NEWTON'S 2nd LAW

forces not balanced
→ net force
→ acceleration/deceleration

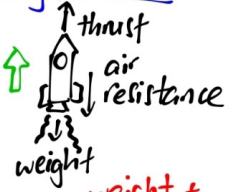
- due to unbalanced forces, the net force causes the body to have an acceleration (accelerating/decelerating)

$$F = ma$$

(1) net force in the direction of motion → body accelerates

thrust > resistive force
• car accelerates (velocity increases)

weight > air resistance
• ball accelerates downwards

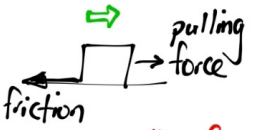


thrust > weight + air resistance
• rocket accelerates upwards

(2) net force in the direction opposite to motion → body decelerates

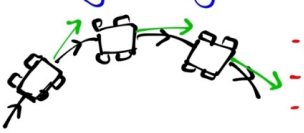
both forces opp to motion
car decelerates, velocity decreases

water drag > thrust
• ship decelerates



friction > pulling force
• box decelerates

(3) body moving in circle / arc / bend at constant speed



- as car moves around at constant speed
- direction changes
- velocity changes → there is acceleration

تصاویر

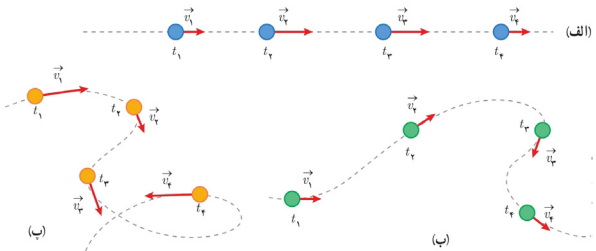
فصل اول: حرکت بر خط راست

تندی سنج خودرو

۱ عقربهٔ تندی‌سنج، تندی لحظه‌ای خودرو را نشان می‌دهد.

۲ تندی‌سنج جهت حرکت خودرو را مشخص نمی‌کند.

عوامل ایجاد شتاب

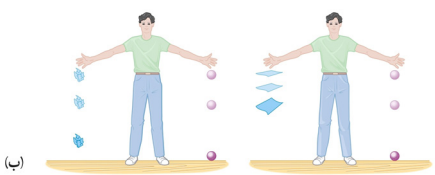


۱ الف) تغییر در اندازهٔ بردار سرعت

۲ ب) تغییر در جهت بردار سرعت

۳ پ) تغییر در اندازه و جهت بردار سرعت

اثر مقاومت هوا بر حرکت سقوطی



۱ اثر مقاومت هوا روی برگهٔ کاغذ بیشتر از اثر مقاومت هوا روی گلوله است (شکل الف).

۲ اگر کاغذ را مچاله کنیم (سطح آن را کاهش دهیم)، اثر مقاومت هوا روی آن کم‌تر می‌شود (شکل ب).

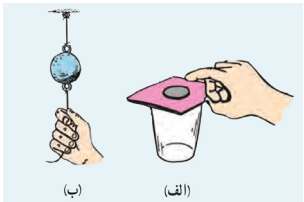
فصل دوم: دینامیک

نیروهای وارد بر کشتی در حال حرکت

۱ نیروی مقاومت، نیروی پیشران و نیروی شناوری، نیروی وزن را خنثی می‌کند.

۲ هیچ‌کدام از این نیروها کنش و واکنش نیستند.

اینرسی



۱ الف) اگر مقوا را به‌سرعت بکشیم، سکه به دلیل خاصیت لختی همراه با مقوا حرکت نمی‌کند و در لیوان می‌افتد.

۲ ب) اگر به آرامی نخ را بکشیم، نخ بالایی پاره می‌شود و اگر ناگهان نخ را بکشیم، نخ پایین پاره می‌شود.

مقایسهٔ نیرو و شتاب

۱ نیرویی که دو شخص به هم وارد می‌کنند، هم‌اندازه و در خلاف جهت یکدیگرند.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

۲ طبق قانون دوم نیوتون $(a = \frac{F}{m})$، شخص سبک‌تر با شتاب بزرگ‌تری حرکت می‌کند: $m_2 < m_1 \rightarrow a_2 > a_1$

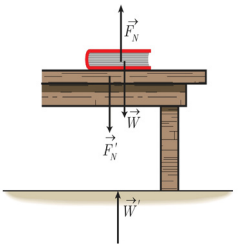
نیروی وزن

۱ نیروی وزن یک جسم $(\vec{W})$ نیروی گرانشی‌ای است که زمین به آن جسم وارد می‌کند.

۲ جهت نیروی وزن به سمت مرکز زمین است.

۳ واکنش نیروی وزن $(\vec{W}')$ ازطرف شخص به زمین وارد می‌شود.

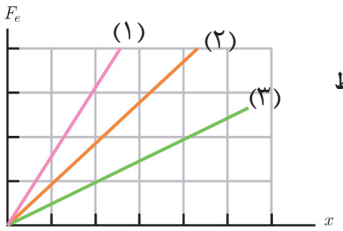
نیروهای وارد بر جسم روی میز



۱ نیروهای وارد بر کتاب عبارتند از: نیروی عمودی میز $(\vec{F}_N)$ و نیروی وزن کتاب $(\vec{W})$. این دو نیرو هم‌اندازه و در خلاف جهت یکدیگرند و با هم موازنه می‌شوند.

۲ واکنش $\vec{F}_N$ از طرف کتاب به میز وارد می‌شود $(\vec{F}'_N)$ و واکنش $\vec{W}$ از طرف کتاب به زمین وارد می‌شود $(\vec{W}')$.

نمودار $F_e - x$

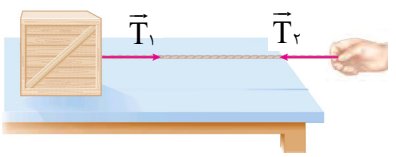


۱ نمودار بزرگی نیروی کشسانی فنر بر حسب تغییر طول آن به شکل یک خط راست با شیب k (ثابت فنر) است.

