تغییرات فیزیک دوازدهم

چاپ 1404 با 1403

ویژه کنکور و نهایی 1405

Search

www.p30konkor.com

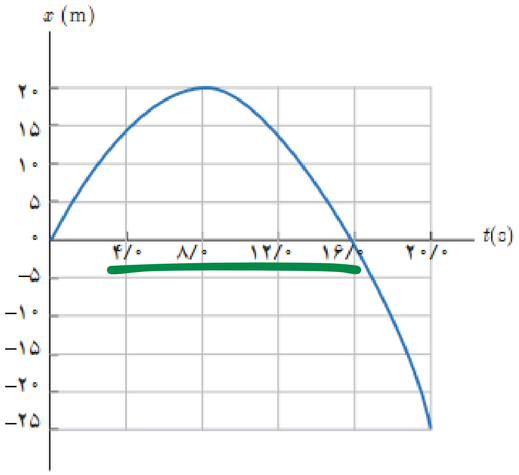
چاپ 1404ـ صفحه 8

مثال ۱ــ ۶

شکل روبه‌رو، نمودار مکان ــ زمان موتورسواری را نشان می‌دهد که روی خط راست حرکت می‌کند.

الف) با استفاده از داده‌های روی شکل، سرعت متوسط موتورسوار را در هر یک از بازه‌های زمانی ۰/۰s تا ۸/۰s، ۰/۰s تا ۱۶/۰s، ۸/۰s تا ۱۶/۰s، ۸/۰s تا ۲۰/۰s , ۱۶/۰s تا ۲۰/۰s حساب کنید.

ب) در کدام یک از این بازه‌های زمانی، سرعت متوسط در جهت محور x و در کدام یک در خلاف جهت محور x است؟



پاسخ : الف) با توجه به داده‌های روی نمودار و بنا به رابطهٔ ۱ــ۳، سرعت متوسط موتورسوار برای هر یک از بازه‌های زمانی خواسته شده، برابر است با :

بازهٔ زمانی ۰/۰ s تا ۸/۰s

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۲۰\,m-۰\,m}{۸/۰\,s-۰/۰\,s}=۲/۵\,m/s$$

بازهٔ زمانی ۰/۰ s تا ۱۶/۰s

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۰\,m-۰\,m}{۱۶/۰\,s-۰/۰\,s}=۰\,m/s$$

بازهٔ زمانی ۸/۰ s تا ۱۶/۰s

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۰\,m-۲۰\,m}{۱۶/۰\,s-۸/۰\,s}=-۲/۵\,m/s$$

بازهٔ زمانی ۸/۰ s تا ۲۰/۰s

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{-۲۵\,m-۲۰\,m}{۲۰/۰\,s-۸/۰\,s}=-۳/۷۵\,m/s\approx-۳/۸\,m/s$$

بازهٔ زمانی ۱۶/۰ s تا ۲۰/۰s

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{-۲۵\,m-۰\,m}{۲۰/۰\,s-۱۶/۰\,s}=-۶/۲۵\,m/s\approx-۶/۳\,m/s$$

ب) در بازه‌های زمانی‌ای که سرعت متوسط موتورسوار مثبت است، سرعت متوسط موتورسوار در جهت محور x و در بازه‌های زمانی‌ای که سرعت متوسط منفی است، سرعت متوسط موتورسوار در خلاف جهت محور x است.

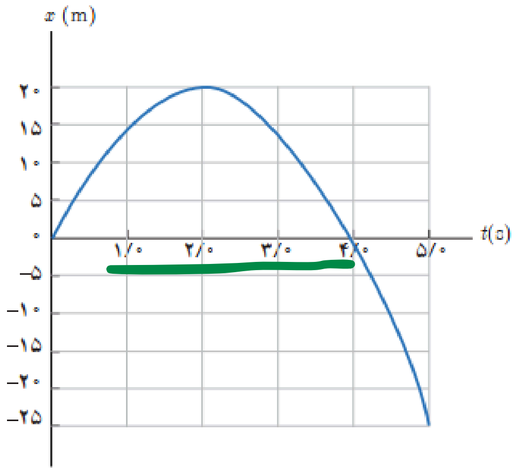
چاپ 1403ـ صفحه 8

مثال ۱ــ ۶

شکل روبه‌رو، نمودار مکان ــ زمان خودرویی را نشان می‌دهد که روی خط راست حرکت می‌کند.

الف) با استفاده از داده‌های روی شکل، سرعت متوسط خودرو را در هر یک از بازه‌های زمانی ۰/۰s تا ۲/۰s، ۰/۰s تا ۴/۰s، ۲/۰s تا ۴/۰s، ۲/۰s تا ۵/۰s، ۴/۰s تا ۵/۰s حساب کنید.

ب) در کدام یک از این بازه‌های زمانی، سرعت متوسط در جهت محور x و در کدام یک در خلاف جهت محور x است؟



پاسخ : الف) با توجه به داده‌های روی نمودار و بنا به رابطهٔ ۱ــ۳، سرعت متوسط خودرو برای هر یک از بازه‌های زمانی خواسته شده، برابر است با :

بازهٔ زمانی ۰/۰ s تا ۲/۰s

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۲۰\,m-۰\,m}{۲/۰\,s-۰/۰\,s}=۱۰\,m/s$$

بازهٔ زمانی ۰/۰ s تا ۴/۰s

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۰\,m-۰\,m}{۴/۰\,s-۰/۰\,s}=۰\,m/s$$

بازهٔ زمانی ۲/۰ s تا ۴/۰s

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۰\,m-۲۰\,m}{۴/۰\,s-۲/۰\,s}=-۱۰\,m/s$$

بازهٔ زمانی ۲/۰ s تا ۵/۰s

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{-۲۵\,m-۲۰\,m}{۵/۰\,s-۲/۰\,s}=-۱۵\,m/s$$

بازهٔ زمانی ۴/۰ s تا ۵/۰s

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{-۲۵\,m-۰\,m}{۵/۰\,s-۴/۰\,s}=-۲۵\,m/s$$

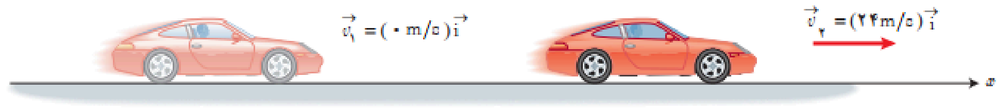
ب) در بازه‌های زمانی‌ای که سرعت متوسط خودرو مثبت است، سرعت متوسط خودرو در جهت محور x و در بازه‌های زمانی‌ای که سرعت متوسط منفی است، سرعت متوسط خودرو در خلاف جهت محور x است.

P30

چاپ 1404ـ صفحه 11

مثال ۱ــ ۸

خودرویی از حال سکون در امتداد محور x شروع به حرکت می‌کند. پس از ۱۲s، سرعت خودرو به ۲۴m/s در جهت محور x می‌رسد. شتاب متوسط خودرو را در این بازهٔ زمانی به‌دست آورید.



پاسخ : از رابطهٔ ۱ــ۵، داریم :

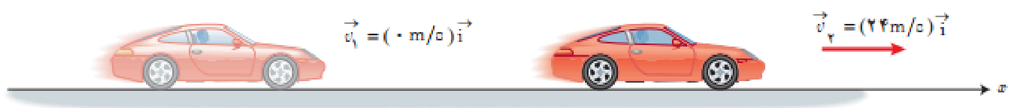
$$\vec{a}_{av} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{(24\,m/s)\,\vec{i} - (0\,m/s)\,\vec{i}}{12\,s - 0\,s} = (2/0\,m/s^2)\,\vec{i}$$

همان‌طور که دیده می‌شود، اندازهٔ شتاب متوسط خودرو ۲/۰m/s² و شتاب در جهت محور x است.

چاپ 1403ـ صفحه 11

مثال ۱ــ ۸

خودرویی از حال سکون در امتداد محور x شروع به حرکت می‌کند. پس از ۱۲s، سرعت خودرو به ۲۴m/s در جهت محور x می‌رسد. شتاب متوسط خودرو را در این بازهٔ زمانی به‌دست آورید.

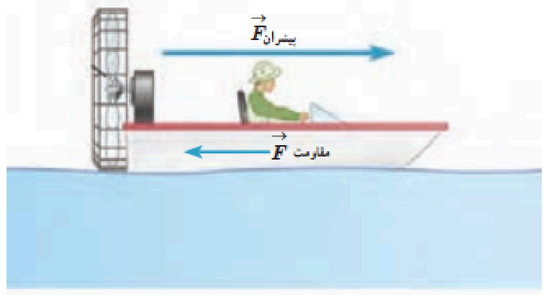


پاسخ : از رابطهٔ ۱ــ۵، داریم :

$$\vec{a}_{av} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{(24\,m/s)\,\vec{i} - (0\,m/s)\,\vec{i}}{12\,s - 0\,s} = (2\,m/s^2)\,\vec{i}$$

همان‌طور که دیده می‌شود، اندازهٔ شتاب متوسط خودرو ۲/۰m/s² و شتاب در جهت محور x است.

چاپ 1404 ـ صفحه 31



نیروی موتور یک قایق موتوری که جرم آن با سرنشینش ۴۰۰kg است، به گونه‌ای تنظیم می‌شود که در بازهٔ زمانی معینی، همواره نیروی افقی خالص ۸۰۰N به طرف جلو بر قایق و سرنشین وارد می‌شود.

الف) شتاب این قایق چقدر و در چه جهتی است؟

ب) اگر نیروی پیشران در یک لحظه ۱۳۰۰N باشد، نیروی مقاومت هوا و آب در آن لحظه چقدر است؟

پ) چقدر طول می‌کشد تا سرعت قایق از حالت سکون به ۱۵/۰ m/s برسد؟ در این مدت قایق چقدر جابه‌جا می‌شود؟

پاسخ : الف) از قانون دوم نیوتون برای پیدا کردن شتاب قایق استفاده می‌کنیم. قایق در یک مسیر مستقیم حرکت می‌کند، می‌توان رابطهٔ ۲ـ۱ را برای یک راستا به‌صورت $a=\frac{F_{net}}{m}$ نوشت :

$$a=\frac{F_{net}}{m}=\frac{۸۰۰\text{N}}{۴۰۰\text{kg}}=۲/۰۰\text{N/kg}=۲/۰۰\text{m/s}^۲$$

با توجه به اینکه جهت شتاب همواره در جهت نیروی خالص است، شتاب قایق به طرف جلو خواهد بود.

