چکیده فیزیک ۳

رشته ریاضی

پایه دوازدهم

گردآوری: حسین صمدیه

فیزیک پایه دوازدهم ریاضی

حرکت‌شناسی

مسافت و جابه‌جایی

طول مسیر حرکت جسم، مسافت پیموده شده یا به اختصار مسافت نامیده می‌شود. (l)

پاره‌خط جهت‌داری که مکان آغازین حرکت را به مکان پایانی حرکت وصل می‌کند بردار جابه‌جایی نامیده می‌شود. ($\vec{d}$)

ALL RIGHTS RESERVED H.SAMADIEH

تندی و سرعت

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t}$$ تندی متوسط , $$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$$ سرعت متوسط

تندی متوسط یک کمیت نرده‌ای و سرعت متوسط یک کمیت برداری است. یکای آن‌ها در SI ، متر بر ثانیه (m/s) می‌باشد

حرکت بر روی خط راست

برداری که مبدأ محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند بردار مکان جسم در آن لحظه نامیده می‌شود.

وقتی حرکت در راستای محور X باشد: $\vec{d}_1 = x_1\vec{i}$, $\vec{d}_2 = x_2\vec{i}$ $\rightarrow \vec{d} = \vec{d}_2 - \vec{d}_1 = \Delta x\vec{i}$

از آنجا که تنها حرکت اجسام بر خط راست بررسی می‌شود، جابه‌جایی متحرک را به جای بردار $\vec{d}$ به صورت Δx و سرعت متوسط را به جای $\vec{v}_{av}$ به صورت رابطه‌ی زیر در حل مسئله‌ها به کار می‌بریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

علامت جبری Δx و v_{av} به ترتیب جهت جابه‌جایی و سرعت را نشان می‌دهند.

نمودار مکان–زمان

برای توصیف حرکت یک جسم می‌توان از نموداری که مکان جسم را در هر لحظه نشان می‌دهد، استفاده کرد. برای رسم این نمودار، غالباً زمان را روی محور افقی و مکان را روی محور قائم مشخص می‌کنیم.

تعیین سرعت متوسط به کمک نمودار مکان زمان

نسبت جابه جایی به مدت زمان جابه‌جایی را، سرعت متوسط می‌گویند.

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

سرعت متوسط بین دو لحظه از زمان برابر شیب پاره خطی است که نقاط نظیر آن دو لحظه در نمودار مکان زمان را به یکدیگر وصل می کند.

تندی لحظه‌ای و سرعت لحظه‌ای

تندی متحرک در هر لحظه از زمان را تندی لحظه‌ای می‌نامند.

اگر هنگام گزارش تندی لحظه‌ای، به جهت حرکت متحرک نیز اشاره شود، در واقع سرعت لحظه‌ای ($\vec{v}$) آن‌را که کمیتی برداری است بیان کرده‌ایم. برای سادگی، بیشتر وقت‌ها سرعت لحظه‌ای و تندی لحظه‌ای را به ترتیب به صورت سرعت و تندی بیان می‌کنند. به دلیل این‌که تنها حرکت بر روی خط راست بررسی می‌گردد به جای $\vec{v}$ از v استفاده می‌کنیم

(هرگاه متحرک در جهت مثبت حرکت کند v مثبت و هرگاه در جهت منفی حرکت کند v منفی است).

تعیین سرعت لحظه‌ای به کمک نمودار مکان–زمان

سرعت در هر لحظه‌ی دلخواه t ، برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان- زمان در آن لحظه است.

هرچه شیب خط مماس بر نمودار مکان زمان در یک لحظه، بیشتر باشد، سرعت در آن لحظه بیشتر است

شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای

هرگاه سرعت جسمی تغییر کند حرکت آن شتاب‌دار است. با توجه به اینکه بردار سرعت در هر نقطه از مسیر، بر مسیر حرکت مماس است. تغییر سرعت جسم در نقاط مختلف مسیر حرکت می‌تواند به دلیل (۱) تغییر در اندازه‌ی بردار سرعت (تندی) جسم باشد، یا (۲) تغییر در جهت بردار سرعت آن باشد، یا همچنین می‌تواند به دلیل تغییر در اندازه و جهت بردار سرعت متحرک باشد.

به نسبت تغییر سرعت به زمان تغییر آن، شتاب متوسط گفته می‌شود:

$$a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

تعیین شتاب متوسط و لحظه‌ای به کمک نمودار سرعت–زمان

شتاب متوسط بین دو لحظه برابر شیب خطی است که نمودار سرعت زمان را در آن دو لحظه قطع می‌کند.

و شتاب در هر لحظه‌ی دلخواه t، برابر شیب خط مماس بر نمودار سرعت–زمان در آن لحظه است.

شتاب لحظه‌ای را شتاب می‌نامند و آن را با نماد a نشان می‌دهند.

حرکت تندشونده و کندشونده

هرگاه بزرگی سرعت در حال افزایش باشد، حرکت تندشونده و هرگاه بزرگی سرعت در حال کاهش باشد، کندشونده است.

اگر بردار شتاب با بردار سرعت، هم‌جهت باشد ($av > 0$) تندشونده و در صورتی که درخلاف جهت هم باشند ($av < 0$) کندشونده است.

مساحت زیر نمودار سرعت–زمان

مساحت زیر نمودار سرعت- زمان برابر با جابه‌جایی (Δx) متحرک می‌باشد.

مساحت بالای محور زمان، مثبت و زیر محور زمان ، منفی است.

حرکت با سرعت ثابت

در این نوع حرکت، اندازه و جهت سرعت متحرک در طول مسیر ثابت است در نتیجه سرعت متوسط متحرک در هر بازه‌ی زمانی دلخواه، برابر سرعت لحظه‌ای آن است.

معادله‌ی مکان–زمان در حرکت با سرعت ثابت $x = vt + x_0$

x_0 را که مکان متحرک در لحظه‌ی $t = 0$ است مکان اولیه‌ی متحرک می نامند.

حرکت با شتاب ثابت

هر گاه شتاب متحرکی در لحظه‌های مختلف یکسان باشد، شتاب متوسط در بازه‌های زمانی مختلف یکسان است. در چنین حرکتی شتاب متوسط در هر بازه‌ی زمانی برابر شتاب لحظه‌ای متحرک است، یعنی $a_{av} = a$.

