



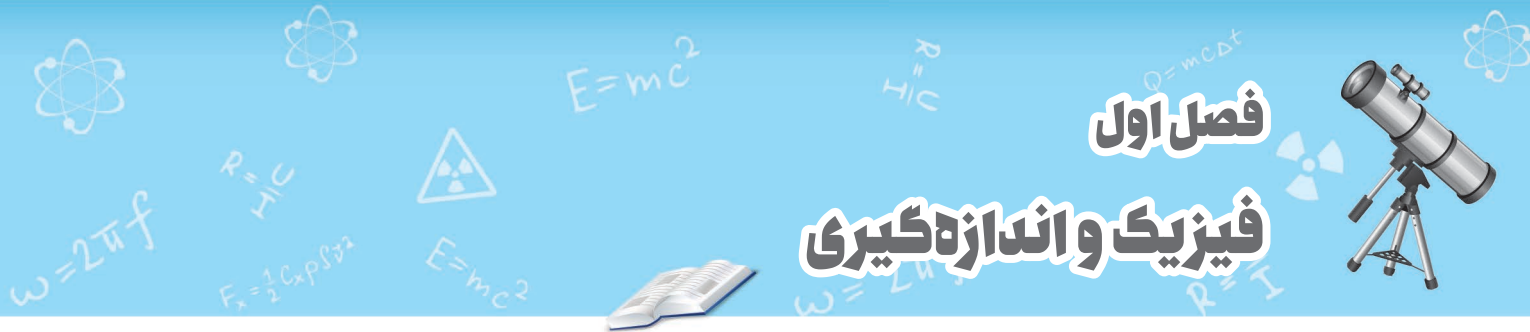
مشاوره تحصیلی هیوا

تخصصی ترین سایت مشاوره کشور

تماس با مشاوران ما، با شماره گیری

۹۰۹۹۰۷۵۳۰۵

از طریق تلفن ثابت



فصل اول فیزیک و اندازه‌گیری

معرفی دانش بنیادی فیزیک

مرحله (۱)

تعاریف اولیه

فیزیک از بنیادی‌ترین دانش‌ها و شالوده تمامی مهندسی‌ها و فناوری‌هایی است که به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم در زندگی ما نقش دارند. فیزیک‌دانان، پدیده‌های گوناگون طبیعت را مشاهده می‌کنند و می‌کوشند الگوها و نظم‌های خاصی میان این پدیده‌ها بیابند. دانشمندان فیزیک برای توصیف پدیده‌های مورد بررسی از قوانین، اصول و مدل‌ها استفاده می‌کنند که در ادامه با آن‌ها آشنا می‌شویم.

الف قانون: رابطه بین چند کمیت فیزیکی است. قوانین در دامنه وسیعی از پدیده‌های گوناگون طبیعت معتبر هستند. مانند قانون بقای انرژی و یا قانون‌های نیوتون. **ب اصل:** برای توصیف دامنه محدودتری از پدیده‌های فیزیکی که عمومیت کمتری دارند، اغلب از اصطلاح **اصل** استفاده می‌شود. مانند اصل پاسکال یا اصل ارشمیدس. در ادامه با مدل‌ها و چگونگی مدل‌سازی در فیزیک آشنا می‌شوید.

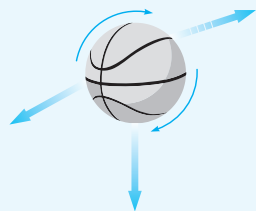
مدل‌سازی

مدل‌سازی فرایندی است که طی آن یک پدیده فیزیکی، آن‌قدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود.

نکته! هنگام مدل‌سازی یک پدیده فیزیکی، باید اثرهای جزئی‌تر را نادیده گرفته، اما اثرهای مهم و تعیین‌کننده را در نظر بگیریم.