۲ هرچه ثابت فنر بزرگ‌تر باشد، شیب نمودار $F_e - x$ بیشتر شده است.

$$k_1 > k_2 > k_3$$

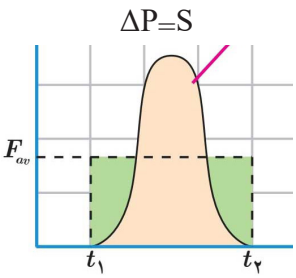
نیروی کشش نخ



۱ طناب جسم را با نیروی کشش $\vec{T}_1$ و دست را با نیروی کشش $\vec{T}_2$ می‌کشد.

۲ اگر جرم طناب ناچیز باشد (یا جسم ساکن باشد)، نیروهای $\vec{T}_1$ و $\vec{T}_2$ هم‌اندازه‌اند، ولی کنش و واکنش نیستند.

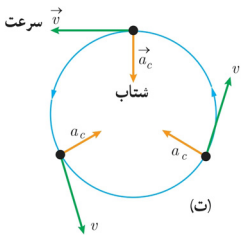
نمودار F–t



۱ مساحت سطح زیر نمودار نیرو ـ زمان، برابر تغییر تکانهٔ جسم است.

۲ نیروی متوسط وارد بر جسم هم‌اندازه با نیروی ثابتی است که اگر در زمان تأثیر نیرو به جسم وارد شود، تکانهٔ جسم را همان‌اندازه تغییر دهد (یعنی سطح زیر نمودار $F_{av} - t$ برابر سطح زیر نمودار F–t است.)

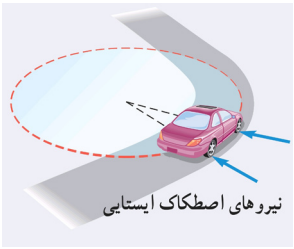
شتاب مرکزگرا



۱ در حرکت دایره‌ای یکنواخت، جهت شتاب (و نیروی خالص وارد بر جسم) همواره به سمت مرکز دایره (عمود بر بردار سرعت) است.

۲ دلیل ایجاد شتاب مرکزگرا، تغییر جهت بردار سرعت جسم است.

دور زدن در جادهٔ افقی

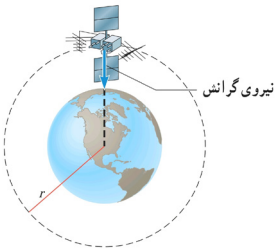


۱ نیروهای اصطکاک ایستایی جانبی بین لاستیک‌ها و سطح جاده نیروی مرکزگرای لازم برای دور زدن خودرو را تأمین می‌کند.

۲ شرط دور زدن خودرو این است که:

$$f_{s,max} \geq \frac{mv^2}{r}$$

نیروی مرکزگرای ماهواره

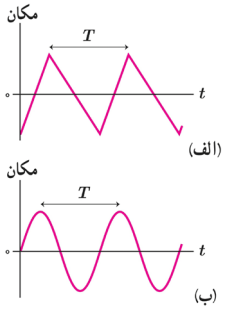


۱ نیروی گرانش بین ماهواره و کرهٔ زمین نیروی مرکزگرای لازم برای دوران ماهواره را تأمین می‌کند.

$$F_g = \frac{mv^2}{r}$$

فصل سوم: نوسان و موج

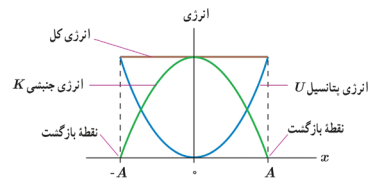
دو نوع نمودار نوسانی



۱ الف) این نمودار، نمونه‌ای از نوسان دوره‌ای و غیرسینوسی است.

۲ ب) این نمودار، نمونه‌ای از نوسان دوره‌ای و سینوسی است. حرکت متحرکی با چنین نموداری هماهنگ ساده (SHM) است.

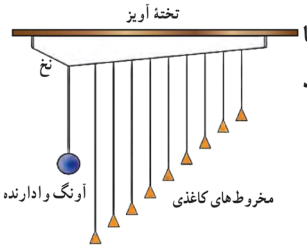
نمودار انرژی ـ مکان



۱ در حرکت هماهنگ ساده، انرژی‌های جنبشی و پتانسیل مرتب به هم تبدیل می‌شوند، طوری که مجموع آن‌ها (انرژی مکانیکی) ثابت است.

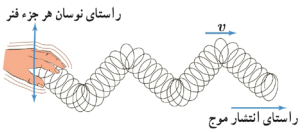
۲ در مرکز نوسان $(x = \circ)$ ، انرژی جنبشی، بیشینه و انرژی پتانسیل صفر است. در نقاط بازگشتی $(x = \pm A)$ انرژی جنبشی، صفر و انرژی پتانسیل، بیشینه است.

آونگ‌های بارتون



۱ با به‌نوسان در آوردن آونگ وادارنده در صفحهٔ عمود بر صفحهٔ شکل، بقیهٔ آونگ‌ها هم شروع به نوسان می‌کنند، اما آونگ هم‌طول با آونگ وادارنده در اثر پدیدهٔ تشدید با دامنهٔ بزرگ‌تری نوسان می‌کند.

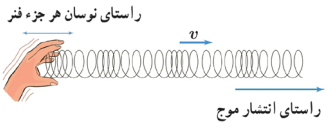
موج عرضی



۱ در موج عرضی، راستای نوسان ذرات بر راستای انتشار موج عمود است.

۲ شاخصهٔ امواج عرضی قله‌ها و دره‌های ایجادشده در محیط انتشار موج است.

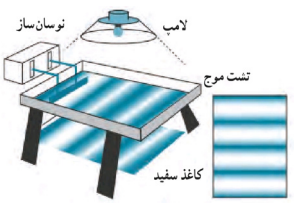
موج طولی



۱ در موج طولی، راستای نوسان ذرات بر راستای انتشار موج منطبق است.

۲ شاخصهٔ امواج طولی، تراکم‌ها و انبساط‌های ایجاد شده در محیط انتشار موج است.

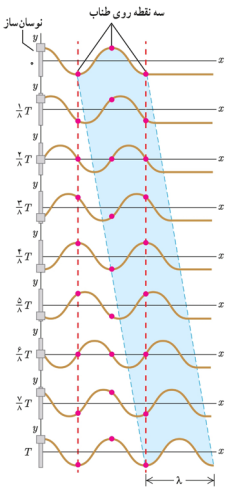
تشت موج



۱ وسیله‌ای است شامل یک تشت شیشه‌ای کم‌عمق و یک نوسان‌ساز که از آن برای مطالعهٔ برخی از مشخصه‌های موج استفاده می‌شود.