سرعت متوسط	$v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ یا $v_{av} = \frac{v_i + v_f}{2}$
سرعت متوسط (مستقل از شتاب)	$\Delta x = \frac{v_1 + v_2}{2}\Delta t$, $\Delta x = v_{av}\Delta t$
معادله سرعت–زمان (مستقل از مکان)	$v = at + v_0$

معادله مکان–زمان (مستقل از سرعت)	$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$
رابطه سرعت–جابه‌جایی (مستقل از زمان)	$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$

حرکت سقوط آزاد

جسم بدون سرعت اولیه و در راستای قائم ازیک ارتفاع رها می‌شود . شتاب در این حرکت برابر g رو رو به پایین می‌باشد.

$$v = -gt \quad , y = -\frac{1}{2}gt^2 + y_0 \quad , v^2 = -2g(y - y_0)$$

فیزیک پایه دوازدهم ریاضی

دینامیک

نیرو

نیرو، حاصل برهم کنش یا اثر متقابل دو جسم بر یکدیگر است.
نیرو کمیتی برداری است که علاوه بر اندازه، جهت نیز دارد. نیرو را به کمک نیروسنج اندازه گیری می‌کنیم و یکای اندازه گیری نیرو، نیوتون

قانون های نیوتون

قانون اول نیوتون: جسم حالت سکون یا حرکت یکنواخت روی خط راست خود را حفظ می کند مگر آنکه تحت تأثیر نیرویی مجبور به تغییر آن حالت شود. اگر به جسمی به طور هم زمان چند نیرو اثر کند و این نیروها اثر یکدیگر را خنثی کنند، به عبارت دیگر برایند نیروهای وارد بر جسم صفر شود، می‌گوییم نیروهای وارد بر جسم متوازن هستند.
اگر به جسمی نیرو وارد نشود جسم وضعیت سکون یا حرکت یکنواخت روی خط راست خود را حفظ می‌کند. به این ویژگی اجسام لختی گفته می‌شود. به همین مناسبت به قانون اول نیوتون قانون لختی نیز می‌گویند.
قانون دوم نیوتون: هرگاه بر جسم نیروی خالصی وارد شود، جسم تحت تأثیر آن نیرو شتاب م یگیرد که این شتاب با نیروی خالص وارد بر جسم نسبت مستقیم دارد و در همان جهت نیروی خالص است و با جرم جسم نسبت وارون دارد.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{net}}{m} \rightarrow \vec{F}_{net} = m\vec{a}$$

قانون سوم نیوتون: هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم اندازه ولی در خلاف جهت آن وارد می-

H.SAMADIEH ALL RIGHTS RESERVED

معرفی چند نیروی خاص

وزن: وزن یک جسم بر روی سطح زمین برابر با نیروی گرانشی است که زمین برجسم وارد می‌کند. $\vec{W} = m\vec{g}$
نیروی مقاومت شاره: وقتی جسمی در یک شاره (مایع یا گاز) قرار دارد و نسبت به آن حرکت می‌کند از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم، به آن وارد می‌شود که به آن نیروی مقاومت شاره می‌گویند و معمولاً آن را با $\vec{f}_D$ نشان می‌دهند. نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم، تندی آن و ... بستگی دارد. هر چه تندی جسم بیشتر باشد، نیروی مقاومت شاره بیشتر خواهد شد.
وقتی جسمی سقوط می‌کند، اگر تندی به مقداری برسد که نیروی مقاومت هوا با نیروی وزن یکسان شود، به این تندی، تندی حدی گویند.
نیروی عمودی سطح: نیروی عمودی تکیه‌گاه از طرف سطح به جسمی که روی آن قرار دارد وارد می‌شود و آن را با $\vec{F}_N$ نشان می‌دهند. این نیرو بر سطحی که جسم روی آن قرار دارد عمود است.
نیروی کشسانی فنر: برای بیشتر فنرها با تقریب قابل قبولی، نیروی کشسانی فنر با اندازه‌ی تغییر طول آن (x) رابطه‌ی مستقیم دارد.

$$F_e = k\,x \quad \text{(قانون هوک)}$$

نیروی کشش طناب: وقتی طناب (کابل، ریسمان و...) متصل به جسمی را می‌کشیم، طناب جسم را با نیرویی می‌کشد. ($\vec{T}$)

نیروی اصطکاک

وقتی تلاش می‌کنیم جسمی را روی سطحی به حرکت درآوریم، چه جسم حرکت کند و چه ساکن بماند، با مقاومتی روبه رو می‌شویم که به آن نیروی اصطکاک گویند. نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس سطح دو جسم، و زبری و نرمی آنها و ...بستگی دارد.
نیروی اصطکاک ایستایی (f_s): اگر به جسمی نیروی محرک موازی سطح (F) وارد شود، تا زمانی که جسم ساکن باشد، نیروی اصطکاک ایستایی با F برابر است. اگر نیروی محرک را آنقدر افزایش دهیم که جسم در آستانه حرکت قرار گیرد، این نیرو برابر با بیشینه‌ی نیروی اصطکاک ایستایی است و آن را با $f_{s,max}$ نشان می‌دهیم. $f_{s,max} = \mu_s F_N$
نیروی اصطکاک جنبشی: بر جسمی که روی سطحی می‌لغزد نیرویی از طرف سطح وارد می‌شود که موازی با سطح و در خلاف جهت لغزش جسم است. $f_k = \mu_k F_N$
معمولاً ضریب اصطکاک جنبشی میان دو سطح، کمتر از ضریب اصطکاک ایستایی میان آن دو سطح است. ($\mu_k < \mu_s$)

حل مسئله های دینامیک

۱- با مشخص کردن جسم مورد نظر، شکل ساده ای از آن را رسم و دستگاه محورهای مختصات را مشخص می کنیم.
۲- نیروهای وارد بر جسم از طرف اجسام دیگر را مشخص و رسم می کنیم.
۳ -در صورت لزوم نیروهایی مانند وزن، اصطکاک، کشسانی فنر، کشش نخ و... را محاسبه می کنیم.
۴- قانون دوم نیوتون را بنا به نیاز در راستای قائم و افقی به کار می بریم

تعادل

هرگاه برآیند نیروهای وارد برجسم (نیروی خالص) برابر صفر شود، جسم در حال تعادل است. در این حالت ممکن است جسم ساکن بماند یا در صورتی که حرکت کند سرعت آن ثابت است (دارای حرکت یکنواخت است).

تکانه (اندازه حرکت)

تکانه‌ی یک جسم($\vec{p}$)، حاصل ضرب جرم جسم(m) در سرعت ($\vec{v}$) آن است. $\vec{p} = m\vec{v}$
تکانه کمیتی برداری است زیرا سرعت، یک کمیت برداری و جرم، یک کمیت نرده‌ای است. جهت تکانه همان جهت سرعت است.