در ادامه با یک مثال مهم از مدل‌سازی آشنا می‌شویم:

مثال حرکت توپ بسکتبال در هوا:

پدیده‌ها: (۱) توپ هنگام حرکت می‌چرخد. (۲) وزن توپ با تغییر ارتفاع تغییر می‌کند. (۳) مقاومت هوا و باد به توپ نیرو وارد می‌کنند. (۴) توپ یک کره کامل نیست و درزها و برجستگی‌هایی دارد.	شکل واقعی: 
فرض‌ها: (۱) از چرخش توپ صرف‌نظر می‌کنیم. (۲) وزن توپ را ثابت فرض می‌کنیم. (۳) اثر مقاومت هوا و باد را نادیده می‌گیریم. (۴) از ابعاد توپ صرف‌نظر کرده و آن را مانند یک نقطه (یک ذره) در نظر می‌گیریم.	شکل مدل: 

معرفی کمیت‌ها و یکاها

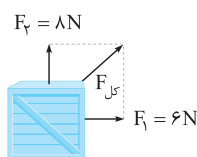
مرحله (۲)

به هر پدیده‌ای که در فیزیک قابل اندازه‌گیری است، کمیت گفته می‌شود. در ادامه با انواع مختلف کمیت‌ها آشنا می‌شویم.

کمیت‌های نرده‌ای و برداری

الف کمیت‌های نرده‌ای: کمیت‌هایی هستند که برای بیان آن‌ها تنها از یک عدد و یکای مناسب استفاده می‌شود. نام دیگر کمیت‌های نرده‌ای، کمیت‌های عددی یا اسکالار است. برای جمع کردن کمیت‌های عددی از جمع جبری استفاده می‌شود. بطور مثال، جرم یک کمیت عددی است. (هنگامی که از مادر خود می‌پرسید: چند کیلو خیار بخرم؟ او در جواب می‌گوید: ۴ kg). بنابراین کمیت جرم با یک عدد و یک یکای مناسب گزارش می‌شود.

ب کمیت‌های برداری: کمیت‌هایی که علاوه بر اندازه، دارای جهت هستند، کمیت‌های برداری نام دارند. برای بدست آوردن برابند کمیت‌های برداری از جمع برداری استفاده می‌شود. به‌طور مثال نیرو کمیتی برداری است و هنگام گزارش این کمیت علاوه بر یک عدد و یکای مناسب آن، جهت نیرو نیز بیان می‌شود. به‌طور مثال در شکل مقابل به جعبه نیروی $F_1 = ۶\text{N}$ در جهت شرق و نیروی $F_2 = ۸\text{N}$ در جهت شمال وارد می‌شود که برابند آن‌ها به‌صورت زیر از جمع برداری محاسبه می‌شود:



$$F_3 = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10\text{N}$$



نکات

۱. برای نوشتن کمیت‌های برداری مانند نیرو، از علامت پیکان بالای نماد آن کمیت استفاده می‌کنیم ($\vec{F}$). اگر علامت پیکان حذف شود مانند F ، و یا علامت کمیت در قدر مطلق قرار بگیرد مانند $|\vec{F}|$ ، تنها اندازه کمیت مورد نظر است.

۲. در ادامه با چند کمیت نرده‌ای و برداری مهم آشنا می‌شوید که در فیزیک پایه‌های دهم، یازدهم و دوازدهم مطرح می‌شوند.

الف. فشار کمیتی نرده‌ای است و دارای جهت نمی‌باشد.

ب. تمام کمیت‌هایی که دارای یکای ژول می‌باشند، کمیت نرده‌ای هستند. مانند کار، انرژی جنبشی، انرژی پتانسیل، گرما و ...

ج. تمام میدان‌ها کمیت برداری هستند. مانند میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی.

کمیت‌های اصلی و فرعی

الف. **کمیت‌های اصلی:** کمیت‌هایی هستند که یکای سایر کمیت‌های فرعی برحسب یکای آن‌ها معرفی می‌شود.