۲ برآمدگی‌ها و فرورفتگی‌های موج روی سطح آب، در سایهٔ تشکیل‌شده روی ورقهٔ کاغذ دیده می‌شود.

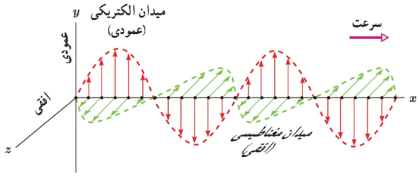
نقش موج عرضی در طناب



۱ در مدت یک دوره، هر ذره از طناب یک نوسان کامل انجام می‌دهد و موج به اندازهٔ یک طول موج پیشروی می‌کند.

۲ هر نقطه در جهتی حرکت می‌کند که بلافاصله در موقعیت نقطهٔ مجاور و ماقبلش قرار بگیرد.

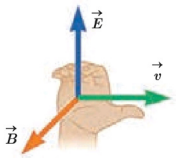
تصویر لحظه‌ای از موج الکترومغناطیسی



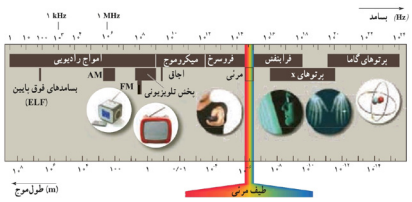
۱ میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی بر یکدیگر و بر راستای انتشار موج عمودند. بنابراین، موج الکترومغناطیسی از نوع عرضی است.

۲ میدان‌ها با بسامد یکسان و همگام با هم تغییر می‌کنند.

۳ جهت انتشار امواج با استفاده از قاعدهٔ دست راست تعیین می‌شود.



طیف امواج الکترومغناطیسی



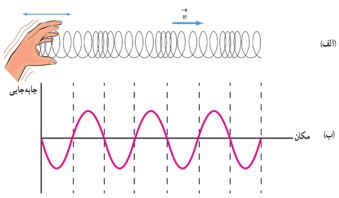
۱ به‌تدریج از بسامد زیاد به کم: گاما ـ ایکس ـ فرابنفش ـ مرئی ـ فروسرخ ـ میکروموج ـ رادیویی.

۲ پرتوهای x با پرتوهای گاما و فرابنفش تداخل دارند.

۳ امواج رادیویی از بسامد زیاد به کم: $\mathrm{FM} - \mathrm{AM} - \mathrm{ELF}$.

۴ طول موج امواج رادیویی حدود ۱m و بالاتر است.

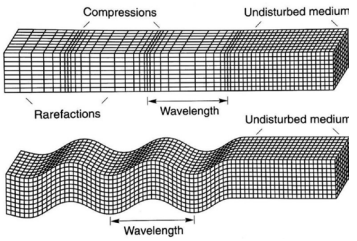
نمودار جابه‌جایی ـ مکان در یک موج طولی



۱ در وسط یک تراکم بیشینه یا یک بازشدگی بیشینه، جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل صفر است.

۲ در وسط فاصلهٔ یک تراکم بیشینه و یک بازشدگی بیشینهٔ مجاور هم، جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل بیشینه است.

امواج لرزه‌ای

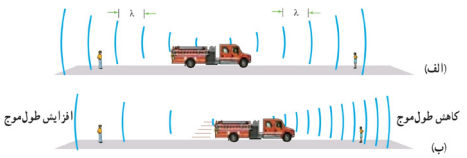


۱ حرکت‌های درون زمین (مثل زمین‌لرزه) باعث ایجاد موج‌های مکانیکی‌ای به نام امواج لرزه‌ای می‌شوند.

۲ دو نوعند: اولیه (P) از نوع طولی و ثانویه (S) از نوع عرضی.

۳ تندی امواج اولیه بیشتر از تندی امواج ثانویه است و زودتر به دستگاه لرزه‌نگار می‌رسند.

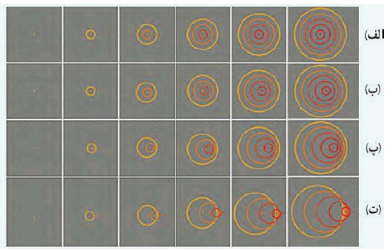
اثر دوپلر



۱ وقتی ماشین ساکن است، بسامد و طول موج آن در جلو و عقب ماشین برابرند.

۲ وقتی ماشین حرکت می‌کند، طول موج در جلوی ماشین کم و طول موج در عقب ماشین افزایش می‌یابد. بسامد شنیداری در جلوی ماشین افزایش و در عقب ماشین کاهش می‌یابد.

حرکت چشمهٔ موج



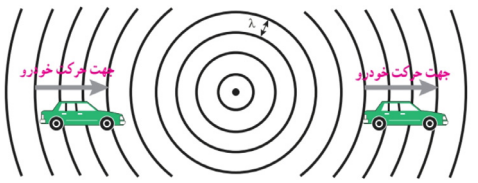
الف) ساکن

ب) با سرعت کم‌تر از سرعت صوت به سمت راست

پ) با سرعت صوت به سمت راست

ت) با سرعت بیشتر از سرعت صوت به سمت راست

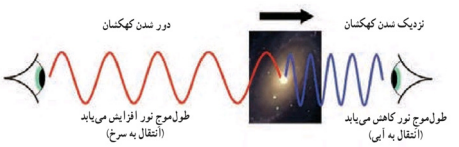
تأثیر حرکت ناظر بر بسامد شنیداری



۱ طول موج در جلو و عقب چشمهٔ ساکن برابر است.

۲ بسامد صوت شنیداری برای شخصی که به چشمه نزدیک می‌شود، افزایش و برای شخصی که از چشمه دور می‌شود، کاهش می‌یابد.

انتقال به سرخ و انتقال به آبی



اگر کهکشانی از ما دور شود، بسامد موجی که از آن دریافت می‌کنیم، کاهش و طول موج دریافتی افزایش می‌یابد (انتقال به سرخ).