قانون دوم نیوتون برحسب تکانه

آهنگ تغییر تکانه‌ی یک جسم نسبت به زمان برابر برآیند نیروهای وارد بر جسم است.
در شرایط واقعی به جای نیروی خالص باید نیروی خالص متوسط در فاصله‌ی زمانی مورد نظر را به کار برد:

$$\vec{F}_{av} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$$

تغییر تکانه برابر با مساحت سطح زیر نمودار نیرو زمان است.

حرکت دایره‌ای یکنواخت

دوره: در حرکت دایره ای یکنواخت، مدت زمان لازم برای پیمودن یک دور محیط دایره را دوره تناوب (دوره) می نامیم. $T = (2\pi r)/v$

شتاب مرکزگرا: جهت شتاب به دلیل تغییر جهت سرعت و به سمت مرکز

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

نیروی مرکزگرا: نیروی خالص که منجر به حرکت دایره ای می شود،

$$F = m\frac{v^2}{r}$$

نیروی گرانشی

نیروی گرانشی میان دو ذره با حاصل ضرب جرم دو ذره نسبت مستقیم و با مجذور فاصله‌ی آنها از یکدیگر نسبت وارون دارد.

$$F = G\frac{m_1 . m_2}{r^2}$$

وزن و نیروی گرانشی: وزن یک جسم روی زمین برابر با نیروی گرانشی است که زمین بر جسم وارد می‌کند.

$$W = G\frac{M_e . m}{R_e^2}$$

شتاب گرانشی $g = G\frac{M_e}{R_e^2}$

فیزیک پایه دوازدهم ریاضی

نوسان و موج

نوسان دوره ای

نوسان‌هایی را که هر چرخه‌ی آن در دورهای دیگر تکرار شود، نوسان‌های دوره‌ای می‌نامند (مانند ضرباهنگ یا ریتم قلب).
مدت زمان یک چرخه، دوره تناوب حرکت نامیده می‌شود و آن را با T نشان می‌دهند.
تعداد نوسان‌های انجام شده (تعداد چرخه) در هر ثانیه بسامد (فرکانس) نامیده می‌شود و آن را با f نشان می‌دهند

حرکت هماهنگ ساده

به نوسان‌های سینوسی، حرکت هماهنگ ساده (SHM) می‌گویند.
نمونه معروف از حرکت هماهنگ ساده، جرمی است که با یک فنر نوسان می‌کند. نقطه‌ای که فنر نه کشیدگی دارد و نه فشردگی نقطه تعادل گویند.
دامنه‌ی حرکت(A)، بیشینه فاصله‌ی جسم از نقطه‌ی تعادل است (دامنه، فاصله‌ی بین دو انتهای مسیر نیست)
معادله مکان-زمان در حرکت هماهنگ ساده: $x(t) = A\ cos\ \omega t$
در این رابطه ω بسامد زاویه‌ای نوسانگر نامیده می‌شود و برابر است با $\omega = ۲\pi/T$
در سامانه جرم-فنری با وزنه‌ای به جرم m و ثابت فنر k دوره تناوب و بسامد زاویه‌ای به ترتیب عبارتند از:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}\ ,\quad T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

ALL RIGHTS RESERVED H.SAMADIEH

انرژی در حرکت هماهنگ ساده

انرژی مکانیکی نوسانگر (سامانه جرم و فنر) : با افزایش جابه‌جایی از نقطه تعادل، انرژی پتانسیل افزایش می‌یابد، انرژی جنبشی کاهش می‌یابد و بالعکس

$$E = \frac{۱}{۲}\ kA^۲ = \frac{۱}{۲}\ m\omega^۲A^۲ = ۲\pi^۲mA^۲f^۲$$

آونگ ساده

وزنه‌ی کوچکی به جرم m (موسوم به وزنه‌ی آونگ) از نخی بدون جرم و کش نیامدنی به طول L که سر دیگر آن ثابت شده، آویزان است.

$$\omega = \sqrt{g/L} \quad \text{و} \quad T = ۲\pi\sqrt{L/g}$$

تشدید

نوسان طبیعی :وقتی یک نوسانگر ساده را از وضع تعادل خود منحرف می‌کنیم و آن را برای نوسان آزاد می‌گذاریم.
نوسان واداشته نوسانگر ها می‌توانند با اعمال یک نیروی خارجی، با بسامدهای دیگری نیز به نوسان درآیند بسامد این نوسان را با f_d نمایش می‌دهند.
تشدید (رزونانس) : اگر دامنه‌ی نوسان‌های تاب بزرگ‌تر و بزرگ‌تر شود، بسامد نوسان‌های واداشته با بسامد طبیعی تاب برابر شده است.

موج

هر گاه در ناحیه ای از یک محیط کشسان، ارتعاشی به وجود آید، موجب پدید آمدن ارتعاش‌های پی‌درپی دیگری می‌شود که از محل شروع ارتعاش دور و دورترند، و به این ترتیب موج به وجود می‌آید. موج‌ها را عموماً به دو دسته تقسیم‌بندی می‌کنند: موج‌های مکانیکی و موج‌های الکترومغناطیسی. موج مکانیکی مانند موج‌های روی سطح آب و موج‌های صوتی برای انتشار خود به یک محیط مادی نیاز دارند، و موج الکترومغناطیسی (مانند نور مرئی، موج های رادیویی و ...) برای انتشار خود به محیط مادی نیاز ندارند.

انواع موج

موج عرضی: جابه‌جایی هر جزء نوسان‌کننده‌ای از فنر، عمود بر جهت حرکت موج است، که به آن، موج عرضی گفته می‌شود.
موج طولی: جابه‌جایی هر جزء نوسان‌کننده‌ای از فنر در راستای حرکت موج است به چنین موجی، موج طولی می‌گویند.
موج‌های پیش‌رونده: این موج‌ها از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر حرکت کرده و انرژی را با خود منتقل می‌کنند.

