به نام پروردگار مهربان

مرور سریع فیزیک کنکور

دوازدهم

نصراله افاضل، یاشار انگوتی

مهروماه
لقمه طلایی

فهرست

فصل ۱ حرکت بر خط راست ۵

فصل ۲ دینامیک ۵۷

فصل ۳ نوسان و موج ۱۱۱

فصل ۴ برهم‌کنش موج ۱۷۹

◂ ادامه فصل ۳ تجربی

فصل ۵ آشنایی با فیزیک اتمی ۲۳۹

◂ ادامه فصل ۴ تجربی

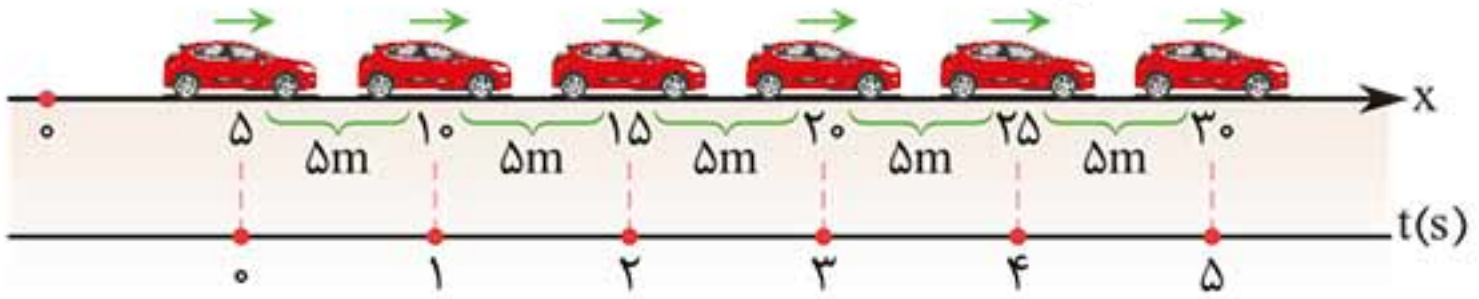
فصل ۶ آشنایی با فیزیک هسته‌ای ۲۷۵

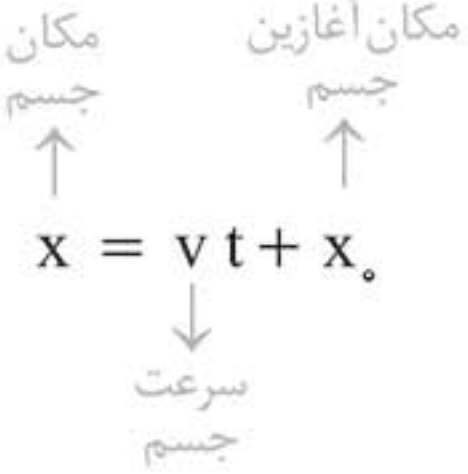
◂ ادامه فصل ۴ تجربی

پیوست: فرمول‌نامه ۳۰۷

حرکت یکنواخت

حرکتی است که در آن سرعت (بزرگی و جهت) متحرک در همهٔ لحظه‌ها یکسان است.





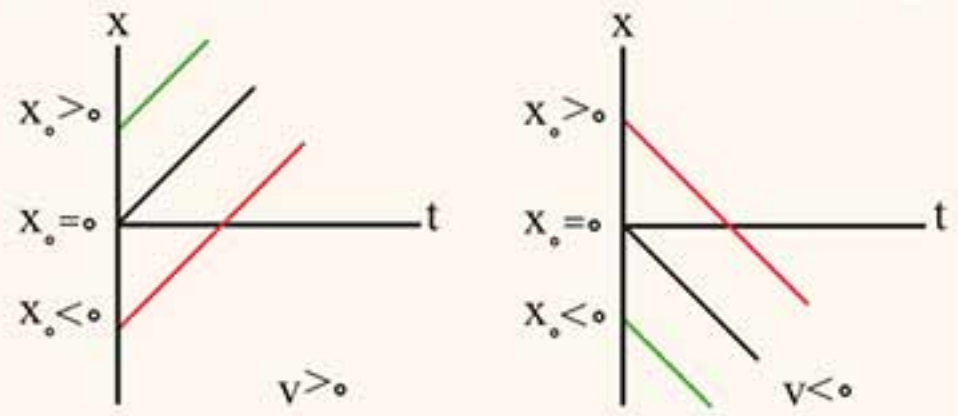
نکته‌ها:

۱ در حرکت یکنواخت، در هر بازهٔ زمانی یکسان جابه‌جایی جسم یکسان است.

۲ سرعت متوسط در هر بازهٔ زمانی دلخواه ثابت و برابر سرعت جسم است.

۳ معادله حرکت یکنواخت برحسب زمان از درجهٔ اول است.

۴ نمودار مکان ـ زمان حرکت یکنواخت به شکل خط با شیب ثابت است.



۵ معادله جابه‌جایی ـ زمان در حرکت یکنواخت: $\Delta x = vt$

۶ در حرکت یکنواخت تندی و اندازهٔ سرعت جسم در هر لحظه یکسان است.

تست: جسمی با سرعت ثابت حرکت می‌کند و در لحظه‌های $t_1 = ۲s$ و $t_2 = ۶s$ از مکان‌های $x_1 = +۴m$ و $x_2 = -۱۲m$ متر عبور می‌کند، معادله حرکت جسم در SI کدام است؟

۱) $x = -۴t + ۴$ ۲) $x = -۴t + ۱۲$

۳) $x = -۲t + ۴$ ۴) $x = -۲t + ۸$

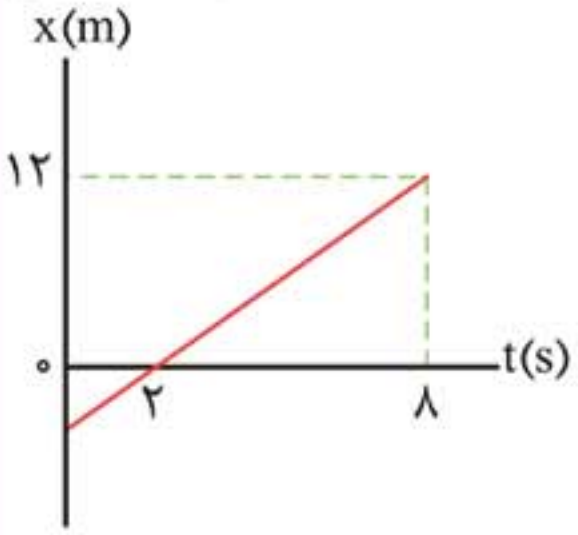
■ **پاسخ:** گزینهٔ «۲»

گام اول: معادلهٔ مکان ـ زمان را برای دو لحظه و دو مکان مربوط به آن‌ها می‌نویسیم: $x = vt + x_0$

$$\left.\begin{matrix} t_1 = ۲s \Rightarrow ۴ = ۲v + x_0 \\ t_2 = ۶s \Rightarrow -۱۲ = ۶v + x_0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow v = -۴m/s \ , \ x_0 = ۱۲m$$

گام دوم: معادله حرکت را می‌نویسیم: $x = -۴t + ۱۲$

تست: نمودار مکان ـ زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. معادلهٔ حرکت این جسم در SI کدام است؟



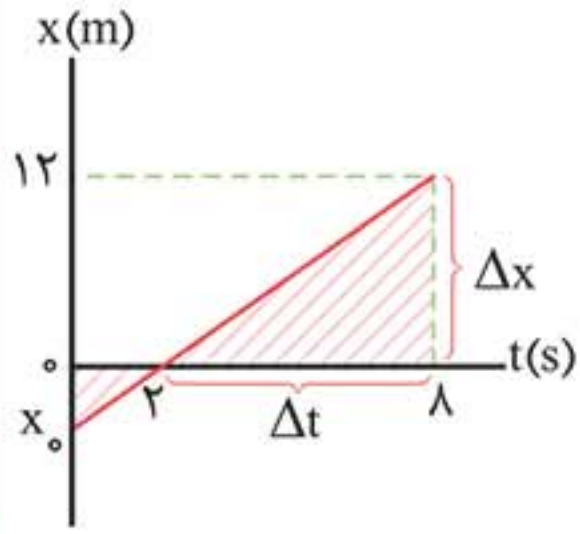
۱) $x = ۱/۵t - ۳$

۲) $x = ۱/۵t - ۶$

۳) $x = ۲t - ۴$

۴) $x = ۲t - ۶$

■ **پاسخ:** گزینهٔ «۳»