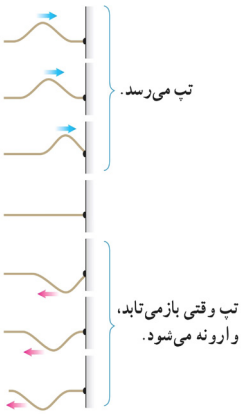
اگر کهکشانی به ما نزدیک شود، بسامد موجی که از آن دریافت می‌کنیم افزایش و طول موج دریافتی کاهش می‌یابد (انتقال به آبی).

فصل چهارم: برهم‌کنش‌های موج

بازتاب موج در یک بُعد

۱ وقتی موج در یک امتداد منتشر می‌شود، آن را یک بُعدی می‌گوییم.

۲ تپی که به انتهای بستهٔ طناب می‌رسد، به‌طور وارون درجهت مخالف برمی‌گردد.

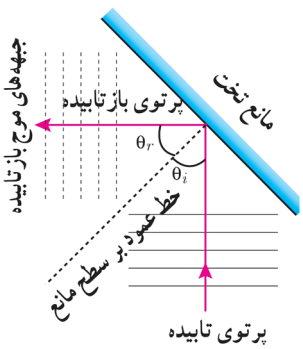


بازتاب امواج در دو بُعد

۱ پرتوهای تابیده بر جبهه‌های موج تابیده و پرتوهای بازتابیده بر جبهه‌های موج بازتابیده عمودند.

۲ زاویهٔ تابش = زاویهٔ پرتوی تابش با خط عمود = زاویهٔ جبههٔ موج تابش با سطح

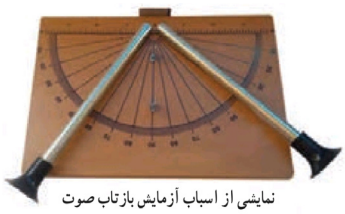
زاویهٔ بازتابش = زاویهٔ پرتوی بازتابش با خط عمود = زاویهٔ جبههٔ موج بازتابش با سطح



اسباب آزمایش بازتاب صوت

۱ با استفاده از این وسیله، قانون بازتاب عمومی برای امواج صوتی تحقیق می‌شود.

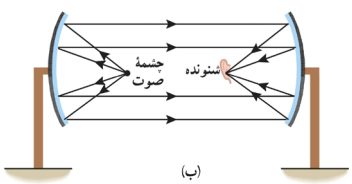
۲ در موقعیتی که لوله‌ها زاویه‌های برابر با خط عمود می‌سازند، صدای ایجادشده در یک لوله با بیشترین بلندی از لولهٔ دیگر شنیده می‌شود.


نمایشی از اسباب آزمایش بازتاب صوت

بازتاب امواج در سه بُعد

۱ بازتاب امواج صوتی از دو سطح کاو با استفاده از نمودار پرتوی.

۲ وقتی شخص در کانون یکی از سطوح صحبت می‌کند، شخص دیگری که در کانون سطح کاو مقابل قرار دارد، آن صدا را می‌شنود.

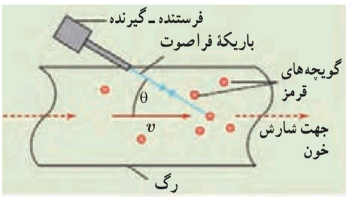


میکروفون سهموی

۱ ثبت صداهای ضعیف به کمک بازتابندهٔ کاو

۲ امواج صوتی در میکروفون متمرکز می‌شوند.

تندی‌سنج شارش خون



۱ وسیله‌ای که از فنّاوری مکان‌یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر برای اندازه‌گیری تندی گویچه‌های قرمز استفاده می‌کند.

۲ امواج ارسال‌شده توسط این وسیله از نوع «فراصوت»اند.

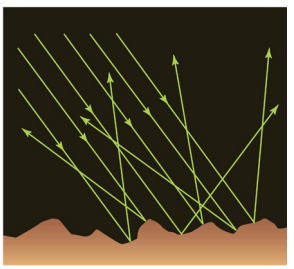
رادار دوپلری

وسیله‌ای که با فنّاوری مکان‌یابی پژواکی موقعیت متحرک (خودرو) و با استفاده از اثر دوپلر تندی آن را اندازه می‌گیرد.

اجاق خورشیدی

امواج الکترومغناطیسی پس از بازتاب از یک سطح کاو در کانون متمرکز می‌شوند.

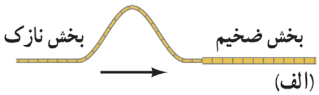
بازتاب پخشنده



۱ بازتاب از سطوح ناهموار به‌طور پخشنده (نامنظم) است.

۲ قانون بازتاب عمومی در مورد بازتاب از سطوح ناهموار هم برقرار راست.

انتقال موج

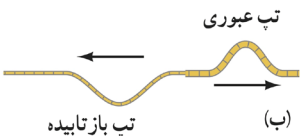


(الف)

۱ وقتی موج از طناب نازک وارد طناب ضخیم می‌شود، بخشی از آن از مرز دو طناب عبور و بخشی از آن (به‌صورت وارونه) باز می‌تابد.

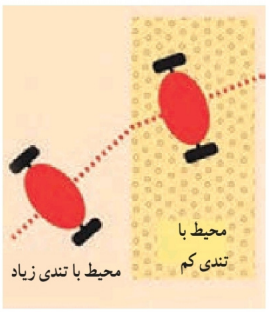
۲ بسامد موج اولیه، موج عبوری و موج بازتابیده برابرند.

۳ تندی و طول موج موج درطناب نازک بیشتر از تندی و طول موج موج در طناب ضخیم است.



(ب)

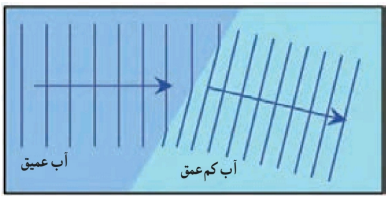
تغییر مسیر ماشین اسباب‌بازی در هنگام تغییر محیط



۱ وقتی ماشین از کف سرامیکی وارد قالیچه می‌شود تندی آن کم و از مسیر اولیه منحرف می‌شود.

۲ به‌طور مشابه، با تغییر محیط انتشار موج، راستای انتشار آن تغییر و اصطلاحاً شکسته می‌شود.