ب) نیروی پیشران و مقاومت در یک راستا هستند، بنابراین می‌توانیم بنویسیم :

$$F_{net}=F_{\text{پیشران}}-F_{\text{مقاومت}} \Rightarrow ۸۰۰\text{N}=۱۳۰۰\text{N}-F_{\text{مقاومت}}$$

$$F_{\text{مقاومت}}=۵۰۰\text{N}$$

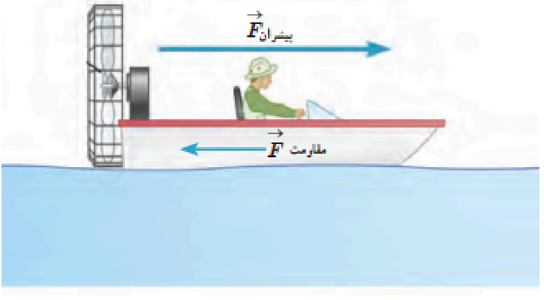
پ) از رابطهٔ سرعت ــ زمان و سرعت ــ جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت استفاده می‌کنیم.

$$v=at+v_۰ \Rightarrow ۱۵/۰\text{m/s}=(۲/۰۰\text{m/s}^۲)t+۰\text{m/s} \Rightarrow t=۷/۵\text{s}$$

$$v^۲=v_۰^۲+۲a\Delta x \Rightarrow \Delta x=\frac{v^۲-v_۰^۲}{۲a}=\frac{(۱۵/۰\text{m/s})^۲-(۰/۰\text{m/s})^۲}{۲(۲/۰۰\text{m/s}^۲)}=۵۶/۳\text{m}$$

به این ترتیب با داشتن نیروی خالص می‌توانیم کمیت‌های شتاب، سرعت، زمان حرکت، مکان و جابه‌جایی را به‌دست آوریم.

چاپ 1403ـ صفحه 31



نیروی موتور یک قایق موتوری که جرم آن با سرنشینش ۴۰۰kg است، به گونه‌ای تنظیم می‌شود که در بازهٔ زمانی معینی، همواره نیروی افقی خالص ۸۰۰N به طرف جلو بر قایق وارد می‌شود.

الف) شتاب این قایق چقدر و در چه جهتی است؟

ب) اگر نیروی پیشران در یک لحظه ۱۳۰۰N باشد، نیروی مقاومت در آن لحظه چقدر است؟

پ) چقدر طول می‌کشد تا سرعت قایق از حالت سکون به ۱۵/۰ m/s برسد؟ در این مدت قایق چقدر جابه‌جا می‌شود؟

پاسخ : الف) از قانون دوم نیوتون برای پیدا کردن شتاب قایق استفاده می‌کنیم. قایق در یک مسیر مستقیم حرکت می‌کند، می‌توان رابطهٔ ۲ـ۱ را برای یک راستا به‌صورت $a=\frac{F_{net}}{m}$ نوشت :

$$a=\frac{F_{net}}{m}=\frac{۸۰۰\text{N}}{۴۰۰\text{kg}}=۲/۰۰\text{N/kg}=۲/۰۰\text{m/s}^۲$$

با توجه به اینکه جهت شتاب همواره در جهت نیروی خالص است، شتاب قایق به طرف جلو خواهد بود.

ب) نیروی پیشران و مقاومت در یک راستا هستند، بنابراین می‌توانیم بنویسیم :

$$F_{net}=F_{\text{پیشران}}-F_{\text{مقاومت}} \Rightarrow ۸۰۰\text{N}=۱۳۰۰\text{N}-F_{\text{مقاومت}}$$

$$F_{\text{مقاومت}}=۵۰۰\text{N}$$

پ) از رابطهٔ سرعت ــ زمان و سرعت ــ جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت استفاده می‌کنیم.

$$v=at+v_۰ \Rightarrow ۱۵/۰\text{m/s}=(۲/۰۰\text{m/s}^۲)t+۰\text{m/s} \Rightarrow t=۷/۵\text{s}$$

$$v^۲=v_۰^۲+۲a\Delta x \Rightarrow \Delta x=\frac{v^۲-v_۰^۲}{۲a}=\frac{(۱۵/۰\text{m/s})^۲-(۰/۰\text{m/s})^۲}{۲(۲/۰۰\text{m/s}^۲)}=۵۶/۳\text{m}$$

به این ترتیب با داشتن نیروی خالص می‌توانیم کمیت‌های شتاب، سرعت، زمان حرکت، مکان و جابه‌جایی را به‌دست آوریم.

چاپ 1404 ـ صفحه 33

مثال ۲ـ۳

دو شخص به جرم‌های $m_۱ = ۷۵/۰\,kg$ و $m_۲ = ۵۰/۰\,kg$ با کفش‌های چرخ‌دار در یک سالن مسطح و صاف روبه‌روی هم ایستاده‌اند. شخص اول با نیروی $۱۰۰/۰N$ شخص دوم را به طرف راست هُل می‌دهد.

الف) شتابی که شخص دوم می‌گیرد چقدر است؟

ب) شتابی که شخص اول می‌گیرد چقدر است؟

پاسخ : از قانون سوم نیوتون می‌دانیم نیرویی که شخص اول به دوم وارد می‌کند $(\vec{F}_{۱۲})$ هم‌اندازه و در خلاف جهت نیرویی است که شخص دوم به اول وارد می‌کند $(\vec{F}_{۲۱})$. با انتخاب جهت مثبت محور x به طرف راست می‌توانیم بنویسیم :

$$\vec{F}_{۲۱} = -\vec{F}_{۱۲} \Rightarrow F_{۲۱} = F_{۱۲} = ۱۰۰/۰N$$

$$\vec{a}_۲ = \frac{\vec{F}_{۱۲}}{m_۲} = \frac{(۱۰۰/۰N)\,\vec{i}}{۵۰/۰kg} = (۲/۰۰\frac{N}{kg})\,\vec{i} = (۲/۰۰m/s^۲)\,\vec{i}$$

$$\vec{a}_۱ = \frac{\vec{F}_{۲۱}}{m_۱} = \frac{-(۱۰۰/۰N)\,\vec{i}}{۷۵/۰kg} = -(۱/۳۳\frac{N}{kg})\,\vec{i} = -(۱/۳۳m/s^۲)\,\vec{i}$$

توجه کنید نیروهای وارد بر هر دو نفر هم‌اندازه بوده است، اما به علت متفاوت بودن جرم‌ها، شتاب‌ها متفاوت شده است.

۲ـ۲ معرفی برخی از نیروهای خاص

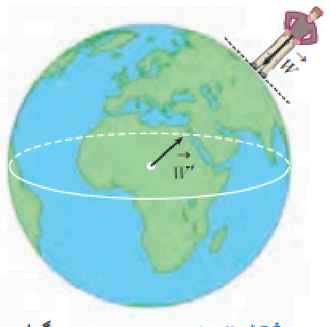
بنا به قانون دوم نیوتون $(\vec{F}_{net} = m\,\vec{a})$ برای بررسی حرکت یک جسم باید نیروهای وارد بر آن جسم را تعیین کنیم. به همین دلیل لازم است با انواع نیروها آشنا شویم. در این بخش تعدادی از نیروهایی را که با آنها بیشتر سروکار داریم، معرفی می‌کنیم.

وزن : همان‌طور که در علوم هفتم خواندیم وزن یک جسم روی زمین، نیروی گرانشی است که از طرف زمین بر جسم وارد می‌شود (شکل ۲ـ۶). وقتی جسمی را در نزدیکی سطح زمین رها می‌کنیم، وزن آن سبب می‌شود تا جسم به طرف زمین شتاب پیدا کند. اگر از نیروی مقاومت هوا در مقابل حرکت چشم‌پوشی شود (حرکت سقوط آزاد)، طبق قانون دوم نیوتون می‌توانیم بنویسیم :

شتاب × جرم جسم = وزن جسم

اگر جرم جسم را با m، شتاب گرانشی را با $\vec{g}$ و وزن را با $\vec{W}$ نشان دهیم، رابطهٔ بالا به شکل زیر درمی‌آید :

$$\vec{W} = m\,\vec{g} \qquad \text{(وزن جسم)} \qquad (۲ـ۳)$$



شکل ۲ـ۶ زمین بر جسم نیروی گرانشی ($\vec{W}$) وارد می‌کند و جسم نیز بر زمین نیروی گرانشی ($\vec{W}'$) وارد می‌کند.

چاپ 1403 ـ صفحه 33

مثال ۲ـ۳

دو شخص به جرم‌های $۷۵/۰kg$ و $۵۰/۰kg$ با کفش‌های چرخ‌دار در یک سالن مسطح و صاف روبه‌روی هم ایستاده‌اند. شخص اول با نیروی $۱۰۰/۰N$ شخص دوم را به طرف راست هُل می‌دهد.

الف) شتابی که شخص دوم می‌گیرد چقدر است؟

ب) شتابی که شخص اول می‌گیرد چقدر است؟

پاسخ : از قانون سوم نیوتون می‌دانیم نیرویی که شخص اول به دوم وارد می‌کند $(\vec{F}_{۱۲})$ هم‌اندازه و در خلاف جهت نیرویی است که شخص دوم به اول وارد می‌کند $(\vec{F}_{۲۱})$. با انتخاب جهت مثبت محور x به طرف راست می‌توانیم بنویسیم :

$$\vec{F}_{۲۱} = -\vec{F}_{۱۲} \Rightarrow F_{۲۱} = F_{۱۲} = ۱۰۰/۰N$$

$$\vec{a}_۲ = \frac{\vec{F}_{۱۲}}{m} = \frac{(۱۰۰/۰N)\,\vec{i}}{۵۰/۰kg} = (۲/۰۰\frac{N}{kg})\,\vec{i} = (۲/۰۰m/s^۲)\,\vec{i}$$

$$\vec{a}_۱ = \frac{\vec{F}_{۲۱}}{m} = \frac{-(۱۰۰/۰N)\,\vec{i}}{۷۵/۰kg} = -(۱/۳۳\frac{N}{kg})\,\vec{i} = -(۱/۳۳m/s^۲)\,\vec{i}$$

توجه کنید نیروهای وارد بر هر دو نفر هم‌اندازه بوده است، اما به علت متفاوت بودن جرم‌ها، شتاب‌ها متفاوت شده است.

پرسش ۲ـ۵

شخصی در حال هل دادن جعبه‌ای سنگین روی سطح افقی است و این جعبه در جهت این نیرو حرکت می‌کند. با توجه به آنکه نیرویی که شخص به جعبه وارد می‌کند با نیرویی که جعبه به شخص وارد می‌کند هم‌اندازه است، توضیح دهید چگونه جعبه حرکت می‌کند؟

۲ـ۲ معرفی برخی از نیروهای خاص

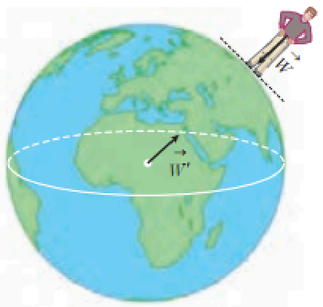
بنا به قانون دوم نیوتون $(\vec{F}_{net} = m\,\vec{a})$ برای بررسی حرکت یک جسم باید نیروهای وارد بر آن جسم را تعیین کنیم. به همین دلیل لازم است با انواع نیروها آشنا شویم. در این بخش تعدادی از نیروهایی را که با آنها بیشتر سروکار داریم، معرفی می‌کنیم.