گام اول: برای یافتن سرعت، در بازهٔ $t = ۲$ تا $t = ۸$ ثانیه از شیب خط استفاده می‌کنیم:

$$v = \frac{۱۲ - ۰}{۸ - ۲} = ۲m/s$$

گام دوم: برای محاسبهٔ $x_{\circ}$ از تشابه دو مثلث هاشور خورده استفاده می‌کنیم:

$$\frac{x_{\circ}}{۱۲}=\frac{۲-۰}{۲-۸}\Rightarrow x_{\circ}=-۴\ m$$

گام سوم: معادلهٔ حرکت را می‌نویسیم: $x=۲t-۴$

تست: کامیونی با سرعت ثابت $۳۶\,km/h$ در مسیر مستقیم از نقطهٔ A عبور می‌کند. ۵ ثانیه بعد اتومبیلی با سرعت ثابت $۲۰\,m/s$ از نقطهٔ A به دنبال کامیون عبور می‌کند. اتومبیل چند ثانیه پس از عبور از نقطهٔ A به کامیون می‌رسد؟

۱) ۵ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) ۱۲

پاسخ: گزینهٔ «۱»

معادلهٔ حرکت کامیون و اتومبیل را می‌نویسیم و مکان آن‌ها را برابر یکدیگر قرار می‌دهیم، اگر مدت حرکت کامیون را t بنامیم مدت زمان حرکت اتومبیل $t-۵$ است.

$$x_{\text{کامیون}}=\frac{۳۶}{۳/۶}t=۱۰t\ ,\ x_{\text{اتومبیل}}=۲۰(t-۵)$$

شرط به هم رسیدن دو متحرک این است که مکان آن‌ها یکسان باشد

$$x_{\text{کامیون}}=x_{\text{اتومبیل}}\Rightarrow ۱۰t=۲۰(t-۵)\Rightarrow$$

$$t_{\text{کامیون}}=۱۰s\Rightarrow t_{\text{اتومبیل}}=۱۰-۵=۵s$$

حرکت نسبی

اگر دو متحرک همزمان روی یک خط مستقیم با سرعت‌های ثابت $v_۱$ و $v_۲$ حرکت کنند و فاصلهٔ آن‌ها پس از مدت زمان t به اندازهٔ d تغییر کند، می‌توان نوشت:

$$d=(v_۱\pm v_۲)t$$

تغییر فاصله دو متحرک

↑ حرکت خلاف جهت

↓ حرکت هم‌جهت

تذکر: از معادلهٔ حرکت نسبی در صورتی می‌توان استفاده کرد که مدت زمان حرکت متحرک ها یکسان باشد؛ یعنی دو متحرک در مدت t در حرکت باشند.

تست: دو متحرک **A** و **B** با سرعت‌های ثابت به ترتیب $۲۰m/s$ و $۱۰m/s$ از فاصلهٔ ۶۰۰ متری به طرف یکدیگر حرکت می‌کنند. پس از چند ثانیه دو متحرک به هم می‌رسند؟

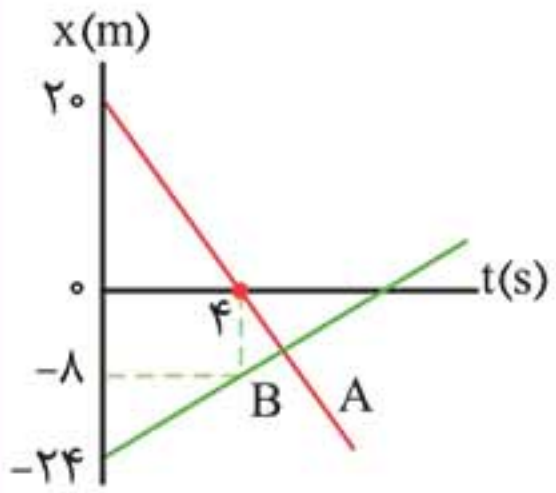
۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۶۰

■ **پاسخ:** گزینهٔ «۲»

چون دو متحرک به طرف یکدیگر حرکت می‌کنند و پس از t ثانیه، ۶۰۰ متر به هم نزدیک می‌شوند، داریم:

$$d=(v_۱+v_۲)t \xrightarrow{d=۶۰۰m} ۶۰۰=(۲۰+۱۰)t \rightarrow t=۲۰s$$

تست: نمودار مکان ـ زمان دو متحرک **A** و **B** که در یک خط حرکت می‌کنند مطابق شکل است دو متحرک پس از چند ثانیه به هم می‌رسند؟ و مکان آن‌ها در این لحظه برحسب متر کدام است؟



۱) $\frac{۴۰۰}{۹}m$ ، $۴۴s$ ۲) $-\frac{۴۰}{۹}m$ ، $\frac{۴۴}{۹}s$

۳) $\frac{۲۰۰}{۹}m$ ، $۲۲s$ ۴) $-\frac{۲۰}{۹}m$ ، $۲۲s$

■ **پاسخ:** گزینهٔ «۲»

مرور سریع فیزیک کنکور

گام اول: سرعت هر متحرک را به‌دست می‌آوریم:

$$v_A = \frac{۰ - ۲۰}{۴ - ۰} = -۵ m/s$$

$$v_B = \frac{-۸ - (-۲۴)}{۴ - ۰} = ۴ m/s$$

گام دوم: فاصلهٔ اولیه متحرک‌ها $d = |-۲۴ - ۲۰| = ۴۴ m$ و جهت حرکت آن‌ها به طرف یکدیگر و در خلاف جهت هم است.

پس از t ثانیه $۴۴m$ به یکدیگر نزدیک شده‌اند.

$$v_{نسبی} = v_۱ + v_۲$$

$$d_{نسبی} = (v_۱ + v_۲)t \Rightarrow ۴۴ = (۵ + ۴)t \Rightarrow t = \frac{۴۴}{۹} s$$

گام سوم: معادله حرکت یکی از آن‌ها (مثلاً A) را می‌نویسیم و مکان جسم را در لحظهٔ $t = \frac{۴۴}{۹} s$ مشخص می‌کنیم:

$$x_A = -۵t + ۲۰ = -۵ \times \frac{۴۴}{۹} + ۲۰ = \frac{-۴۰}{۹} m$$

حرکت با شتاب ثابت

حرکتی است که در هر بازهٔ زمانی یکسان، شتاب متوسط جسم یکسان و ثابت باشد.

نکته: در حرکت با شتاب ثابت، شتاب متوسط در هر بازهٔ زمانی دلخواه برابر شتاب جسم در هر لحظه دلخواه و مقدار ثابتی است.

پرتاب در راستای قائم

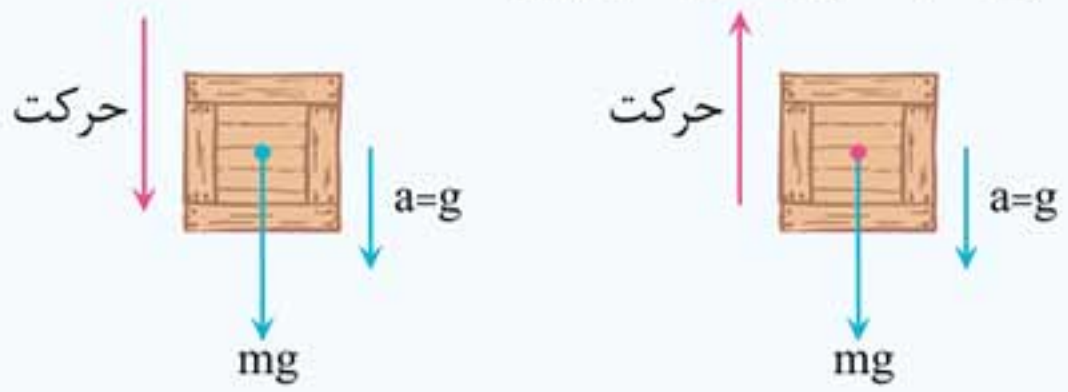
اگر جسمی را در راستای قائم پرتاب یا از حالت سکون رها کنیم، برای بررسی شتاب جسم دو حالت زیر را در نظر می‌گیریم:

الف اگر مقاومت هوا ناچیز باشد

در این حالت پس از پرتاب جسم فقط نیروی وزن بر جسم اثر می‌کند:

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \xrightarrow{F=mg} m\vec{a} = m\vec{g} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$$

نکته: شتاب جسم در مجاورت زمین هنگام بالا رفتن و پایین آمدن مقداری ثابت و به طرف پایین است.