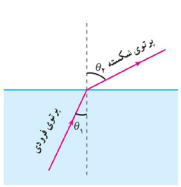
شکست امواج سطحی در مرز آب عمیق و آب کم‌عمق

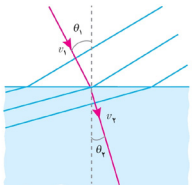


۱ تندی و طول موج امواج در آب عمیق بزرگ‌تر از تندی و طول موج امواج در آب کم عمق است.

۲ زاویهٔ تابش در آب عمیق بزرگ‌تر از زاویهٔ شکست در آب کم‌عمق است.

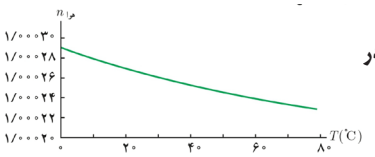
شکست موج





طبق قانون شکست عمومی، اگر $v_2 > v_1$ باشد، $\theta_2 > \theta_1$ و اگر $v_2 < v_1$ باشد، $\theta_2 < \theta_1$ است.

نمودار تغییرات ضریب شکست هوا با دما

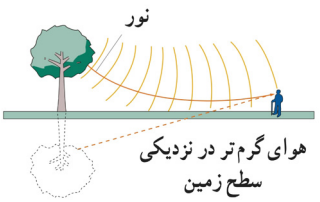


با افزایش دما ضریب شکست هوا کاهش و تندی امواج الکترومغناطیسی در هوا افزایش می‌یابد.

سراب

۱ بخش‌های پایینی جبهه‌های موج در هوای گرم‌تر قرار دارند و تندتر از بخش‌های بالایی حرکت می‌کنند.

۲ تصویر جسم در زیر آن تشکیل و توهم سراب را ایجاد می‌کند.



شکست نور در انتقال بین دو لایهٔ هوا با دماهای متفاوت

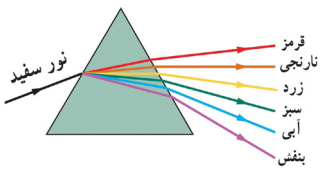
۱ پرتو در هنگام انتقال از هوای گرم به هوای گرم‌تر از خط عمود دور می‌شود.

۲ پرتو در هنگام انتقال از هوای گرم‌تر به هوای گرم به خط عمود نزدیک می‌شود.

پاشیدگی نور سفید در منشور

۱ ضریب شکست هر محیطی (به‌جز خلأ) به طول موج نور بستگی دارد.

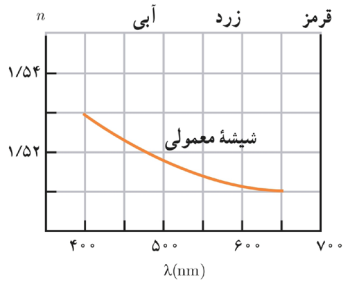
۲ مؤلفه‌های رنگی نور سفید در اثر پاشندگی نور در منشور از هم جدا می‌شوند.



تغییرات ضریب شکست در طیف نور مرئی بر حسب طول موج برای شیشه

۱ ضریب شکست شیشه برای طول موج‌های کوتاهتر، بیشتر است.

۲ ضریب شکست شیشه برای نور بنفش > ضریب شکست شیشه برای نور قرمز



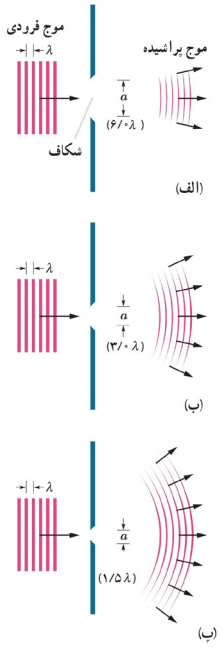
ورود نور مرکب (قرمز + آبی) از شیشه به هوا

نور آبی بیشتر از نور قرمز شکسته و منحرف می‌شود.

پراش

۱ وقتی موج از شکافی با ابعاد نزدیک به طول موج عبور می‌کند به اطراف گسترده می‌شود.

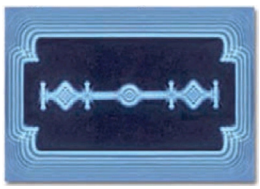
۲ هر چه پهنای شکاف کوچک‌تر باشد، پراش بارزتر است.



نقش پراش

۱ وقتی نور از یک شکاف باریک یا لبهٔ تیز عبور می‌کند نوارهای تاریک و روشنی را موازی با لبه‌های شکاف روی پردهٔ پشت شکاف ایجاد می‌کند.

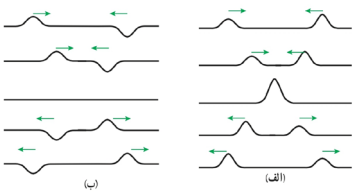
۲ نقش پراش بر اساس بحث تداخل امواج تحلیل می‌شود.



تداخل امواج

۱ تداخل سازنده (شکل الف)

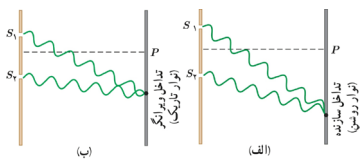
۲ تداخل ویرانگر (شکل ب)



تداخل امواج نوری

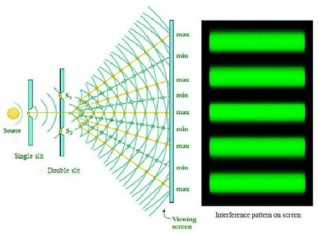
۱ دو موج به طور هم‌فاز به یک نقطه می‌رسند و با هم تداخل سازنده می‌کنند (شکل الف).

۲ دو موج در فاز مخالف به یک نقطه می‌رسند و تداخلشان ویرانگر است (شکل ب).



تهیه و تنظیم: احمد مصلایی

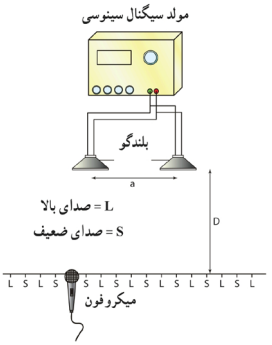
آزمایش یانگ



۱ موج‌های خروجی از دو شکاف با یکدیگر تداخل می‌کنند. در مناطق روشن، دو موج به طور سازنده و در مناطق تاریک، دو موج به‌طور ویرانگر با هم تداخل می‌کنند.

