



## ● فرمول‌های فیزیک ●

دهم. یازدهم. دوازدهم

ایمان سلیمان‌زاده

## مقدمه مؤلف

تنبل‌بودن همیشه هم بد نیست! آقای بیل گیتس در همین مورد نظر جالبی دارد:  
«من همیشه آدم‌های تنبل رو برای کارهام انتخاب می‌کنم، چون اوناراحت‌ترین راه رو برای انجام کارهاشون انتخاب می‌کنن!»

من هم از این نظر آقای بیل گیتس خیلی خوشم اومد و سعی کردم در نوشتن این کتاب آدم تنبلی باشم، به خاطر همین هر چیزی را که لازم بود، به ساده‌ترین و کوتاه‌ترین حالت ممکن برایتان گفتم و هر چیزی را هم که احساس کردم به دردتان نمی‌خورد، نگفتم! در واقع سخت‌ترین جای کتاب، همین جاها بود، یعنی جاهایی که باید در موردش چیزی نمی‌گفتم. خلاصه که سعی کردم در این اوضاع گرانی کاغذ و ارزانی اسکناس‌های ریالی! کم‌تر حرف بزنم (هالا نمی‌رونم به قدر موفق بودم!).

توی این کتاب ۴ تا بخش اصلی داریم!

**۱ دانستی‌های مهم:** آموزش چند تکنیک ساده و کاربردی برای استفاده راحت‌تر فرمول‌ها در مسائل و یک سری لم تستی

**۲ فرمول‌ها:** معرفی فرمول‌ها به ساده‌ترین و کاربردی‌ترین شکل ممکن

**۳ تصاویر و مفاهیم:** تحلیل و بررسی شکل‌ها و مفاهیم مهم کتاب درسی

**۴ مسائل:** حل تست‌های کنکور به کمک راهبردهای حل مسئله

نمی‌خواهم الان الکی تبلیغ کنم، چون شما این کتاب را تهیه کردید دیگر؛ ولی این کتاب یک مزیت خوب دارد که در هر سطحی باشید، می‌توانید به یک شکلی از آن استفاده کنید. مثلاً اگر از آن‌هایی باشید که از فیزیک می‌ترسند، بدون شک با خواندن این کتاب حس می‌کنید فیزیک چیز خاصی هم ندارد! و بعدش دوست دارید که بیشتر فیزیک یاد بگیرید، بیشتر مسئله حل کنید و احتمالاً بیشتر هم از خواندن فیزیک لذت ببرید. اگر هم از آن‌هایی باشید که فیزیک را دوست دارند، باز با خواندن این کتاب می‌توانید بیشتر روی فیزیک مسلط شوید و بیشتر لذت ببرید!

۱- چون احتمال می‌دادم مقدمه را نخوانید، توضیحات کامل هر کدام از این بخش‌ها را در ابتدای آن گفته‌ام.

ممنون از دوستان عزیزم:

دکتر ابودر و کمیل نصری که اگر نبودند، خیلی سبز هم نبود. مهدی هاشمی و احسان حسینیان عزیز که تولید این کتاب و خیلی کتاب‌های دیگر خیلی سبز با آن‌هاست.

علی شهبابی، رسول محسنی‌منش، نوید شاهی و کوشا نشتایی به دلیلی که خودشان می‌دانند. ملیکا مهری دلسوز و پیام ابراهیم‌نژاد بامعرفت که خیلی اذیتشان کردم. و در نهایت مهندس سبزمیدانی دوست‌داشتنی که هر کاری در این حوزه کردم، به خاطر وجود او در زندگی‌ام بود.

دیگر بیشتر از این حرف نمی‌زنم، فقط احياناً اگر پیشنهاد، نقد، سؤال، تعریف، فحش و یا هر حرف دیگری داشتید، می‌توانیم از طریق آدرس‌های زیر با هم در ارتباط باشیم:

 [isoleymanzadeh@gmail.com](mailto:isoleymanzadeh@gmail.com)

 imansol

 imansol

نامامیدی، راحت‌ترین و ناراحت‌ترین کار دنیاست!

