۱ـ۱ شناخت حرکت

در علوم سال نهم با مفاهیم اولیهٔ حرکت آشنا شدید. در این بخش ضمن مرور این مفاهیم و کمیت‌های مرتبط با آنها، زمینهٔ لازم را برای شناخت و توصیف دقیق‌تر حرکت فراهم می‌کنیم.

مسافت و جابه‌جایی: شکل ۱ـ۱ مسیر حرکت دونده‌ای را از مکان ۱ تا مکان ۲ نشان می‌دهد. طول این مسیر، مسافت پیموده شده یا به‌اختصار مسافت نامیده می‌شود. همچنین پاره‌خط جهت‌داری که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می‌کند بردار جابه‌جایی نامیده می‌شود.

شکل ۱ـ۱ مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی دونده

پرسش ۱ـ۱

۱ـ شکل الف شخصی را در حال پیاده‌روی در راستای خط راست و بدون تغییر جهت، از مکان ۱ به مکان ۲ نشان می‌دهد. مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی را با مسافت مقایسه کنید.

۲ـ شخص پس از رسیدن به مکان ۲، برمی‌گردد و روی همان مسیر به مکان ۳ می‌رود (شکل ب). مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید.

۲

چاپ ۱۴۰۱
تجربی صفحه ۲
ریاضی صفحه ۲

۱ـ۱ شناخت حرکت

در علوم سال نهم با مفاهیم اولیهٔ حرکت آشنا شدید. در این بخش ضمن مرور این مفاهیم و کمیت‌های مرتبط با آنها، زمینهٔ لازم را برای شناخت و توصیف دقیق‌تر حرکت فراهم می‌کنیم.

مسافت و جابه‌جایی: شکل ۱ـ۱ مسیر حرکت دونده‌ای را از مکان ۱ تا مکان ۲ نشان می‌دهد. طول این مسیر، مسافت پیموده شده یا به‌اختصار مسافت نامیده می‌شود. همچنین پاره‌خط جهت‌داری که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می‌کند بردار جابه‌جایی نامیده می‌شود.

شکل ۱ـ۱ مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی دونده

پرسش ۱ـ۱

۱ـ شکل الف شخصی را در حال پیاده‌روی در راستای خط راست و بدون تغییر جهت، از مکان ۱ به مکان ۲ نشان می‌دهد. مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی را با مسافت مقایسه کنید.

۲ـ شخص پس از رسیدن به مکان ۲، برمی‌گردد و روی همان مسیر به مکان ۳ می‌رود (شکل ب). مسیر حرکت و بردار جابه‌جایی شخص را روی شکل مشخص و اندازهٔ بردار جابه‌جایی را با مسافت پیموده شده مقایسه کنید.

۲

چاپ ۱۴۰۲ - صفحه ۲

چاپ۱۴۰۲
تجربی صفحه ۲
ریاضی صفحه ۲

اکنون سرعت متوسط را برای حالتی بررسی می‌کنیم که جسم بر خط راست حرکت می‌کند. به این منظور محوری مانند محور x را انتخاب و فرض می‌کنیم که جسم در راستای آن حرکت می‌کند. توجه کنید که در انتخاب محور (در اینجا محور x) مکان دلخواهی به عنوان مبدأ ($x=0$) روی محور در نظر گرفته می‌شود. برداری که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند بردار مکان جسم در آن لحظه نامیده می‌شود.