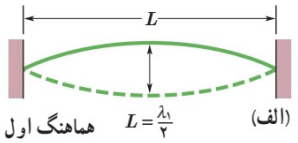
۲ آزمایش یانگ نشان دهندهٔ خاصیت موجی نور است.

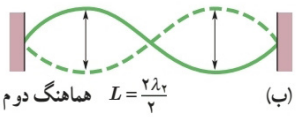
تداخل امواج صوتی

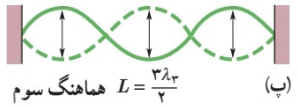


۱ با حرکت میکروفون در امتداد یک خط فرضی، بلندی صدا به‌طور متناوب کم و زیاد می‌شود که نشان‌دهندهٔ تداخل امواج صوتی حاصل از دو بلندگو است.

تار مرتعش



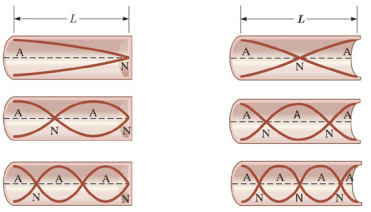




۱ نقش موج ایستاده در بسامدهای تشدیدی تار

۲ با افزایش شمارهٔ هماهنگ، طول موج کاهش و بسامد موج افزایش می‌یابد.

لوله‌های صوتی



۱ سه مُد نخستین یک لولهٔ صوتی با یک انتهای باز (شکل الف).

۲ سه مد نخستین یک لولهٔ صوتی با دو انتهای باز (شکل ب)

۳ هرچه شمارهٔ مُد بیشتر شود، طول موج کم‌تر و بسامد بیشتر می‌شود.

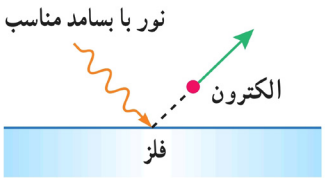
فصل پنجم: اشنایی با فیزیک اتمی

تابش نور به الکتروسکوپ با بار منفی

۱ با تابش نور فرابنفش (با بسامد بالا) الکترون‌ها خارج و برگه‌ها به هم نزدیک می‌شوند (شکل الف).

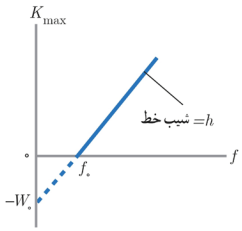
۲ با تابش نور مرئی زاویهٔ بین برگه‌ها تغییر نمی‌کند (شکل ب).

اثر فوتوالکتریک



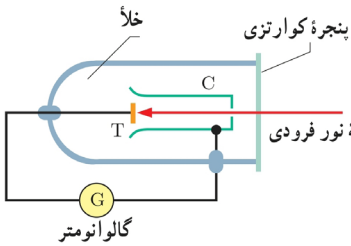
نوری با بسامد بالا می‌تواند الکترون‌ها را از سطح فلز جدا کند. به الکترون‌های آزادشده «فوتوالکترون» می‌گویند.

نمودار انرژی جنبشی بیشینه بر حسب بسامد نور فرودی



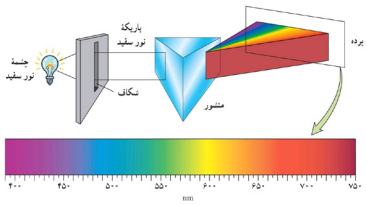
نمودار K_{max} – f به شکل یک خط راست با شیب h است که محور بسامد را در بسامد آستانه قطع می‌کند.

سلول فوتوالکتریک



نور فرودی به فلز هدف (T) برخورد می‌کند. الکترون‌های کنده شده از این فلز به فلز C می‌رسند و جریان الکتریکی برقرار می‌شود.

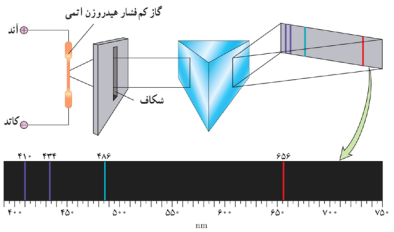
طیف گسیلی پیوسته



طیف گسیلی جامدات و مایعات ملتهب به شکل گسیلی پیوسته است.

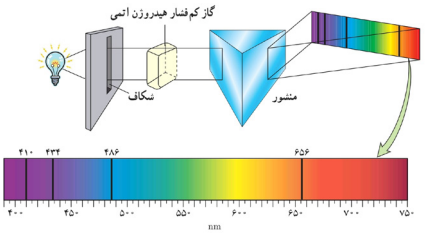
طیف گسیلی خطی

طیف گسیلی گازهای کم‌فشار و رقیق به شکل گسیلی خطی است.



طیف جذبی خطی

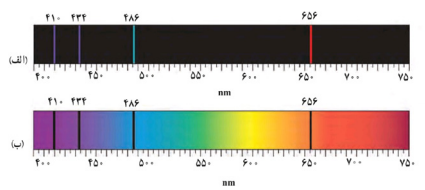
اگر نور سفید از گاز کم‌فشار عبور کند، طول موج‌هایی از آن توسط اتم‌های گاز جذب می‌شوند که به شکل خطوط تاریک روی پرده ظاهر می‌شوند.



طیف گسیلی و جذبی گاز هیدروژن اتمی

۱ اتم‌های هر گاز همان طول موج‌هایی از نور سفید را جذب می‌کنند که در صورت برانگیختگی نشر می‌کنند.

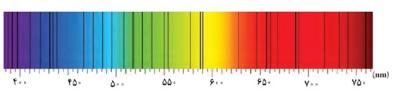
۲ هیدروژن ۴ خط (به رنگ‌های قرمز ـ آبی ـ نیلی ـ بنفش) در ناحیهٔ مرئی دارد.



خطوط فرانهوفر

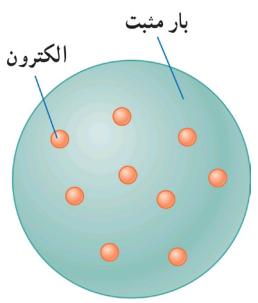
۱ خطوط تاریکی که در طیف نور خورشید دیده می‌شود.

۲ این خطوط ناشی از جذب طول موج‌های مربوط در جو خورشید و جو زمین است.