ایمان سلیمان‌زاده

## مقدمه ناشر

شاید بپرسید، این که فقط فرمول‌های فیزیک رو بخونیم چه کاربردی داره؟ مگه این‌طور نیست که باید حتماً تمرین و تست حل کنیم؟

تا حالا شده یه فصل فیزیک رو بخواید مرور کنید که تست بزنید اما با حجم خیلی زیادی جزوه مواجه بشین؟ تا بشینید همهٔ جزوه‌ها رو بخونید دیگه انرژی واسه تست‌زدن نمی‌مونه.

این‌جاست که ارزش و کاربرد این کتاب رو می‌فهمین. با این کتاب می‌تونید قبل از تست‌زدن در چند دقیقه فرمول‌ها و نکات یک فصل رو بخونید و همه‌چی رو تو ذهنتون مرور کنین.

کلی مطالب کاربردی و ایده‌های قشنگ که حاصل ساعت‌ها جلسه‌ست، این کتاب رو به‌طور ویژه‌ای از کتاب‌های مشابه در بازار متمایز کرده. بابت همهٔ زحماتی که دوستان برای این کتاب کشیدن از شون خیلی خیلی ممنونیم.

# فهرست مطالب

## پایه دهم

فرمول‌ها	تصاویر و مفاهیم	دانشت‌های مهم
۱۸	۹۷	فصل اول
۲۲	۱۰۱	فصل دوم
۲۶	۱۲۰	فصل سوم
۳۲	۱۲۶	فصل چهارم

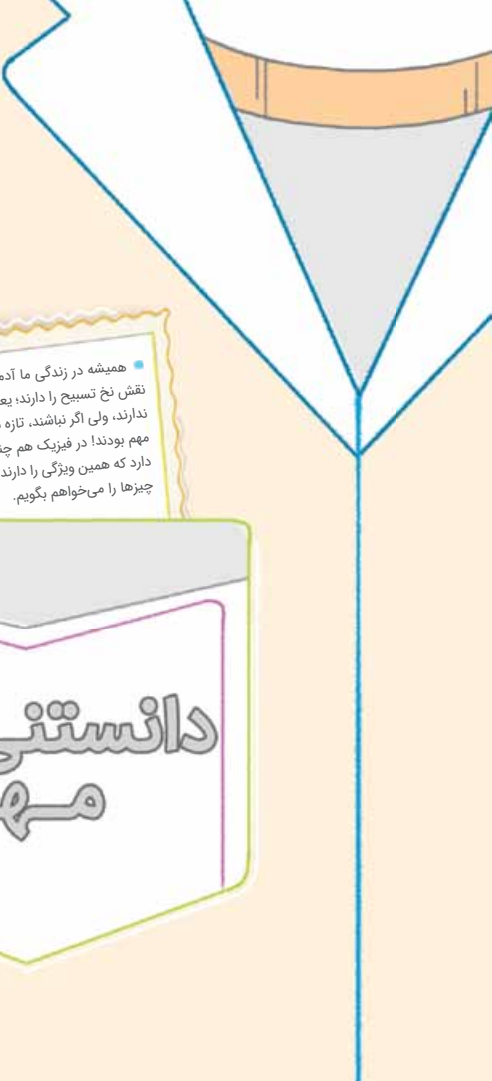
## پایه یازدهم

فرمول‌ها	تصاویر و مفاهیم	فصل اول
۳۹	۱۴۲	فصل دوم
۴۷	۱۵۶	فصل سوم
۵۵	۱۶۴	فصل سوم

## پایه دوازدهم

فرمول‌ها	تصاویر و مفاهیم	فصل اول
۶۱	۱۸۹	فصل دوم
۶۶	۲۰۰	فصل سوم
۷۳	۲۰۹	فصل چهارم
۸۸	۲۳۶	فصل چهارم

مسائل محتوای این بخش را با اسکن QRCode داخل شناسنامه، از سایت خیلی‌سبز دریافت کنید.