وزن : همان‌طور که در علوم هفتم خواندیم وزن یک جسم روی زمین، نیروی گرانشی است که از طرف زمین بر جسم وارد می‌شود (شکل ۲ـ۶). وقتی جسمی را در نزدیکی سطح زمین رها می‌کنیم، وزن آن سبب می‌شود تا جسم به طرف زمین شتاب پیدا کند. اگر از نیروی مقاومت هوا در مقابل حرکت چشم‌پوشی شود، طبق قانون دوم نیوتون می‌توانیم بنویسیم :

شتاب × جرم جسم = وزن جسم

اگر جرم جسم را با m، شتاب گرانشی را با $\vec{g}$ و وزن را با $\vec{W}$ نشان دهیم، رابطهٔ بالا به شکل زیر درمی‌آید :

$$\vec{W} = m\,\vec{g} \qquad \text{(وزن جسم)} \qquad (۲ـ۳)$$



شکل ۲ـ۶ زمین بر جسم نیروی گرانشی ($\vec{W}$) وارد می‌کند و جسم نیز بر زمین نیروی گرانشی ($\vec{W}'$) وارد می‌کند.

P30

چاپ 1404ـ صفحه 34

توجه داریم که جهت وزن و شتاب گرانشی همواره به طرف زمین (مرکز زمین) است. جرم یک جسم در مکان‌های مختلف ثابت است، اما وزن آن طبق رابطهٔ ۲ــ۳ به مقدار $\vec{g}$ در آن مکان بستگی دارد. مثلاً اگر جرم شخصی ۶۰/۰ kg باشد، در محلی که $g = ۹/۸۰ \text{ N/kg}$ است، وزن آن ۵۸۸N و در بالونی که در ارتفاع زیاد حرکت می‌کند و در آن ارتفاع $g = ۹/۷۶ \text{N/kg}$ است وزن آن تقریباً ۵۸۶N است. شتاب جاذبه در سطح زمین تقریباً ۹/۸N/kg است.

چاپ 1403ـ صفحه 34

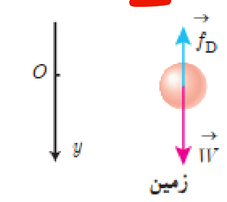
توجه داریم که جهت وزن و در نتیجه شتاب گرانشی همواره به طرف زمین (مرکز زمین) است. جرم یک جسم در مکان‌های مختلف ثابت است، اما وزن آن طبق رابطهٔ ۲ــ۳ به مقدار $\vec{g}$ در آن مکان بستگی دارد. مثلاً اگر جرم شخصی ۶۰/۰ kg باشد، در محلی که $g = ۹/۸۰ \text{ N/kg}$ است، وزن آن ۵۸۸N و در بالونی که در ارتفاع زیاد حرکت می‌کند و در آن ارتفاع $g = ۹/۷۶ \text{N/kg}$ است تقریباً ۵۸۶N است. شتاب جاذبه در سطح زمین تقریباً ۹/۸N/kg است.

چاپ 1404ـ صفحه 35

اضافه شدن متن به سوال و پاسخ

مثال ۲ـ۵

دو گوی هم‌اندازه را که جرم یکی دو برابر دیگری است ($m_۲ = ۲m_۱$) از ارتفاع نسبتاً زیاد h رها می‌کنیم. به‌گونه‌ای که گوی‌ها در مسیر سقوط به تندی حدی می‌رسند و سپس با زمین برخورد می‌کنند. با فرض اینکه نیروی مقاومت هوا در حرکت گوی‌ها، در تندی‌های یکسان، برابر است؛ الف) قبل از رسیدن به تندی حدی و در تندی‌های یکسان، شتاب گوی‌ها را مقایسه کنید. ب) کدام گوی با تندی بیشتر به زمین برخورد می‌کند؟



پاسخ : الف) بر این گوی‌ها، دو نیروی وزن و مقاومت هوا وارد می‌شود. طبق قانون دوم نیوتون، نیروی خالص وارد بر گوی برابر با حاصل‌ضرب جرم در شتاب است. نیروی مقاومت هوا را با f_D و وزن را با W نشان می‌دهیم و برای بررسی ساده‌تر حرکت گوی‌ها، جهت مثبت محور y را به‌طرف پایین انتخاب می‌کنیم :

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

یعنی با درنظرگرفتن مقاومت هوا، هر چه m بیشتر باشد، شتاب حرکت بیشتر است. در نتیجه $a_۲ > a_۱$ است.

ب) در حالتی که گوی‌ها به تندی حدی می‌رسند :

$$mg - f_D = ma, a = ۰ \Rightarrow f_D = mg$$

$$m_۲ > m_۱ \Rightarrow f_{D_۲} > f_{D_۱}$$

می‌دانیم هرچقدر تندی جسم بیشتر باشد، نیروی مقاومت شاره نیز بیشتر است. بنابراین

$$v_۲ > v_۱$$

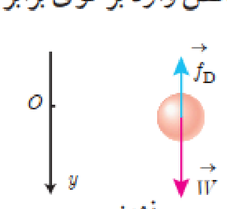
یعنی تندی برخورد گوی سنگین‌تر، بیشتر از گوی سبک‌تر است.

چاپ 1403ـ صفحه 35

مثال ۲ـ۵

دو گوی هم‌اندازه را که جرم یکی دو برابر دیگری است ($m_۲ = ۲m_۱$) از بالای برجی به ارتفاع h به‌طور هم‌زمان رها می‌کنیم. با فرض اینکه نیروی مقاومت هوا در طی حرکت دو گوی ثابت و یکسان باشد، تندی برخورد کدام گوی با زمین بیشتر است؟

پاسخ : بر این گوی‌ها، دو نیروی وزن و مقاومت هوا وارد می‌شود. طبق قانون دوم نیوتون، نیروی خالص وارد بر گوی برابر با حاصل‌ضرب جرم در شتاب است. نیروی مقاومت هوا را با f_D و وزن را با W نشان می‌دهیم و برای بررسی ساده‌تر حرکت گوی‌ها، جهت مثبت محور y را به‌طرف پایین انتخاب می‌کنیم :



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

یعنی با درنظرگرفتن مقاومت هوا، هر چه m بیشتر باشد، شتاب حرکت بیشتر است.

در نتیجه $a_۲ > a_۱$ است.

طبق رابطهٔ سرعت ــ جابه‌جایی می‌توانیم بنویسیم :

$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta y \Rightarrow v^۲ - ۰ = ۲ah \Rightarrow v = \sqrt{۲ah} \Rightarrow v_۲ > v_۱$$

یعنی در این مثال تندی برخورد گوی سنگین‌تر، بیشتر از گوی سبک‌تر است.

چاپ 1403ـ صفحه 50

چاپ 1404ـ صفحه 50

۸. دو گوی هم‌اندازه را که جرم یکی دو برابر دیگری است ($m_۲=۲m_۱$) از بالای برجی به ارتفاع h به‌طور هم‌زمان رها می‌کنیم. با فرض اینکه نیروی مقاومت هوا در طی حرکت دو گوی ثابت و یکسان باشد، تندی برخورد کدام گوی با زمین بیشتر است؟ چرا؟

اضافه شدن سوال جدید
توجه : سوال 8 چاپ قبلی حذف یا جایگزین نشده،بلکه به سوال بعدی در چاپ جدید منتقل شده

چاپ 1404ـ صفحه 51

۱۰. می‌خواهیم به جسمی که جرم آن ۵/۰ kg است، شتاب ۲/۰ m/s^2 بدهیم. در هر یک از حالت‌های زیر، نیرویی را که باید به جسم وارد کنیم محاسبه کنید. از مقاومت هوا صرف‌نظر می‌شود.

الف) جسم روی سطح افقی بدون اصطکاک حرکت کند.

ب) جسم روی سطح افقی با ضریب اصطکاک ۰/۲۰ به طرف راست حرکت کند و شتابش نیز به طرف راست باشد.

پ) جسم در راستای قائم با شتابِ رو به بالا حرکت کند.

ت) جسم در راستای قائم با شتابِ رو به پایین حرکت کند.

چاپ 1403ـ صفحه 51

۹. می‌خواهیم به جسمی که جرم آن ۵/۰ kg است، شتاب ۲/۰ m/s^2 بدهیم. در هر یک از حالت‌های زیر، نیرویی را که باید به جسم وارد کنیم محاسبه کنید. از مقاومت هوا صرف‌نظر می‌شود.

الف) جسم روی سطح افقی بدون اصطکاک حرکت کند.

ب) جسم روی سطح افقی با ضریب اصطکاک ۰/۲۰ به طرف راست حرکت کند، و شتابش نیز به طرف راست باشد.

پ) جسم در راستای قائم با شتاب رو به بالا شروع به حرکت کند.

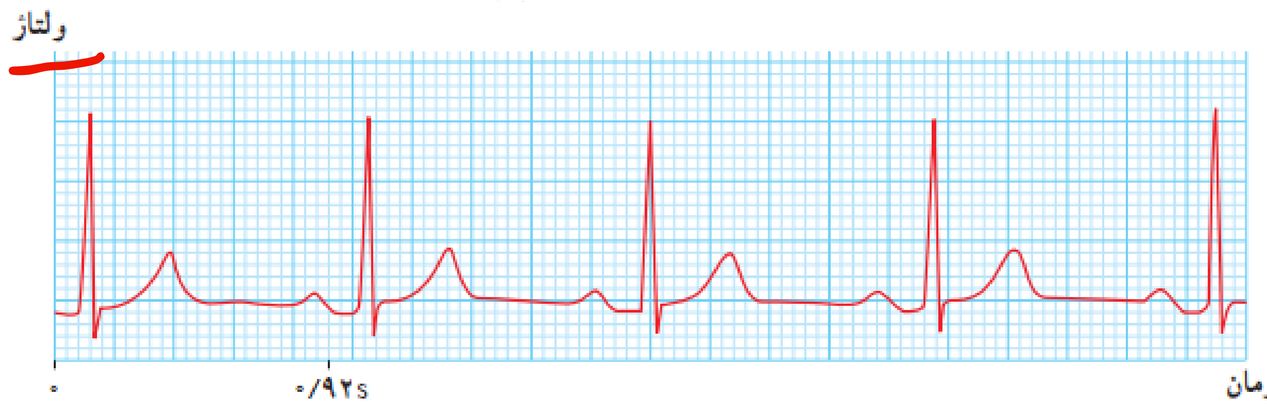
ت) جسم در راستای قائم با شتاب رو به پایین شروع به حرکت کند.