تست: در شرایطی که می‌توان از مقاومت هوا صرف‌نظر کرد، جسم کوچکی را با سرعت $20\ m/s$ در راستای قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. $1/5\ s$ پس از پرتاب، سرعت جسم چند متر بر ثانیه است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

■ **پاسخ: گزینهٔ «۱»**

می‌دانیم که شتاب جسم برابر $a = g$ و به طرف پایین است. از این‌رو، می‌توان از معادلهٔ سرعت ـ زمان در حرکت با شتاب ثابت یعنی $v = at + v_0$ استفاده کرد و با انتخاب جهت مثبت برای رو به بالا همچنین با در نظرگرفتن $v_0 = 20\ m/s$ و $a = -g = -10\ m/s^2$ سرعت جسم را در لحظهٔ $t = 1/5s$ به‌دست آورد:

$$v = -10 \times 1/5 + 20 = 5\ m/s$$

ب اگر مقاومت هوا ناچیز نباشد

نیروی مقاومت شاره یا هوا

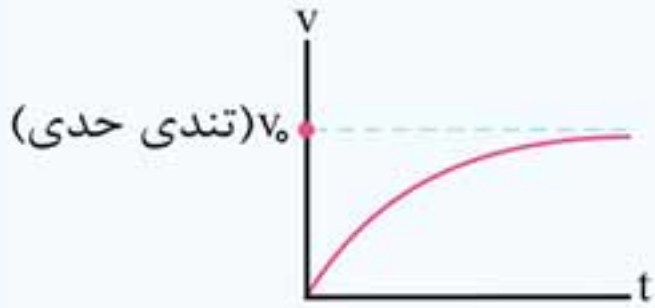
نیرویی است که از شاره بر جسم در حال حرکت وارد می‌شود.

نکته‌ها:

۱ نیروی مقاومت شاره همواره در خلاف جهت حرکت جسم است.

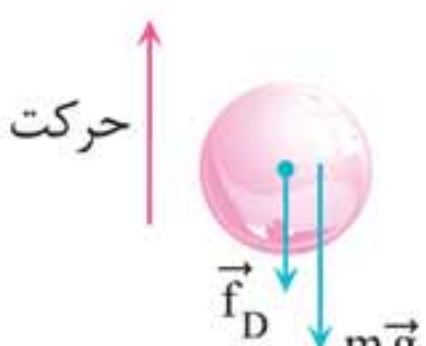
۲ نیروی مقاومت شاره به **بزرگی** جسم و **تندی** آن بستگی دارد.

۳ جسمی که در هوا از حالت سکون رها و شروع به سقوط می‌کند، ابتدا سرعتش افزایش می‌یابد و سپس به سرعت ثابتی (تندی حدی) می‌رسد.



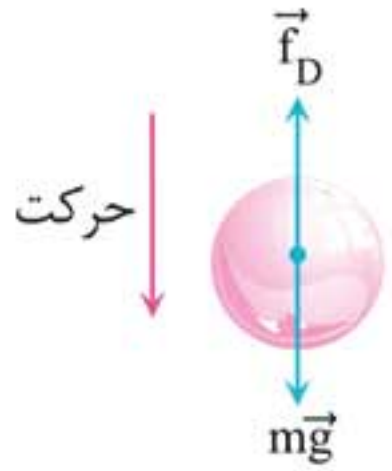
اگر جهت رو به بالا رو با علامت مثبت در نظر بگیریم، برای حالت‌هایی که جسم به طرف بالا یا به طرف پایین حرکت کند، می‌توان نوشت:

۱ اگر جسم به طرف بالا حرکت کند، نیروی مقاومت هوا به طرف پایین است.



$$-mg - f_D = +ma \Rightarrow a = -(g + \frac{f_D}{m})$$

۲ اگر جسم به طرف پایین حرکت کند نیروی مقاومت هوا به طرف بالاست.



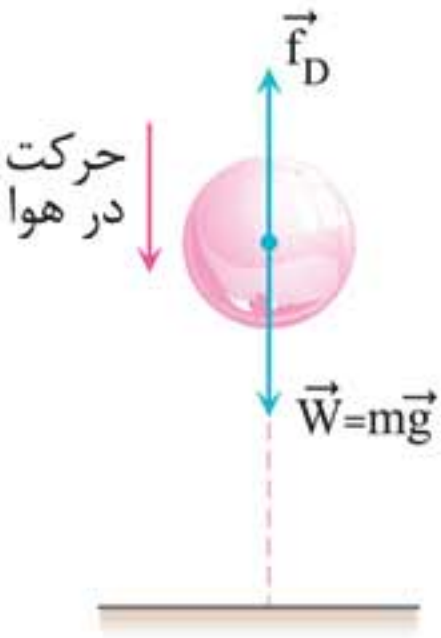
$$-mg + f_D = -ma \Rightarrow a = g - \frac{f_D}{m}$$

نکته: هنگامی که مقاومت هوا برابر وزن جسم شود، شتاب سقوط برابر صفر می‌شود. $f_D = mg \Rightarrow a = ۰$

تست: جسمی به جرم $۵kg$ را از یک بلندی رها می‌کنیم تا سقوط کند. اگر نیروی مقاومت هوا به‌طور متوسط $۲۰N$ باشد، شتاب سقوطِ جسم چند متر بر مجذور ثانیه است؟ $(g = ۱۰N/kg)$ (برگرفته از کتاب درسی)

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۶ ۴) ۱۴

■ **پاسخ:** گزینهٔ «۳»



گام اول: نیروهای وارد بر جسم را در شکل زیر نشان داده‌ایم. $\vec{f}_D$ نیروی مقاومت هوا و $m\vec{g}$ نیروی وزن جسم است.

گام دوم: با توجه به این‌که جهت حرکت جسم رو به پایین است، شتاب جسم را به‌دست می‌آوریم:

$$a = g - \frac{f_D}{m} = ۱۰ - \frac{۲۰}{۵} \Rightarrow a = ۶\ m/s^۲$$

$$۵ \times ۱۰ - ۲۰ = ۵a \Rightarrow a = ۶\ m/s^۲$$

تعادل ایستایی

اگر جسمی در حال سکون باشد برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر است.

$$F_{net} = ۰ \Rightarrow \begin{cases} \Sigma F_x = ۰ \\ \Sigma F_y = ۰ \end{cases}$$

امواج مکانیکی

نکته‌ها: ۱ چشمهٔ موج عاملی است که در محیط ایجاد آشفتگی (موج) می‌کند و هر موج انرژی چشمهٔ موج را منتقل می‌کند.

۲ وقتی فقط با یک ضربه تغییر شکلی در محیط ایجاد کنیم به این آشفتگی و تغییر شکل، تپ می‌گوییم.

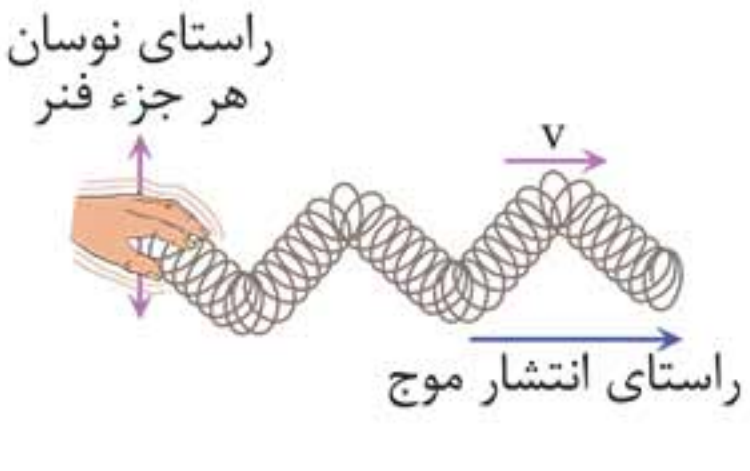
۳ علت پیشروی موج در یک ریسمان، وجود نیروی کشسانی بین اجزای ریسمان است.

۴ با حرکت موج در یک محیط، آشفتگی و موج است که حرکت می‌کند و ذرات محیط با موج پیشروی نمی‌کنند و فقط ارتعاش دارند.

۵ اگر چشمه‌ی موج حرکت هماهنگ ساده انجام دهد، موج سینوسی تولید می‌شود.

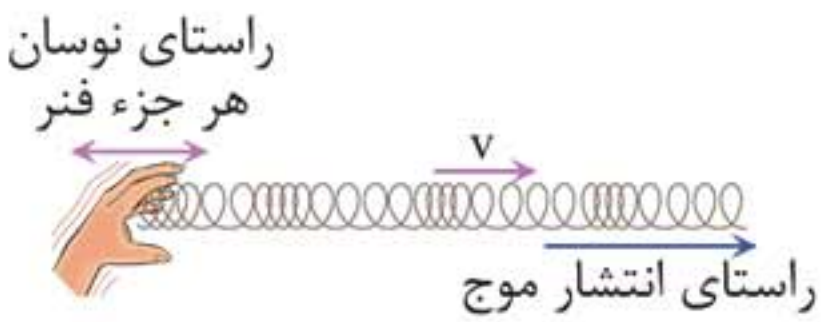
امواج عرضی

در امواج عرضی، جابه‌جایی هر جزء نوسان کننده‌ای از محیط انتشار موج (راستای ارتعاش)، عمود بر جهت حرکت موج (راستای انتشار) است.