در جدول زیر هفت کمیت اصلی به همراه یکای آن‌ها نشان داده شده‌اند. لطفاً این هفت کمیت را خیلی خوب به خاطر بسپارید. هر کمیتی به غیر از این هفت کمیت، یک کمیت فرعی است.

کمیت‌های اصلی و یکای آن‌ها		
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	کندِلا (شمع)	cd

برای انجام اندازه‌گیری‌های درست و قابل اطمینان به یکاهای اندازه‌گیری نیازمندیم که تغییر نکنند و دارای قابلیت باز تولید در مکان‌های مختلف باشند. در ادامه با سه کمیت اصلی مهم و یکای آن‌ها بیشتر آشنا می‌شویم:

۱. طول

یکای طول در دستگاه بین‌المللی متر (m) است.

در گذشته یک متر به صورت یک ده میلیونیم فاصله استوا تا قطب شمال تعریف می‌شد.

امروزه یک متر برابر مسافتی تعریف می‌شود که نور در مدت زمان $\frac{1}{299792458}$ ثانیه در خلأ طی می‌کند.

نمونه یکای طول، فاصله میان دو خط نازک حک شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس آلیاژ پلاتین - ایریدیوم در دمای $^{\circ}\text{C}$ است.

۲. جرم

یکای جرم در دستگاه بین‌المللی، کیلوگرم (kg) است.

نمونه یکای جرم، به صورت استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین - ایریدیوم تعریف شده است. این استوانه در موزه‌ای در فرانسه نگهداری می‌شود.

۳. زمان

یکای زمان در دستگاه بین‌المللی، ثانیه (s) است.

در گذشته یک ثانیه به صورت $\frac{1}{86400}$ میانگین روز خورشیدی تعریف می‌شد.

استاندارد کنونی زمان براساس دقت بسیار زیاد ساعت‌های اتمی تعریف شده است.

ب. **کمیت‌های فرعی:** کمیت‌هایی هستند که به کمک روابط و تعاریف فیزیکی برحسب کمیت‌های اصلی تعریف می‌شوند. به طور مثال تندی متوسط به صورت نسبت

مسافت به زمان تعریف می‌شود. بدین ترتیب یکای تندی متوسط که یک کمیت فرعی است برحسب دو یکای اصلی مترو ثانیه به صورت $(\frac{\text{m}}{\text{s}})$ تعریف می‌شود.

نکته: برای برخی از یکاهای فرعی پرکاربرد، نامی مخصوص قرار داده شده است. به طور مثال یکای نیرو $(\frac{\text{kgm}}{\text{s}^2})$ را نیوتون (N) نامیده‌اند. این امر نباید باعث شود که

شما کمیت نیرو را به عنوان یک کمیت اصلی در نظر بگیرید. هر کمیتی به غیر از هفت کمیت اصلی، یک کمیت فرعی خواهد بود.

پیشوندهای یکاها

اگر در بیان کمیت‌ها با اندازه‌های بسیار بزرگ‌تر یا بسیار کوچک‌تر از یکای اصلی آن کمیت مواجه شویم، برای بیان کمیت از پیشوندهایی که در جدول زیر مشخص شده‌اند استفاده می‌کنیم.

پیشوندهای یکاها					
ضریب	پیشوند	نماد	ضریب	پیشوند	نماد
10^{24}	یوتا	Y	10^{-24}	یوکتو	y
10^{21}	زتا	Z	10^{-21}	زپتو	z
10^{18}	اِگزا	E	10^{-18}	آتو	a
10^{15}	پتا	P	10^{-15}	فمتو	f
10^{12}	ترا	T	10^{-12}	پیکو	p
10^9	گیگا (جیگا)	G	10^{-9}	نانو	n
10^6	مگا	M	10^{-6}	میکرو	μ
10^3	کیلو	k	10^{-3}	میلی	m
10^2	هکتو	h	10^{-2}	سانتی	c
10^1	دکا	da	10^{-1}	دِسی	d