P30

چاپ 1403ـ صفحه 54

شکل ۳ـ۲ نمونه‌ای از نمودار الکتروقلب نگارهٔ[1] (نوار قلب) یک شخص[2]

چاپ 1404ـ صفحه 54

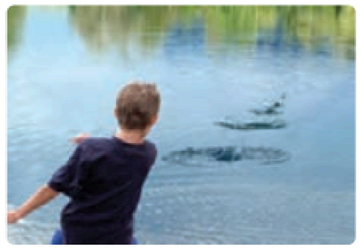


شکل ۳ـ۲ نمونه‌ای از نمودار الکتروقلب نگارهٔ[1] (نوار قلب) یک شخص

چاپ 1404ـ صفحه 61

۳ـ۵ موج و انواع آن

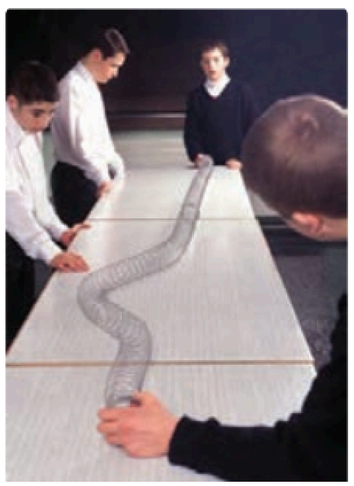
هر گاه در ناحیه‌ای از یک محیط کشسان، ارتعاشی به‌وجود آید، موجب پدید آمدن ارتعاش‌های پی‌درپی دیگری می‌شود که از محل شروع ارتعاش دور و دورترند و به این ترتیب آنچه که موج مکانیکی می‌نامند، به‌وجود می‌آید. معمولاً موج‌ها را به دو دسته تقسیم‌بندی می‌کنند : موج‌های مکانیکی و موج‌های الکترومغناطیسی. موج‌های مکانیکی ــ مانند موج‌های روی سطح آب (شکل ۳ـ۱۰) و موج‌های صوتی ــ برای انتشار خود به یک محیط مادی نیاز دارند و موج‌های الکترومغناطیسی ــ مانند نور مرئی، موج‌های رادیویی و تلویزیونی، میکروموج و پرتوهای x ــ برای انتشار خود به محیط مادی نیاز ندارند، اما در محیط مادی نیز می‌توانند منتشر شوند.



شکل ۳ـ۱۰ با پرتاب سنگ در آب، فرورفتگی‌ها و برآمدگی‌هایی دایره‌ای شکل بر سطح آب پخش می‌شوند.

به‌رغم متفاوت بودن منشأ امواج مکانیکی و الکترومغناطیسی، همگی آنها مشخصه‌های یکسانی دارند و رفتار آنها از قاعده‌هایی کلی پیروی می‌کند که در هر پدیدهٔ موجی برقرار است.

اگر مانند شکل ۳ـ۱۱ یک سر فنر بلند[1] کشیده شده‌ای را به‌سرعت به چپ و راست تکان دهید، موجی مطابق شکل در طول فنر منتشر می‌شود که به آن تپ می‌گویند. اگر سرِ آزاد فنر را مانند شکل ۳ـ۱۲ رو به بالا حرکت دهید، بخش مجاور آن نیز از طریق کشش بین این دو بخش شروع به بالا رفتن می‌کند. وقتی بخش مجاور به بالا حرکت کند، این بخش نیز به نوبهٔ خود شروع به بالا کشیدن بخش بعدی می‌کند و این روند ادامه می‌یابد. به همین ترتیب، پایین کشیدن سر آزاد فنر موجب



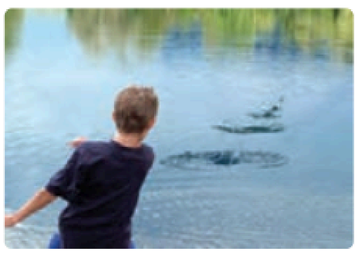
شکل ۳ـ۱۱ نمایش ایجاد موج در یک فنر بلند کشیده

۱ـ به این فنر، فنر اسلینکی (Slinky) می‌گویند.

چاپ 1403ـ صفحه 61

۳ـ۵ موج و انواع آن

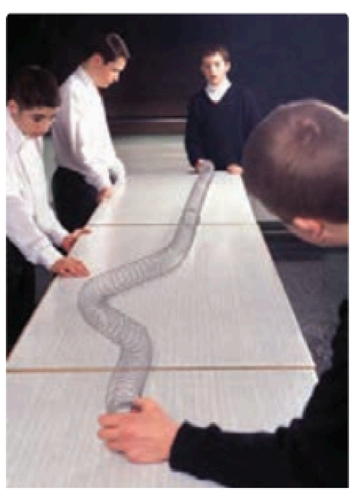
هر گاه در ناحیه‌ای از یک محیط کشسان، ارتعاشی به‌وجود آید، موجب پدید آمدن ارتعاش‌های پی‌درپی دیگری می‌شود که از محل شروع ارتعاش دور و دورترند و به این ترتیب آنچه که موج مکانیکی می‌نامند، به‌وجود می‌آید. معمولاً موج‌ها را به دو دسته تقسیم‌بندی می‌کنند : موج‌های مکانیکی و موج‌های الکترومغناطیسی. موج‌های مکانیکی ــ مانند موج‌های روی سطح آب (شکل ۳ـ۱۰) و موج‌های صوتی ــ برای انتشار خود به یک محیط مادی نیاز دارند و موج‌های الکترومغناطیسی ــ مانند نور مرئی، موج‌های رادیویی و تلویزیونی، میکروموج و پرتوهای x ــ برای انتشار خود به محیط مادی نیاز ندارند.



شکل ۳ـ۱۰ با پرتاب سنگ در آب، فرورفتگی‌ها و برآمدگی‌هایی دایره‌ای شکل بر سطح آب پخش می‌شوند.

به‌رغم متفاوت بودن منشأ امواج مکانیکی و الکترومغناطیسی، همگی آنها مشخصه‌های یکسانی دارند و رفتار آنها از قاعده‌هایی کلی پیروی می‌کند که در هر پدیدهٔ موجی برقرار است.

اگر مانند شکل ۳ـ۱۱ یک سر فنر بلند[1] کشیده شده‌ای را به‌سرعت به چپ و راست تکان دهید، موجی مطابق شکل در طول فنر منتشر می‌شود که به آن تپ می‌گویند. اگر سرِ آزاد فنر را مانند شکل ۳ـ۱۲ رو به بالا حرکت دهید، بخش مجاور آن نیز از طریق کشش بین این دو بخش شروع به بالا رفتن می‌کند. وقتی بخش مجاور به بالا حرکت کند، این بخش نیز به نوبهٔ خود شروع به بالا کشیدن بخش بعدی می‌کند و این روند ادامه می‌یابد. به همین ترتیب، پایین کشیدن سر آزاد فنر موجب



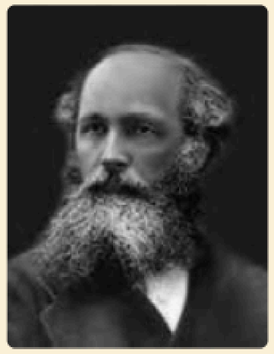
شکل ۳ـ۱۱ نمایش ایجاد موج در یک فنر بلند کشیده

۱ـ به این فنر، فنر اسلینکی (Slinky) می‌گویند.

چاپ 1404ـ صفحه 66

تمرین ۳ـ۴

در سازهای زهی همانند تار، کمانچه و گیتار با سفت یا شُل کردن تار، تندی انتشار موج عرضی در تار تغییر می‌کند. در یک گیتار طول هر تار بین دو انتهای ثابت ۰/۶۲۸m است. برای نواختن بالاترین بسامد، جرم تار ۰/۲۰۸g و برای نواختن پایین‌ترین بسامد، جرم تار ۳/۳۲g است. تارها تحت کششی برابر ۲۲۶N قرار دارند. تندی انتشار موج در هریک از این دو تار چقدر است؟



جیمز کلارک ماکسول (۱۸۷۹ــ۱۸۳۱ م.)

در شهر ادینبورگ اسکاتلند زاده شد. جیمز در دوران دانش‌آموزی بسیار کنجکاو بود و به ساختن اسباب‌ها و دستگاه‌های فنّی خیلی علاقه داشت و پدرش هم او را به این کار تشویق می‌کرد. وی در دانشگاه‌های ادینبورگ و کمبریج تحصیل نمود. ماکسول

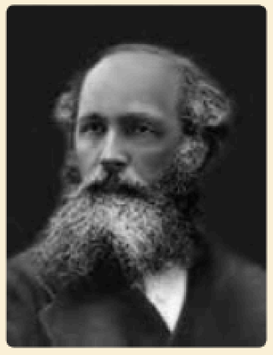
انتقال انرژی در موج عرضی : موج‌های پیش‌رونده، حامل انرژی هستند. وقتی در یک ریسمان یا فنر کشیده موجی عرضی را ایجاد می‌کنیم، در واقع، انرژی را برای ایجاد موج در ریسمان فراهم کرده‌ایم. با انتشار موج، این انرژی به‌صورت انرژی جنبشی و پتانسیل در ریسمان انتقال می‌یابد. انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل لازم برای حرکت و کشیدگی هر جزء ریسمان یا فنر را شخصی تأمین می‌کند که سر ریسمان یا فنر را دائماً به نوسان درمی‌آورد. ثابت می‌شود مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی (توان متوسط) در یک موج سینوسی برای همهٔ انواع امواج مکانیکی با مربع دامنه (A^2) و نیز مربع بسامد (f^2) موج متناسب است ($P_{av} \propto A^2 f^2$).

امواج الکترومغناطیسی : در کتاب فیزیک ۲ آموختیم که بار الکتریکی، میدان الکتریکی ایجاد می‌کند و جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی تولید می‌کند. اگر بارهای الکتریکی ساکن باشند، میدان الکتریکی حاصل از آنها با زمان تغییر نمی‌کند. به همین ترتیب اگر جریان الکتریکی ثابت باشد، میدان مغناطیسی حاصل از آن ثابت و بدون تغییر می‌شود. امواج الکترومغناطیسی از رابطهٔ متقابل میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی به‌وجود می‌آیند. یعنی هر تغییری در میدان الکتریکی در هر نقطه از فضا، میدان مغناطیسی متغیری ایجاد می‌کند و این میدان مغناطیسی متغیر، خود میدان الکتریکی

چاپ 1403ـ صفحه 66

تمرین ۳ـ۴

در سازهای زهی همانند تار، کمانچه و گیتار با سفت یا شُل کردن تار، تندی انتشار موج عرضی در تار تغییر می‌کند. در یک گیتار طول هر تار بین دو انتهای ثابت ۰/۶۲۸m است. برای نواختن بالاترین بسامد، جرم تار ۰/۲۰۸g و برای نواختن پایین‌ترین بسامد، جرم تار ۳/۳۲g است. تارها تحت کششی برابر ۲۲۶N قرار دارند. تندی انتشار موج برای ایجاد این دو بسامد چقدر است؟



جیمز کلارک ماکسول (۱۸۷۹ــ۱۸۳۱ م.)