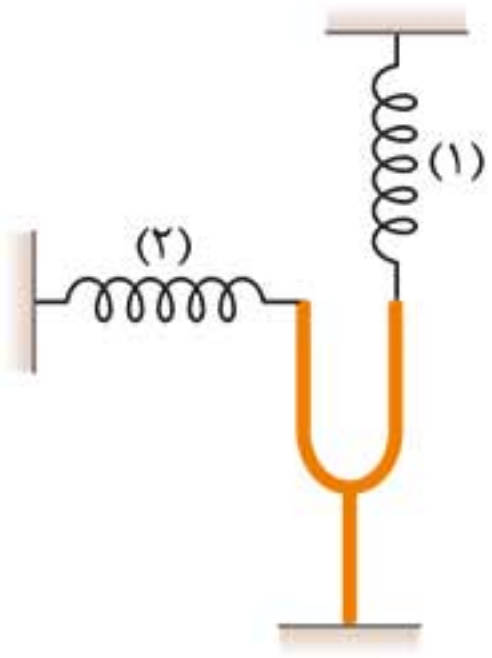


امواج طولی

در امواج طولی، جابه‌جایی هر جز نوسان‌کننده‌ای از محیط انتشار موج (راستای ارتعاش)، هم‌جهت با حرکت موج (راستای انتشار) است.



تست: در شکل زیر با به ارتعاش درآمدن دیاپازون در فنر (۱)، موج ..... و در فنر (۲)، موج ..... ایجاد می‌شود.



۱) طولی، عرضی

۲) عرضی، طولی

۳) طولی، طولی

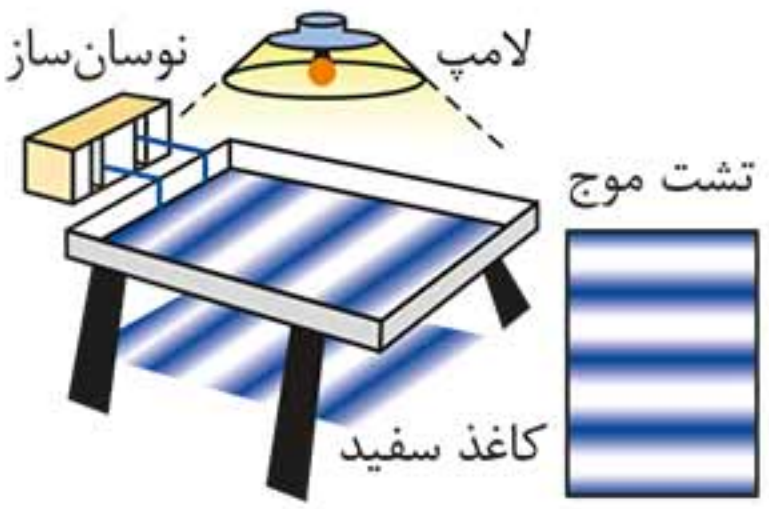
۴) عرضی، عرضی

■ **پاسخ:** گزینهٔ «۲»

با ارتعاش دیاپازون و چپ و راست شدن شاخه‌های آن، نوسانات در فنر (۱)، عمود بر راستای فنر و در فنر (۲) هم‌جهت با راستای فنر خواهد بود. در نتیجه در فنر (۱) موج عرضی و در فنر (۲) موج طولی خواهیم داشت.

تشت موج

تشت موج شامل یک تشت شیشه‌ای کم‌عمق و یک نوسان‌ساز است.



نکته‌ها: ۱ اگر مانند شکل تیغهٔ تختی را بر سطح آب به نوسان در آوریم، موج تخت بر سطح آب تشکیل می‌شود.

۲ اگـر به‌جـای تیغـه از یـک گوی کوچـک نوسـان‌کننده اسـتفاده کنیـم، مـوج دایـره‌ای ایجـاد می‌شـود کـه از نقطـهٔ تمـاس گـوی با سطح آب در تمام جهت‌ها حرکت می‌کند.

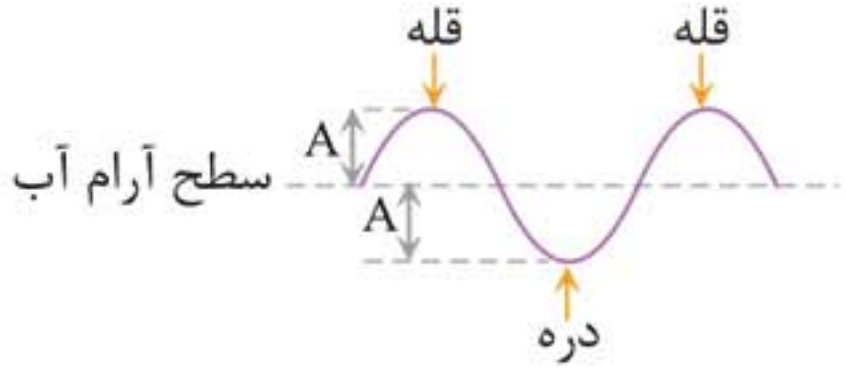
دیاپازون

شـکل زیـر یـک دیاپـازون را نشـان می‌دهـد. دیاپـازون یـک دوشـاخه اسـت که با ضربه زدن به آن، شـاخه‌های آن حرکت نوسـانی هماهنگ سـاده انجـام می‌دهند.

هـر دیاپـازون فقـط توانایـی تولیـد یـک بسـامد خـاص را دارد.

مشخصه‌های موج

شـکل زیـر طـرح سـاده‌ای از یک مـوج عرضی که در سـطح آب تشـت مـوج ایجاد شـده اسـت را نشـان می‌دهد.



قله و دره

به برآمدگی ایجادشده در موج قله (ستیغ) و به فرورفتگی‌های آن، دره (پاستیغ)می‌گویند.

دامنه (A)

بیشترین فاصلهٔ یک ذره از مکان تعادل (سطح آرام آب) دامنهٔ موج نامیده می‌شود.

دورهٔ تناوب (T)

مدت زمانی که هر ذرهٔ محیط یک نوسان کامل انجام می‌دهد را دورهٔ تناوب می‌نامند. دورهٔ تناوب موج همان دورهٔ تناوب چشمهٔ موج است و به محیط انتشار موج بستگی ندارد.

بسامد (f)

تعداد نوسان‌های انجام شده توسط هر ذرهٔ محیط در یک ثانیه بسامد موج نامیده می‌شود که برابر با بسامد چشمهٔ موج نیز هست.

$$f = \frac{1}{T}$$

- اگر چشمه یا هر ذرهٔ محیط انتشار موج در مدت t ثانیه n نوسان کامل انجام دهد، داریم:

$$T = \frac{t}{n} \ , \ f = \frac{n}{t}$$

بسامد زاویه‌ای (ω)

بسامد زاویه‌ای موج برابر با بسامد زاویه‌ای چشمهٔ موج است و از رابطهٔ $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ به‌دست می‌آید.

تندی انتشار موج (v)

اگر جبههٔ موج در مدت Δt، مسافت L را طی کند، تندی انتشار موج از رابطهٔ $v = \frac{L}{\Delta t}$ محاسبه می‌شود.

نکته‌ها: ۱ تندی انتشار موج مستقل از دامنه، بسامد و دورهٔ تناوب موج است و فقط به جنس و ویژگی‌های محیط انتشار موج بستگی دارد و برای یک محیط یکنواخت و همگن، تندی انتشار موج ثابت است.

۲ تندی انتشار موج در سطح آب‌های کم‌عمق، به عمق آب بستگی دارد و با افزایش عمق آب، تندی انتشار موج افزایش می‌یابد.

تست: معادلهٔ نوسان چشمهٔ موجی در SI به‌صورت $x = ۲\cos(۵۰\pi t)$ است. دامنه و بسامد این موج به ترتیب از راست به چپ چند واحد SI است؟

۱) ۲، ۵۰ ۲) ۲، ۲۵

۳) ۴، ۵۰ ۴) ۴، ۲۵

پاسخ: گزینهٔ «۲»

معادلهٔ نوسان حرکت هماهنگ ساده به‌صورت $x = A\cos\omega t$ است:

$$x = ۲\cos(۵۰\pi t) \Rightarrow A = ۲m \text{ و } \omega = ۵۰\pi \xrightarrow{\omega = ۲\pi f}$$

$$۲\pi f = ۵۰\pi \Rightarrow f = ۲۵Hz$$

دامنه و بسامد موج برابر با دامنه و بسامد چشمه است.

تست: اگر بسامد چشمهٔ موجی دو برابر شود، دورهٔ تناوب موج و تندی انتشار آن به‌ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شود؟

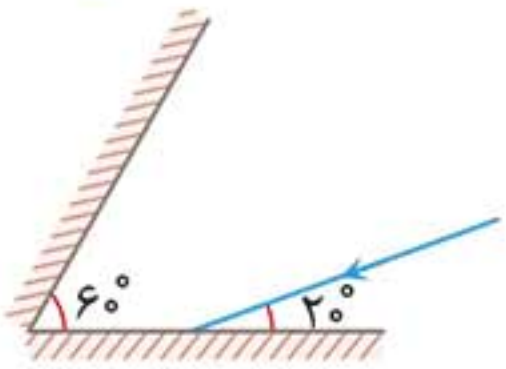
۱) ۲، ۱ ۲) $\frac{۱}{۲}$، ۱

۳) ۱، ۲ ۴) ۱، $\frac{۱}{۲}$

برخورد پرتو با چندین آینه

اگر پرتوی نوری با چندین آینه برخوردهای متوالی داشته باشد بسته به خواستهٔ طراح، با استفاده از این نکات که مجموع زوایای داخلی مثلث برابر با 180° و مجموع زوایای داخلی یک چهار ضلعی 360° است، پاسخ را به‌دست می‌آوریم.