مشخصه‌های موج عرضی

اگر چشمه موج به طور هماهنگ ساده نوسان کند، اجزای محیط حول نقطه‌ی تعادل خود با همان بسامد چشمه نوسان می‌کنند.
به هر یک از برآمدگی‌ها یا فرورفتگی های دایره‌ای شکل ایجادشده روی سطح آب، یک جبهه‌ی موج می‌گویند
به برآمدگی‌ها، قلّه(ستیغ)و به فرورفتگی‌ها درّه (پاستیغ)گفته می‌شود.
فاصله‌ی بین دو برآمدگی یا دو فرورفتگی مجاور، طول موج نامیده می‌شود و آن را با λ نشان می‌دهند.
طول موج λ برابر با مسافتی است که موج در مدت دوره‌ی تناوب نوسان چشمه طی می‌کند.
دامنه(A): بیشینه‌ی فاصله‌ی یک ذره از مکان تعادل، دامنهٔ مو ج نامیده می‌شود که فاصله‌ی قله یا دره نسبت به سطح آرام یا ساکن است
دورهٔ تناوب (T): مدت زمانی که هر ذره‌ی محیط (و چشمه موج) یک نوسان کامل انجام می‌دهد.
بسامد (f): تعداد نوسان‌های انجام شده توسط هر ذره‌ی محیط در یک ثانیه بسامد موج نامیده می‌شود. (برابر با بسامد چشمه موج)
تندی انتشار موج (v): اگر جبهه موج در مد زمان Δt مسافت L را بپیماید سرعت آن از رابطه $v = \frac{L}{\Delta t}$ به دست می‌آید. در مدت یک دوره:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$$

سرعت انتشار امواج عرضی

سرعت انتشار موج در یک محیط به نیروی کشش (F) و چگالی خطی جرم ($\mu = \frac{m}{L}$) بستگی دارد.
اما به شرایط فیزیکی چشمه موج (بسامد، دامنه و ...) بستگی ندارد

$$v = \sqrt{F/\mu} \xrightarrow{\text{بازنویسی رابطه}} v = \sqrt{FL/m}$$

انتقال انرژی در موج عرضی

با انتشار موج، انرژی به صورت انرژی جنبشی و پتانسیل در ریسمان انتقال می یابد.
مقدار متوسط آهنگ انتقال و انرژی (توان متوسط) در یک موج سینوسی برای همه‌ی انواع امواج مکانیکی با مربع دامنه و نیز مربع بسامد متناسب است. $\bar{P} = ۲\pi^۲A^۲f^۲\mu v$

امواج الکترومغناطیسی

امواج الکترومغناطیسی از رابطه‌ی متقابل میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی به وجود می‌آیند،
چند مشخصه‌ی بارز این امواج عبارتند از: ۱- میدان الکتریکی $\vec{E}$ عمود بر میدان مغناطیسی $\vec{B}$ است. ۲- میدان‌ها با بسامد یکسان و همگام با یکدیگر تغییر می‌کنند. ۳- موج الکترومغناطیسی یک موج عرضی است (میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی همواره بر جهت حرکت عمودند).
سرعت انتشار موج های الکترومغناطیسی : $c = \sqrt{۱/\varepsilon_۰\mu_۰} \rightarrow c = ۳\times۱۰^۸\ m/s$
طیف امواج الکترومغناطیس شامل امواج رادیویی، میکروموج، فروسرخ، طیف نور مرئی، فرابنفش، پرتوهای X و پرتوهای گاما است، که به ترتیب از کمترین بسامد تا بیشترین بسامد نام برده شده‌اند. همگی با تندی نور در خلأ حرکت می‌کنند و هیچ گسستگی‌ای در این طیف وجود ندارد. طول موج این امواج از رابطه‌ی $\lambda = \frac{c}{f}$ به دست می‌آید. بنابراین بسامدهای بزرگ تر، طول‌موج‌های کوتاه‌تر دارند.
گستره ی طول‌موج‌های مرئی از بنفش با طول موج حدود ۴۰۰ نانومتر تا قرمز با طول موج حدود ۷۰۰ نانومتر است. رنگ بنفش دارای بسامد زیاد ورنگ قرمز دارای بسامد کم است.

فیزیک پایه دوازدهم ریاضی

ALL RIGHTS RESERVED H.SAMADIEH

نوسان و موج

موج طولی و مشخصه‌های آن

در انتشار موج طولی در یک فنر بلندِ کشیده شده ، ناحیه‌های جمع‌شدگی و بازشدگی به طور متناوب در طول فنر ظاهر می‌شوند. در مورد امواج طولی، طول موج برابر با فاصله‌ی بین دو تراکم (برای فنر، جمع شدگی) یا دو انبساط (برای فنر، بازشدگی) متوالی است. همچنین دامنه‌ی موج طولی برابر با بیشینه‌ی جابه‌جایی از مکان تعادل است.

در اینجا نیز همانند موج عرضی، هر جزء فنر در مدت یک دوره (T) یک نوسان کامل انجام می‌دهد و در این مدت موج به اندازه‌ی یک طول موج (λ) پیشروی می‌کند. بنابراین تندی انتشار موج طولی نیز با همان رابطه‌ی موج عرضی به طول موج و دوره‌ی تناوب بستگی دارد ($v = \lambda/T = \lambda f$).تندی انتشار امواج طولی در یک محیط جامد بیشتر از تندی انتشار امواج عرضی در همان محیط است.

دو نوع موج لرزه‌ای، موج اولیه P (موج طولی) و موج ثانویه S (موج عرضی) می‌باشند. تندی موج P و موج S به ترتیب ۸ و ۴/۵ کیلومتر بر ثانیه است.

موج صوتی

صوت یک موج طولی است که توسط جسمی مرتعش ایجاد و به صورت مجموعه‌ای از تراکم‌هاو انبساط‌های هوا منتشر می‌شود.

تندی انتشار صوت با رابطه‌ی $v = f\lambda$ به بسامد و طول موج مربوط می‌شود و به ویژگی‌های فیزیکی محیط بستگی دارد.

عموماً صوت در جامدها سریع‌تر از مایع‌ها و در مایع‌ها سریع‌تر از گازها حرکت می‌کند.

شدت صوت و تراز شدت صوت

شدت صوت: برابر با آهنگ متوسط انرژی‌ای است که توسط موج به واحد سطح، عمود بر راستای انتشار صوت می‌رسد یا از آن عبور می‌کند و آن را با I نشان می‌دهیم. (یکای شدت صوت در SI وات بر متر مربع)

$$I = \frac{\bar{P}}{A} = \frac{E/t}{A} = \frac{E}{At}$$

تراز شدت یک صوت: عبارت است از لگاریتم (در پایه‌ی ده) نسبت شدت آن صوت به شدت صوت مبنا و آن را با β نمایش می‌دهیم.

$$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} \quad \text{(برحسب دسی‌بل dB)}$$

ادراک شنوایی

به صوت حاصل از چشمه‌هایی مانند دیاپازون مرتعش، تُنِ موسیقی یا به اختصار تُن گفته می‌شود

با شنیدن هر تُن، دو ویژگی را می‌توان از هم متمایز ساخت که هر دو به ادراک شنوایی ما مربوط می‌شوند:

ارتفاع (بسامدی است که گوش انسان درک می‌کند) و بلندی (شدتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند)

اثر دوپلر

به تغییر بسامد صوت که از حرکت چشمه، ناظر یا هر دو ناشی می شود اثر دوپلر می‌گویند.