مدل اتمی تامسون

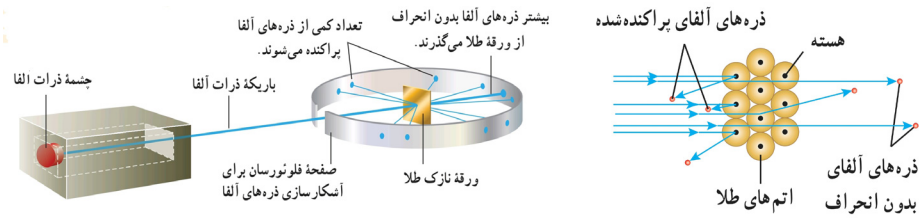
بار مثبت به‌طور یکنواخت در کره‌ای توزیع و الکترون‌ها در نقاط مختلف آن قرار دارند.



آزمایش پراکندگی رادرفورد

۱ ذرات α به ورقهٔ نازکی از طلا می‌تابند. بیشتر ذره‌ها بدون انحراف یا با انحراف جزئی از برگه عبور می‌کنند.

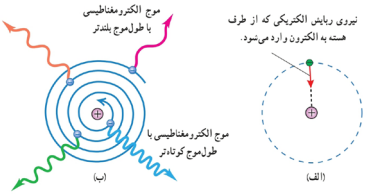
۲ نتیجهٔ آزمایش: هسته‌ای چگال و دارای بار مثبت در مرکز هر اتم وجود دارد.



ناتوانی مدل اتم هسته‌ای رادرفورد در تبیین پایداری اتم

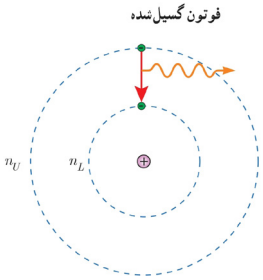
۱ اگر الکترون نسبت به هسته ساکن فرض شود باید در اثر نیروی جاذبهٔ الکتریکی روی هسته سقوط کند.

۲ اگر الکترون دور هسته بچرخد، باید تابش کند و در اثر تابش، انرژی و شعاع دوران آن کاهش و تندی و بسامد موج تابشی افزایش یابد و با تابش طیفی پیوسته روی هسته سقوط کند (تناقض با طیف خطی گسیل‌شده توسط اتم‌ها).



تابش فوتون

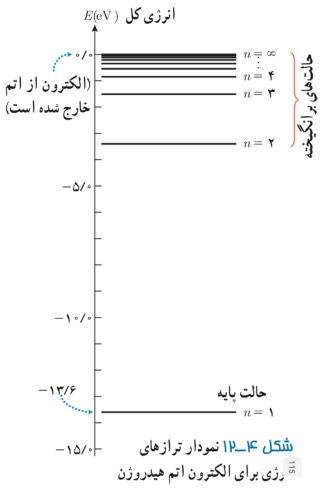
طبق مدل اتمی بور، وقتی الکترون از مدار بالاتر (با انرژی بیشتر) به مدار پایین‌تر (با انرژی کم‌تر) جهش می‌کند، یک فوتون تابش می‌کند که انرژی آن برابر اختلاف انرژی بین مدارهای اولیه و نهایی است.



نمودار ترازهای انرژی برای الکترون اتم هیدروژن

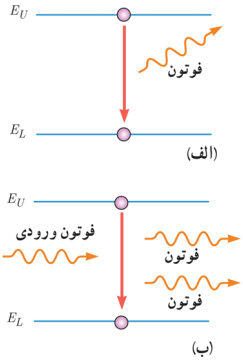
۱ با افزایش n، انرژی الکترون افزایش می‌یابد.

۲ با افزایش n، انرژی‌های حالت‌های برانگیخته به هم نزدیک‌تر می‌شوند.



شکل ۱۴ـ۱۲ نمودار ترازهای انرژی برای الکترون اتم هیدروژن

انواع گسیل

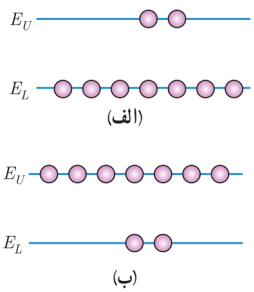


۱ در گسیل خودبه‌خود، فوتون در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود. (شکل الف)

۲ در گسیل القایی یک فوتون وارد و دو فوتون هم‌جهت خارج می‌شوند. (شکل ب)

۳ گسیل القایی اساس کار لیزر است.

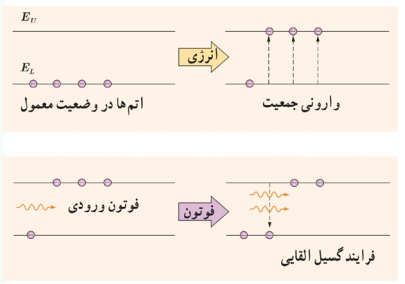
نحوهٔ استقرار الکترون‌ها



۱ به‌طور معمول و در دمای اتاق، بیشتر الکترون‌ها در تراز انرژی پایین‌تر قرار دارند.

۲ در «وارونی جمعیت» تعداد الکترون‌ها در تراز بالاتر بیشتر از تعداد الکترون‌ها در تراز پایین‌تر است.

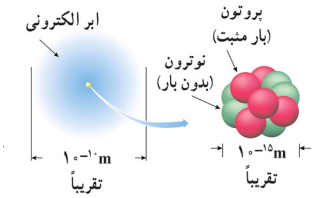
فرایند ایجاد باریکهٔ لیزر به‌طور طرح‌وار



لیزرها بر اساس گسیل القایی جمعیت وارونه‌ای از اتم‌ها کار می‌کنند.

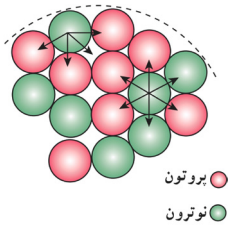
فصل ششم: فیزیک هسته‌ای

مقایسهٔ ابعاد اتم و هسته



شعاع اتم تقریباً 10^{5} برابر شعاع هسته است.

