فیزیک

کاپ

اسم همه جور کتاب شنیده بودیم؟ کتابی با این اسم (جزوهٔ کلاس کنکور) نشنیده بودیم! این کتاب چه مدل کتابیه؟

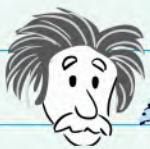
در این کتاب‌ها یک دبیر با سابقه، تمام مطالبی که برای آمادگی در کنکور بهشون نیاز داری ، به طور کامل، در حجم مناسب و به شکل کاملاً سازمان‌یافته بهت آموزش می‌ده. خلاصه این که دبیر هر چی در کلاسش میگه بدون هیچ سانسوری در این کتاب باهات در میون میذاره!

خب، در کتاب‌های تست هم که آموزش داریم؟!

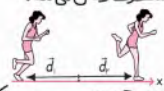
در کتاب‌های تست، مؤلف همهٔ مطالب و نکات مورد نظرش رو در بخش درس‌نامه نمی‌یاره و بعضی از اون‌ها رو لابه‌لای پاسخ تست‌ها مطرح می‌کنه. برای همین خواننده تا روز کنکور با فوبیایی به نام «توهم یادگیری ناقص (خیلی چیزا رو بلد نیستم! نکنه یادم بره! هیچی یادم نیست و ...!)» دست و پنجه نرم می‌کنه! در این کتاب تمام، تأکید می‌کنم تمام مفاهیم و نکاتی که برای حل تست‌ها به اون‌ها نیاز داری با ساختاری متفاوت از کتاب‌های بازار نوشته شده. در ضمن یه سری قالب‌های آموزشی داریم (مثل کدینگ، تصویرسازی و ...) که منحصر به فرده و فقط در کتاب‌های ما تحریف شده.

این کتاب‌ها برای چه گروهی از بچه‌ها نوشته شده؟!

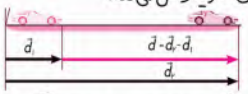
فرض ما در زمان تألیف این بوده که خواننده صفر کیلومتره و از ابتدایی‌ترین مطالب شروع به تدریس کردیم و تا جایی بالا رفتیم که می‌تونه شما رو به یک آزمون دهندهٔ قهار تبدیل کنه. کافیه بخش‌هایی را که با عنوان «تکنیک» یا «ویژهٔ بچه خفن‌ها» اوردیم بخونید تا متوجه منظورم بشید!



مبانی حرکت‌شناسی

1. مبدأ مکان = مبدأ مختصات = مبدأ : مکانی با مختصات صفر ($x=0$ روی محور x)
2. مکان اولیه (x_0) : مکان متحرک در لحظهٔ $t=0$
3. بردار مکان : برداری که مبدأ مختصات رو به مکان متحرک وصل می‌کنه.

بردار مکان وقتی تغییر جهت می‌ده که جسم از مبدأ عبور کنه (علامت x عوض بشه).

4. جابه‌جایی ($\vec{d}$) : برداری که مکان اولیه رو به مکان ثانویه وصل می‌کنه.



5. در حرکت روی محور x : $\vec{d}=(\Delta x)\vec{i}$

علامت Δx ← مثبت : جابه‌جایی در جهت محور x
← منفی : جابه‌جایی در خلاف جهت محور

6. مسافت (l) : طول مسیر طی شده ـ کمیتی نرده‌ای ـ همواره مثبت ـ وابسته به مسیر

همیشه $l \geq d$ یا $l=d$ به شرطی که متحرک روی خط راست در یک جهت حرکت کنه.

سرعت و تندی

1. سرعت متوسط : $\vec{v}_{av}=\frac{\vec{d}}{\Delta t}$ ← برداری

و در حرکت روی محور x : $v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$

علامت v_{av} = علامت Δx

2. تندی متوسط : $s_{av}=\frac{l}{\Delta t}$ ← نرده‌ای

$|v_{av}| \leq s_{av}$

3. یکاهای سرعت و تندی : $1\,m/s = 3/6\,km/h$
4. سرعت لحظه‌ای ($\vec{v}$) : سرعت در یک لحظه
5. تندی لحظه‌ای (s) : | سرعت لحظه‌ای |

علامت v : نشانهٔ جهت حرکت

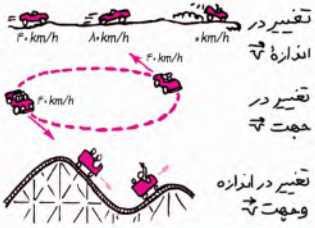
شرط تغییر جهت : تغییر علامت v

شتاب

1. شتاب متوسط : $\vec{a}_{av}=\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ ← برداری

یکا : m/s^2

2. عوامل شتاب‌زا :



انواع حرکت

1. تندشونده : $|\vec{v}|$ زیاد می‌شه. $av>0$
2. کندشونده : $|\vec{v}|$ کم می‌شه. $av<0$
3. یکنواخت : $|\vec{v}|$ ثابته. $a=0$

حرکت با سرعت ثابت

1. بردار سرعت ثابته : $a=0 \rightarrow$ ثابت : $\vec{v}$
2. سرعت متوسط در تمام مدت = سرعت لحظه‌ای
3. معادلهٔ حرکت : $x=vt+x_0$

x تابع درجهٔ اول t است.

4. معادلهٔ جابه‌جایی ـ زمان : $\Delta x=vt$
5. در حرکت‌های چند مرحله‌ای :

$$v_{av}=\frac{\Delta x_{کل}}{\Delta t_{کل}}=\frac{\Delta x_1+\Delta x_2+\cdots}{\Delta t_1+\Delta t_2+\cdots}$$

6. سرعت متحرک ۱ نسبت به متحرک ۲ :

$\vec{v}_{12}=\vec{v}_1-\vec{v}_2$

حرکت هم‌جهت : $|v_{12}|=|v_1|-|v_2|$

حرکت خلاف جهت : $|v_{12}|=|v_1|+|v_2|$

حرکت با شتاب ثابت

1. بردار شتاب ثابته : ثابت : $\vec{a}$
2. شتاب متوسط در تمام مدت = شتاب لحظه‌ای

حرکت با شتاب ثابت a متر بر مجذور ثانیه یعنی سرعت در هر ثانیه a متر بر ثانیه تغییر می‌کنه

3. معادلهٔ سرعت ـ زمان : $v=at+v_0$

v تابع درجهٔ اول t است.