تبدیل یکاها

برای تبدیل یکاهای متفاوت یک کمیت به یک‌دیگر می‌توان از دو روش زیر استفاده کرد:

الف) روش تبدیل زنجیره‌ای: در این روش، اندازه کمیت را در یک ضریب تبدیل ضرب می‌کنیم. ضریب تبدیل نسبتی از یکاها است که برابر ۱ می‌باشد. دقت کنید که ضریب تبدیل به صورتی نوشته می‌شود که یکای ناخواسته حذف شده و عدد مورد نظر بر حسب یکای خواسته شده بدست آید. بطور مثال عدد 20 cm را به صورت مقابل بر حسب متر بدست می‌آوریم:

$$20\text{ cm} = (20\text{ cm})(1) = 20\text{ cm} \times \left(\frac{1\text{ m}}{100\text{ cm}} \right) = 0.2\text{ m}$$

ضریب تبدیل

ب) روش تبدیل مستقیم: در این روش ابتدا تفاوت توان‌های پیشوندی مورد نظر را بدست می‌آوریم.

بطور مثال می‌خواهیم 5 cm را بر حسب km بنویسیم:

پیشوند سانتی‌متر به صورت 10^{-2} و پیشوند کیلومتر به صورت 10^3 است و تفاوت آن‌ها به اندازه 10^5 است. دقت کنید که اگر یکای مورد نظر بزرگ شود باید توان عدد 10^5 منفی باشد و اگر یکای مورد نظر کوچک شود باید توان عدد 10^5 مثبت باشد. به تبدیل‌های زیر دقت کنید:

$$5\text{ cm} = 5 \times 10^{-5}\text{ km}$$

$$5\text{ km} = 5 \times 10^5\text{ cm}$$

نکات

۱) اگر یکای کمیتی دارای توان باشد، ضریب تبدیل بدست آمده را به توان مورد نظر می‌رسانیم.

به مثال زیر دقت کنید.

$$5\text{ cm}^2 = (5 \times 10^{-5})^2\text{ km}^2 = 5 \times 10^{-10}\text{ km}^2$$

$$6\text{ km}^3 = (6 \times 10^5)^3\text{ cm}^3 = 6 \times 10^{15}\text{ cm}^3$$

۲) اگر یکای کمیت مورد نظر به صورت کسری بود، صورت و مخرج را به صورت جداگانه تبدیل کرده و حاصل را بدست می‌آوریم. به مثال زیر دقت کنید.

$$4 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{4 \times 10^{-3}\text{ km}}{10^3\text{ ms}} = 4 \times 10^{-6} \frac{\text{km}}{\text{ms}}$$

$$7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{7 \times 10^{-3}\text{ kg}}{(10^{-2})^3\text{ m}^3} = 7 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



۳ برای کمیت طول علاوه بر یکای SI یکاهای دیگری نیز به صورت زیر تعریف می شود که هیچ لزومی ندارد آن ها را به خاطر بسپارید.

یکای نجومی (AU): $1 \text{ AU} = 1/5 \times 10^{11} \text{ m}$

مسافتی است که نور در مدت یک سال طی می کند: (ly) سال نوری

فوت (ft): $1 \text{ ft} = 12 \text{ in}$
اینچ (in): $1 \text{ in} = 2/54 \text{ cm}$

مایل در خشکی (mi): $1 \text{ mi} = 1609 \text{ m}$

مایل دریایی (mi): $1 \text{ mi} = 1852 \text{ m}$

ذرع $1 = 104 \text{ cm}$

فرسنگ $1 = 6000 \text{ ذرع}$

۴ برای کمیت جرم علاوه بر یکای SI یکاهای دیگری نیز به صورت زیر تعریف می شود که باز هم هیچ لزومی ندارد آن ها را به خاطر بسپارید. 1000 من تبریز 1 خروار

640 مثقال $= 40$ سیر 1 من تبریز

96 گندم $= 24$ نخود 1 مثقال

200 mg 1 قیراط

۵ برای کمیت زمان علاوه بر یکای SI یکاهای دیگری نیز به صورت زیر تعریف می شود که بهتر است به خاطر بسپارید.