شکل ۱ـ۲ الف و ب، بردار مکان شخصی را که در جهت محور x می‌دود در دو لحظهٔ متفاوت t_1 و t_2 نشان می‌دهد. بردار مکان دونده را در این دو لحظه، می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

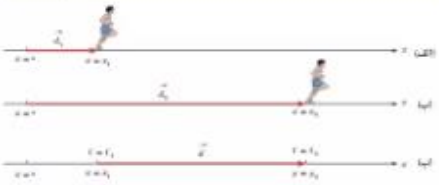
$$\vec{r}_1 = x_1\vec{i} \quad و \quad \vec{r}_2 = x_2\vec{i}$$

در این صورت و با توجه به شکل ۱ـ۲ ب، بردار جابه‌جایی دونده برابر است با

$$\vec{d} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = x_2\vec{i} - x_1\vec{i} = (\Delta x)\vec{i}$$

به این ترتیب رابطهٔ ۱ـ۲ مربوط به سرعت متوسط دونده را می‌توان به‌صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}\vec{i} \qquad \text{(سرعت متوسط در راستای محور } x\text{)} \qquad (۱ـ۳)$$



شکل ۱ـ۲ (الف) و (ب) بردار مکان دونده در دو لحظهٔ متفاوت و (ب) بردار جابه‌جایی آن

۴

چاپ ۱۴۰۲
تجربی صفحه ۴
ریاضی صفحه ۴

اکنون سرعت متوسط را برای حالتی بررسی می‌کنیم که جسم بر خط راست حرکت می‌کند. به این منظور محوری مانند محور x را انتخاب و فرض می‌کنیم که جسم در راستای آن حرکت می‌کند. توجه کنید که در انتخاب محور (در اینجا محور x) مکان دلخواهی به عنوان مبدأ ($x=0$) روی محور در نظر گرفته می‌شود. برداری که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند بردار مکان جسم در آن لحظه نامیده می‌شود.

شکل ۱ـ۲ الف و ب، بردار مکان شخصی را که در جهت محور x می‌دود در دو لحظهٔ متفاوت t_1 و t_2 نشان می‌دهد. بردار مکان دونده را در این دو لحظه، می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$\vec{r}_1 = x_1\vec{i} \quad و \quad \vec{r}_2 = x_2\vec{i}$$

در این صورت و با توجه به شکل ۱ـ۲ ب، بردار جابه‌جایی دونده برابر است با

$$\vec{d} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = x_2\vec{i} - x_1\vec{i} = (\Delta x)\vec{i}$$

به این ترتیب رابطهٔ ۱ـ۲ مربوط به سرعت متوسط دونده را می‌توان به‌صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\vec{v}_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}\vec{i} \qquad \text{(سرعت متوسط در راستای محور } x\text{)} \qquad (۱ـ۳)$$

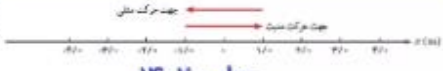
شکل ۱ـ۲ (الف) و (ب) بردار مکان دونده در دو لحظهٔ متفاوت و (ب) بردار جابه‌جایی آن

۴

چاپ ۱۴۰۱
تجربی صفحه ۴
ریاضی صفحه ۴

از آنجا که در ادامهٔ این فصل، تنها حرکت اجسام بر خط راست بررسی می‌شود، جابه‌جایی متحرک را به‌جای بردار $\vec{d}$ به‌صورت Δx و سرعت متوسط را به‌جای بردار $\vec{v}_{av}$ به‌صورت رابطهٔ زیر در حل مسئله‌ها به کار می‌بریم. در این صورت علامت‌های جبری Δx و v_{av} جهت جابه‌جایی و سرعت متوسط را نشان می‌دهند. اگر متحرک در جهت محور x حرکت کند جابه‌جایی و سرعت متوسط آن مثبت و اگر متحرک در خلاف جهت محور x حرکت کند، جابه‌جایی و سرعت متوسط آن منفی خواهد بود (شکل ۱ـ۳).

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \qquad \text{(رابطهٔ سرعت متوسط برای حرکت در راستای محور } x\text{)} \qquad (۱ـ۴)$$



شکل ۱ـ۳ متحرکی که روی یک محور تعیین می‌شود و حسب مکان طول در ابتدا حرکت گذاری می‌شود، در هر جهت تا بی‌نهایت ادامه دارد. نکته مهم: در ابتدا، در قسمت مثبت توضیح می‌دهد.