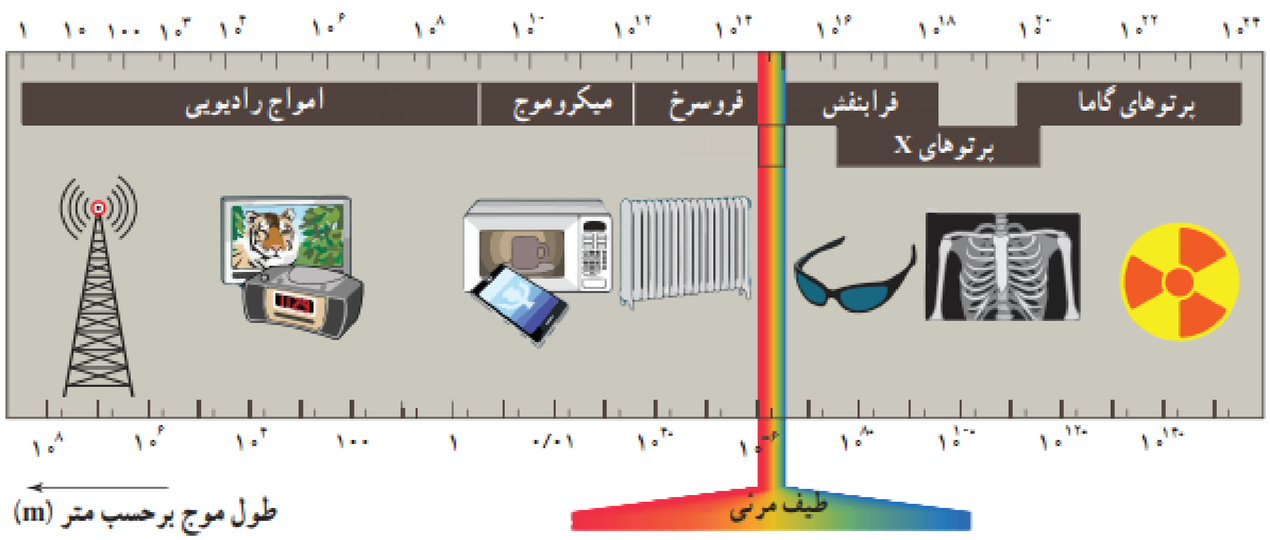
در شهر ادینبورگ اسکاتلند زاده شد. جیمز در دوران دانش‌آموزی بسیار کنجکاو بود و به ساختن اسباب‌ها و دستگاه‌های فنّی خیلی علاقه داشت و پدرش هم او را به این

انتقال انرژی در موج عرضی : هر موجی حامل انرژی است. وقتی در یک ریسمان یا فنر کشیده موجی عرضی را ایجاد می‌کنیم، در واقع، انرژی را برای ایجاد موج در ریسمان فراهم کرده‌ایم. با انتشار موج، این انرژی به‌صورت انرژی جنبشی و پتانسیل در ریسمان انتقال می‌یابد. انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل لازم برای حرکت و کشیدگی هر جزء ریسمان یا فنر را شخصی تأمین می‌کند که سر ریسمان یا فنر را دائماً به نوسان درمی‌آورد. ثابت می‌شود مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی (توان متوسط) در یک موج سینوسی برای همهٔ انواع امواج مکانیکی با مربع دامنه (A^2) و نیز مربع بسامد (f^2) موج متناسب است.

امواج الکترومغناطیسی : در کتاب فیزیک ۲ آموختیم که بار الکتریکی، میدان الکتریکی ایجاد می‌کند و جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی تولید می‌کند. اگر بارهای الکتریکی ساکن باشند، میدان الکتریکی حاصل از آنها با زمان تغییر نمی‌کند. به همین ترتیب اگر جریان الکتریکی ثابت باشد، میدان مغناطیسی حاصل از آن ثابت و بدون تغییر می‌شود. امواج الکترومغناطیسی از رابطهٔ متقابل

چاپ 1404 ـ صفحه 68

همان‌طور که پیش‌تر گفتیم امواج مکانیکی برای انتشار به محیط مادی نیاز دارند. اما انتشار امواج الکترومغناطیسی به محیط مادی نیاز ندارد و این امواج، انرژی را نه به‌صورت انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل ذرات محیط، بلکه به‌صورت انرژی میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می‌کنند. مثلاً کل انرژی دریافتی از خورشید که باعث بقای زندگی روی کرهٔ زمین می‌شود از نوع امواج الکترومغناطیسی است. با اینکه خورشید در فاصلهٔ ۱۵۰ میلیون کیلومتری از زمین قرار دارد، توان امواج الکترومغناطیسی گسیل شده از خورشید که به سطح زمین می‌رسد، تقریباً ۱۰۰ میلیون گیگاوات (از مرتبهٔ 10^{17} وات) است. جالب است که بدانید مرتبهٔ بزرگی توان تولیدی یک نیروگاه هسته‌ای، ۱ گیگاوات است.

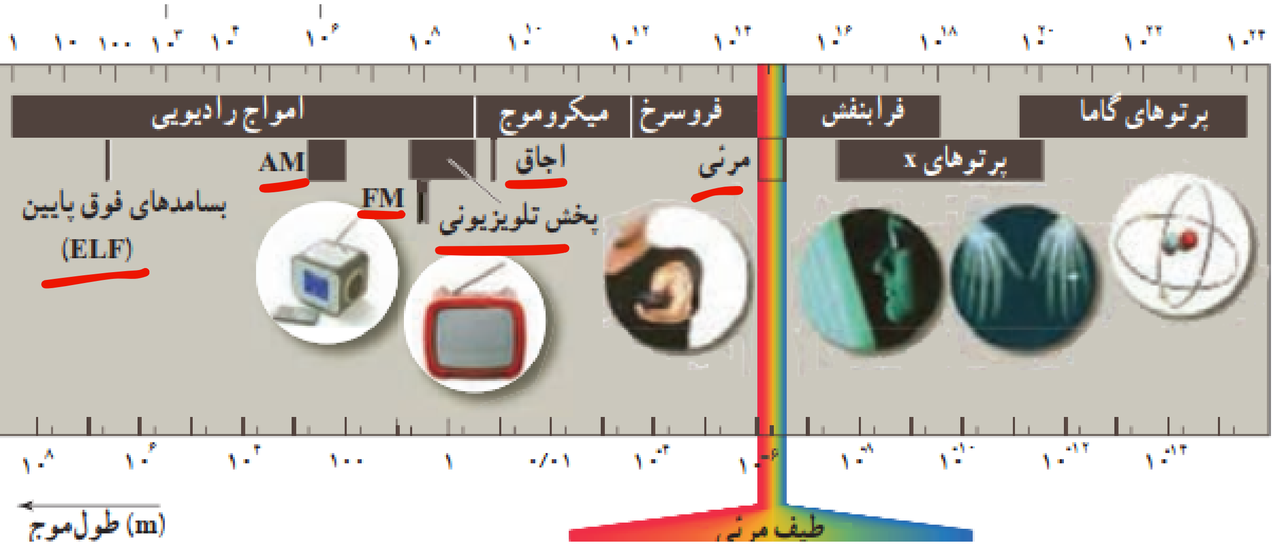


تغییر برخی از تصاویر و حذف برخی از تیترها

چاپ 1403ـ صفحه 68

همان‌طور که پیش‌تر گفتیم امواج مکانیکی برای انتشار به محیط مادی نیاز دارند. اما انتشار امواج الکترومغناطیسی به محیط مادی نیاز ندارد و این امواج، انرژی را نه به‌صورت انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل ذرات محیط، بلکه به‌صورت انرژی میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می‌کنند. مثلاً کل انرژی دریافتی از خورشید که باعث بقای زندگی روی کرهٔ زمین می‌شود از نوع امواج الکترومغناطیسی است. با اینکه خورشید در فاصلهٔ ۱۵۰ میلیون کیلومتری از زمین قرار دارد، توان امواج الکترومغناطیسی گسیل شده از خورشید که به سطح زمین می‌رسد، تقریباً ۱۰۰ میلیون گیگاوات است. جالب است که بدانید مرتبهٔ بزرگی توان تولیدی یک نیروگاه هسته‌ای، ۱ گیگاوات است.

طیف امواج الکترومغناطیسی : امروزه طیف وسیعی از امواج الکترومغناطیسی را می‌شناسیم. این طیف شامل امواج رادیویی، میکروموج، فروسرخ، طیف نور مرئی، فرابنفش، پرتوهای x و پرتوهای گاما است، که از کمترین بسامد تا بیشترین بسامد گسترده شده‌اند (شکل ۳ـ۲۲). تمام این امواج به‌رغم تفاوت فراوان در روش‌های تولید و کاربردهای آنها، امواجی الکترومغناطیسی هستند و همگی با تندی نور در خلأ حرکت می‌کنند و هیچ گسستگی‌ای در این طیف وجود ندارد.



چاپ 1403ـ صفحه 71

پرسش ۳ـ۶

الف) چگونگی ایجاد صوت توسط دیاپازون را توضیح دهید.

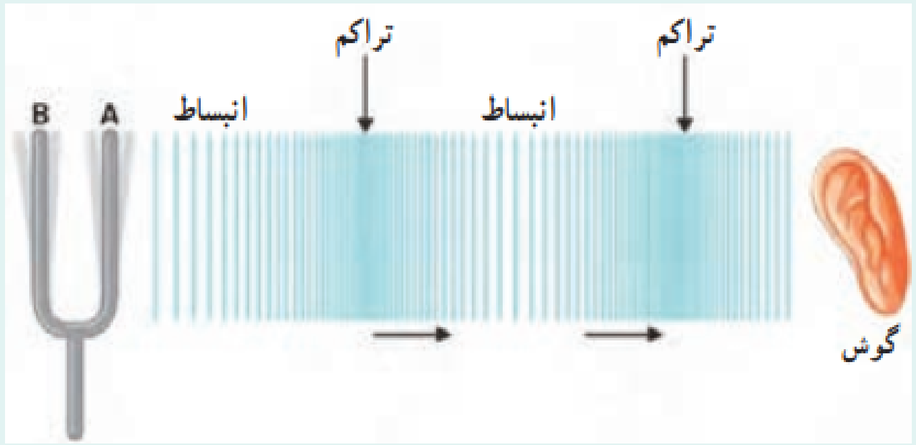
ب) به نظر شما چه سازوکاری موجب صدای وزوزِ حشرات هنگام پرواز می‌شود؟

چاپ 1404ـ صفحه 71

پرسش ۳ـ۶

الف) چگونگی ایجاد صوت توسط دیاپازون را توضیح دهید.

ب) به نظر شما چه سازوکاری موجب صدای وزوزِ حشرات هنگام پرواز می‌شود؟



چاپ 1404ـ صفحه 78

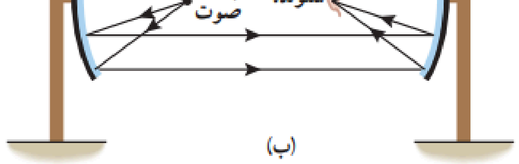
فعالیت ۳ـ۷

با وسایل سادهٔ نشان داده شده در شکل روبه‌رو، می‌توان زاویهٔ تابش و زاویهٔ بازتابش را در امواج صوتی اندازه‌گیری کرد. با استفاده از این وسایل، قانون بازتاب عمومی را برای امواج صوتی نشان دهید.

نمایشی از وسایل آزمایش بازتاب صوت

(الف)

امواج صوتی می‌توانند مانند سایر امواج از سطوح خمیده نیز بازتابیده شوند. شاید در برخی از پارک‌های تفریحی، دو سطح کاو را در برابر هم دیده باشید که وقتی شخصی در کانون یکی از این سطوح صحبت می‌کند، شخص دیگری در کانون سطح کاو دیگر آن را می‌شنود (شکل ۳ـ۳۵).