دقیقه (min): $1 \text{ min} = 60 \text{ s}$

ساعت (h): $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$

۶ برای مساحت علاوه بر یکای SI می توان از هکتار استفاده کرد که به صورت زیر تعریف می شود.

هکتار $1 = 10^4 \text{ m}^2$

۷ برای کمیت تندی یا سرعت علاوه بر یکای SI از کیلومتر بر ساعت استفاده می شود که به صورت زیر به یکای SI تبدیل می شود. لطفاً این تبدیل را حتماً به خاطر بسپارید.

$$1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1}{3.6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

سازگاری یکاها

هنگام قرار دادن مقدار کمیت های مختلف در روابط فیزیکی باید تمام یکاها را بر حسب SI جایگذاری کنیم تا یکاها در طرفین رابطه سازگار باشند. به طور مثال در رابطه $F = ma$ اگر بخواهیم نیرو (F) را بر حسب یکای SI (نیوتون) بدست آوریم باید مقدار جرم (m) را بر حسب کیلوگرم و مقدار شتاب (a) را بر حسب متر بر مجذور ثانیه جایگذاری کنیم.

نکته اگر در یک رابطه فیزیکی چند عبارت با یک دیگر جمع شوند، باید یکای تمام آن ها یکسان باشد. به طور مثال در سال دوازدهم با رابطه سرعت متحرک در حرکت شتاب دار با شتاب ثابت آشنا می شوید که به صورت $v = at + v_0$ است. یکای کمیت های مختلف این رابطه در زیر مشخص شده است.

$$v = at + v_0$$

(سرعت اولیه) + (زمان)(شتاب) = سرعت نهایی

$$\frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s}^2}(\text{s}) + \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

نمادگذاری علمی

در برخی از مواقع در فیزیک با اعداد بسیار بزرگ و یا بسیار کوچک روبه رو می شویم. برای سهولت در نوشتن و انجام محاسبات این اعداد را به صورت زیر می نویسند که به آن نماد علمی گویند.

$$a \times 10^n$$

a عددی بین یک تا 10 است.

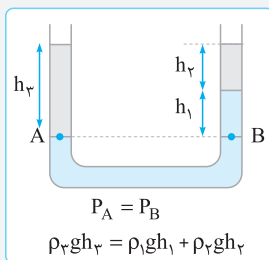
n یک عدد صحیح با علامت مثبت یا منفی است که نشان دهنده تعداد رقم هایی است که ممیز جابه جا می شود.

برای نماد علمی کردن عددهای بسیار بزرگ n مثبت و برای نماد علمی کردن عددهای بسیار کوچک n منفی است.

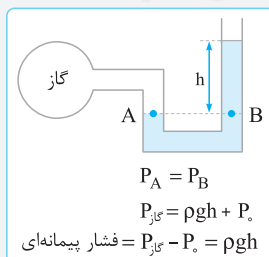
به مثال زیر توجه کنید:

نوع عدد	مقدار عدد	مقدار a ($1 \leq a < 10$)	مقدار n (تعداد رقم جابه جایی اعشار)	عدد به صورت نماد علمی
بسیار بزرگ	۵۲۳۰۰۰۰۰۰۰	۵/۲۳	n = ۹	$5/23 \times 10^9$
بسیار کوچک	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۱۴۵	۱/۴۵	n = ۸	$1/45 \times 10^{-8}$

جمع بندی فصل سوم در یک نگاه

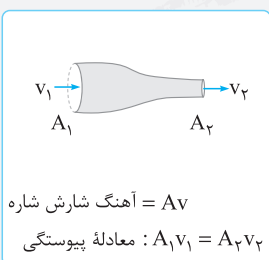


لوله های U شکل



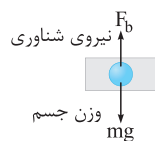
در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد.