۵

چاپ ۱۴۰۲
تجربی صفحه ۵
ریاضی صفحه ۵

از آنجا که در ادامهٔ این فصل، تنها حرکت اجسام بر خط راست بررسی می‌شود، جابه‌جایی متحرک را به‌جای بردار $\vec{d}$ به‌صورت Δx و سرعت متوسط را به‌جای بردار $\vec{v}_{av}$ به‌صورت رابطهٔ زیر در حل مسئله‌ها به کار می‌بریم. در این صورت علامت‌های جبری Δx و v_{av} جهت جابه‌جایی و سرعت متوسط را نشان می‌دهند. اگر متحرک در جهت محور x حرکت کند جابه‌جایی و سرعت متوسط آن مثبت و اگر متحرک در خلاف جهت محور x حرکت کند، جابه‌جایی و سرعت متوسط آن منفی خواهد بود (شکل ۱ـ۳).

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \qquad \text{(رابطهٔ سرعت متوسط برای حرکت در راستای محور } x\text{)} \qquad (۱ـ۴)$$

شکل ۱ـ۳ متحرکی که روی یک محور تعیین می‌شود و حسب مکان طول در ابتدا حرکت گذاری می‌شود، در هر جهت تا بی‌نهایت ادامه دارد. نکته مهم: در ابتدا، در قسمت مثبت توضیح می‌دهد.

۵

چاپ ۱۴۰۱
تجربی صفحه ۵
ریاضی صفحه ۵

پرسش ۳-۳

الف) در شکل الف، مقوا را به سرعت می‌کشیم. برای سکه چه اتفاقی می‌افتد؟ چرا؟

ب) در شکل ب، با آرامی نیروی وارد بر گوی سنگین را زیاد کنیم. کدام نخ پاره می‌شود؟ اگر ناگهان نخ را بکشیم، کدام نخ پاره می‌شود؟ علت را توضیح دهید.

چاپ ۱۴۰۲

تجربی صفحه ۳۰

ریاضی صفحه ۳۲

پرسش ۳-۳

الف) چرا حرکت سریع مقوا در شکل الف، سبب افتادن سکه در لیوان می‌شود؟

ب) چرا در شکل ب، اگر با آرامی نیروی وارد بر گوی سنگین را زیاد کنیم نخ بالای گوی پاره می‌شود، اما اگر ناگهان نخ را بکشیم، نخ پایین آن پاره می‌شود؟

چاپ ۱۴۰۱

تجربی صفحه ۳۰

ریاضی صفحه ۳۲

۳-۵ موج و انواع آن

هر گاه در نامیده‌ای از یک محیط کشسان، ارتعاشی پدید آید، موجب پدید آمدن ارتعاش‌های پی‌درپی دیگری می‌شود که از محل شروع ارتعاش دور و دورتر رفته و به این ترتیب آنچه که موج مکانیکی می‌نامند، پدید می‌آید. معمولاً موج‌ها را به دو دسته تقسیم‌بندی می‌کنند: موج‌های مکانیکی و موج‌های الکترومغناطیسی. موج‌های مکانیکی ــ مانند موج‌های روی سطح آب (شکل ۳-۱۰) 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 ۷ ــ برای انتشار خود به محیط مادی نیاز ندارند.

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

اگر مانند شکل ۳-۱۱ یک سر فنر بلند[۱] کشیده شده‌ای را به سرعت به چپ و راست تکان دهید، موجی به شکل یک تپ در طول فنر منتشر می‌شود. وقتی سر آزاد فنر را مانند شکل ۳-۱۲ رو به بالا حرکت دهید، بخش مجاور آن نیز از طرق کشسان 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 ۳-۱۰ پاره شدن سنگ در آب فوران‌ها و برآمدگی‌هایی دایره‌ای شکل بر سطح آب بخش می‌شود.

