٔ تراز مدار با انرژی بالاتر (مدار مبدأ)

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	$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2})$	۲, ۳, ۴, ...	فرابنفش
بالمر	۲	$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2})$	۳, ۴, ۵, ...	فرابنفش و مرئی
پاشن	۳	$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2})$	۴, ۵, ۶, ...	فروسرخ
براکت	۴	$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2})$	۵, ۶, ۷, ...	فروسرخ
پفوند	۵	$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2})$	۶, ۷, ۸, ...	فروسرخ

λ و T افزایش، f و E کاهش

تست **در هستهٔ پایدار، مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهندهٔ هسته:** (تجربی خارج ۹۱)

۱) مساوی جرم هسته است.

۲) مساوی جرم تبدیل‌شده به انرژی بستگی هسته است.

۳) بزرگ‌تر از جرم هسته است.

۴) کوچک‌تر از جرم تبدیل‌شده به انرژی بستگی هسته است.

پاسخ **گزینهٔ «۳»** همواره مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهندهٔ هسته از جرم هسته بزرگ‌تر است؛ زیرا در هنگام تشکیل هسته، بخشی از جرم نوکلئون‌ها به صورت انرژی آزاد می‌شود.

هر چه مجموع جرم نوترون‌ها و پروتون‌های هستهٔ یک اتم از جرم آن هسته بیشتر باشد، انرژی بستگی هسته ..... است و آن هسته ..... است. (ریاضی ۸۸)

۱) بیشتر ـ پایدارتر

۲) کمتر ـ پایدارتر

۳) کمتر ـ ناپایدارتر

۴) بیشتر ـ ناپایدارتر

پاسخ **گزینهٔ «۱»** با توجه به تعریف انرژی بستگی، هر چه مجموع جرم نوترون‌ها و پروتون‌های هستهٔ اتم از جرم هستهٔ آن بیشتر باشد، انرژی بستگی هسته بیشتر است؛ در نتیجه برای جداسازی اجزای چنین هسته‌هایی باید انرژی بیشتری مصرف نمود. بنابراین این هسته‌ها پایدارتر هستند.

۱۷۸ پرتوزایی طبیعی

در پرتوزایی طبیعی سه نوع پرتو می‌تواند ایجاد شود: پرتوی آلفا (α)، پرتوی بتا (β) و پرتوی گاما (γ)

نوع پرتو	تعداد نوکلئون‌ها	بار بر حسب بار پایه	میزان نفوذ در سرب	نکتهٔ خاص
آلفا (α)	۴	$+۲$	۰/۰۱ mm	پرتوی α، هستهٔ هلیم ($^{۴}_{۲}He$) است و در آشکارساز دود کاربرد دارد.
بتای منفی (β^-)	۰	-۱	۰/۱ mm	β^- همان الکترون ($^{۰}_{-۱}e^-$) است.
بتای مثبت (β^+)	۰	$+۱$	۰/۱ mm	β^+، پوزیترون ($^{۰}_{۱}e^+$) است.
گاما (γ)	۰	۰	۱۰۰ mm	بیشترین قدرت نفوذ در سرب را دارد.

آزمون جامع

حالا که تمام کتاب را خوانده‌اید، می‌توانید با آخرین کنکور برگزار شده (آزمون سراسری داخل ۱۴۰۰) خودتان را محک بزنید فراموش نکنید که ۵۵ دقیقه وقت دارید.

(بودجه‌بندی تست‌های فیزیک آزمون سراسری ریاضی۱۴۰۰)

عنوان کتاب	تعداد تست	درصد از کل
فیزیک ۱	۱۰	۲۲/۲٪
فیزیک ۲	۱۴	۳۱/۱٪
فیزیک ۳	۲۱	۴۶/۷ ٪