4. معادلهٔ مکان ـ زمان : $x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0$

x تابع درجهٔ دوم t است.

5. معادلهٔ مستقل از v : $\Delta x=\frac{1}{2}at^2+v_0t$
6. معادلهٔ مستقل از v_0 : $\Delta x=-\frac{1}{2}at^2+vt$
7. معادلهٔ مستقل از a : $\Delta x=\left(\frac{v+v_0}{2}\right)t$
8. معادلهٔ مستقل از t : $v^2-v_0^2=2a\Delta x$
9. زمان ترمز : $t_s=\left|\frac{v_0}{a}\right|$
10. مسافت ترمز : $l_s=\left|\frac{v_0^2}{2a}\right|$
11. جابه‌جایی در ثانیهٔ n ام : $\Delta x_n=(n-0/5)a\times 1^2$

جابه‌جایی در ثانیه‌های متوالی یک دنباله‌ای

قدر نسبت a می‌شه : $\Delta x_{n+1}-\Delta x_n=a$

12. جابه‌جایی در t ثانیهٔ n ام : $\Delta x_{t_n}=(n-0/5)at^2+v_0t$

جابه‌جایی در t ثانیه‌های متوالی یک دنباله‌ای

قدر نسبت at^2 می‌شه : $\frac{\Delta x_{t_n}-\Delta x_{t_m}}{n-m}=at^2$

13. سرعت متوسط : $v_{av}=\frac{v+v_0}{2}$

$v_{av}=\frac{1}{2}at+v_0$

سرعت متوسط در یک بازهٔ زمانی = سرعت در لحظهٔ وسط اون بازه $v_{av_{[t_1,t_2]}}=v_{(t=\frac{t_1+t_2}{2})}$

اگر متحرک در لحظه‌های t_1 و t_2 با سرعت‌های $\vec{v}_1$ و $\vec{v}_2$ از یک نقطه عبور کنه : $\vec{v}_2=-\vec{v}_1$

متحرک در وسط لحظه‌های t_1 و t_2 تغییر جهت می‌ده : $t_s=\frac{t_1+t_2}{2}$

۱ مسیر حرکت: تصویر نمودار روی محور x

۲ جایگاه متحرک ← بالای محور t: $x>0$ / روی محور t: $x=0$ / زیر محور t: $x<0$

☆ به تعداد دفعاتی که نمودار از محور t عبور می‌کند، بردار مکان تغییر جهت می‌دهد.

۳ فاصله از مبدأ ← نزدیک شونده به محور t: $|x|$ کم / دورشونده از محور t: $|x|$ زیاد / موازی محور t: سکون

۴ سرعت متوسط: شیب خط واصل ۲ نقطه

۵ سرعت لحظه‌ای: شیب خط مماس بر ۱ نقطه

۶ جهت حرکت ← صعودی: درجهت محور ($v>0$) / نزولی: خلاف جهت محور ($v<0$) / افقی: سکون ($v=0$)

☆ به تعداد قله‌ها و دره‌ها، سرعت صفر و جهت حرکت تغییر می‌کند.

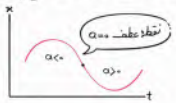
۷ تند: بزرگی شیب ($|v|$) افزایش / نوع حرکت ← کند: بزرگی شیب ($|v|$) کاهش / یکنواخت: بزرگی شیب ثابت

☆ حرکت، بلافاصله قبل از قله‌ها/دره‌ها به نوع کندشونده و بلافاصله بعد از آن‌ها تندشونده است.

۸ نوع شتاب ← سهمی: شتاب ثابت / نه سهمی: شتاب متغیر / خط مایل: یکنواخت

۹ علامت شتاب ← تقعر رو به بالا: $a>0$ / تقعر رو به پایین: $a<0$ / بدون تقعر: $a=0$

☆ به تعداد نقاط عطف علامت a تغییر می‌کند.



۱ تندی: قدرمطلق سرعت

۲ جایگاه نمودار ← روی محور t: $v=0$ / بالای محور t: $v>0$ / زیر محور t: $v<0$

☆ به تعداد دفعاتی که نمودار از محور t عبور می‌کند، متحرک تغییر جهت می‌دهد.

۳ تند: نزدیکی نمودار به محور t / نوع حرکت ← کند: دوری نمودار از محور t / یکنواخت: نمودار موازی محور t

۴ شتاب متوسط: شیب خط واصل ۲ نقطه

۵ شتاب لحظه‌ای: شیب خط مماس بر ۱ نقطه

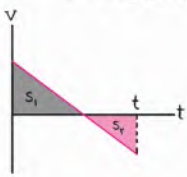
۶ شکل نمودار ← صعودی: $a>0$ / نزولی: $a<0$ / موازی محور t: $a=0$

۷ به تعداد قله‌ها و دره‌ها، شتاب (و نیرو) صفر و علامت آن تغییر می‌کند.

۸ نوع شتاب ← خط موازی محور t: یکنواخت / خط مایل: شتاب ثابت / غیرخطی: شتاب متغیر

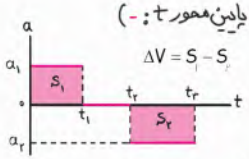
۹ جابه‌جایی: جمع مساحت‌های بین نمودار و محور t، با رعایت علامت (جابه‌جایی‌های بالای محور t: +، جابه‌جایی‌های زیر محور t: -)

۱۰ مسافت: جمع مساحت‌های بین نمودار و محور t، بدون رعایت علامت



۱ نیرو: هرآنچه برای شتاب بیفته، برای نیرو هم میفته.