اگر ناظر و چشمه موج به یکدیگر نزدیک شوند، این ناظر طول موج کوتاه‌تری را نسبت به وضعیتی که چشمه ساکن بود اندازه می‌گیرد، که این به معنی افزایش بسامد برای این ناظر است. در حالی که اگر ناظر و چشمه از هم دورشوند،ناظر طول موج بلندتری را نسبت به وضعیتی که چشمه ساکن بود اندازه می‌گیرد، که این به معنی کاهش بسامد برای این ناظر است.

فیزیک پایه دوازدهم ریاضی

برهم‌کنش‌های موج

بازتاب امواج مکانیکی

برای نشان دادن رفتار موج، از نمودار پرتویی می‌توان استفاده کرد.. یک پرتو، پیکان مستقیمی عمود بر جبهه‌های موج است که جهت انتشار موج را نشان می‌دهد . برای هر وضعیت مانع، و همه‌ی انواع موج، مانند امواج دایره‌ای یا کروی ، همواره زاویه‌ی بازتابش برابر با زاویه‌ی تابش است. که به آن، قانون بازتاب عمومی گفته می‌شود

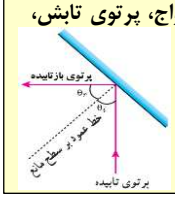
صوت می تواند از یک سطح سخت مانند دیوار بازتابش کند.بازتاب صوت نیز از همان قانون بازتاب عمومی پیروی می‌کند.

مکان‌یابی پژواکی روشی است که بر اساس امواج صوتی بازتابیده از یک جسم، مکان آن جسم را تعیین می‌کند. مکان‌یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر، در تعیین مکان اجسام متحرک و نیز تعیین تندی آنها به کار می‌رود.

بازتاب امواج الکترومغناطیسی

امواج الکترومغناطیسی تخت تابیده به یک سطح کاو پس از بازتابش، در یک نقطه کانونی می‌شوند. از همین ساز و کار برای دریافت امواج رادیویی توسط آنتن های بشقابی و یا امواج فروسرخ برای گرم کردن آب یا مواد غذایی در اجاق های خورشیدی استفاده می‌شود

نور مرئی بخشی از طیف امواج الکترومغناطیسی است. بنابراین نور مرئی نیز از همان قانون بازتاب عمومی امواج پیروی می‌کند؛ یعنی زاویه‌ی تابش (θ_1) و بازتابش (θ_2) در هر بازتابشی با هم برابرند. افزون بر این، برای نور مرئی نیز همچون سایر امواج، پرتوی تابش، پرتوی بازتابش، و خط عمود بر سطح بازتابنده، در هر بازتابشی در یک صفحه واقع‌اند.



سطح بازتابنده‌ی نور همچون یک آینه، بسیار هموار باشد، بازتاب نور را بازتاب آینه‌ای (منظم) می‌گویند.

بازتاب پخشنده (نامنظم): این بازتاب وقتی رخ می‌دهد که نور به سطحی برخورد کند که صیقلی و هموار نباشد. منظور از سطح ناهموار آن است که ناهمواری‌های سطح در مقایسه با طول موج نور قابل چشم‌پوشی نباشد.

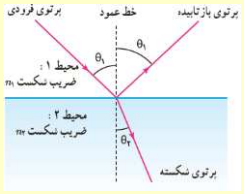
شکست موج

اگر موج سینوسی از قسمت نازک طناب به قسمت ضخیم آن وارد شود، در مقایسه با موج فرودی، بسامد بدون تغییر، ، تندی موجِ عبوری کاهش می‌یابد در نتیجه طبق رابطهٔ $v = f\lambda$ ، طول موج نیز کاهش می‌یابد.

در حالت های دو یا سه بُعدی با عبور موج از یک مرز و ورود آن به محیط دیگر، تندی موج و گاهی جهت انتشار موج نیز تغییر می‌کند و اصطلاحاً موج شکست پیدا کند

اگر تندی انتشار موج فرودی را v_1 و تندی انتشار موج شکست یافته را v_2 بنامیم، قانون شکست عمومی به صورت رابطهٔ زیر است:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{sin\theta_2}{sin\theta_1}$$



$$n = \frac{\text{تندی نور در خلاء}}{\text{تندی نور در یک محیط}} = \frac{c}{v}$$ ضریب شکست محیط

قانون شکست اسنل: ضریب‌شکست محیط شفاف با سینوس زاویه پرتو نور در آن محیط، رابطه‌ی عکس دارد.

$$n_1 sin\theta_1 = n_2 sin\theta_2 \xrightarrow{\text{بازنویسی رابطه}} \frac{n_2}{n_1} = \frac{sin\theta_1}{sin\theta_2}$$

در محیط با ضریب شکست بیشتر (غلیظ‌تر)، تندی نور کمتر و پرتو نور به خط عمود نزدیکتر و در محیط رقیق از خط عمود دورتر می‌شود.

پدیدهٔ سراب: در روزهای گرم ممکن است برکه آبی را در دوردست ببینید که بر سطح زمین قرار دارد، وقتی به محل می‌رسید خشک است.

پاشندگی نور: به تجزیهٔ نور سفید به نورهای رنگی توسط منشور پاشندگی نور گویند. (طول موج نور بیشتر باشد،شکست نور کمتر است)

پراش

موج در عبور از یک شکاف با پهنایی از مرتبهٔ طول موج، به اطراف گسترده می شود، پراش می‌گویند.

پراش فقط به وضعیت عبور موج از یک شکاف باریک (یا روزنه) محدود نمی‌شود بلکه هنگام عبور موج از لبه‌های مانعی که ابعاد آن در حدود طول‌موجِ موج باشد نیز رخ می‌دهد. اگر پراش نوری تکفام از یک شکاف باریک یا لبه‌ای تیز را روی یک پرده ملاحظه کنیم، نوارهای تاریک و روشنی موسوم به نقش پراش را موازی با لبه‌های شکاف مشاهده می‌کنیم .

تداخل

اصل برهم‌نهی امواج : وقتی چندین موج به طور هم زمان بر ناحیه‌ای از فضا تأثیر بگذارند، اثر خالص آن‌ها برابر مجموع اثرهای مجزای هر یک از آن‌ها است. تداخل، ترکیب دو یا چند موج است که هم زمان از یک منطقه عبور می کنند.

امواج در برخی نقاط همدیگر را تقویت می‌کنند (تداخل سازنده) و در برخی نقاط همدیگر را تضعیف یا حذف می‌کنند(تداخل ویرانگر).