همیشه در زندگی ما آدم‌ها، یک‌سری چیزها نقش نخ تسبیح را دارند؛ یعنی در ظاهر اهمیتی ندارند، ولی اگر نباشند، تازه می‌فهمیم که چه قدر مهم بودند! در فیزیک هم چندتا چیز مهم وجود دارد که همین ویژگی را دارند. در این بخش این چیزها را می‌خواهم بگویم.

# دانستنی‌های مهم

# دانستنی‌های مهم

## ۱. محاسبه نسبت تغییرات یک کمیت

فرض کنید کمیتی مثل  $A$  داریم که فرمول مربوط به آن،  $B = \frac{DA}{C}$  است. می‌خواهیم بدانیم که نسبت  $\frac{A_2}{A_1}$  چگونه حساب می‌شود. برای این کار: ابتدا کمیت  $A$  را بر حسب بقیه کمیت‌ها حساب می‌کنیم:

$$B = \frac{DA}{C} \Rightarrow A = \frac{BC}{D}$$

۲ رابطه  $A$  با سایر کمیت‌ها را مشخص می‌کنیم. در این جا،  $A$  با  $B$  و  $C$  نسبت مستقیم و با  $D$  نسبت عکس دارد؛ بنابراین، رابطه نسبتی

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{B_2}{B_1} \times \frac{C_2}{C_1} \times \frac{D_1}{D_2} \quad \left( \frac{A_2}{A_1} \right) A \text{ برابر است با:}$$

نسبت مستقیم      نسبت عکس

اگر در رابطه هر کمیتی ثابت باشد، از رابطه نسبتی کنار می‌رود. این حساب، تمام ضریب‌های ثابت (مثل  $k, G, \mu, \dots$ ) در فرمول‌ها از رابطه نسبتی حذف می‌شود.

در هر فرمول، نسبت خواسته شده را بر حسب سایر کمیت‌ها بنویسید.

۱)  $Q = mc\Delta\theta$  ;  $\frac{c_2}{c_1} = ?$       ۲)  $PV = nRT$  ;  $\frac{T_2}{T_1} = ?$

۳)  $E = k \frac{q}{r^2}$  ;  $\frac{r_2}{r_1} = ?$       ۴)  $v = \sqrt{\frac{FL}{m}}$  ;  $\frac{m_2}{m_1} = ?$



$$1 \quad c = \frac{Q}{m\Delta\theta} \Rightarrow \frac{c_r}{c_1} = \frac{Q_r}{Q_1} \times \frac{m_1}{m_r} \times \frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_r} z$$

تاسع

$$2 \quad T = \frac{PV}{n R} \xrightarrow{\text{حذف } R} \frac{T_r}{T_1} = \frac{P_r}{P_1} \times \frac{V_r}{V_1} \times \frac{n_1}{n_r}$$

ثابت

$$3 \quad r^r = k \frac{q}{E} \Rightarrow r = \sqrt{k \frac{q}{E}} \xrightarrow{\text{حذف } k} \frac{r_r}{r_1} = \sqrt{\frac{q_r}{q_1} \times \frac{E_1}{E_r}}$$

ثابت

$$4 \quad m = \frac{FL}{v^2} \Rightarrow \frac{m_r}{m_1} = \frac{F_r}{F_1} \times \frac{L_r}{L_1} \times \left(\frac{v_1}{v_r}\right)^2$$

## ۲. محاسبه درصد تغییرات

در خیلی از مسائل محاسباتی (چه فیزیک، چه غیرفیزیک) سؤال می‌شود که فلان چیز چند درصد زیاد یا کم شده است. برای این کار، فرض می‌کنیم آن چیز،  $A$  باشد و بعد از تغییر،  $A'$  شده باشد. در این حالت برای محاسبه درصد تغییرات  $A$ ، از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{درصد تغییرات } A = \frac{\Delta A}{A} \times 100 = \frac{A' - A}{A} \times 100$$

تغییرات  
↑

اگر علامت  $\Delta A$  مثبت بود، یعنی آن چیز زیاد شده! اگر هم علامت منفی بود، یعنی آن چیز کم شده!