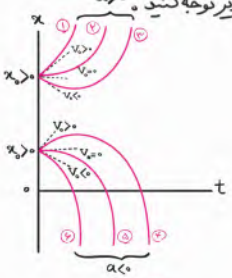
۲ تغییر سرعت: مساحت بین نمودار و محور زمان با رعایت علامت (بالای محور t: +، پایین محور t: -)

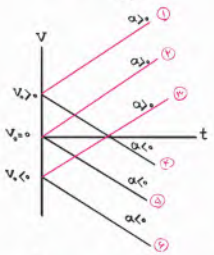


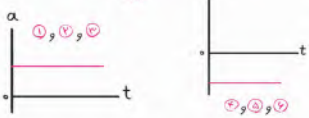
۳ نوع حرکت: به شرطی که سرعت در یک لحظه معلوم باشه، می‌تونیم سرعت در همهٔ لحظه‌ها رو حساب و با توجه به نحوهٔ تغییر v-، نوع حرکت متحرک رو تشخیص بدیم.

رسم نمودارها از روی یکدیگر

۱ باید نحوهٔ رسم نمودارهای a-t، v-t و x-t را از روی هم، در حرکت با شتاب ثابت، بلد باشید. به حالت‌های رسم شده در شکل‌های زیر توجه کنید.







قوانین نیوتون

۱ قانون اول نیوتون: اگر نیروی خالص وارد برجسمی صفر باشد، بردار سرعتش ثابت باقی می‌مونه. (یعنی اگه جسم ساکن باشه، ساکن باقی می‌مونه و اگر در حرکت باشه، با همون سرعت به حرکتش ادامه می‌ده.) ثابت: $\vec{v} \rightarrow F_{net}=0$

۲ لختی: به تمایل اجسام به حفظ وضعیت حرکتشون، وقتی که نیروی خالصی دهنشون وارد نمی‌شه، «لختی» می‌گیم.

۳ قانون دوم نیوتون: اگه به جسمی، نیروی خالصی وارد بشه، جسم شتاب می‌گیره که با نیروی خالص وارد به جسم نسبت مستقیم داره (و در همون جهته) و با جرم جسم نسبت عکس داره.

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

★ براساس قانون دوم نیوتون: $F_{net}=ma$ (نیوتون) (کیلوگرم) (متر بر مجذور ثانیه) $\rightarrow 1N=1\frac{kg.m}{s^2}$

۴ قانون سوم نیوتون: اگه جسمی به جسم دیگه نیرو وارد کنه، جسم دوم نیرویی به همون اندازه ولی در خلاف جهت به جسم اول وارد می‌کنه.

(اسم یکی از این نیروها رو می‌ذارم «کنش»، اسم اون یکی «واکنش»)

★ ویژگی‌های نیروهای کنش و واکنش

- هم‌نوع‌اند (مثلاً هردو الکتریکی‌اند.)
- هم‌اندازه‌اند و هم‌زمان ظاهر می‌شن.
- به دو جسم وارد می‌شن.

نیروی گرانشی

۱ همهٔ جسم‌ها همدیگه رو با «نیروی گرانشی» جذب می‌کنن.

۲ نیروی گرانشی بین دو ذره با حاصل‌ضرب جرم دو ذره نسبت مستقیم و با مربع فاصله اون‌ها از هم نسبت عکس داره.

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

($G=6.67\times10^{-11}\ \frac{N.m^2}{kg^2}$ ← ثابت گرانشی عمومی)

فصل ۲
دینامیک
در یک نگاه

نیروی وزن

۱ وزن جسم ($\vec{w}$): نیروی گرانشی که زمین به جسم وارد می‌کنه. (جرم جسم) (جرم کرهٔ زمین)

$$F=w=G\frac{M_e m}{r^2}$$

(فاصله از مرکز زمین)

۲ جهت نیروی وزن همیشه به سمت مرکز زمینه.

۳ شتاب گرانشی در فاصلهٔ r از مرکز زمین:

$$g=G\frac{M_e}{r^2}=G\frac{M_e}{(R_e+h)^2}$$

(فاصلهٔ جسم از سطح زمین)

۴ شتاب گرانشی در سطح زمین:

$$g=G\frac{M_e}{R_e^2}$$

★ شتاب گرانشی در سطح سیارهٔ x:

$$g=G\frac{M_x}{R_x^2}$$

نیروی مقاومت شاره

۱ نیروی مقاومت شاره ($\vec{f}_D$): نیرویه که به دلیل حرکت یک جسم داخل شاره از طرف شاره در خلاف جهت حرکت به جسم وارد می‌شه.

۲ عوامل مؤثر در مقاومت شاره
- تندی جسم
- سطح تماس جسم با شاره
- چگالی شاره

★ شتاب سقوط جسم در هوا $< g$

$$mg-f_D=ma$$

$$a=g-\frac{f_D}{m}$$

$$a<g$$

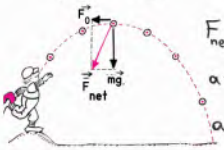
★ شتاب صعود جسم در هوا $> g$

$$-mg-f_D=ma$$

$$a=-g-\frac{f_D}{m}$$

$$|a|>g$$

★ شتاب پرتابه در نقطهٔ اوج (در هوا) $< g$



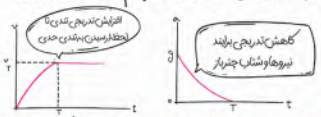
$$F_{net}=\sqrt{(mg)^2+f_D^2}$$

$$a=\sqrt{g+\left(\frac{f_D}{m}\right)^2}$$

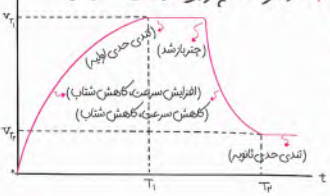
$$a>g$$

۳ تندی حدی: با سقوط جسم، سرعتش زیاد می‌شه تا این‌که $f_D=-mg$ و سرعت جسم ثابت و به مقدار حدی اون می‌رسه.

★ نمودارهای t-v و t-a جسم در سقوط در هوا:



★ نمودار t-v جسم‌تراز در زمان سقوط:



نیروی عمودی سطح

❶ نیروی عمودی سطح ($\vec{F}_N$): نیرویی که تکیه‌گاه به جسم عمودی به جسم روی خود وارد می‌کند.