شکل ۳-۱۱ نمایش ایجاد موج در یک فنر بلند کشیده

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

چاپ ۱۴۰۲

تجربی - صفحه ۶۱

ریاضی - صفحه ۶۹

۳-۵ موج و انواع آن

هر گاه در نامیده‌ای از یک محیط کشسان، ارتعاشی پدید آید، موجب پدید آمدن ارتعاش‌های پی‌درپی دیگری می‌شود که از محل شروع ارتعاش دور و دورتر رفته و به این ترتیب آنچه که موج مکانیکی می‌نامند، پدید می‌آید. معمولاً موج‌ها را به دو دسته تقسیم‌بندی می‌کنند: موج‌های مکانیکی و موج‌های الکترومغناطیسی. موج‌های مکانیکی ــ مانند موج‌های روی سطح آب (شکل ۳-۱۰) 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 ۷ ــ برای انتشار خود به محیط مادی نیاز ندارند.

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

اگر مانند شکل ۳-۱۱ یک سر فنر بلند[۱] کشیده شده‌ای را به سرعت به چپ و راست تکان دهید، موجی به شکل یک تپ در طول فنر منتشر می‌شود. وقتی سر آزاد فنر را مانند شکل ۳-۱۲ رو به بالا حرکت دهید، بخش مجاور آن نیز از طرق کشسان 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

شکل ۳-۱۰ پاره شدن سنگ در آب فوران‌ها و برآمدگی‌هایی دایره‌ای شکل بر سطح آب بخش می‌شود.

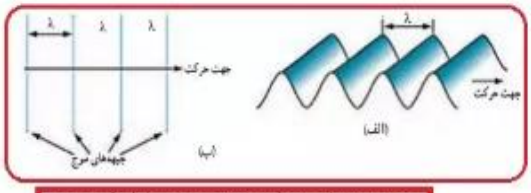
شکل ۳-۱۱ نمایش ایجاد موج در یک فنر بلند کشیده

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

چاپ ۱۴۰۱

تجربی - صفحه ۶۱

ریاضی - صفحه ۶۹

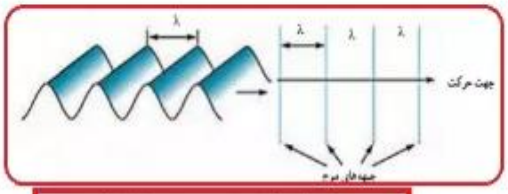


شکل ۳ـ۱۷ الف) طرحی از تشکیل جبهه‌های موج تخت بر سطح آب یک تشت موج. ب) جبهه‌های موج، روشی مناسب برای نمایش یک موج پیش‌رونده هستند. در رسم جبهه‌های موج معمولاً جبهه‌های مربوط به قله‌ها را رسم می‌کنند.

چاپ ۱۴۰۲

تجربی - صفحه ۶۳

ریاضی - صفحه ۷۱



شکل ۳ـ۱۷ طرحی از تشکیل جبهه‌های موج تخت بر سطح آب یک تشت موج. جبهه‌های موج، روشی مناسب برای نمایش یک موج پیش‌رونده هستند.

چاپ ۱۴۰۱

تجربی - صفحه ۶۳

ریاضی - صفحه ۷۱

مثال ۳ـ۴

بسنگی دورهٔ تناوب آونگ به شتاب گرانشی، روش دقیقی را برای تعیین g به‌دست می‌دهد. در این روش با اندازه‌گیری طول l و دورهٔ تناوب T، می‌توان g را به‌دست آورد. ژئوفیزیک‌دانی با استفاده از یک آونگ ساده به طول $l=0/1771\,m$ که $T=2/0\,s$ تواسان کامل را در $60/05\,s$ انجام می‌دهد، شتاب g زمین را در مکانی خاص تعیین می‌کند. وی مقدار g را در این مکان مقدر به‌دست می‌آورد؟