مخرج کسر همیشه مقدار اولیه آن چیز ( $A$ ) است.

برای دست‌گرمی، دوتا مثال با هم حل می‌کنیم:

**مسئله ۱** در اثر کاهش دما، طول جسمی از ۱۰۰ cm به ۹۷ cm رسیده

است. طول این جسم چند درصد تغییر کرده است؟

(۱) ۳ درصد افزایش

(۲) ۹۷ درصد افزایش

(۳) ۳ درصد کاهش

(۴) ۹۷ درصد کاهش

**پاسخ**

**گزینه ۳** - طول جسم از ۱۰۰ cm به ۹۷ cm رسیده؛ در نتیجه:

$$\frac{97 - 100}{100} \times 100 = \% - 3 \rightarrow \text{۳ درصد کاهش یافته!}$$

**مسئله ۲** بار کره (۱)، ۵ μC و بار کره (۲)، ۱۵ μC است. اگر این دو کره را

با هم تماس دهیم، بار هر یک از کره‌ها ۱۰ μC می‌شود. حاصل ضرب بار

کره‌ها بعد از تماس چند درصد تغییر کرده است؟

(۱) ۳۳ درصد افزایش

(۲) ۳۳ درصد کاهش

(۳) ۲۵ درصد افزایش

(۴) ۲۵ درصد کاهش

**پاسخ**

**گزینه ۱** - حاصل ضرب بارها از ۵ × ۱۵ به ۱۰ × ۱۰ رسیده؛ بنابراین:

$$\frac{10 \times 10 - 5 \times 15}{5 \times 15} \times 100 = \frac{25}{75} \times 100 = \frac{1}{3} \times 100 = \% 33$$

پس حاصل ضرب بارها ۳۳ درصد افزایش یافته!

**۳. به دست آوردن یکای کمیت مجهول**

در یک‌سری از مسائل، یکای یک کمیت که معمولاً یکای سختی هم

دارد، خواسته می‌شود. برای این کار، کافی است:

۱ ابتدا فرمول فیزیکی آن کمیت را بنویسید.



■ شاید مهم‌ترین جای کتاب، همین‌جا باشد؛ یعنی بخش فرمول‌ها! تا حدی هم درست است، اما نباید فراموش کرد که مهم‌تر از حفظ فرمول، یادگرفتن و همین توصیه من به شما این است که فرمول‌ها را حفظ نکنید و به جایش، سعی کنید ارتباط بین این کمیت‌ها را بفهمید. من هم تا جایی که در توانم بود، سعی کردم در این راه، یعنی درک بهتر فرمول‌ها به شما کمک کنم، با نوشتن قسمت‌هایی مثل تعریف و توضیح روابط، معرفی کمیت‌های مورد نیاز، یادآوری، راهنمایی، نکته، توجه، هشدار، ترفند، کاربرد و طرز استفاده فرمول در مسائل و چیزهای دیگری که خواهید دید.

این را هم بگویم که در QRCode کتاب (که در شناسنامه آمده) بخشی داریم به اسم مسائل! پس از تمام‌کردن فرمول‌ها (و البته تصاویر و مفاهیم) در هر فصل، حتماً نگاهی به این بخش بیندازید.

# فرمول‌ها



## فصل اول: فیزیک و اندازه‌گیری

### ۱. کمیت‌های اصلی و یکاهای آنها

هفت کمیت اصلی داریم که باید حتماً به خاطر بسپارید:

کمیت	نام یکا	نماد یکا
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	kg
زمان	ثانیه	s
دما	کلوین	K
مقدار ماده	مول	mol
جریان الکتریکی	آمپر	A
شدت روشنایی	کندلا (شمع)	cd



در دوره متوسطه دوم خبری از کمیت شدت روشنایی در مسائل نیست.