❷ واکنش $\vec{F}_N$ به تکیه‌گاه وارد می‌شه و باعث تغییر شکل تکیه‌گاه می‌شه.

آسانسور

❶ $F_N = m(g \pm a)$ (بالا رفتن / پایین آمدن)

(F_N: نیروی عمودی آسانسور به جسم = وزن ظاهری)

(تندشونده: $a>0$ ، کندشونده: $a<0$)

✳ اگه آسانسور تندشونده بالا بره یا کندشونده پایین بیاد $F_N > mg$ و اگه آسانسور کندشونده بالا بره یا تندشونده پایین بیاد $F_N < mg$ می‌شه

نیروی اصطکاک

❶ نیروی مقاومی که موقع حرکت یک جسم روی یک سطح ایجاد می‌شه.

❷ منشأ اصطکاک

- ناهمواری سطوح

- چسبندگی سطحی

❸ نیروی اصطکاک ایستایی ($\vec{f}_s$): نیروی اصطکاک بین دو جسم ساکن نسبت به هم.

❹ نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه ($f_{s,max}$): نیروی اصطکاک در آستانه حرکت.

$f_{s,max} = \mu_s F_N$ (ضریب اصطکاک ایستایی)

❺ نیروی اصطکاک جنبشی (f_k): نیروی اصطکاک بین دو جسم متحرک نسبت به هم.

$f_k = \mu_k F_N$ (ضریب اصطکاک جنبشی)

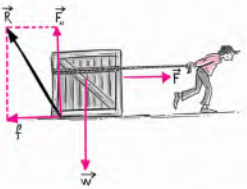
نیروی گرانشی

❶ نیروی سطح به جسم روی اون دو مؤلفه داره:

۱- نیروی عمودی تکیه‌گاه ($\vec{F}_N$)

۲- نیروی مماسی اصطکاک ($\vec{f}$)

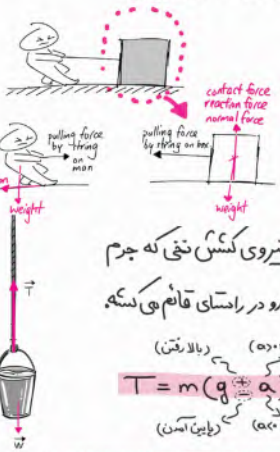
نیروی سطح ($\vec{R}$) برایند این دو نیروی عمود برهمه.



$R = \sqrt{F_N^2 + f^2}$ (اصطکاک ایستایی یا جنبشی)

نیروی کشش طناب

❶ نیرویی که طناب یا نخ به جسم متصل به خود وارد می‌کنه، «نیروی کشش طناب (یا نخ)» می‌گن و با $\vec{T}$ نشونش می‌دن.



✳ نیروی کشش نخی که جرم m رو در راستای قائم می‌کشه.

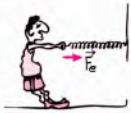
(تندشونده: $a>0$ ، بالا رفتن)

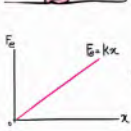
$T = m(g \pm a)$

(کندشونده: $a<0$ ، پایین آمدن)

نیروی کشسانی فنر

❶ نیرویی که موقع تغییر طول فنر ایجاد می‌شه: $F_e = kx$ (تغییر طول فنر / ثابت فنر)





✳ $\vec{F}_e$ همیشه به سمت نقطه تعادله.

✳ k = شیب نمودار $F_e - x$.

تکانه و قانون دوم نیوتون

❶ تکانه ($\vec{P}$): حاصل ضرب جرم در سرعت.

$\vec{P} = m\vec{v}$ (یکای P در SI: $kg \cdot \frac{m}{s}$)

✳ تغییر تکانه در اثر تغییر سرعت: $\Delta\vec{P} = m\Delta\vec{v}$

✳ رابطه انرژی جنبشی و تکانه: $K = \frac{P^2}{2m}$

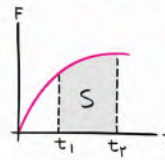
❷ قانون دوم نیوتون برحسب تکانه:

$F_{net} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$

✳ شیب مماس بر نمودار P-t = $F_{لحظه‌ای}$

✳ شیب خط قاطع بر نمودار P-t = F_{av}

✳ مساحت سطح زیر نمودار $\Delta P = F_t$



نوسان

۱ نوسان دوره‌ای: حرکت‌هایی که به‌طور منظم، عیناً تکرار می‌شوند ← ضربان منظم قلب.

۲ چرخه: یعنی تکرار شوندهٔ یک نوسان دوره‌ای.

۳ دورهٔ تناوب (T): زمان انجام یک چرخه.

۴ بسامد (f): تعداد چرخه‌ها در ۱ ثانیه (در SI: هرتز Hz)

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

تعداد چرخه‌ها در مدت t: $N = \frac{t}{T}$

۵ حرکت هماهنگ ساده: نوسان‌های دستوری

۶ دامنه (A): بیشترین فاصلهٔ نوسانگر از نقطهٔ تعادل.

فاصلهٔ بین دو انتهای مسیر برابر $2A$ است.

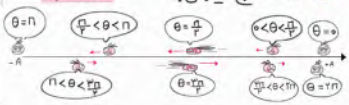
در هر دوره $\frac{1}{4}$ بار طول پارچه نوسان طی می‌شود.