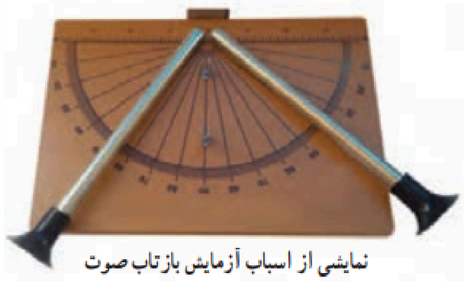
(ب)

شکل ۳ـ۳۵ الف) دو سطح بازتابندهٔ کاو در یک پارک تفریحی و ب) طرحی از بازتاب امواج صوتی از دو سطح کاو مقابل هم با استفاده از نمودار پرتویی

چاپ 1403ـ صفحه 78

فعالیت ۳ـ۷

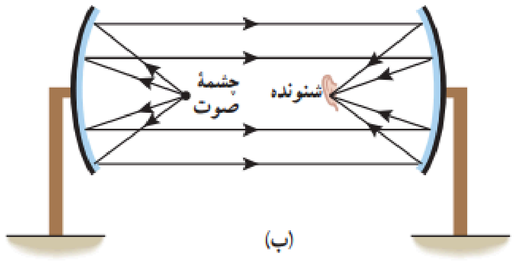
با اسباب نشان داده شده در شکل روبه‌رو، می‌توان زاویهٔ تابش و زاویهٔ بازتابش را در امواج صوتی اندازه‌گیری کرد. با استفاده از این اسباب، قانون بازتاب عمومی را برای امواج صوتی تحقیق کنید.



نمایشی از اسباب آزمایش بازتاب صوت

(الف)

امواج صوتی می‌توانند مانند سایر امواج از سطوح خمیده نیز بازتابیده شوند. شاید در پارک‌های تفریحی دو سطح کاو را در برابر هم دیده باشید که وقتی شخصی در کانون یکی از این سطوح صحبت می‌کند، شخص دیگری در کانون سطح کاو دیگر آن را می‌شنود (شکل ۳ـ۳۵).

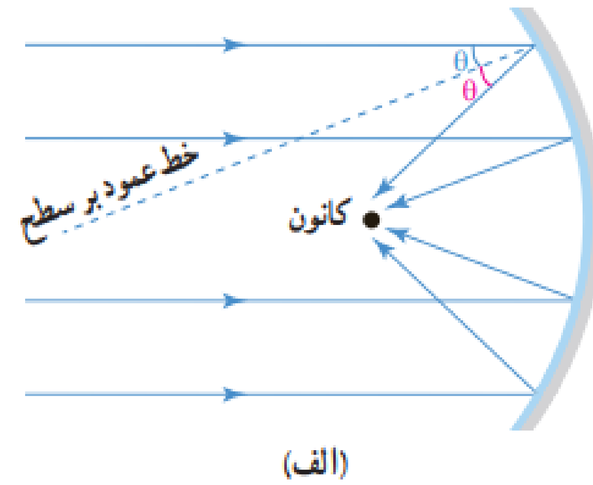


(ب)

شکل ۳ـ۳۵ الف) دو سطح بازتابندهٔ کاو در یک پارک تفریحی و ب) طرحی از بازتاب امواج صوتی از دو سطح کاو مقابل هم با استفاده از نمودار پرتویی

P30

چاپ 1404ـ صفحه 80

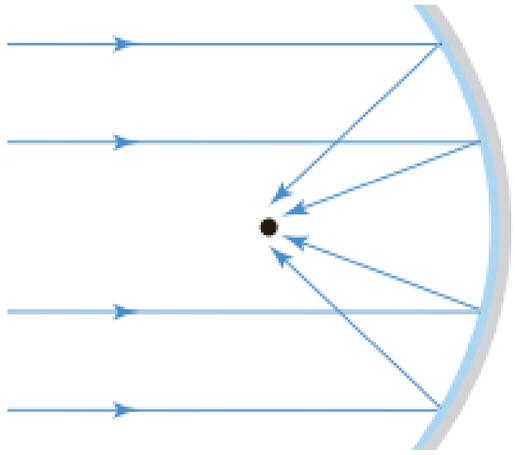


(الف)

(ب)

شکل۳ـ۳۶ الف) یک موج الکترومغناطیسی تخت پس از بازتاب از یک سطح کاو در نقطه‌ای مقابل سطح، کانونی می‌شود. ب) تصویری از یک اجاق خورشیدی

چاپ 1403ـ صفحه 80



(الف)

(ب)

شکل۳ـ۳۶ الف) یک موج الکترومغناطیسی تخت پس از بازتاب از یک سطح کاو در نقطه‌ای مقابل سطح، کانونی می‌شود. ب) تصویری از یک اجاق خورشیدی

چاپ 1404ـ صفحه 81

نوع دیگر بازتابش، بازتاب پخشنده[۲] یا نامنظم است. این بازتاب وقتی رخ می‌دهد که نور به سطحی برخورد کند که صیقلی و هموار نباشد. پرتوهای نور به‌طور کاتوره‌ای از پستی و بلندی‌های سطح بازتابیده و در تمام جهات پراکنده می‌شوند (شکل ۳ـ۳۸). به‌دلیل این بازتاب است که شما این صفحهٔ کاغذ، دیوار، دستتان، دوست خود، و... را می‌بینید. در بازتاب آینه‌ای از یک آینهٔ تخت، بازتابش یک دسته پرتوی موازی را فقط در یک جهت می‌توانید ببینید، ولی در بازتاب پخشنده، بازتابش این دسته پرتو را می‌توانید در جهت‌های مختلف مشاهده کنید. توجه کنید منظور از سطح ناهموار آن است که ابعاد ناهمواری‌های سطح در حدود طول‌موج نور یا بیشتر باشد؛ مثلاً یک کاغذ در ظاهر بسیار هموار به نظر می‌رسد اما از دید میکروسکوپی این سطح از اجزای متمایز و کوچکی تشکیل شده است که بسیار بزرگ‌تر از ۱μm هستند. با توجه به اینکه طول‌موج نور مرئی در حدود ۰/۵ μm است، چنین سطحی برای نور مرئی، ناهموار محسوب می‌شود. در مقابل، ناهمواری‌های یک آینه یا یک سطح فلزی صیقلی، بسیار کوچک‌تر از ۱μm است و بنابراین برای نور مرئی سطوحی هموار محسوب می‌شوند.

چاپ 1403ـ صفحه 81

نوع دیگر بازتابش، بازتاب پخشنده[۲] یا نامنظم است. این بازتاب وقتی رخ می‌دهد که نور به سطحی برخورد کند که صیقلی و هموار نباشد. پرتوهای نور به‌طور کاتوره‌ای از پستی و بلندی‌های سطح بازتابیده، و در تمام جهات پراکنده می‌شوند (شکل ۳ـ۳۸). به‌دلیل این بازتاب است که شما این صفحهٔ کاغذ، دیوار، دستتان، دوست خود، و... را می‌بینید. در بازتاب آینه‌ای از یک آینهٔ تخت، بازتابش یک دسته پرتوی موازی را فقط در یک جهت می‌توانید ببینید، ولی در بازتاب پخشنده، بازتابش این دسته پرتو را می‌توانید در جهت‌های مختلف مشاهده کنید. توجه کنید منظور از سطح ناهموار آن است که سطح در مقایسه با طول‌موج نور ناهموار است؛ مثلاً یک کاغذ در ظاهر بسیار هموار به نظر می‌رسد اما از دید میکروسکوپی این سطح از اجزای متمایز و کوچکی تشکیل شده است که بسیار بزرگ‌تر از ۱μm هستند. با توجه به اینکه طول‌موج نور مرئی در حدود ۰/۵ μm است، چنین سطحی برای نور مرئی، ناهموار محسوب می‌شود. در مقابل، ناهمواری‌های یک آینه یا یک سطح فلزی صیقلی، بسیار کوچک‌تر از ۱μm است و بنابراین برای نور مرئی سطوحی هموار محسوب می‌شوند.

چاپ 1404ـ صفحه 82

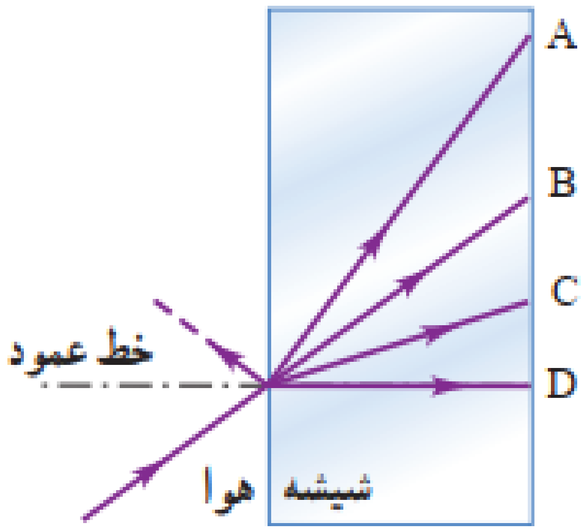
در حالت‌های دو یا سه بُعدی با عبور موج از یک مرز و ورود آن به محیط دیگر، تندی موج تغییر می‌کند و ممکن است جهت انتشار موج نیز تغییر کند و اصطلاحاً موج شکست پیدا کند. همان‌طور که پیش از این دیدیم، تندی امواج روی سطح آب‌های کم‌عمق، به عمق آب بستگی دارد. از این ویژگی می‌توانیم برای تحقیق پدیدهٔ شکست در تشت موج استفاده کنیم؛ یعنی با تغییردادن عمق آب در بخشی از تشت می‌توان تندی موج سطحی در آن بخش را تغییر داد که این همان‌طور که دیدیم به تغییر جهت انتشار موج در آن بخش، و به عبارتی به شکست موج می‌انجامد. مشاهده می‌شود با ورود موج به بخش کم‌عمق، تندی موج سطحی کاهش می‌یابد. روشن است، آن بخش از جبههٔ موج که زودتر به ناحیهٔ کم‌عمق می‌رسد، چون با تندی کمتر حرکت می‌کند از بقیهٔ جبههٔ موج که هنوز وارد این ناحیه نشده عقب می‌افتد و بنابراین فاصلهٔ بین جبهه‌های موج و در نتیجه طول‌موج کاهش می‌یابد و به این ترتیب جبهه‌های موج مطابق شکل ۳ـ۴۱ در مرز دو ناحیه تغییر جهت می‌دهند. این مطلب را می‌توان در نزدیک شدن امواج به یک ساحل شیب‌دار نیز مشاهده کرد که با رسیدن جبهه‌های موج به ساحل که در آنجا عمق آب کم می‌شود، جهت انتشار جبهه‌های موج تغییر می‌کند. شاید برای تفهیم این موضوع، مثال یک اسباب‌بازی چرخ‌دار که با عبور از کف صاف اتاق وارد قالیچه‌ای می‌شود، مناسب باشد. با ورود این اسباب‌بازی به قالیچه، تندی آن کم می‌شود و در نتیجه مسیر آن تغییر می‌کند (شکل ۳ـ۴۲).