### ۲. تبدیل یکای زنجیره‌ای

در این روش:

۱ تساوی بین یکای فعلی و یکای جدید را می‌نویسیم! مثلاً:

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$$

۲ تساوی به دست آمده را به صورت یک کسر که برابر یک است؛ می‌نویسیم

و اسمش را می‌گذاریم ضریب تبدیل!

$$\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 1 \quad \text{یا} \quad \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 1$$



در ضرب تبدیل، یکای جدید را در صورت کسر و یکای فعلی را در مخرج کسر می‌نویسیم.



۲ اندازه کمیت را در ضرب تبدیل ضرب می‌کنیم؛ مثلاً:

$$65 \text{ cm} = 65 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0.65 \text{ m}$$

ضرب تبدیل

۱ در تبدیل یکاهای کسری (مثل تبدیل km/h به m/s)،



باید هر یکا را به صورت جداگانه در ضرب تبدیل خودش ضرب

کرد؛ مثلاً:

$$72 \text{ km/h} = 72 \frac{\text{km}}{1 \text{ h}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 20 \text{ m/s}$$

۲ چون یکای h در مخرج بود، در ضرب تبدیل، h در صورت (که با h در مخرج ساده شود) و s در مخرج قرار گرفت.

### ۳. پیشوندهای یکاها

قبل از یادگیری هر فرمولی، باید استفاده از پیشوندها را بلد باشید! کار پیشوندها، کوچک یا بزرگ کردن یکاها است. برای همین، این پیشوندها را به دو جدول پیشوندهای کوچک‌کننده و بزرگ‌کننده تقسیم کردم:

پیشوندهای بزرگ‌کننده		
ضرب تبدیل	نماد	پیشوند
$10^1$	da	دکا
$10^2$	h	هکتو
$10^3$	k	کیلو
$10^6$	M	مگا
$10^9$	G	گیگا
$10^{12}$	T	ترا

پیشوندهای کوچک‌کننده		
ضرب تبدیل	نماد	پیشوند
$10^{-1}$	d	دسی
$10^{-2}$	c	سانتی
$10^{-3}$	m	میلی
$10^{-6}$	$\mu$	میکرو
$10^{-9}$	n	نانو
$10^{-12}$	p	پیکو

پیشوندهای بزرگ کننده		
ضریب تبدیل	نماد	پیشوند
$۱۰^{۱۵}$	P	پتا
$۱۰^{۱۸}$	E	اِگزا
$۱۰^{۲۱}$	Z	زِتا
$۱۰^{۲۴}$	Y	یوتا

پیشوندهای کوچک کننده		
ضریب تبدیل	نماد	پیشوند
$۱۰^{-۱۵}$	f	فمتو
$۱۰^{-۱۸}$	a	آتو
$۱۰^{-۲۱}$	z	زپتو
$۱۰^{-۲۴}$	y	یوکتو

پیشوندهای مهم و پر کاربرد با رنگ **قرمز** نشان داده شده‌اند. این پیشوندها را جدی‌تر یاد بگیرید.

طراز استفاده: اگر یکای فعلی پیشونددار بود، ابتدا پیشوند اولیه را برمی‌داریم و به جایش **ضریب تبدیل** آن را می‌گذاریم، سپس عدد حاصل را با ضرب در کسر **نماد پیشوند جدید** به پیشوند جدید تبدیل می‌کنیم؛ مثلاً:

$$۷/۲ \text{ km} = ۷/۲ \times ۱۰^۳ \text{ m} \times \frac{n}{۱۰^{-۹}} = ۷/۲ \times ۱۰^{۱۲} \text{ nm}$$

$$۴۰۰۰ \text{ ms} = ۴ \times ۱۰^۳ \times ۱۰^{-۳} \text{ s} \times \frac{M}{۱۰^۶} = ۴ \times ۱۰^{-۶} \text{ Ms}$$

#### ۴. نمادگذاری علمی

در این روش هر مقدار را به صورت حاصل ضرب یک عدد (مثلاً  $a$ ) بین  $۱$  و  $۱۰$  و توان صحیحی ( $\pm n$ ) از  $۱۰$  می‌نویسند. یعنی این جور:  $a \times ۱۰^{\pm n}$

مثلاً:  $۰/۰۰۳ = ۳ \times ۱۰^{-۳}$  یا  $۴۳۲۰ = ۴/۳۲۰ \times ۱۰^۳$

#### نردهای

#### ۵. چگالی

$$\rho = \frac{m}{V}$$

تعریف: نسبت جرم به حجم یک ماده، چگالی نام دارد. در واقع چگالی تراکم ذرات یک ماده را نشان می‌دهد.