تست: مطابق شکل پرتوی نوری با سطح آینهٔ تخت (۱) زاویهٔ 20° می‌سازد. این پرتو در اولین برخورد به آینهٔ (۲) با سطح آن آینه، زاویهٔ چند درجه می‌سازد؟ (تجربی خارج ۹۳)



۱) ۱۰

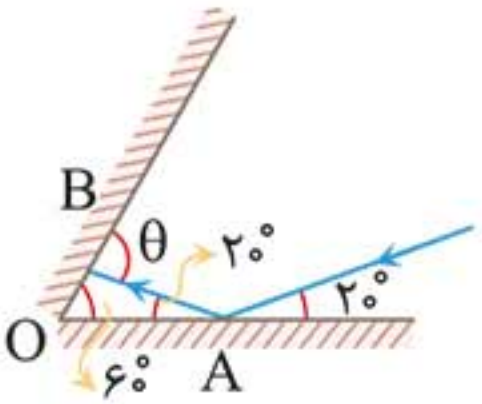
۲) ۲۰

۳) ۷۰

۴) ۸۰

■ **پاسخ:** گزینهٔ «۴»

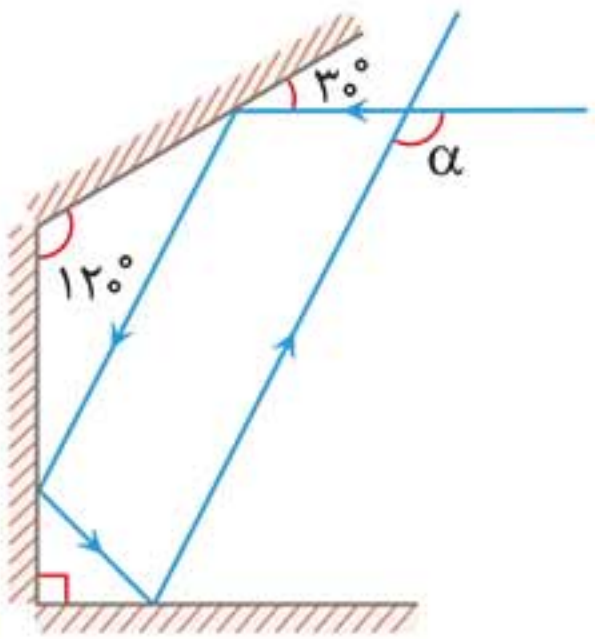
مانند شکل مسیر پرتو را رسم می‌کنیم:



θ، زاویهٔ خارجی مثلث $\overset{\Delta}{ABO}$ است:

$$\theta = 60^\circ + 20^\circ = 80^\circ$$

تست: در شکل مقابل زاویهٔ α چند درجه است؟



۱) ۱۱۰

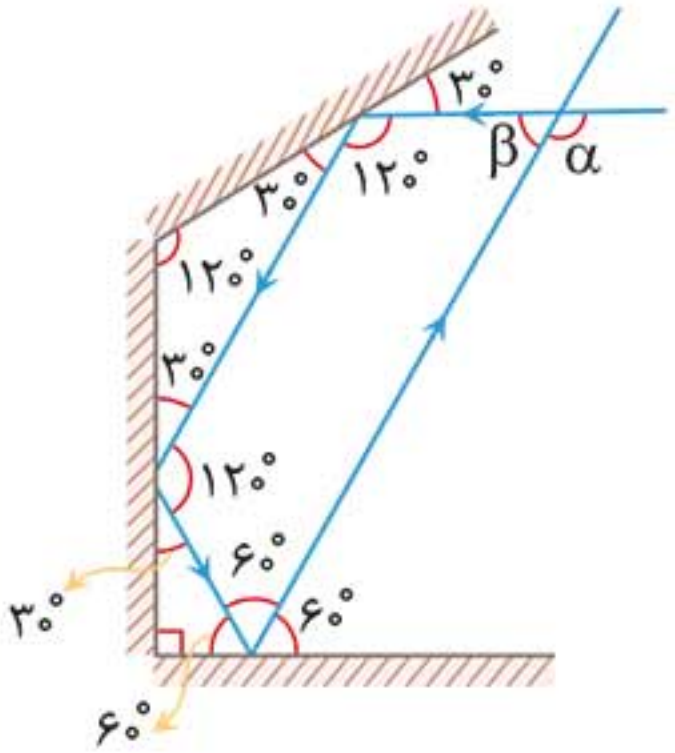
۲) ۱۲۰

۳) ۱۳۰

۴) ۱۵۰

■ **پاسخ:** گزینهٔ «۲»

مسیر پرتوی نور در این مجموعه مانند شکل زیر است. از دو نکته استفاده می‌کنیم:



۱ زاویهٔ پرتوی تابش با سطح آینه برابر با زاویهٔ پرتوی بازتابش با سطح آینه است.

۲ مجموع زوایای داخلی یک چهارضلعی 360° و مجموع زوایای داخلی یک مثلث 180° است.

$$\beta + 120^\circ + 120^\circ + 60^\circ = 360^\circ \Rightarrow \beta = 60^\circ$$

$$\alpha = 180^\circ - \beta = 180^\circ - 60^\circ \Rightarrow \alpha = 120^\circ$$

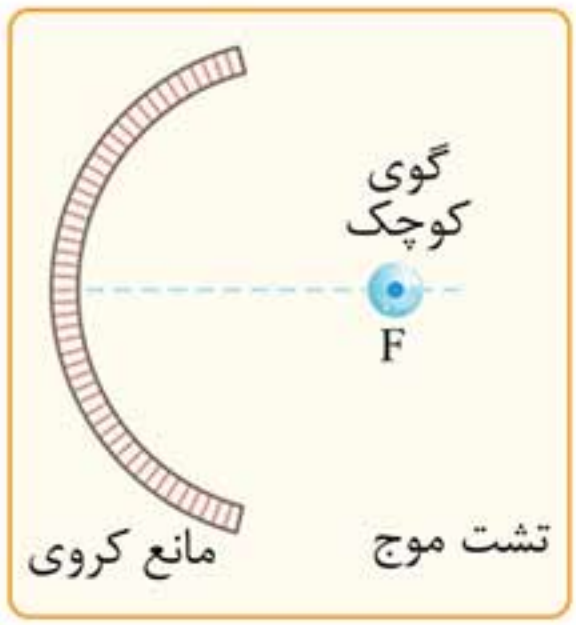
انواع موج بازتابیده از موانع

نوع موج بازتابیده از موانع مختلف بسته به نوع موج و نوع مانع یکی از دو حالت زیر است:

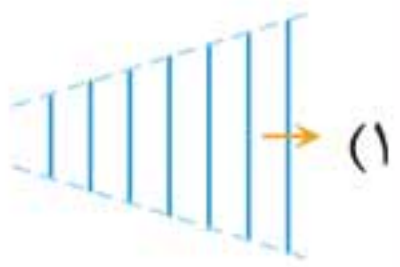
۱ نوع موج پس از بازتاب از مانع تخت تغییر نمی‌کند، یعنی موج تخت به‌صورت تخت و موج دایره‌ای به‌صورت دایره‌ای باز می‌تابد.

۲ موج بازتابیده از موانع کروی (مقعر، محدب)، بسته به نوع موج (تخت یا دایره‌ای) و مکان چشمهٔ موج (مرکز یا کانون) حالت‌های مختلفی دارد.