مسافت طی شده در هر دوره: $L = 4A$

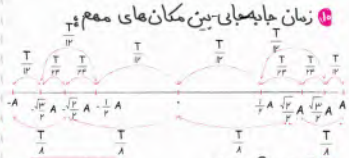
۷ معادلهٔ مکان - زمان: $x = A\cos\omega t$

۸ بسامد زاویه‌ای: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$

۹ شناسهٔ تابع کسینوس: $\theta = \omega t$



۱۰ زمان جابه‌جایی بین مکان‌های مهم:



۱۱ تندی بیشینه: $v_{max} = A\omega$

۱۲ شتاب: $a = -\omega^2 x = -A\omega^2\cos\omega t$

$a = -a_{max}\cos\omega t$, $a_{max} = A\omega^2$

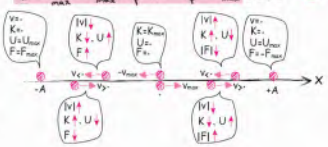
۱۳ نیرو: $F = -m\omega^2 x = -mA\omega^2\cos\omega t$

$k = m\omega^2 \rightarrow F = -kx$, $F_{max} = kA$

۱۴ نوسانگر جرم - فنر: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

۱۵ آونگ ساده: $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

۱۶ انرژی: $E = U_{max} = K_{max} = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}mv_{max}^2$



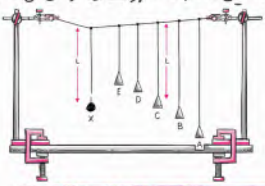
تشدید

۱ انواع نوسان ← آزاد: نوسان طبیعی یک نوسانگر (بدون دخالت عامل خارجی)

← وادامنده: نوسان توسط نیروی خارجی

۲ تشدید: اگر نوسانگر با بسامد طبیعی خود به نوسان وادامنده شود، دامنهٔ نوسان ماکزیمم می‌شود و نوسانگر دچار تشدید (رزونانس) می‌شود.

۳ آونگ‌های یارتون: آونگ X نوسان کند همهٔ آونگ‌ها به نوسان درمیان، ولی آونگ هم طول با X، یعنی C، با دامنهٔ بزرگ‌تری نوسان می‌کند.



فصل ۳

نوسان و امواج

در یک نگاه

موج

۱ موج: انتقال تأخیری حرکت ارتعاشی از یک نقطه به نقطهٔ دیگر.

← مکانیکی: انتشار در محیط مادی مثل صوت

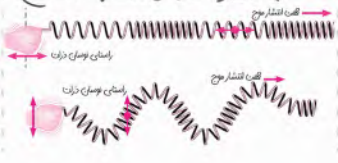
۲ طبقه‌بندی ماهیتی موج

← الکترومغناطیسی: انتشار در همهٔ محیط‌ها و خلأ

← طولی: راستای نوسان ذرات هم‌جهت انتشار موج

۳ طبقه‌بندی شکلی موج

← عرضی: راستای نوسان ذرات ⊥ جهت انتشار موج



مشخصه‌های موج

۱ جبههٔ موج: برآمدگی (قله یا ستیغ) ها یا فرورفتگی (دره یا پاستیغ) های ایجاد شده در محیط انتشار موج.

۲ طول موج (λ): فاصلهٔ بین دو نقطهٔ مشابه متوالی.

۳ دورهٔ تناوب (T): زمانی که هر نوسان‌گر نوسان می‌کند.

۴ بسامد (f): تعداد نوسان‌های چشمه در ۱ ثانیه.

۵ تندی انتشار (v): (مسافت طی شده) $v = \frac{L}{\Delta t}$

موج با تندی ثابت در محیط همگن منتشر می‌شود و تندی موج به جنس و ویژگی‌های محیط بستگی دارد.

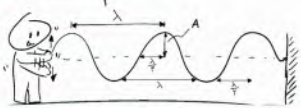
در آب‌های کم‌عمق، هرچه عمق آب بیشتر باشد تندی انتشار امواج عرضی در سطح آب بیشتر است.

۶ تندی انتشار موج عرضی در طناب: $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ (کشش طناب)

$\mu = \frac{m}{L}$ $v = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$

۷ طول موج (λ): فاصلهٔ بین دو نقطهٔ مشابه متوالی.

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



۸ آهنگ متوسط انتقال انرژی: $P \propto A^2 f^2$

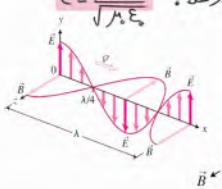
امواج الکترومغناطیسی

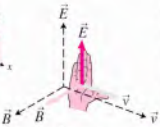
۱ موج الکترومغناطیسی: الگای متقابل میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی و انتشار آن‌ها در فضا.

۲ ویژگی امواج الکترومغناطیسی: عرضی‌اند ($\vec{E}, \vec{B}, \vec{v}$)

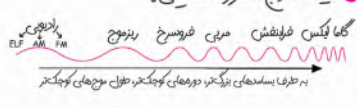
← میدان‌ها هم‌بسامد و هم‌گام تغییر می‌کنند.

← تندی انتشار در خلأ: $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}$





۳ طیف امواج الکترومغناطیسی:



امواج لرزه‌ای

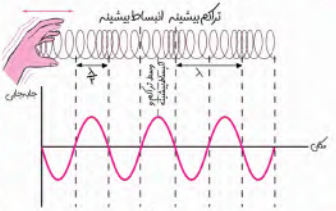
۱ امواج لرزه‌ای
- اولیه (P): طولی - سریع‌تر — $v_{اولیه} > v_{ثانویه}$
- ثانویه (S): عرضی - کندتر

موج طولی

۱ فاصلهٔ دو تراکم متوالی = λ

۲ فاصلهٔ دو انبساط متوالی = λ

۳ فاصلهٔ تراکم و انبساط متوالی = $\frac{\lambda}{2}$



☆ جابه‌جایی نقاط در وسط تراکم بیشینه یا در وسط انبساط بیشینه از وضع تعادل = ۰ ، جابه‌جایی نقاط در وسط فاصلهٔ تراکم بیشینه و انبساط بیشینه = max

صوت

۱ صوت: یک موج مکانیکی طولی که توسط یک جسم مرتعش تولید می‌شود.

☆ معمولاً $v_{جامد} > v_{مایع} > v_{گاز}$

تندی صوت به جنس و دمای محیط بستگی دارد.

۲ شدت صوت: $I = \frac{P}{A}$ (توان صوتی، آهنگ)

(مساحت سطحی که صوت بهش می‌رسه)

۳ عوامل مؤثر در شدت صوت: $I \propto \frac{A^2 f^2}{r^2}$

۴ تراز شدت صوت: $\beta = (10\,dB)\log\frac{I}{I_0}$ ($I_0 = 10^{-12}\,W/m^2$ = شدت مرجع)

۵ تغییر تراز شدت صوت: $\Delta\beta = 10\log\frac{I_2}{I_1}$

۶ تُن: صوت حاصل از حرکت هماهنگ سادهٔ یک چشمهٔ صوتی.