چاپ 1403ـ صفحه 82

در حالت‌های دو یا سه بُعدی با عبور موج از یک مرز و ورود ان به محیط دیگر، تندی موج تغییر می‌کند و ممکن است جهت انتشار موج نیز تغییر کند و اصطلاحاً موج شکست پیدا کند. همان‌طور که پیش از این دیدیم، تندی امواج روی سطح آب به عمق آن بستگی دارد. از این ویژگی می‌توانیم برای تحقیق پدیدهٔ شکست در تشت موج استفاده کنیم؛ یعنی با تغییردادن عمق آب در بخشی از تشت می‌توان تندی موج سطحی در آن بخش را تغییر داد که این همان‌طور که دیدیم به تغییر جهت انتشار موج در آن بخش، و به عبارتی به شکست موج می‌انجامد. مشاهده می‌شود با ورود موج به بخش کم‌عمق، تندی موج سطحی کاهش می‌یابد. روشن است، آن بخش از جبههٔ موج که زودتر به ناحیهٔ کم‌عمق می‌رسد، چون با تندی کمتر حرکت می‌کند از بقیهٔ جبههٔ موج که هنوز وارد این ناحیه نشده عقب می‌افتد و بنابراین فاصلهٔ بین جبهه‌های موج و در نتیجه طول‌موج کاهش می‌یابد و به این ترتیب جبهه‌های موج مطابق شکل ۳ـ۴۱ در مرز دو ناحیه تغییر جهت می‌دهند. این مطلب را می‌توان در نزدیک شدن امواج به یک ساحل شیب‌دار نیز مشاهده کرد که با رسیدن جبهه‌های موج به ساحل که در آنجا عمق آب کم می‌شود، جهت انتشار جبهه‌های موج تغییر می‌کند. شاید برای تفهیم این موضوع، مثال یک اسباب‌بازی چرخ‌دار که با عبور از کف صاف اتاق وارد قالیچه‌ای می‌شود، مناسب باشد. با ورود این اسباب‌بازی به قالیچه، تندی آن کم می‌شود و در نتیجه مسیر آن تغییر می‌کند (شکل ۳ـ۴۲).

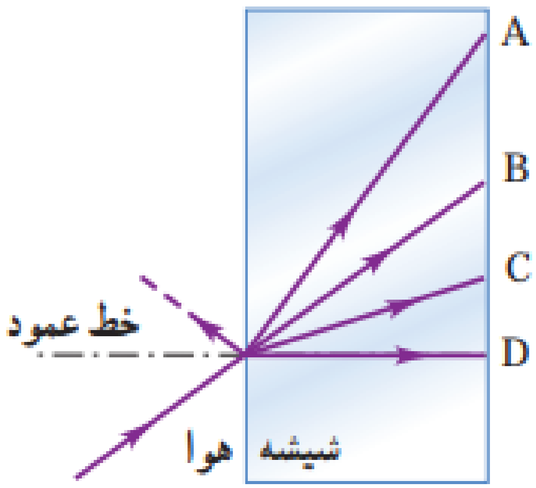
چاپ 1404- صفحه 93

۳۸. شکل زیر پرتوی نوری را نشان می‌دهد که از هوا وارد شیشه شده است. کدام گزینه‌های A تا D، می‌تواند پرتوی داخل شیشه را نشان دهد؟



چاپ 1403- صفحه 93

۳۸. شکل زیر پرتویی را نشان می‌دهد که از هوا وارد شیشه شده است. کدام گزینه‌های A تا D، می‌تواند پرتوی داخل شیشه را نشان دهد؟



چاپ 1404ـ صفحه 96

۴ـ۱ اثر فوتوالکتریک و فوتون

اگر بر کلاهک یک برق‌نما (الکتروسکوپ) با بار منفی، نور فرابنفشی تابیده شود، مشاهده می‌شود که انحراف ورقه‌های آن کاهش می‌یابد (شکل ۴ـ۱ الف) در حالی که با تابش نور مرئی، تغییری در انحراف ورقه‌های برق‌نما رخ نمی‌دهد (شکل ۴ـ۱ ب). چرا این پدیده اتفاق می‌افتد؟ آزمایش نشان می‌دهد وقتی نوری با بسامد مناسب مانند نور فرابنفش به سطحی فلزی بتابد الکترون‌هایی از آن گسیل

شکل ۴ـ۱ الف) برهم‌کنش نور فرودی فرابنفش با کلاهک برق‌نما سبب می‌شود تا ورقه‌های آن به‌سرعت به هم نزدیک شوند. ب) در حالی که برهم‌کنش نور مرئی گسیل‌شده از یک لامپ رشته‌ای تغییری در انحراف ورقه‌های برق‌نما به وجود نمی‌آورد.

چاپ 1403ـ صفحه 96

۴ـ۱ اثر فوتوالکتریک و فوتون

اگر بر کلاهک برق‌نمایی با بار منفی، نور فرابنفشی تابیده شود، مشاهده می‌شود که انحراف ورقه‌های آن کاهش می‌یابد (شکل ۴ـ۱ الف) در حالی که با تابش نور مرئی، تغییری در انحراف ورقه‌های برق‌نما رخ نمی‌دهد (شکل ۴ـ۱ ب). چرا این پدیده اتفاق می‌افتد؟ آزمایش نشان می‌دهد وقتی نوری با بسامد

شکل ۴ـ۱ الف) برهم‌کنش نور فرودی فرابنفش با کلاهک برق‌نما سبب می‌شود تا ورقه‌های آن به‌سرعت به هم نزدیک شوند. ب) در حالی که برهم‌کنش نور مرئی گسیل‌شده از یک لامپ رشته‌ای تغییری در انحراف ورقه‌های برق‌نما به وجود نمی‌آورد.

چاپ 1404ـ صفحه 100

به‌فرد
آشنا از
قسمت
این گاز

تون

برا
از یک
دو الک
منفی ب
اتم‌های
و همچ
مختلف
طیف .
۶ـ۴
پیشنها
را به‌د

چاپ 1403ـ صفحه 100

ژاکوب بالمر (۱۸۹۸–۱۸۲۵ م.)

ریاضی‌دان و فیزیک‌دان سوئیسی، در سال ۱۸۴۹ دورهٔ دکتری خود را در حوزهٔ ریاضیات در دانشگاه بازل به پایان رسانید. وی پس از پایان تحصیلات، در یک مدرسهٔ دخترانه و همچنین دانشگاه بازل مشغول به تدریس شد. مشهورترین کار بالمر در خصوص مطالعهٔ طیف اتمی گازها بود، به‌طوری که وی در سال ۱۸۸۵ و در سن ۶۰سالگی موفق شد رابطه‌ای تجربی برای طیف گسیلی خطی اتم‌های هیدروژن ارائه دهد. این رابطه امروزه به‌نام وی معروف است. بالمر برای ارائه این رابطه از داده‌های آنگستروم، فیزیک‌دان سوئدی، در خصوص اندازه‌گیری طول‌موج‌های طیف خطی هیدروژن اتمی در ناحیهٔ مرئی بهره گرفت.

چاپ 1403ـ صفحه 102

مثال ۴ـ۲

طول‌موج‌های اولین و دومین خط‌های طیفی اتم هیدروژن در رشتهٔ براکت ($n'=۴$) را به‌دست آورید و تعیین کنید که این خط‌ها در کدام گسترهٔ طول‌موج‌های الکترومغناطیسی واقع‌اند[۱].

پاسخ : در رشتهٔ براکت ($n'=۴$) و برای اولین و دومین خط طیفی به‌ترتیب $n=۵$ و $n=۶$ است. در این صورت با استفاده از رابطهٔ ۴ـ۳ داریم :

$$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{۴^۲}-\frac{۱}{۵^۲}\right)=R(۲/۲۵\times۱۰^{-۲})\Rightarrow\lambda=۴۰۷۷\text{nm}$$

$$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{۴^۲}-\frac{۱}{۶^۲}\right)=R(۳/۴۷۲\times۱۰^{-۲})\Rightarrow\lambda=۲۶۴۲\text{nm}$$

با مراجعه به طیف موج‌های الکترومغناطیسی در فصل ۳، مشاهده می‌کنیم که این خط‌های طیفی در ناحیهٔ فروسرخ قرار دارند.

چاپ 1404ـ صفحه 102

مثال ۴ـ۲

طول‌موج‌های اولین و دومین خط‌های طیفی اتم هیدروژن در رشتهٔ براکت ($n'=۴$) را به‌دست آورید و تعیین کنید که این خط‌ها در کدام گسترهٔ طول‌موج‌های الکترومغناطیسی واقع‌اند[۱].

پاسخ : در رشتهٔ براکت ($n'=۴$) و برای اولین و دومین خط طیفی به‌ترتیب $n=۵$ و $n=۶$ است. در این صورت با استفاده از رابطهٔ ۴ـ۳ داریم :

$$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{۴^۲}-\frac{۱}{۵^۲}\right)=R(۲/۲۵\times۱۰^{-۲})\Rightarrow\lambda=۴۰۵۰\text{ nm}$$

$$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{۴^۲}-\frac{۱}{۶^۲}\right)=R(۳/۴۷۲\times۱۰^{-۲})\Rightarrow\lambda=۲۶۲۴\text{nm}$$

با مراجعه به طیف موج‌های الکترومغناطیسی در فصل ۳، مشاهده می‌کنیم که این خط‌های طیفی در ناحیهٔ فروسرخ قرار دارند.

چاپ 1404ـ صفحه 107

به‌دست آوردن معادلهٔ ریدبرگ از مدل بور : همان‌طور که در ابتدای این بخش نیز اشاره کردیم یکی از موفقیت‌های مدل بور نتیجه‌گیری معادلهٔ ریدبرگ برای طیف خطی گاز هیدروژن اتمی است. برای بررسی بیشتر این موضوع فرض کنید الکترون اتم هیدروژن در یکی از حالت‌های برانگیخته باشد و بخواهد به حالتی با انرژی کمتر جهش کند. به عبارت دیگر الکترون از مدار مانای n_U به مدار مانای n_L می‌رود و فوتونی را گسیل می‌کند. با توجه به روابط ۴ـ۵ و ۴ـ۶، بسامد فوتون گسیل‌شده برابر است با :

$$f=\frac{۱}{h}(E_U-E_L)=\frac{E_R}{h}(\frac{۱}{{n_L}^۲}-\frac{۱}{{n_U}^۲})$$

چاپ 1403ـ صفحه 107

استخراج معادلهٔ ریدبرگ برای اتم هیدروژن از مدل بور : همان‌طور که در ابتدای این بخش نیز اشاره کردیم یکی از موفقیت‌های مدل بور نتیجه‌گیری معادلهٔ ریدبرگ برای طیف خطی گاز هیدروژن اتمی است. برای بررسی بیشتر این موضوع فرض کنید الکترون اتم هیدروژن در یکی از حالت‌های برانگیخته باشد و بخواهد به حالتی با انرژی کمتر جهش کند. به عبارت دیگر الکترون از مدار مانای n_U به مدار مانای n_L می‌رود و فوتونی را گسیل می‌کند. با توجه به روابط ۴ـ۵ و ۴ـ۶، بسامد فوتون گسیل‌شده برابر است با :

$$f=\frac{۱}{h}(E_U-E_L)=\frac{E_R}{h}(\frac{۱}{{n_L}^۲}-\frac{۱}{{n_U}^۲})$$

چاپ 1404ـ صفحه 112

تعد

اتم خ

هسته

جرمی

(۴)

برا

مش

همچنی

برای

۱.