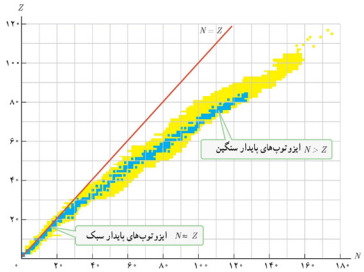
نیروی هسته‌ای



۱ نیروی هسته‌ای بین نوکلئون‌های همسایه برقرار می‌شود و کوتاه‌بُرد است.

۲ نیروی هسته‌ای مستقل از بار الکتریکی است.

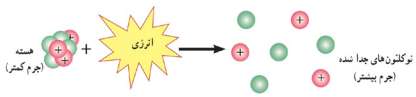
نمودار تغییرات Z بر حسب N



۱ هرچه هسته سنگین‌تر می‌شود، نسبت $\frac{N}{Z}$ بیشتر می‌شود.

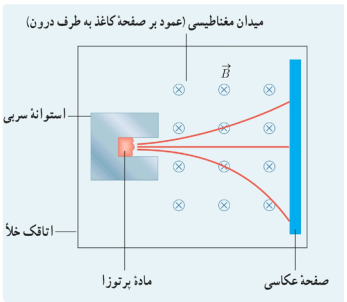
۲ هسته‌های فوق سنگین $(Z > ۸۳)$ همگی ناپایدارند.

انرژی بستگی هسته‌ای



انرژی لازم برای تجزیهٔ هسته به نوکلئون‌های سازنده‌اش برابر انرژی بستگی هسته‌ای است.

مسیر حرکت پرتوهای مادهٔ پرتوزا



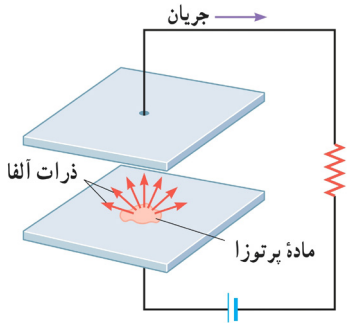
۱ ذرهٔ α بار مثبت دارد و به بالا منحرف می‌شود.

۲ ذرهٔ β^- بار منفی دارد و به پایین منحرف می‌شود.

۳ پرتوهای γ بار ندارد و منحرف نمی‌شود.

۴ میزان انحراف ذرهٔ β^- بیشتر از ذرهٔ α است (در صورت تندی یکسان).

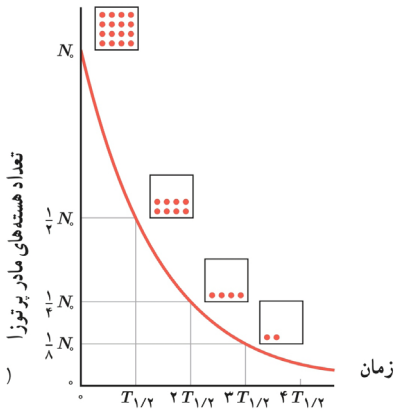
آشکارسازهای دود



۱ از واپاشی آلفا در آشکارسازهای دود استفاده می‌شود.

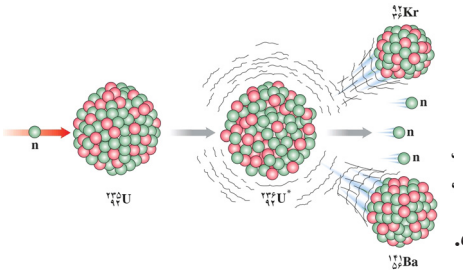
۲ وجود ذرات دود در بین صفحه‌ها با خنثی‌سازی یون‌های هوا باعث کاهش جریان مدار و به‌کارافتادن هشداردهنده می‌شود.

نمودار تعداد هسته‌های مادر پرتوزا برحسب زمان



با گذشت هر نیمه‌عمر تعداد هسته‌های مادر نصف می‌شود.

واکنش شکافت $^{235}_{92}U$



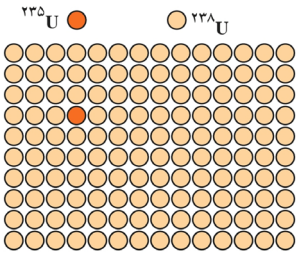
۱ $^{235}_{92}U$ با جذب یک نوترون کند شکافته می‌شود.

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

هستهٔ مرکّب (ناپایدار) — باریم — کریپتون — سه نوترون

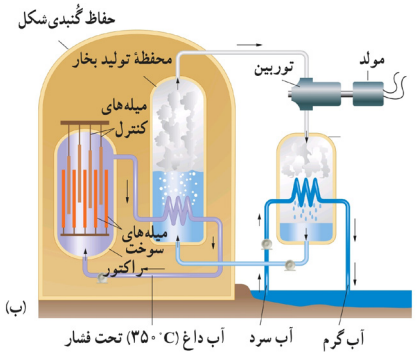
۲ جرم محصولات شکافت کم‌تر از جرم هستهٔ مرکب است. مقداری از جرم هستهٔ اولیه به انرژی تبدیل می‌شود.

فراوانی اورانیم



۱ سنگ معدن اورانیم شامل ایزوتوپ‌های ^{235}U و ^{238}U است. نیمه‌عمر ^{238}U طولانی‌تر از ^{235}U است و به ازای هر ^{235}U در طبیعت ۱۴۰ عدد ^{238}U وجود دارد.

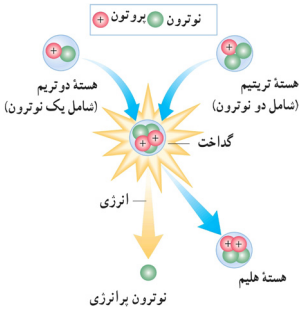
راکتور شکافت هسته‌ای



۱ راکتور آب تحت فشار (PWR) و قسمت‌های اصلی نیروگاه.

۲ آب در فشار بالا قرار دارد و بدون آن که بجوشد به دماهای بسیار بالاتر از $100^{\circ}C$ می‌رسد.

گداخت (همجوشی) هسته‌ای



۱ دوتریم و تریتیم با هم ترکیب و هستهٔ سنگین‌تر هلیم (به همراه یک نوترون) تولید می شود.

$$^{2}_{1}D + {}^{3}_{1}T \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$$

۲ جرم محصولات گداخت کمتر از مجموع جرم هسته‌های اولیه است و مقدار بسیار زیادی انرژی آزاد می‌شود.