تداخل امواج نوری: توماس یانگ، دانشمند انگلیسی به طور تجربی ثابت کرد نور یک موج است. او نشان داد که نور نیز مانند موج‌های سطحی آب، موج های صوتی و همهٔ انواع موج های دیگر تداخل می کند.

نوارهای روشن و تاریک روی پرده که ناشی از تداخل های سازنده و ویرانگرند، نقش تداخلی خوانده می شود. پهنای هر نوار تاریک یا روشن (که مساوی فرض می‌شوند) متناسب با طول موج نور به کار رفته در آزمایش است.

موج ایستاده و تشدید در ریسمان کشیده: از تداخل امواج تابیده و بازتابیده در ریسمان کشیده، امواج ایستاده تشکیل می‌شود.

موج های تابیده و بازتابیده در هر یک از گره ها یکدیگر را حذف و اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند (تداخل ویرانگر). این دو موج در این نقطه‌ها (گره‌ها) کاملاً ناهم فاز (در فاز مخالف) اند. در شکم ها موج‌های تابیده و بازتابیده همدیگر را تقویت می‌کنند (تداخل سازنده). این دو موج در این نقاط هم فاز ند. به ازای بسامدهای معیّنی از مولّد نوسان، تداخل موجب ایجاد موج ایستاده‌ی بارزی (یا اصطلاحاً یک مُدِ نوسان) در تار می‌شود. تار در این بسامدهای معیّن که بسامدهای تشدیدی خوانده می‌شوند به تشدید درمی‌آید.

طول موج های تشدیدی تار $\lambda_n = \frac{2L}{n}$ ، بسامدهای تشدیدی تار $f_n = \frac{nv}{2L} = nf_1$ ، بسامد مُد اصلی (هماهنگ اول) $f_1 = \frac{v}{2L}$

موج ایستاده و تشدید در لوله های صوتی: وقتی موج‌های صوتی در هوای درون لوله حرکت می‌کنند، از هر انتها بازمی‌تابند و به درون لوله بازمی‌گردند، حتی اگر آن انتها باز باشد. اگر طول لوله مضرب‌های معیّنی از طول موجِ موج صوتی باشد، برهم‌نهی موج‌های پیش‌رونده در جهت‌های مخالف، نقش موج ایستاده‌ی بارزی را در لوله ایجاد می‌کند. در انتهای بسته، یک گره و در انتهای باز لوله نیز یک شکم است.

فیزیک پایه دوازدهم ریاضی

ALL RIGHTS RESERVED H.SAMADIEH

فیزیک اتمی

فیزیک جدید

فیزیک کلاسیک در توصیف گستره‌ی وسیعی از پدیده‌های فیزیکی کاملا موفق است. با این حال ، پدیده‌هایی مشاهده و آزمایش‌هایی انجام شد که تبیین کامل و درست آن‌ها با نظریه‌های فیزیک کلاسیک ممکن نبود درنتیجه فیزیک جدید شکل گرفت. نظریه‌ی نسبیت خاص (مربوط به مطالعه‌ی پدیده‌ها در تندی‌های بسیار زیاد و قابل مقایسه با تندی نور)، نظریه‌ی نسبیت عام (مربوط به مطالعه‌ی هندسه‌ی فضا-زمان و گرانش) و نظریه‌ی کوانتومی (مربوط به مطالعه‌ی پدیده‌ها در مقیاس‌های بسیار کوچک، مانند اتم‌ها و ذره‌های سازنده‌ی آن‌ها)

فوتوالکترون و پدیده فوتوالکتریک

وقتی نوری با بسامد مناسب مانند نور فرابنفش به سطحی فلزی بتابد الکترون‌هایی از آن گسیل می‌شوند. این پدیده‌ی فیزیکی را، اثر فوتوالکتریک و الکترون‌های جدا شده از سطح فلز را فوتوالکترون می‌نامند.

انیشتین نور را مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی در نظر گرفت. هر بسته‌ی انرژی، که بعدها فوتون نامیده شد، دارای انرژی $E = hf$ است.

قانون پایستگی انرژی در اثر فوتوالکتریک $hf = W + K$ ، $K_{max} = hf - W_0$ ، بسامد آستانه $f = W_0/h$

طیف پیوسته

همه‌ی اجسام در هر دمایی که باشند، از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل (نشر) می‌کنند که به آن تابش گرمایی گفته می‌شود. برای یک جسم جامد، این امواج شامل گستره پیوسته‌ای از طول‌موج‌هاست. که به آن طیف گسیلی پیوسته یا به اختصار طیف پیوسته میگویند

تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازنده آن است.

طیف اتمی (گسسته)

گازهای کم فشار و رقیق، که اتم‌های منفرد آنها از برهم‌کنش‌های قوی موجود در جسم جامد آزادند به جای طیف پیوسته، طیفی گسسته را گسیل می‌کنند که شامل طول‌موج‌های معیّنی است. این طیف گسسته را، معمولاً طیف گسیلی خطی یا به اختصار طیف خطی می‌نامند.

معادله ریدبرگ (برای طول موج‌های تابشی اتم هیدروژن)

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$n > n'$ و $n' = 1,2,3,4,...$ و $R_H = 0/0109737731$ ثابت ریدبرگ

$n' = 1$: طول موج‌های رشته لیمان و در ناحیه فرابنفش قرار دارند، $n' = 2$: رشته بالمر در ناحیه فرابنفش و نور مرئی،

$n' = 3$: رشته پاشن در ناحیه فروسرخ ، $n' = 4$: رشته براکت در ناحیه فروسرخ ، $n' = 5$: رشته پفوند در ناحیه فروسرخ

کوتاه‌ترین طول موج مربوط به هر رشته زمانی به دست می‌آید که $n = \infty$ و بلندترین طول موج هر رشته هنگامی به دست می‌آید که: $n = n' + 1$

مدل اتمی تامسون

اتم همچون کره‌ای است که بار مثبت به طور همگن در سرتاسر آن گسترده شده است و الکترون‌ها که سهم ناچیزی در جرم اتم دارند در جاهای مختلف آن پراکنده شده‌اند. این مدل را گاهی مدل کیک کشمشی هم می‌گویند، زیرا الکترون‌ها مانند دانه‌های کشمش در آن پخش شده‌اند.

در مدل اتمی تامسون، وقتی الکترون‌ها با بسامدهای معیّنی حول وضع تعادلشان نوسان می‌کنند این نوسان سبب تابش امواج الکترومغناطیسی از اتم می‌شود. یکی از ناکامی‌های مدل تامسون این بود که بسامدهای تابش گسیل شده از اتم ، با نتایج تجربی سازگار نبود.