• معرفی کمیت‌ها •  $m$  جرم جسم بر حسب کیلوگرم (kg)،  $V$  حجم جسم بر حسب متر مکعب ( $m^3$ ) و  $\rho$  چگالی جسم بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب ( $kg/m^3$ ) است.<sup>۱</sup>

$\rho$  را با  $P$  (فشار) اشتباه نگیرید! ضمناً مقاومت ویژه را هم با  $\rho$  نشان می‌دهند که با چگالی فرق دارد.

### کاربرد

این رابطه در همین فصل، یعنی فیزیک و اندازه‌گیری، فصل ویژگی‌های فیزیکی مواد و فصل دما و گرما، بیشترین کاربرد را دارد.

### نردهای

### ۶. چگالی مخلوط (الیاز)

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\text{مجموع جرم‌های مواد درون مخلوط}}{\text{مجموع حجم‌های مواد درون مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \dots}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots}$$

هرگاه چند مادهٔ مختلف با جرم‌ها و حجم‌های متفاوت را با هم مخلوط کنیم، چگالی مخلوط یا آلیاژ آن از این رابطه به دست می‌آید.

اگر جرم یا حجم مواد داده نشود، می‌توان این رابطه را به شکل‌های دیگری هم نوشت:

**الف** - وقتی جرم را نداریم:

$$m = \rho V \Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \rho_3 V_3 + \dots}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots}$$

**ب** - وقتی حجم را نداریم:

$$V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \dots}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2} + \frac{m_3}{\rho_3} + \dots}$$

۱- تمام یک‌گانه‌هایی که در این بخش، یعنی بخش معرفی کمیت‌ها گفته می‌شود، بر حسب SI هستند.

این بخش، در اصل دو بخش است؛ یکی بخش تصاویر و یکی هم بخش مفاهیم؛ اما من به دو دلیل این دو بخش را کنار هم آوردم:

۱- جلوگیری از پراکندگی مطالب غیرفرمولی؛ این‌جوری که اول شکل‌های کتاب درسی فصل را بررسی کردم و بلافاصله بعدش رقم سراغ مفاهیم!

۲- صرفه‌جویی در مصرف کاغذ و انرژی در این اوضاع اقتصادی! چرا که در بخش مفاهیم، دیگر مطالبی را که در بخش فرمول‌ها و تصاویر گفتم، نیاوردم، مگر این‌که آن موضوع اهمیت خاصی داشته و لازم بوده از نگاه دیگری هم بررسی شود.

دقت کنید که برای حل مسائل به طور مستقیم و غیرمستقیم به این بخش نیاز دارید و در کنکورهای اخیر هم به تصاویر و مفاهیم بیشتر از قبل پرداخته می‌شود؛ پس به هیچ‌وجه از خواندن این بخش غافل نشوید.

# تصاویر و مفاهیم

# دهم

## فصل اول: فیزیک و اندازه‌گیری

### تصاویر

#### ۱. تغییر یک مدل در طول زمان

مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان، همواره معتبر نیستند و ممکن است دچار تغییر یا بازنگری و یا جایگزینی با یک مدل و نظریه جدید شوند.

مثلاً در شکل مقابل، تغییر مدل اتمی در طول زمان را می‌توانید ببینید:

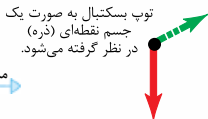
#### ۲. مدل‌سازی در فیزیک

فیزیکدانان‌ها برای ساده‌سازی یک پدیده پیچیده فیزیکی، از مدل‌سازی استفاده می‌کنند. مدل‌سازی در فیزیک، فرایندی است که طی آن یک پدیده فیزیکی، آن قدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان تحلیل و بررسی آن فراهم شود.