۷ ارتفاع: بسامدی که گوش انسان درک می‌کند.

۸ بلندی: شدتی که گوش انسان درک می‌کند.

☆ تُن‌های قابل شنیدن: ۲۰ Hz تا ۲۰۰۰۰ Hz.

اثر دوپلر

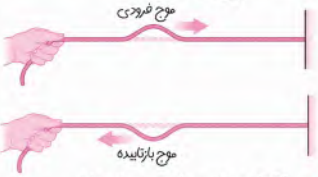
۱ چشمه و ناظر به هم نزدیک شوند: $f_{دریافتی} > f_{چشمه}$

۲ چشمه و ناظر از هم دور شوند: $f_{دریافتی} < f_{چشمه}$

۳ چشمه حرکت کند: $\lambda_{جلوی\ چشمه} < \lambda_{چشمه\ ساکن} < \lambda_{پشت\ چشمه}$

بازتاب موج

۱ بازتاب موج: از انتهای بستهٔ طناب؛ وارونه و در جهت مخالف موج فرودی.



۲ زاویهٔ تابش (θ_1): زاویهٔ پرتوی تابش با خط عمود در نقطه.

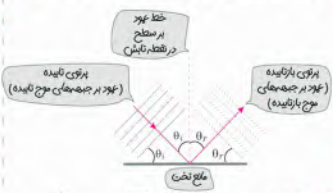
۳ زاویهٔ بازتاب (θ_2): زاویهٔ پرتوی بازتاب با خط عمود بر سطح.

۴ قانون بازتاب عمومی: $\theta_1 = \theta_2$

☆ زاویهٔ پرتوی تابش یا بازتاب با سطح (α): $\alpha = 90^\circ - \theta_1$

☆ زاویهٔ انحراف پرتو در بازتاب: $D = 2\alpha = 180^\circ - 2\theta_1$

☆ زاویهٔ جبهه‌های موج با سطح: $D' = 2\theta_1$ یا $180^\circ - 2\theta_1$



۵ شرط تمیز صوت از پژواک آن: باید تأخیر زمانی بین صوت و پژواکش بیشتر از ۰/۱ ثانیه باشد.

۶ وسایلی که امواج را روی یک نقطه متمرکز می‌کنند: میکروفون سه‌موی - لیوتر بیسی - آینه‌های کاو

اجاق خورشیدی - آنتن بشقابی .

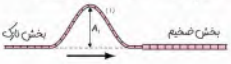
۷ وسایلی که بر مبنای مکان‌یابی پژواکی کار می‌کنند: جانورانی مثل خفاش ، دلفین ، وال ، عنبره ، رادار دوپلری سونار - سونوگرافی - اندازه‌گیری تندی سیاهرگ خون.

۸ شرط تشخیص جسم: $\lambda <$ (اندازهٔ جسم)

۹ انواع بازتاب:
- آینه‌ای (منظم): ابعاد ناهمواری $< \lambda_{تابش}$
- پخش‌کننده (نامنظم): ابعاد ناهمواری $< \lambda_{تابش}$

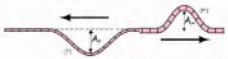
شکست موج

۱ وقتی محیط انتشار موج عوض می‌شه، بخشی از موج وارد محیط دوم می‌شه، بخشیش برمی‌گرده.



$f_1 = f_2 = f_3$

$(v_1 = v_3 > v_2)$



$E_1 > E_2 \cdot E_1 > E_3$

$A_1 > A_2 \cdot A_1 > A_3$

۲ زاویهٔ تابش (θ): زاویهٔ پرتوی تابش با خط عمود یا زاویهٔ جبههٔ موج تابش با مرز دو محیط.

۳ زاویهٔ شکست (θ): زاویهٔ پرتوی شکست با خط عمود یا زاویهٔ جبههٔ موج شکست با مرز دو محیط.

۴ قانون شکست عمومی: $\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}$

۵ ضریب شکست: $n = \frac{c}{v}$ (تندی نور در خلا / تندی نور در محیط)

۶ قانون شکست اسنل: $n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2$

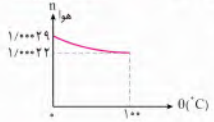
۷ نور وارد محیط غلیظ‌تر (جبهه به خط عمود نزدیک) و وارد محیط رقیق‌تر (جبهه از خط عمود دور می‌شه)

$n_2 > n_1 \rightarrow \theta_2 < \theta_1 \rightarrow v_2 < v_1$

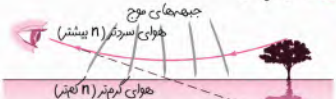
$n_2 < n_1 \rightarrow \theta_2 > \theta_1 \rightarrow v_2 > v_1$

۸ طول موج نور یک محیط: $\lambda_n = \frac{\lambda}{n}$ (طول موج در خلا)

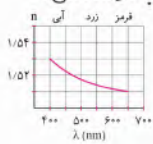
☆ افزایش θ ↓ کاهش $n_{هوا}$



۹ سراب:



۱۰ پاشندگی نور: تجزیهٔ نور به مؤلفه‌های رنگی.



☆ افزایش λ ↓ کاهش n

شاخه‌های فیزیک

۱ فیزیک کلاسیک: مجموعهٔ قوانین و نظریه‌های فیزیک تا آخر قرن ۱۹. شامل ۳ حوزهٔ اساسی:
۱) مکانیک نیوتونی
۲) الکترومغناطیس ماکسولی
۳) ترمودینامیک کارنویی

۲ فیزیک جدید: مجموعه قوانین و نظریه‌های فیزیک از قرن ۱۹ به بعد. شامل ۳ نظریهٔ اساسی:
۱) نسبیت خاص: بررسی پدیده‌ها در تندی‌های حدود c
۲) نسبیت عام: بررسی هندسهٔ فضا-زمان و گرانش
۳) کوانتومی: بررسی پدیده‌ها در مقیاس‌های اتمی

فوتون

۱ نور رو یه توپ مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی فرض کنیم. به هر بسته، فوتون می‌گیم.