مدل اتمی راترفورد

اتم دارای یک هسته‌ی بسیار چگال و کوچک و با بار مثبت است که با تعدادی الکترون در فاصله‌هایی به نسبت دور احاطه شده است.. مدل اتمی رادرفورد که آن را مدل اتم هسته‌ای یا مدل هسته‌ای اتم می‌نامند.

اگر الکترون‌ها را نسبت به هسته ساکن فرض کنیم، باید تحت تأثیر نیروی ربایشی الکتریکی بین هسته و الکترون، روی هسته سقوط کنند و در نتیجه اتم باید ناپایدار باشد؛ چیزی که با واقعیت جور درنمی‌آید.

همچنین اگر الکترون‌ها ، به دور هسته در گردش باشند، باز هم این حرکت پایدار نمی‌ماند. زیرا حرکت مداری الکترون به دور هسته، شتابدار و با تابش موج الکترومغناطیسی همراه است. با گسیل موج از انرژی و شعاع مدار حرکت الکترون کاسته می‌شود و بالاخره روی هسته می‌افتد.

مدل اتمی بور

این مدل افزون بر آنکه مسئله‌ی ناپایداری اتم مدل رادرفورد را حل می‌کرد، معادله‌ی ریدبرگ برای طیف خطی اتم هیدروژن را نیز نتیجه می‌داد.

۱- مدارها و انرژی های الکترون‌ها در هر اتم کوانتیده‌اند؛ یعنی فقط مدارها و انرژی‌های گسسته‌ی معیّنی مجاز هستند.

$a_0 = r_1 = 0/529 \times 10^{-11}\ m$ شعاع بور ، $r_n = a_0 n^2$ شعاع مدارها ، $E_n = \frac{-13/6\ eV}{n^2}$ ترازهای انرژی

$E_1 = -13/6 eV$ برابر با انرژی الکترون در تراز $n = 1$ است که اندازه‌ی آن را یک ریدبرگ گویند و با E_R نشان می‌دهد $(E_R = 13/6 eV)$

۲- وقتی یک الکترون در یکی از مدارهای مجاز است، هیچ تابش الکترومغناطیسی گسیل ندارد. (الکترون در مدار مانا یا حالت مانا قرار دارد)

۳ - الکترون می‌تواند از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر برود. هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیشتر E_U به یک حالت مانا با انرژی کمتر E_L یک فوتون تابش می‌شود. $E_U - E_L = hf$ انرژی فوتون گسیل شده

پایین‌ترین تراز انرژی مربوط به $n = 1$ است و دارای مقدار $-13/6$ eV است. ، حالت پایه نامیده می‌شود تا از ترازهای بالاتر که حالت‌های برانگیخته نامیده می‌شوند متمایز باشد. کمترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه، انرژی یونش الکترون نامیده می‌شود.

طیف جذبی: در تابشی که از خورشید گسیل می‌شود و به زمین می‌رسد بعضی از طول‌موج‌ها وجود ندارند. (خطهای تاریک فرانهوفر)

(الف) طیف گسیلی و طیف جذبی هیچ دو گازی همانند یکدیگر نیست. (ب) اتم‌های هر گاز دقیقاً همان طول‌موج‌هایی را از نور سفید جذب می‌کنند که اگر دمای آنها به اندازه کافی بالا رود و یا به هر صورت دیگر برانگیخته شوند، آن‌ها را تابش می‌کنند.

نارسایی مدل بور

این مدل برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد به کار نمی‌رود، زیرا در مدل بور، نیروی الکتریکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد می‌کند به حساب نیامده است. همچنین این مدل نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خطهای طیف گسیلی را توضیح دهد. برای مثال مدل بور نمی‌تواند توضیح دهد که چرا شدت خط قرمز با شدت خط آبی در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی با یکدیگر متفاوت است.

آشنایی با لیزر

در گسیل خود به خود فوتون در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود.

در گسیل القایی یک فوتون ورودی، الکترون برانگیخته را تحریک (یا القا) می‌کند تا تراز انرژی خود را تغییر دهد و به تراز پایین‌تر برود.

ویژگی‌های گسیل القایی: (الف) یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می شود. (ب) فوتون گسیل شده، در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند. (پ) فوتون گسیل شده با فوتون ورودی همگام یا دارای همان فاز است.

به این ترتیب فوتون‌هایی که باریکه‌ی لیزری را ایجاد می‌کنند هم بسامد، هم جهت و هم فاز هستند.

اگر انرژی کافی به اتم‌ها داده شود، الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد، شرطی که به وارونی جمعیت معروف است.

وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهایی موسوم به ترازهای شبه پایدار نسبت به تراز پایین تر بسیار بیشتر باشند. در این ترازها، الکترون‌ها مدت زمان بسیار طولانی‌تری نسبت به به حالت برانگیخته‌ی معمولی باقی می‌مانند. این زمان طولانی‌تر، فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می‌کند.

فیزیک پایه دوازدهم ریاضی

H.SAMADIEH ALL RIGHTS RESERVED

فیزیک هسته‌ای

ساختار هسته

هسته‌ی اتم از نوترون‌ها و پروتون‌ها تشکیل شده است که به طور کلی **نوکلئون** نامیده می‌شوند. نوترون بار الکتریکی ندارد، و جرمش اندکی بیشتر از پروتون است. تعداد پروتون‌های هسته را **عدد اتمی** (Z) می‌نامند. بار هر پروتون به اندازه بار الکترون و با علامت مثبت و بار کل هسته $+Ze$ است . تعداد نوترون‌های موجود در هسته را **عدد نوترونی** نامیده و آن را با N نمایش می‌دهیم. نماد شیمیایی هسته به صورت ${}^{A}_{Z}X_{N}$ است که در آن A **عدد جرمی** است و برابر است با مجموع عدد اتمی و عدد نوترونی. $(A = Z + N)$

ایزوتوپ: هسته‌های یک عنصر شیمیایی معین را با عدد اتمی یکسان (Z)، که تعداد نوترو ن‌های متفاوت و در نتیجه عدد جرمی متفاوت دارند خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون‌های هسته تعیین می‌کند. به همین دلیل ایزوتوپ‌هاخواص شیمیایی یکسانی دارند.

پایداری هسته

نیرویی که نوکلئون‌ها را کنار یکدیگر نگه میدارد **نیروی هسته‌ای**، که **کوتاه بُرد** است و تنها در فاصله‌ای کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند.