#### الف. مدل‌سازی توپ بسکتبال



نیروی گرانشی وارد بر توپ به ارتفاع بستگی دارد.



نیروی گرانشی وارد بر توپ ثابت است.

## ب. کاربرد مدل‌سازی در مکانیک

نیروی دست، که جسم را رو به جلو، به حرکت در می‌آورد. یک جسم نسبتاً بزرگ شخصی در حال هل دادن



نیروی اصطکاک، که برخلاف جهت حرکت جسم وارد می‌شود.

مدل‌سازی

جسم را به صورت یک ذره در نظر می‌گیریم.

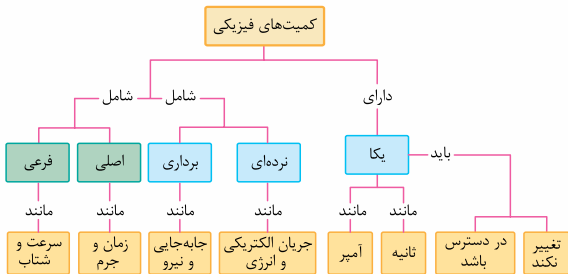
نیروی دست      نیروی اصطکاک



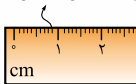
در مدل‌سازی، باید اثرهای جزئی‌تر را نادیده بگیریم، نه عوامل مهم و تأثیرگذار را!

## ۳. کمیت‌های فیزیکی

در نقشه زیر، انواع تقسیم‌بندی کمیت‌ها را می‌بینید.



کمینه درجه‌بندی این خط‌کش ۱ mm است.



دقت این خط‌کش ۱ mm است.

## ۴. دقت اندازه‌گیری ابزارهای مدرج

دقت اندازه‌گیری ابزارهای مدرج، برابر کمینه درجه‌بندی آن ابزار است. برای مثال:



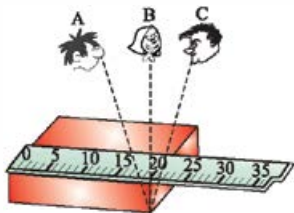


## ۵. دقت اندازه‌گیری ابزارهای دیجیتال (رقمی)



دقت ابزارهای دیجیتالی، برابر یک واحد از آخرین رقمی است که آن ابزار می‌خواند. مثلاً در دماسنج مقابل، آخرین رقم  $0.1^{\circ}\text{C}$  است پس دقت وسیله  $0.1^{\circ}\text{C}$  می‌شود.

## ۶. مهارت شخص آزمایشگر



خطای مشاهده، ناشی از زاویه دید، در خواندن و گزارش نتیجه اندازه‌گیری تأثیر زیادی دارد. مثلاً در شکل روبه‌رو شخص B به خاطر زاویه دید بهتر، دقت بیشتری دارد.

## ۷. تعداد دفعات اندازه‌گیری

برای کم‌شدن خطا در یک اندازه‌گیری، اندازه‌گیری را چند بار تکرار می‌کنیم و در نهایت، میانگین عددهای به دست آمده را به عنوان نتیجه اندازه‌گیری قبول می‌کنیم؛ با توجه به شکل، اگر یک یا دو عدد اختلاف زیادی با بقیه داشتند (داده‌های پرت)، در محاسبه میانگین وارد نمی‌شوند.



## مفاهیم

**۱. فیزیک، علمی تجربی و آزمون‌پذیر:** دانشمندان فیزیک برای توصیف پدیده‌های گوناگون طبیعت، اغلب از قانون، مدل و نظریه فیزیکی استفاده می‌کنند. از آن‌جا که فیزیک علمی تجربی است، باید صحت قوانین، مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی به کمک آزمایش مورد آزمون قرار گیرند.

۲ عوامل مؤثر در پیشرفت فیزیک: الف) مشاهده پدیده‌های گوناگون طبیعت و پیدا کردن الگوها میان پدیده‌ها توسط دانشمندان باعث شکل‌گیری علم فیزیک شد.