۲ انرژی فوتون: $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$
$h = 6/63 \times 10^{-34}\ J.s$ = ثابت پلانک

۳ انرژی n تا فوتون: $E = nhf = \frac{nhc}{\lambda}$

★ هرچه طول موج فوتون کم‌تر، انرژیش بیشتر
★ انرژی فوتون گاما، از همه فوتون‌ها بیشتر
★ انرژی فوتون رادیویی، از همه فوتون‌ها کم‌تر

۵ توان تابشی: $P = \frac{E}{t} = \frac{nhf}{t}$

۶ شدت تابشی: $I = \frac{P}{A} = \frac{nhf}{At}$

۷ الکترون ولت: یکایی برای انرژی
$1eV = 1/6 \times 10^{-19}\ J$

۸ افزایش شدت نور (بدون تغییر بسامد)
← نظر فیزیک کلاسیک: افزایش دامنهٔ $\vec{E}$
← نظر فیزیک جدید: افزایش تعداد فوتون‌ها

★ در فیزیک کلاسیک: $E^2 \propto$ شدت نور

اثر فوتوالکتریک

۱ اثر فوتوالکتریک: خارج شدن الکترون‌ها از سطح فلزی که در معرض تابش نور قرار داره.

۲ فوتوالکترون = الکترون آزادشده در اثر فوتوالکتریک

۳ معادلهٔ فوتوالکتریک اینشتین: $K = hf - W$
(کار لازم برای جدا کردن الکترون) (انرژی جنبشی الکترون)

۴ بسامد آستانه (f_0): حداقل بسامد فوتون‌ها برای خارج کردن الکترون از فلز.
$f \geq f_0$ (بسامد نور فرودی) ← شرط وقوع اثر فوتوالکتریک
★ با افزایش شدت نور (در $f \geq f_0$ ثابت)، تعداد فوتوالکترون‌ها زیاد می‌شه اما K تون تغییر نمی‌کنه.

فصل ۴
آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای
در یک نگاه

طیف نور

۱ طیف گسیلی پیوسته: تابش گرمایی مواد در حالت مایع و جامد. شامل گسترهٔ پیوسته‌ای از طول موج‌ها

۲ طیف گسیلی خطی: تابش گرمایی گازهای رقیق. تابش طول موج‌های معینی از اتم‌های گاز.

۳ طیف جذبی خطی: جذب طول موج‌هایی از نور توسط یک بخار یک عنصر.

۴ خطوط فرانهوفر: خطوط تاریک طیف خورشید. ناشی از جذب طول موج‌هایی در جو خورشید و جو زمین.

۵ طیف گسیلی خطی و جذبی خطی هیچ دوگانی مثل هم نیست و با این طیف‌های شبه‌گاز روشنایی کرد.

۶ طول موج‌هایی از نور رسیدند که توسط اتم‌های هرگاز جذب می‌شود = طول موج‌هایی که همان اتم‌ها در صورت برانگیختگی تابش می‌کنند.

مدل‌های اتمی

۱ مدل اتمی تامسون: اتم کره‌ای با بار مثبت و الکترون‌ها در نقاط مختلف کره قرار دارن.

۲ مدل اتمی رادرفورد: بار مثبت اتم در یک ناحیهٔ کوچک (هسته) قرار داره و الکترون‌ها دور آن می‌چرخن.

۳ ایرادهای فیزیک کلاسیک به مدل اتمی رادرفورد
← ۱) عدم توجیه پایداری اتم
← ۲) ناتوان در توجیه طیف گسیلی خطی اتم‌ها

★ مدل اتمی رادرفورد = مدل هسته‌ای اتم

۴ مدل اتمی بور: الکترون مجاز است فقط در مدارهای معینی (مدارهای مانا) قرار داشته باشه و در این مدارها موجی تابش نمی‌کنه.

۵ شعاع مدارهای الکترون: $r_n = n^2 a_0$
(n: شعاع مدار اول = ۱، شعاع بور) (... و ۳ و ۲ و ۱ = عدد کوانتومی)

۶ تراز‌های انرژی الکترون: $E_n = \frac{-E_R}{n^2}$
E_R = یک ریدبرگ = ۱۳/۶eV

$n=1$: حالت پایه
$n>1$: حالت برانگیخته

۷ چند اصطلاح با n:
n: حالت برانگیخته
الکترون در مدار n و (n-1) این حالت برانگیخته

۸ انرژی یونش الکترون: کم‌ترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه.
★ انرژی یونش اتم هیدروژن = ۱۳/۶eV

۹ اگر الکترون از مدار m به مدار پایین‌تر n سقوط کنه، فوتونی با انرژی $E_m - E_n$ تابش می‌کنه.
(معادلهٔ گسیل فوتون از اتم) $E_m - E_n = hf$

۱۰ موفقیت‌های مدل بور: ۱) تبیین پایداری اتم
۲) تبیین طیف گسیلی و جذبی گاز هیدروژن اتمی
۳) به کارگیری برای اتم‌های هیدروژن گونه (اتم‌های تک الکترون) ۴) محاسبهٔ انرژی یونش اتم H

۱۱ اشکالات مدل بور: ۱) غیرقابل استفاده برای اتم‌های چند الکترونی. ۲) عدم توجیه تفاوت شدت خطوط گسیلی

معادلهٔ ریدبرگ

۱ معادلهٔ ریدبرگ ← رابطه‌ای برای محاسبهٔ طول موج

طیف H: $R_H = \frac{E_R}{hc} = 0/011\ nm^{-1}$ ← ثابت ریدبرگ

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

(شماره مدار مبدأ) (شماره مدار مقصد)

۲ $n'=1$: لیمان ← فرابنفش (حدود ۱۰۰ nm)

$n'=2$: بالمر ← فرابنفش و مرئی (حدود ۴۰۰ nm) (۴ خط اول)

$n'=3$: پاشن ← فروسرخ

$n'=4$: براکت ← فروسرخ

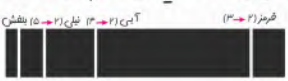
$n'=5$: پفوند ← فروسرخ

★ در یک رشته، هرچه n بیشتر، λ کم‌تر.