چاپ 1403ـ صفحه 112

ت

اتم

هست

جرم

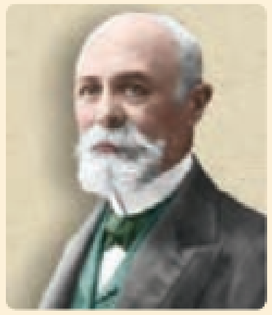
(

بر

م

همچ

برای



هانری بکرل (۱۹۰۸ــ۱۸۵۲م.)

فیزیک‌دان فرانسوی در سال ۱۸۹۲ به‌عنوان استاد موزهٔ ملی تاریخ طبیعی پاریس انتخاب شد. وی نخستین دانشمندی است که ــ در سال ۱۸۹۶ و در حالی که مشغول بررسی خاصیت فسفرسانس نمک‌های اورانیم بود ــ پدیدهٔ پرتوزایی را کشف کرد. بکرل در سال ۱۹۰۳، به همراه ماری کوری و پیر کوری جایزهٔ نوبل فیزیک را به‌خاطر کشف پرتوزایی طبیعی دریافت کرد. به افتخار فعالیت‌های وی در زمینهٔ پرتوزایی، یکای SI برای فعالیت پرتوزایی، بکرل (Bq) نام‌گذاری شده است.

چاپ 1403ـ صفحه 118

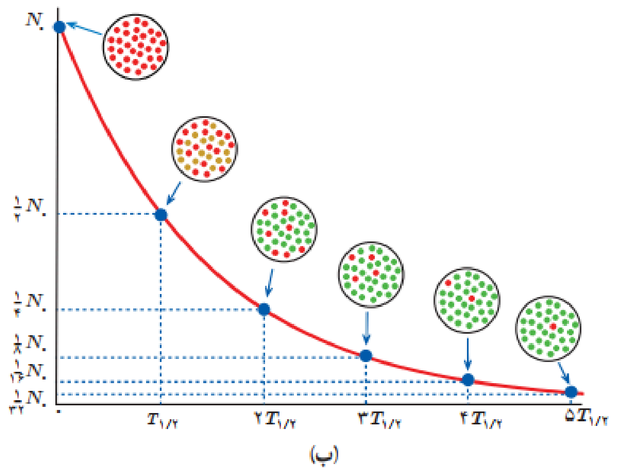
چی اِن ـ شی‌ئونگ وو (۱۹۹۷ـ۱۹۱۲م.) را از زمرهٔ برجسته‌ترین فیزیک‌دان‌های قرن بیستم می‌دانند که در ۱۹۱۲ در شهری در حوالی شانگهای چین به دنیا آمد. آزمایش‌های پیشگامانه‌ای که در مورد واپاشی بتا و برهم‌کنش‌های هسته‌ای انجام داد، زمینهٔ لازم را برای توسعهٔ مدل‌های جدید فیزیک زیراتمی فراهم کرد. وی نظریهٔ واپاشی بتا را که توسط فرمی ارائه شده بود به‌طور تجربی به تأیید رساند. چی‌اِن ـ‌شی‌ئونگ اولین زنی بود که در سال ۱۹۷۵ میلادی به سمت رئیس انجمن فیزیک امریکا برگزیده شد. زندگی فوق‌العادهٔ او را با شعری قدیمی به زبان چینی توصیف می‌کنند : «اگرچه راهی طولانی و پر فراز و نشیب در پیش دارم، قاطعانه می‌خواهم تا انتهای آن را بپیمایم.»

چاپ 1404ـ صفحه 118

چاپ 1404ـ صفحه 120

نیمه‌عمر : ایزوتوپ‌های پرتوزا با گذشت زمان واپاشیده می‌شوند. برای یک نمونه از یک مادهٔ پرتوزا، بر اساس داده‌های تجربی می‌توان بیان کرد که در پایان زمانِ معیّنی، چه کسری از مادهٔ پرتوزا وا می‌پاشد. برای مثال در مورد هسته‌های توریم ۹۰ پس از زمان معیّنی می‌توان گفت که چه کسری از آنها به رادیم ۸۸ تبدیل شده است.

برای بررسی بیشتر این موضوع، یک نمونهٔ پرتوزا را در نظر بگیرید. فرض کنید در لحظهٔ $t=0$ تعداد هسته‌های مادر پرتوزای موجود در این نمونه، برابر N_0 باشد. اگر نمودار تغییرات تعداد هسته‌های مادر موجود در نمونه را برحسب زمان رسم کنیم نمودار شکل ۴ـ۲۸ الف به‌دست می آید. همان‌طور که روی نمودار نیز دیده می‌شود، پس از گذشت زمان کافی، تعداد هسته‌های مادر موجود در نمونه، به صفر میل می‌کند. برای درک بهتر این نمودار، کمیتی به نام نیمه‌عمر را معرفی می‌کنیم و آن را با نماد $T_{1/2}$ نشان می‌دهیم. بنا به تعریف، نیمه‌عمر، مدت زمانی است که طول می‌کشد تا تعداد هسته‌های مادر موجود در یک نمونه، به نصف برسند (شکل ۴ـ۲۸ ب). برخی از ایزوتوپ‌ها مانند اورانیم ۲۳۸، دارای نیمه‌عمری در حدود سنّ زمین (۴/۵ میلیارد سال) هستند. این عناصر منشأ پرتوزایی طبیعی در محیط پیرامون ما هستند.



شکل ۴ـ۲۸ الف) با گذشت زمان، تعداد هسته‌های مادر پرتوزا در یک نمونه کاهش می‌یابد. ب) با گذشت هر نیمه‌عمر، نیمی از هسته‌های مادر پرتوزای باقی‌مانده (دایره‌های قرمز) واپاشی می‌کنند.

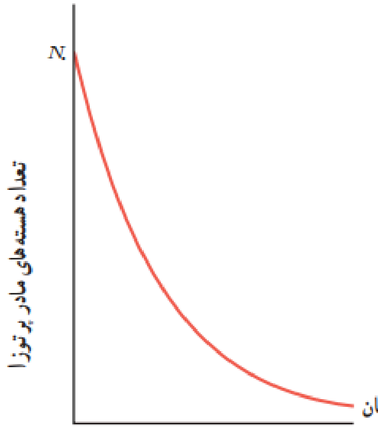
۲

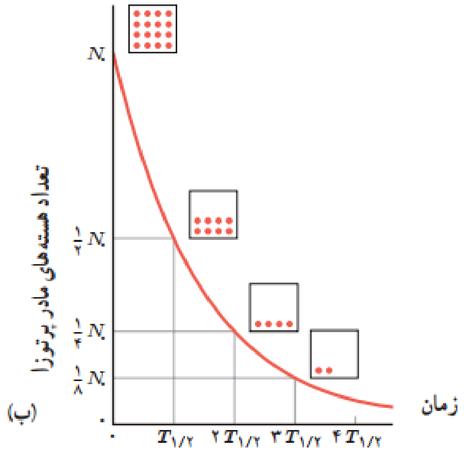
چاپ 1403ـ صفحه 120

نیمه‌عمر : ایزوتوپ‌های پرتوزا با گذشت زمان واپاشیده می‌شوند. برای یک نمونه از یک مادهٔ پرتوزا، بر اساس داده‌های تجربی می‌توان بیان کرد که در پایان زمانِ معیّنی، چه کسری از مادهٔ پرتوزا وا می‌پاشد. برای مثال در مورد هسته‌های توریم ۹۰ پس از زمان معیّنی می‌توان گفت که چه کسری از آنها به رادیم ۸۸ تبدیل شده است.

برای بررسی بیشتر این موضوع، یک نمونهٔ پرتوزا را در نظر بگیرید. فرض کنید در لحظهٔ $t=0$ تعداد هسته‌های مادر پرتوزای موجود در این نمونه، برابر N_0 باشد. اگر نمودار تغییرات تعداد هسته‌های مادر موجود در نمونه را برحسب زمان رسم کنیم نمودار شکل ۴ـ۲۸ الف به‌دست می آید. همان‌طور که روی نمودار نیز دیده می‌شود، پس از گذشت زمان کافی، تعداد هسته‌های مادر موجود در نمونه، به صفر میل می‌کند. برای درک بهتر این نمودار، کمیتی به نام نیمه‌عمر را معرفی می‌کنیم و آن را با نماد $T_{\frac{1}{2}}$ نشان می‌دهیم. بنا به تعریف، نیمه‌عمر، مدت زمانی است که طول می‌کشد تا تعداد هسته‌های مادر موجود در یک نمونه، به نصف برسند (شکل ۴ـ۲۸ ب). برخی از ایزوتوپ‌ها مانند اورانیم ۲۳۸، دارای نیمه‌عمری در حدود سنّ زمین (۴/۵ میلیارد سال) هستند. این عناصر منشأ پرتوزایی طبیعی در محیط پیرامون ما هستند.

روزالیند یالو(۲۰۱۱–۱۹۲۱ م.) فیزیک‌دان آمریکایی، پس از دریافت دکترای فیزیک هسته‌ای، در زمینهٔ کاربرد ایزوتوپ‌های پرتوزا در پزشکی تحقیق کرد. وی روش ایمنی‌سنجی تابشی را ابداع کرد، که در آن از ردیاب‌های پرتوزا برای اندازه‌گیری مقادیر کم مواد در خون یا سایر شاره‌ها استفاده می‌شود. اهمیت این روش با اعطای جایزهٔ نوبل پزشکی در سال ۱۹۷۷ به وی بیشتر مشخص شد.





شکل ۴ـ۲۸ الف) با گذشت زمان، تعداد هسته‌های مادر پرتوزا در یک نمونه کاهش می‌یابد. ب) با گذشت هر نیمه‌عمر، نیمی از هسته‌های مادر پرتوزای باقی‌مانده واپاشی می‌کنند.

۸

چاپ 1403ـ صفحه 121

اگر تعداد هسته‌های مادر اولیه در یک نمونهٔ پرتوزا N_0 باشد، پس از گذشت زمان t، تعداد هسته‌های پرتوزای باقی مانده از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید :

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \qquad \text{(تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده)} \qquad (۴ـ۱۲)$$

که در آن n از رابطهٔ $\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$ به‌دست می‌آید[1].

چاپ 1404ـ صفحه 121

اگر تعداد هسته‌های مادر اولیه در یک نمونهٔ پرتوزا N_0 باشد، پس از گذشت زمان t، تعداد هسته‌های پرتوزای باقی مانده از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید :

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \qquad \text{(تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده)} \qquad (۴ـ۱۲)$$

که در آن n از رابطهٔ $\frac{t}{T_{1/2}}$ به‌دست می‌آید[1].

تغییرات فیزیک دوازدهم

چاپ 1403 با 1402

ویژه کنکور و نهایی 1404

Search

www.p30konkor.com