چاپ ۱۴۰۲

تجربی صفحه ۵۹

ریاضی صفحه ۶۷

مثال ۳ـ۴

بسنگی دورهٔ تناوب آونگ به شتاب گرانشی، روش دقیقی را برای تعیین g به‌دست می‌دهد. در این روش با اندازه‌گیری طول l و دورهٔ تناوب T، می‌توان g را به‌دست آورد. ژئوفیزیک‌دانی با استفاده از یک آونگ ساده به طول $l=0/1771\,m$ که $T=2/0\,s$ تواسان کامل را در $60/05\,s$ انجام می‌دهد، شتاب g زمین را در مکانی خاص تعیین می‌کند. وی مقدار g را در این مکان چقدر به‌دست می‌آورد؟

چاپ ۱۴۰۱

تجربی صفحه ۵۹

ریاضی صفحه ۶۷

مقاومت داده است.

بیشترین صدای خود	10^{-1}	۱۱۰
سنگ‌شکن	10^{-1}	۱۲۰
جوشکاری	10^{-1}	۱۲۰

مثال ۳ـ۵

تراز شدت صوت یک محفوظ کن که انتشار صوت آن به‌صورت شکل ۳ـ۲۶ است در سطح ۲. $80/0\,dB$ است. الف) شدت این صدا چقدر است؟ ب) اگر مساحت سطح ۲، برابر $0/02\,m^2$ باشد، آهنگ متوسط انتقال انرژی از این سطح را محاسبه کنید.

پاسخ: با استفاده از رابطهٔ ۳ـ۱۲ داریم:

الف) $\beta=(10\,dB)\log(I/I_0) \Rightarrow 80/0\,dB=(10\,dB)\log(I/I_0) \Rightarrow \log(I/I_0)=8/00$

$(I/I_0)=10^{8/00} \Rightarrow I=10^{8/00}(1/00\times10^{-12}\,W/m^2)=1/00\times10^{-4}\,W/m^2$

ب) $I=\frac{P_{av}}{A} \Rightarrow P_{av}=IA=(1/00\times10^{-4}\,W/m^2)(0/02\,m^2)=0/02\times10^{-4}\,W$

تمرین ۳ـ۷

چاپ ۱۴۰۲

تجربی - صفحه ۷۳

ریاضی - صفحه ۸۱

مقاومت داده است.

بیشترین صدای خود	10^{-1}	۱۱۰
سنگ‌شکن	10^{-1}	۱۲۰
جوشکاری	10^{-1}	۱۲۰

مثال ۳ـ۵

تراز شدت صوت یک محفوظ کن که انتشار صوت آن به‌صورت شکل ۳ـ۲۶ است در سطح ۲. $80/0\,dB$ است. الف) شدت این صدا چقدر است؟ ب) اگر مساحت سطح ۲، برابر $0/02\,m^2$ باشد، آهنگ متوسط انتقال انرژی از این سطح را محاسبه کنید.

پاسخ: با استفاده از رابطهٔ ۳ـ۱۲ داریم:

$\beta=(10\,dB)\log(I/I_0)$

$80\,dB=(10\,dB)\log(I/I_0)$

$\log(I/I_0)=8/0$

$(I/I_0)=10^{8/0} \Rightarrow I=10^{8/0}(1/00\times10^{-12}\,W/m^2)=1/00\times10^{-4}\,W/m^2$

تمرین ۳ـ۷

چاپ ۱۴۰۱

تجربی - صفحه ۷۳

ریاضی - صفحه ۸۱

که در آن n عددی صحیح است. با قرار دادن $n=3,4,5,6$ در معادلهٔ بالمر، طول‌موج خط‌های طیف گسیلی اتم هیدروژن در ناحیهٔ مرئی به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

(خط قرمز) $n=3 \rightarrow \lambda=656/20\,nm$ (خط آبی) $n=4 \rightarrow \lambda=486/0\,nm$