ب) ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی، نقطه قوت دانش فیزیک است.

پ) مهم‌ترین عامل در پیشرفت و تکامل علم فیزیک، تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیکدانان است.

۳ قانون فیزیکی: رابطه بین برخی از کمیت‌های فیزیکی را توصیف می‌کند، با دامنه وسیعی از پدیده‌های طبیعی سازگار است و اغلب برای بیان آن از گزاره‌های کلی و در عین حال مختصر استفاده می‌کنند.

۴ اصل فیزیکی و تفاوت آن با قانون فیزیکی: مثل قانون فیزیکی، ارتباط بین بعضی از کمیت‌ها را بیان می‌کند، اما برای توصیف دامنه محدودتری از پدیده‌های فیزیکی به کار می‌رود.

۵ مدل‌سازی: فرایندی که طی آن، یک پدیده فیزیکی آن‌قدر ساده و آرمانی می‌شود تا بتوان آن را بررسی و تحلیل کرد.

۶ کمیت فیزیکی: هر چیزی که بتوان آن را به صورت کمی (عددی) اندازه گرفت.

۷ یکا: برای اندازه‌گیری یک کمیت، نیاز به یک مقدار مشخص و قراردادی داریم که به آن یکا می‌گویند.



یکایک باید: تغییر نکند و دارای قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف باشد.

۸ کمیت نرده‌ای (اسکالر): این کمیت اندازه دارد، ولی جهت ندارد.

۹ کمیت برداری: این کمیت هم اندازه دارد، هم جهت!

منظور از جهت، جهت برداری است، نه هر جهتی! مثلاً جریان الکتریکی در مدار جهت دارد، اما یک کمیت نرده‌ای حساب می‌شود.



- ۱۰ **دستگاه بین‌المللی (SI):** مجموعهٔ یک‌هایی که مورد توافق بین‌المللی است.
- ۱۱ **کمیت‌های اصلی و فرعی:** هفت کمیت که یک‌های آن‌ها به طور مستقل تعریف شده، کمیت اصلی و مابقی کمیت‌ها که یک‌های آن‌ها وابسته به یک‌های اصلی هستند، کمیت فرعی‌اند.
- ۱۲ **یک‌های اصلی و فرعی:** به یکای کمیت‌های اصلی، یکای اصلی و به یکای کمیت‌های فرعی، یکای فرعی می‌گویند.
- ۱۳ **سازگاری یک‌ها:** برای درست‌بودن یک رابطهٔ فیزیکی، باید یک‌های دو طرف رابطه با هم یکسان باشد.
- ۱۴ **عوامل مؤثر در دقت اندازه‌گیری:** سه عامل در افزایش دقت اندازه‌گیری تأثیر دارد: **الف** دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری **ب** مهارت شخص آزمایشگر **پ** تعداد دفعات اندازه‌گیری
- ۱۵ **دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری:** کم‌ترین مقداری که یک وسیلهٔ اندازه‌گیری (مدرج یا رقمی) می‌تواند اندازه بگیرد.
- ۱۶ **چگالی:** به جرم واحد حجم از هر ماده‌ای، گفته می‌شود.

## فصل دوم: ویژگی‌های فیزیکی مواد

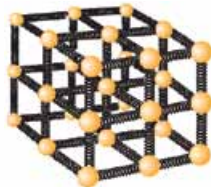
### تساویر



#### ۱. حالت‌های مختلف ماده

- چهار حالت ماده، در این تصویر وجود دارد:
- یخ (جامد)
  - آب (مایع)
  - هوا (گاز)
  - خورشید (پلازما)

#### ۲. ساختار جسم جامد



مطابق شکل، برای درک بهتر ساختار جسم جامد، فرض می‌کنند که ذرات آن توسط فنرهایی به یکدیگر وصل شده‌اند. (در واقع فنرها مدل‌سازی نیروهای بین مولکولی هستند.)