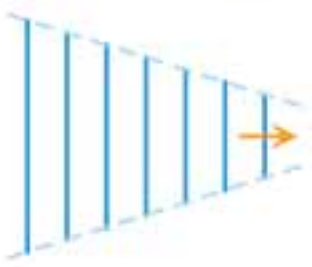
تست: شکل مقابل یک تشت موج را نشان می‌دهد که گوی کوچکی در کانون مانع کروی نوسان می‌کند. جبهه‌های موج بازتابیده از این مانع در کدام گزینه به‌درستی رسم شده است؟



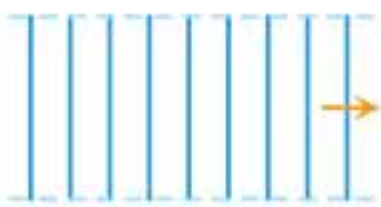
۱)



۲)



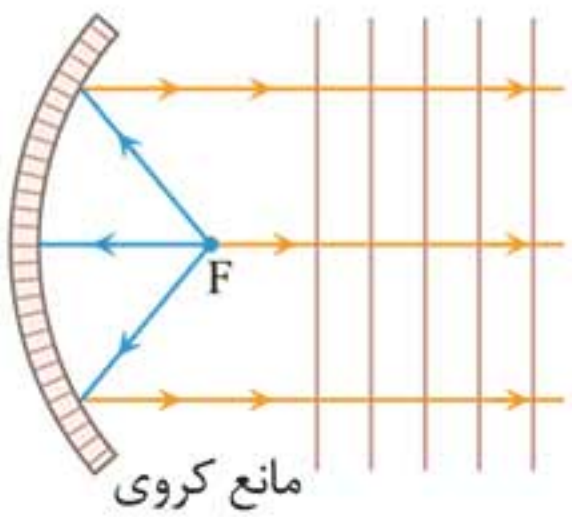
۳)



۴)

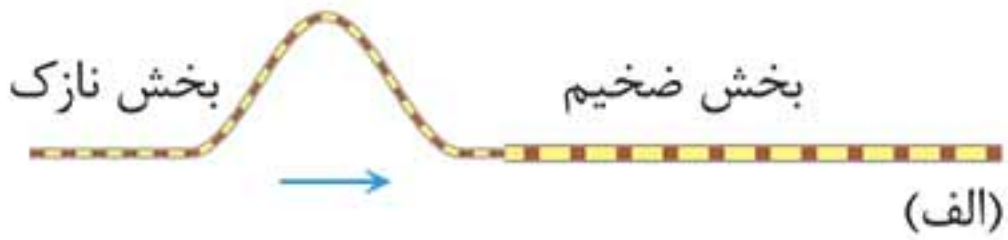
■ **پاسخ:** گزینهٔ «۳»

پرتوهای موج به‌صورت شعاعی از کانون بر مانع می‌تابند؛ در نتیجه همهٔ آن‌ها موازی با محور اصلی از مانع بازتاب می‌شوند. درنتیجه موج بازتابیده به‌صورت تخت است.

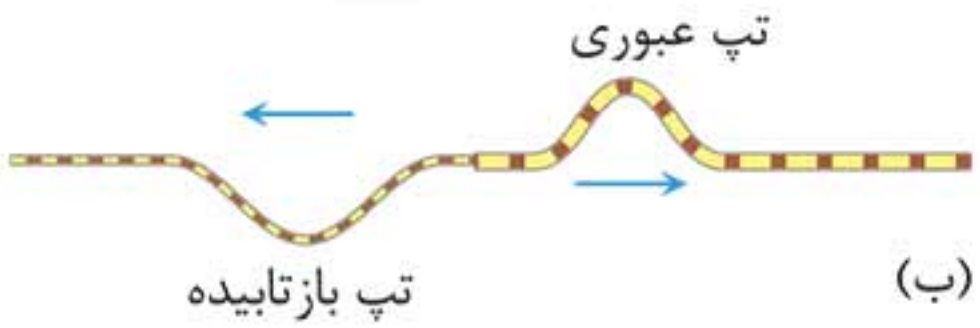


شکست موج

در طنابی مانند شکل زیر که از دو بخش نازک و ضخیم تشکیل شده است، تپی از سمت بخش نازک به مرز دو بخش می‌رسد:



(الف)



(ب)

۱ بخشی از تپ، بازتاب شده و باز می‌گردد و بخش دیگر عبور کرده و وارد طناب ضخیم می‌شود.

۲ تندی انتشار تپ در این دو محیط فرق دارد. طبق رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$ و اینکه f همواره ثابت است، داریم:

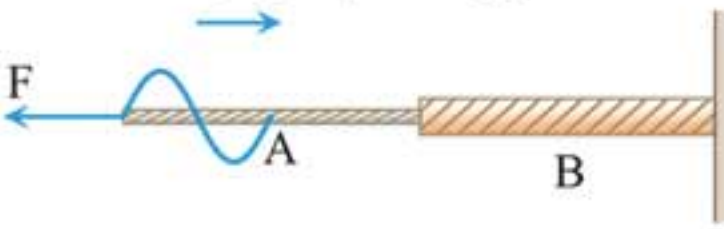
$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

یعنی، در هر محیطی که تندی انتشار بیشتر است، طول موج نیز بیشتر است.

۳ نیروی کشش در هر دو طناب را یکسان در نظر می‌گیریم و از رابطهٔ تندی انتشار مربع در طناب $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ داریم:

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_2}} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1} \times \frac{m_1}{m_2}} = \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho_2} \times \frac{A_1}{A_2}} = \frac{d_1}{d_2}\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho_2}}$$

تست: مطابق شکل طناب مرکبی، متشکل از دو طناب **A** و **B** است. سطح مقطع طناب **B**، ۲ برابر سطح مقطع طناب **A** و چگالی طناب **B**، نصف چگالی طناب **A** است. یک موج سینوسی از طناب **A** وارد طناب **B** می‌شود. طول موج در طناب **B**، چند برابر طول موج در طناب **A** است؟



۱) ۱

۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) $\sqrt{۲}$

۴) ۲

$$K_{max} = hf - W_\circ \xrightarrow[f=\frac{c}{\lambda}]{W_\circ=\frac{hc}{\lambda_\circ}}$$

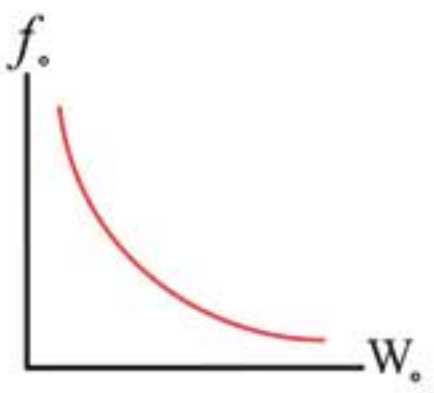
$$K_{max} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_\circ} = \frac{۱۲۴۰}{۲۰۰} - \frac{۱۲۴۰}{۳۱۰}$$

$$\Rightarrow K_{max} = ۶/۲ - ۴ = ۲/۲\ eV$$

نمودارهای اثر فوتوالکتریک

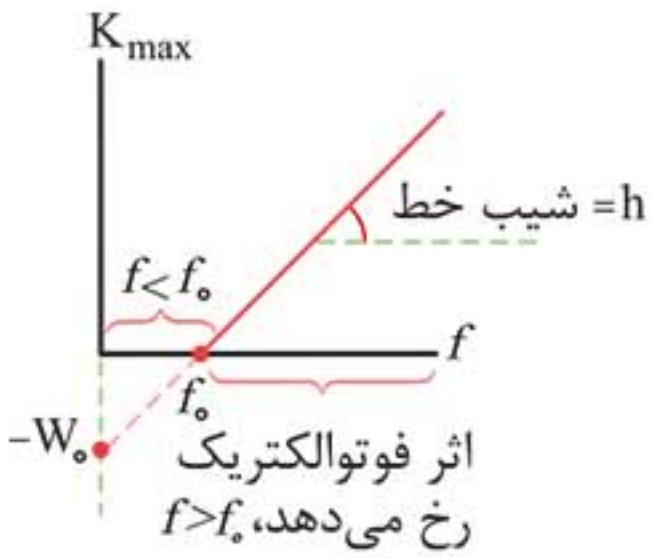
ویژهٔ ریاضی

نمودار بسامد آستانه بر حسب تابع کار فلز

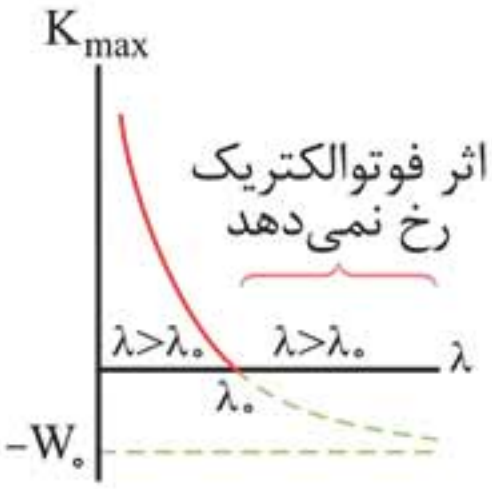


نمودار بیشینهٔ انرژی فوتوالکترون‌ها بر حسب بسامد نور فرودی

افزایش بسامد فرودی (f) سبب افزایش بیشینهٔ انرژی فوتوالکترون‌ها می‌شود

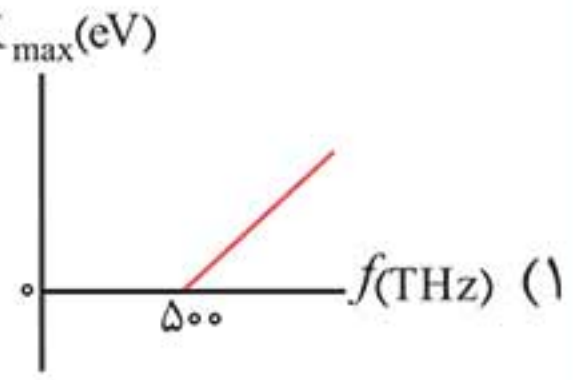


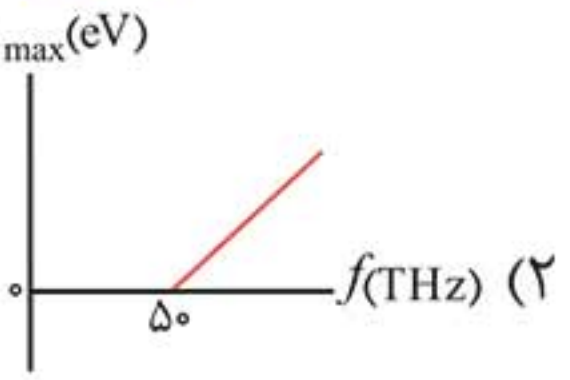
نمودار بیشینهٔ انرژی فوتوالکترون‌ها بر حسب طول موج نور فرودی