اگه $n=n_{max}=\infty \Rightarrow \lambda=\lambda_{min}$

اگه $n=n_{min}=n'+1 \Rightarrow \lambda=\lambda_{max}$

★ ویژگی خطوط مرئی طیف اتم هیدروژن:



لیزر

۱ گسیل خود به خود: انتقال عادی الکترون از تراز بالاتر به تراز پایین‌تر و تابش فوتون در جهت کاتوره‌ای. فوتون + اتم پایدار ← فوتون + اتم برانگیخته

۲ گسیل القایی: تابش فوتونی با انرژی $hf=E_2-E_1$ به الکترون برانگیخته در مدار n و انتقال سریع الکترون به تراز n' و تابش فوتونی هم جهت و ۲ فوتون + اتم پایدار ← فوتون + اتم برانگیخته

۳ وارونی جمعیت: وقتی تعداد الکترون‌ها در حالت برانگیخته بیشتر از تعدادشون در حالت پایه می‌شه

۴ مکانیسم لیزر: برانگیختگی الکترون‌ها ← انتقال تعدادی الکترون به ترازهای شبه پایدار ← ایجاد وارونی جمعیت ← گسیل القایی ← تابش نور یکدست

ویژگی‌های هسته

۱ خماد هسته: ${}^{A}_{Z}X_{N}$ ← عدد جرمی (تعداد نوکلئون‌ها) $A=Z+N$

(تعداد نوترون‌ها) عدد نوترونی — عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها)

۲ نوکلئون: اجزای هسته (پروتون و نوترون)

۳ ایزوتوپ: اتم‌هایی با Z یکسان و N متفاوت

★ خواص شیمیایی ایزوتوپ‌ها یکسان و خواص فیزیکیشون متفاوته.

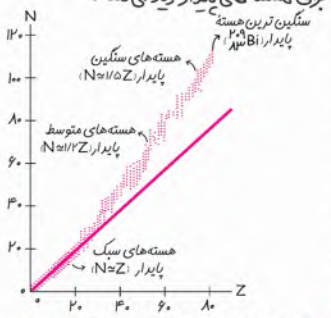
۴ نیروی هسته‌ای: نیرویی که نوکلئون‌ها رو کنار هم نگه می‌داره.

← بین همهٔ نوکلئون‌ها برقرار می‌شه (n↑n، n↑p، p↑p)

۵ ویژگی‌های نیروی هسته‌ای ← کوتاه برد

← بسیار قوی (بین نوکلئون‌های مجاور)

۶ به طور میانگین، با افزایش Z، نسبت $\frac{N}{Z}$ برای هسته‌های پایدار زیاد می‌شه.



★ توریم (Z=۹۰) و اورانیم (Z=۹۲) تنها هسته‌های سنگین‌تر از ${}^{209}_{83}Bi$ هستند که در طبیعت موجودند.

۷ رابطهٔ هم ارزی جرم - انرژی اینشتین: $E=mc^2$

۸ انرژی بستگی هسته: انرژی لازم برای تقسیم هسته به نوکلئون‌های سازندش.

$E_b = (\Delta m)c^2$ ← انرژی بستگی هسته

(مجموع جرم نوکلئون‌ها - جرم هسته = کاستی جرم هسته)

۹ اختلاف ترازهای انرژی

← بین الکترون‌ها: مرتبهٔ eV

← بین نوکلئون‌ها: مرتبهٔ keV تا MeV

نتیجه: هسته‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شن

پرتوزایی

۱ واپاشی آلفا: ${}^{4}_{2}He$ = هستهٔ اتم هلیم = α

$${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$$

(هسته مادر) (۲ خونه عقب‌تر از هستهٔ مادر و هستهٔ دختر)

۲ واپاشی بتای منفی: $e^- = \beta^-$ = الکترون

$${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e^-$$

(هسته‌ای که یک خونه جلوتر از X در جدول تناوبیه)

۳ واپاشی بتای مثبت: $e^+ = \beta^+$ = پوزیترون

$${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e^+$$

(هسته‌ای که یک خونه عقب‌تر از X در جدول تناوبیه)

۴ واپاشی گاما: γ = فوتون

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

(همون هسته، ولی پایدار) (هستهٔ ناپایدار)

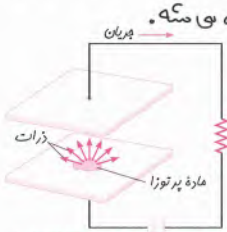
۵ مقایسهٔ نُرد (میزان نفوذ پذیری)

۱- گاما: mm ۱۰۰ در سرب.

۲- بتا: mm ۱/۰ در سرب.

۳- آلفا: mm ۰/۱ در سرب.

★ از واپاشی α در اکتشاف سازه‌های دود استفاده می‌شه.



نیمه‌عمر

۱ نیمه‌عمر: زمانی که طول می‌کشه تا نیمی از هسته‌های ماده به هسته‌های دیگه تبدیل شه.

$N=\frac{N_0}{2^n}$ (تعداد هسته‌های اولیه) — (تعداد هسته‌های باقی‌مانده)

$m=\frac{m_0}{2^n}$ (جرم اولیه) — (جرم باقی‌مانده)

$n=\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$ (زمان سپری شده) ← (تعداد نیمه‌عمر) ← (زمان یک نیمه‌عمر)

مرکز مشاوره تحصیلی
علیرضا افشار

راه‌های ارتباطی مرکز مشاوره

وبسایت	اینستاگرام	تلگرام
www.AlirezaAfshar.org	AlirezaAfsharOriginal	AlirezaAfsharOfficial

رزور مشاوره خصوصی علیرضا افشار

برای رزرو مشاوره خصوصی تک جلسه و ماهانه
به شمارهٔ ۰۹۳۵۸۹۶۰۵۰۳ در واتساپ پیام دهید

آدرس تمام رسانه ها : Afshar.xyz