نیروی هسته‌ای مستقل از بار الکتریکی است، یعنی نیروی رباییشی هسته‌ای یکسانی بین دو پروتون، دو نوترون، یا یک پروتون و یک نوترون وجود دارد.

برای پایداری هسته، باید نیروی دافعه‌ی الکتروستاتیکی بین پروتون ها با نیروی جاذبه‌ی بین نوکلئون‌ها، که ناشی از نیروی هسته‌ای است، موازنه شده باشد. هسته‌های سنگین با عدد اتمی بزرگ تر از ۸۳ ناپایدارند.

انرژی بستگی هسته

انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته ، **انرژی بستگی هسته‌ای** نامیده می‌شود . جرم هسته هر اتم از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل دهنده‌اش اندکی کمتر است. اگر این اختلاف جرم را که به آن **کاستی جرم هسته** گفته می‌شود، مطابق رابطه‌ی معروف اینشتین ($E = mc^2$) در مربع تندی نور (c^2) ضرب کنیم انرژی بستگی هسته‌ای به دست می‌آید.

نوکلئون‌ها می‌توانند با جذب انرژی به ترازهای انرژی بالاتر بروند و در نتیجه هسته برانگیخته شود. هسته‌ی برانگیخته با گسیل فوتون به تراز پایه بر می‌گردد. انرژی فوتون گسیل شده، با اختلاف انرژی بین تراز برانگیخته و تراز پایه برابر است. هسته‌ی برانگیخته را با گذاشتن ستاره روی نماد ${}^{A}_{Z}X$ به صورت ${}^{A}_{Z}X^{*}$ مشخص می‌کنند

پرتوزایی طبیعی

وقتی یک هسته‌ی ناپایدار یا پرتوزا به طور طبیعی (یا اصطلاحاً خودبه خود) واپاشی می‌کند، نوع معیّنی از ذرات یا فوتون‌های پر انرژی آزاد می‌شوند. این فرایند واپاشی، **پرتوزایی طبیعی** نامیده می‌شود.

در تمام فرایندهای واپاشی پرتوزا تعداد نوکلئون‌ها، پیش از فرایند با تعداد نوکلئون‌ها پس از فرایند مساوی است.

واپاشی آلفا : در این نوع واپاشی که در هسته‌های سنگین صورت می‌گیرد، ذره ی α (از جنس هسته‌ی هلیوم) که از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده از هسته‌ی پرتوزا گسیل شده و یک هسته‌ی جدید که عدد اتمی آن ۲ واحد کم‌تر و عدد جرمی آن ۴ واحد کمتر است:

$$ {}^{A}_{Z}X \xrightarrow{\text{واپاشی}} {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He $$

واپاشی بتا همراه با گسیل الکترون(β^-): الکترون گسیل شده در این واپاشی، در هسته‌ی مادر وجود ندارد و یکی از الکترون‌های مداری اتم نیست. این الکترون وقتی به وجود می‌آید که نوترونی درون هسته، به پروتون و الکترون تبدیل شود.

$$ {}^{A}_{Z}X \xrightarrow{\text{واپاشی}} {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e^{-} $$

واپاشی بتا همراه با گسیل پوزیترون (β^+): یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود و سپس این پوزیترون از هسته گسیل می‌شود.

$$ {}^{A}_{Z}X \xrightarrow{\text{واپاشی}} {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{1}e^{+} $$

واپاشی گامازا: در این فرایند هسته‌ی برانگیخته که با علامت * مشخص شده است، با گسیل پرتو گاما به حالت پایه می‌رسد.

$$ {}^{A}_{Z}X^{*} \xrightarrow{\text{واپاشی}} {}^{A}_{Z}X + \gamma $$

پرتوهای آلفا کمترین نفوذ را دارند (۰/۰۱ mm) و باعث آسیب دیدگی شدید می‌شوند در حالی که پرتوهای بتا مسافت خیلی بیشتری در سرب نفوذ می‌کنند (۰/۱ mm) . پرتوهای گاما بیشترین نفوذ را دارند و می‌توانند از ورقه ای سربی به ضخامت قابل ملاحظه‌ای (۱۰۰ mm) بگذرند

نیمه عمر

نیمه عمر، مدت زمانی است که طول می‌کشد تا تعداد هسته‌های مادر موجود در یک نمونه، به نصف برسند($T_{1/2}$).

$$ N_0 \xrightarrow{T_{1/2}} \frac{N_0}{2} \xrightarrow{T_{1/2}} \frac{N_0}{4} \xrightarrow{T_{1/2}} \dots $$

تعداد هسته‌های باقیمانده در واپاشی:

$$ N = \frac{N_0}{2^n} \qquad , \qquad n = \frac{t}{T_{1/2}} $$

شکافت هسته‌ای

H.SAMADIEH ALL RIGHTS RESERVED

فرایند تقسیم شدن یک هستهٔ سنگین به دو هسته با جرم کمتر، **شکافت هسته ای** نامیده می شود.

در فرایند شکافت اورانیم، ترکیب های متفاوتی از هسته های کوچک تر همراه با تعدادی نوترون (بین ۲ تا ۵) به وجود می‌آید.

$$ {}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{236}_{92}U^{*} \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{91}_{36}Kr + 3{}^{1}_{0}n $$

واکنش زنجیری: نوترون‌ها پس از کُند شدن، توسط هسته‌های دیگر جذب می‌شوند و باعث شکافت در ۳ هسته اورانیم دیگر می‌شوند و ۹ نوترون آزاد می‌کنند و به همین ترتیب آخر.

غنی‌سازی اورانیم: در سنگ معدن اورانیوم واکنش زنجیری رخ نمی‌دهد چون فراوانی اورانیوم ۲۳۵ خیلی کم است (۰/۷۲ درصد). به افزایش درصد یا غلظت ایزوتوپ ۲۳۵ در یک نمونه، غنی‌سازی گفته می‌شود.

راکتور هسته‌ای: راکتور هسته ای، جایی است که در آن واکنش زنجیری شکافت به شکل کنترل شده رخ می دهد.

هم‌جوشی (گداخت) هسته‌ای

یک نوع دیگر واکنش هسته ای که منشأ تولید انرژی در ستارگان و از جمله خورشید است، گداخت یا همجوشی هسته ای نام دارد. در فرایند گداخت هسته ای، دو هستهٔ سبک با یکدیگر ترکیب می شوند و هستهٔ سنگین تری به وجود می آورند. مانند:

$$ D + T \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n $$

در واکنش گداخت، مجموع جرم محصولات فرایند، کمتر از مجموع جرم هسته های اولیه است.