(خط نیلی) $n=5 \rightarrow \lambda=434/00\,nm$ (خط بنفش) $n=6 \rightarrow \lambda=410/13\,nm$

بالمر با تأمل بیشتر روی رابطهٔ ۴ـ۲، پیشنهاد کرد که ممکن است رشته‌های دیگری از خط‌های که تا آن زمان در طیف هیدروژن دیده نشده‌اند وجود داشته باشند. ریدبرگ، فیزیک‌دان سوئدی، در راستای همین موضوع تلاش فراوانی برای کامل‌تر کردن طیف گسیلی خطی هیدروژن انجام داد و در سال ۱۸۸۸ میلادی معادلهٔ بالمر را به‌صورت زیر اصلاح و بازنویسی کرد:

چاپ ۱۴۰۲

صفحه ۱۰۱ تجربی

صفحه ۱۲۲ ریاضی

که در آن n عددی صحیح است. با قرار دادن $n=3,4,5,6$ در معادلهٔ بالمر، طول‌موج خط‌های طیف گسیلی اتم هیدروژن در ناحیهٔ مرئی به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

(خط قرمز) $n=3 \rightarrow \lambda=656/20\,nm$ (خط آبی) $n=4 \rightarrow \lambda=486/0\,nm$

(خط نیلی) $n=5 \rightarrow \lambda=434/00\,nm$ (خط بنفش) $n=6 \rightarrow \lambda=410/13\,nm$

بالمر با تأمل بیشتر روی رابطهٔ ۴ـ۲، پیشنهاد کرد که ممکن است رشته‌های دیگری از خط‌های که تا آن زمان در طیف هیدروژن دیده نشده‌اند وجود داشته باشند. ریدبرگ، فیزیک‌دان سوئدی، در راستای همین موضوع تلاش فراوانی برای کامل‌تر کردن طیف گسیلی خطی هیدروژن انجام داد و در سال ۱۸۸۸ میلادی معادلهٔ بالمر را به‌صورت زیر اصلاح و بازنویسی کرد:

چاپ ۱۴۰۱

صفحه ۱۰۱ تجربی

صفحه ۱۲۲ ریاضی

صفحه 86 ریاضی 1401: ابتدای صفحه ، تغییر جمله «شکل زیر طیف موج های الکترونیکی را با یک مقیاس تقریبی نشان می دهد.» **در چاپ 1402 به** «شکل زیر طیف موج های الکترونیکی را بدون در نظر گرفتن مقیاس نشان می دهد.»

۴ـ۵ ساختار هسته

۱۵. تعداد نوترون‌هایی را که می‌توان کنار هم (تنگ‌چین) در یک توپ تنیس به شعاع ۳/۲cm جای داد، حساب کنید. در این صورت جرم این توپ چقدر است؟

(شعاع و جرم نوترون را به‌ترتیب $۸/۴ \times ۱۰^{-۱۶}m$ و $۱/۷ \times ۱۰^{-۲۷}kg$ در نظر بگیرید.)

چاپ ۱۴۰۲- صفحه ۱۲۴

صفحه ۱۲۴ تجربی

صفحه ۱۵۵ ریاضی

۴ـ۵ ساختار هسته

۱۵. مرتبهٔ بزرگی تعداد نوترون‌هایی را که می‌توان تنگ هم در یک توپ تنیس به شعاع ۳/۲cm جای داد، تخمین بزنید. در این صورت مرتبهٔ بزرگی جرم این توپ چقدر است؟

(مرتبهٔ بزرگی شعاع و جرم نوترون را به‌ترتیب $۱۰^{-۱۵}m$ و $۱۰^{-۲۷}kg$ در نظر بگیرید.)

چاپ ۱۴۰۱- صفحه ۱۲۴

صفحه ۱۲۴ تجربی

صفحه ۱۵۵ ریاضی