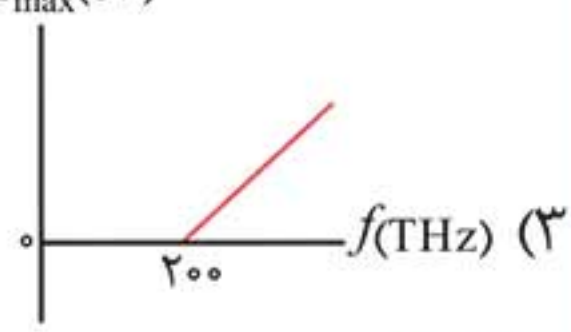


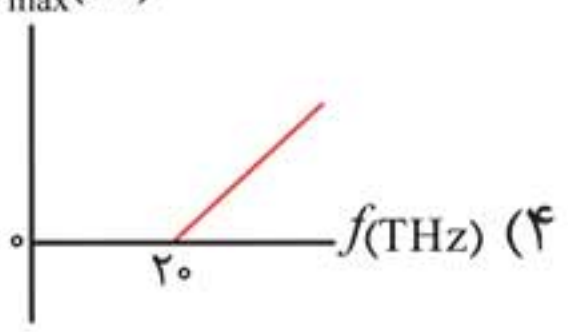
فیزیک اتمی

تست: در آزمایش فوتوالکتریک، تابع کار فلزی که فوتون‌ها بر آن فرود می‌آیند، $۲\ eV$ است. نمودار بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها برحسب بسامد نور فرودی بر این فلز، کدام است؟ $(h = ۴\times ۱۰^{-۱۵}\ eV.s)$ (ریاضی خارج ۹۵)

۱) 

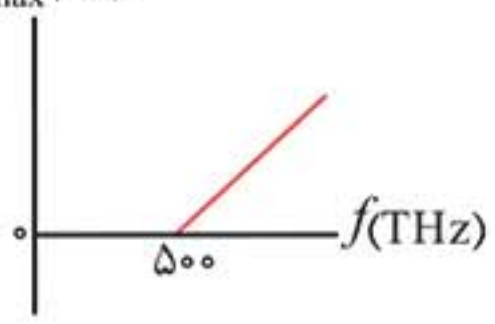
۲) 

۳) 

۴) 

■ **پاسخ:** گزینهٔ «۱»

برای تشخیص نمودار، باید بسامد آستانهٔ فلز معلوم باشد. بنابراین، ابتدا با استفاده از رابطهٔ $W_۰ = hf_۰$، بسامد آستانهٔ فلز را حساب می‌کنیم:



$$W_۰ = hf_۰ \xrightarrow[h=۴\times ۱۰^{-۱۵}\ eV.s]{W_۰=۲\ eV}$$

$$۲ = ۴\times ۱۰^{-۱۵}\times f_۰ \Rightarrow f_۰ = ۵۰۰\times ۱۰^{۱۲}\ Hz$$

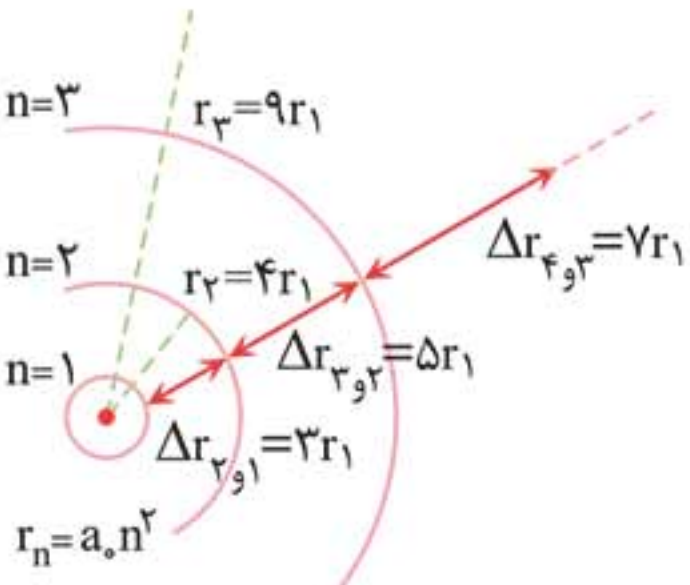
$$\xrightarrow{۱۰^{۱۲}\ Hz=۱\ THz} f_۰ = ۵۰۰\ THz$$

دقت کنید، ترا (T) پیشوندی است که مقدار آن $۱۰^{۱۲}$ است.

بنابراین، ابتدا با استفاده از رابطهٔ $W_۰ = hf_۰$، بسامد آستانهٔ فلز را حساب می‌کنیم:

بنا به رابطهٔ $K_{max} = hf - W_۰$ یا $K_{max} = hf - hf_۰$، باید نموداری را انتخاب کنیم که طول از مبدأ آن $f_۰ = ۵۰۰\ THz$ باشد.

نمودار شعاع مدارهای الکترون و نکته‌های آن:



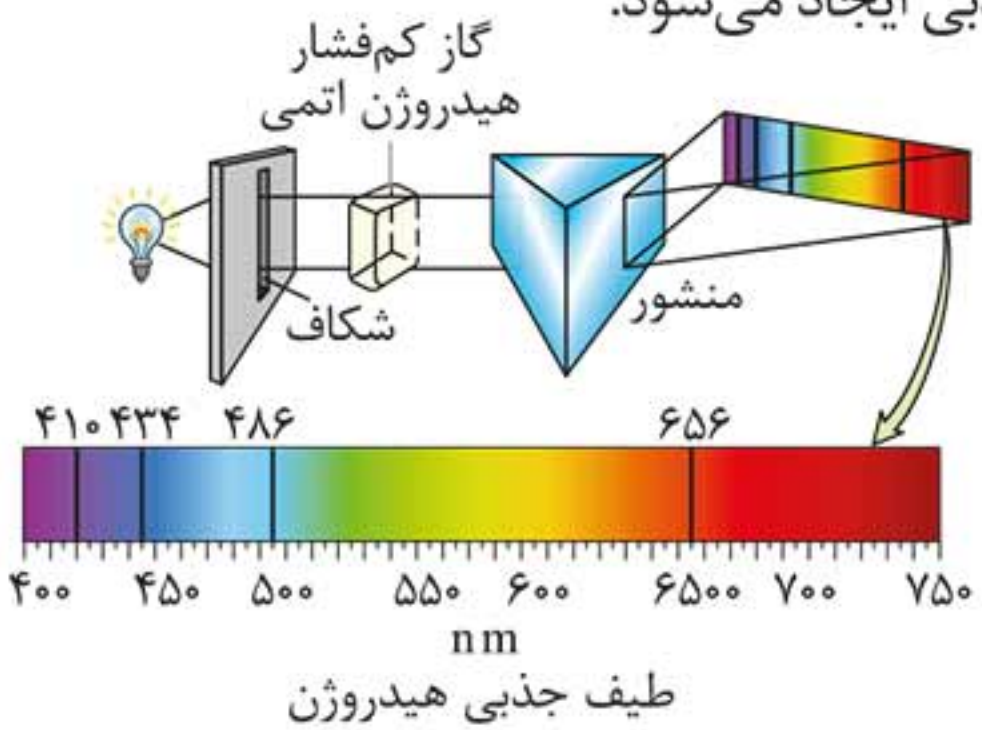
۱ هر قدر شعاع مدار الکترون افزایش یابد فاصلهٔ دو مدار متوالی بیشتر می‌شود.

۲ شعاع مدارهای اتم هیدروژن یک تصاعد حسابی را تشکیل می‌دهند و قدر نسبت تصاعد برابر $۲r_۱$ است:

$$\{r_۱ , ۳r_۱ , ۵r_۱ , ۷r_۱ , \dots\}$$

طیف جذبی

اگر بخار یک عنصر در حالت سرد و فشار کم و رقیق، در مسیر پرتو نور سفید قرار گیرد طیف جذبی ایجاد می‌شود.



طیف جذبی هیدروژن

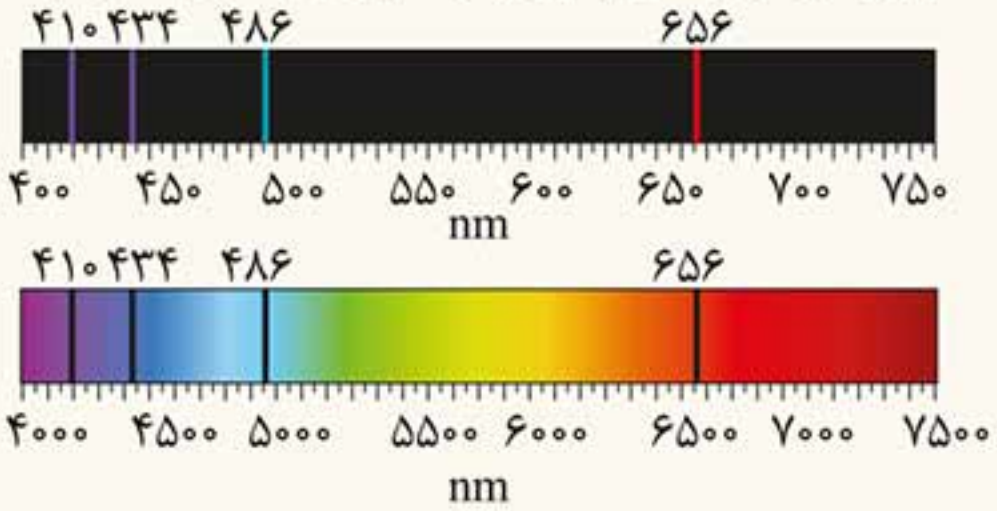
نکته‌ها: ۱ هر خط تاریک طیف جذبی مربوط به جذب انرژی توسط الکترون اتم و انتقال الکترون به ترازهای بالاتر است.

۲ طیف جذبی هر عنصر دقیقاً منطبق بر طیف گسیلی اتم است.

۳ هیچ دو عنصری طیف جذبی یکسانی ندارد.

۴ خطوط طیف جذبی اتم هیدروژن را می‌توان با مدل اتمی بور توجیه کرد.

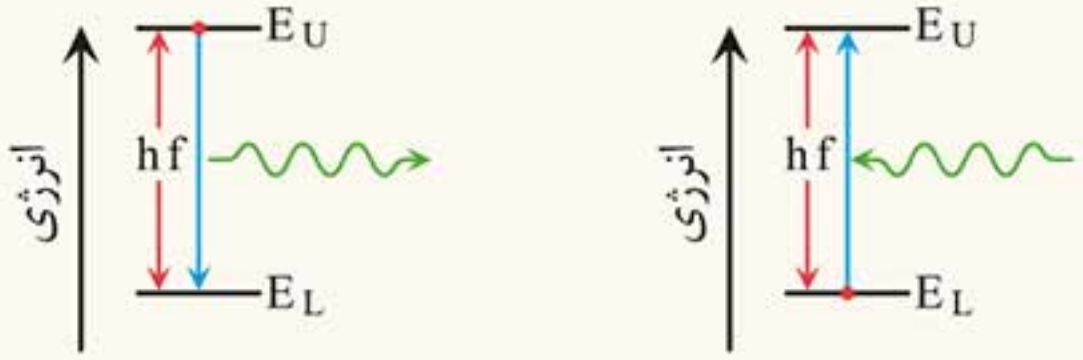
۵ در پدیدهٔ جذب فوتون، اتم، فوتون تابیده شده به آن را جذب می‌کند و الکترون از ترازهای پایین‌تر انرژی به ترازهای بالاتر می‌رود.



۶ انرژی جذب‌شده توسط الکترون هنگام جابه‌جایی از تراز انرژی پایین‌تر به تراز انرژی بالاتر دقیقاً برابر اختلاف همان دو تراز انرژی است.

۷ اگر انرژی‌ای که الکترون در تراز n جذب می‌کند برابر $E = \frac{E_R}{n^2}$ باشد، الکترون از اتم جدا (آزاد) و اتم یونیزه می‌شود.

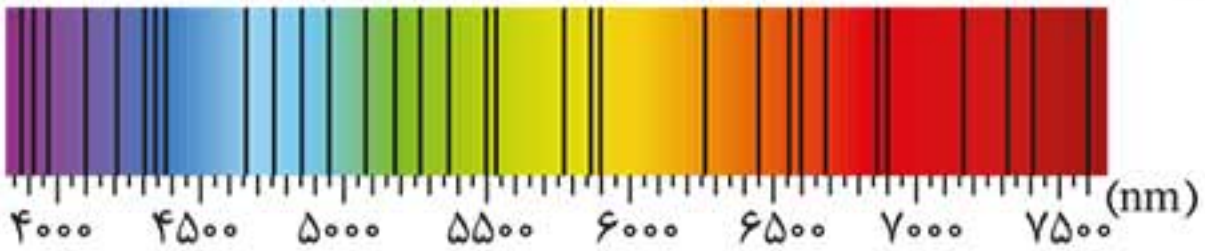
تذکر: همهٔ مواردی که برای تابش فوتون در نمودار انرژی ذکر کردیم، برعکس آن‌ها برای جذب الکترون صدق می‌کند.



(ب) فرایند جذب فوتون توسط اتم (الف) فرایند گسیل فوتون

طیف جذبی خورشید

خطوط تاریک در طیف خورشید نشانگر جذب شدن برخی طول موج‌های پرتوهای خورشید در اتمسفر خورشید و جو زمین است.



پیوست

فرمول‌نامه

۵۲ معادلهٔ فوتوالکتریک

ویژهٔ ریاضی

$$K_{max} = hf - W_0$$

- W_0 تابع کار فلز است و کم‌ترین مقدار انرژی یا کار لازم برای خارج کردن یک الکترون از فلز می‌باشد.

۵۳ بسامد آستانهٔ فوتوالکترون‌ها

ویژهٔ ریاضی

$$f_0 = \frac{W_0}{h}$$

- به‌ازای $f \leq f_0$ پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد، هرچند شدت نور فرودی افزایش یابد.
- بیشترین طول موجی که با آن پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ دهد برابر است با:

$$\lambda_0 = \frac{ch}{W_0}$$

۵۴ معادلهٔ بالمر

$$\lambda = (۳۶۴/۵۶nm)\frac{n^۲}{n^۲ - ۲^۲}$$

۵۵ معادلهٔ ریدبرگ

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \quad n > n'$$

- $R = ۰/۰۱۱(nm)^{-۱}$ است و ثابت ریدبرگ نام دارد.
- به‌ازای $n' = ۱$ طول موج‌های تابشی در محدودهٔ فرابنفش است.
- به‌ازای $n' = ۳, ۴, ۵$ طول موج‌های تابشی در محدودهٔ فروسرخ است.

۵۶ شعاع مدارهای الکترون در اتم هیدروژن

$$r_n = a_0 n^۲$$

- $a_0 = r_۱ = ۵/۲۹ \times ۱۰^{-۱۱} m$ است و شعاع اتم بور برای اتم هیدروژن نامیده می‌شود.

۵۷ ترازهای انرژی الکترون در اتم هیدروژن

$$E_n = \frac{-۱۳/۶ ev}{n^۲} = \frac{-E_R}{n^۲}$$

- به‌ازای $n = ۱$، مقدار $E_۱ = -۱۳/۶ ev$ انرژی حالت پایه (برابر یک ریدبرگ) نامیده می‌شود و به‌ازای $n > ۱$، انرژی مربوط به حالت‌های برانگیخته است.

۵۸ معادلهٔ گسیل فوتون از اتم

$$E_U - E_L = hf$$

- اختلاف دو تراز انرژی برابر انرژی فوتون تابشی از اتم است.
- تعداد فوتون‌های تابشی ممکن برای تراز n:

$$N = \frac{n(n-۱)}{۲}$$

۵۹ رابطهٔ اینشتین

$$E = mc^۲$$

($c = ۹ \times ۱۰^۸ m/s$، سرعت نور در خلأ)

۶۰ واپاشی α (آلفا)

$$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A-۴}_{Z-۲}y + ^{۴}_{۲}He$$

۶۱ واپاشی β^- (بتا منفی)

$$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z+۱}y + ^{۰}_{-۱}e^-$$

۶۲ واپاشی β^+ (بتا مثبت)

$$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z-۱}y + ^{۰}_{۱}e^+$$

۶۳ واپاشی γ (گاما)

$$^{A}_{Z}X^* \rightarrow ^{A}_{Z}X + \gamma$$

- عدد جرمی فقط در واپاشی آلفا تغییر می‌کند.