اصل برنولی



آهنگ شارش شاره Av
معادله پیوستگی: $A_1 v_1 = A_2 v_2$

ارشمیدس



وقتی تمام یا قسمتی از یک جسم در شاره‌ای فرو رود، شاره نیرویی بالاسو بر آن وارد می‌کند که با وزن شاره جابه‌جا شده توسط جسم برابر است.

$$mg > F_b$$

جسم پایین می‌رود.

$$mg = F_b$$

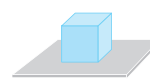
جسم غوطه‌ور می‌شود.

$$mg < F_b$$

جسم بالا می‌رود.

اگر در سطح مایع باشد شناور می‌شود.

فشار ناشی از جامدات



$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A}$$

فشار ناشی از مایع بر کف ظرف

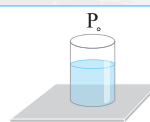


$$P = \frac{F}{A}$$

$$P = \rho g h$$

فشار ناشی از شاره‌ها

فشار کل وارد بر کف ظرف



$$P = \frac{F}{A} + P_0$$

$$P = \rho g h + P_0$$



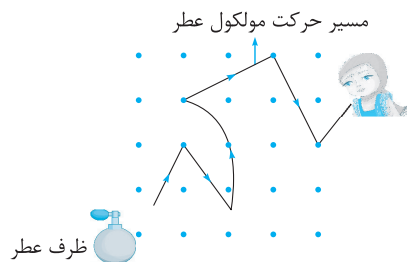
حالت‌های ماده

هر ماده‌ای که در دمای بالا تجزیه نشود، می‌تواند در سه حالت جامد، مایع و گاز وجود داشته باشد. تفاوت این سه حالت در فاصله بین مولکول‌ها، نیروی بین مولکول‌ها، شکل پذیری ماده و مقدار حجم آن‌هاست. پس از مطالعه این درسنامه باید تفاوت هر حالت ماده را برای موارد فوق بررسی کنید. ابتدا به بررسی گازها می‌پردازیم:

گازها

۱- فاصله بین مولکول‌ها بسیار بیشتر از حالت مایع یا جامد است.

۲- نیروی بین مولکولی عملاً ناچیز است (البته واسه موقعی که بوم دیگه نفورن، آله به هم بر فوردر کنن نیروی پینشون زیاده)



۳- به دلیل ناچیز بودن نیروی بین مولکولی گازها ویژگی انبساط پذیری دارند.

یعنی در هر ظرفی قرار گیرند کل فضای آن را اشغال می‌کنند. به همین ترتیب خاصیت تراکم پذیری آن‌ها نیز توجیه می‌شود. به عبارت ساده‌تر می‌توان گفت که گازها همواره شکل ظرفی که در آن قرار دارند را به خود می‌گیرند پس نه حجم ثابتی دارند و نه شکل ثابتی.

۴- مولکول‌های گاز دائماً به یکدیگر و دیواره ظرف برخورد می‌کنند و تغییر جهت می‌دهند این حرکت را حرکت کاتوره‌ای می‌نامند و پدیده پخش بوی عطر در یک اتاق این حرکت نامنظم مولکول‌ها را نمایش می‌دهد. به عبارت دیگر حرکت مولکول‌های گاز انتقالی است.

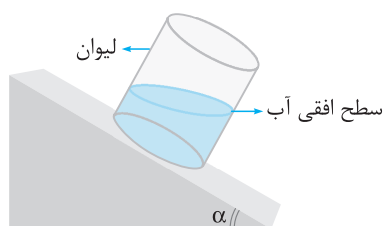
مایعات

۱- فاصله بین مولکول‌ها بسیار کمتر از گازهاست و مولکول‌ها آزادی عمل بسیار کمتری دارند. مولکول‌ها همچنان دارای حرکت انتقالی هستند اما روی هم می‌لغزند و آزادانه نمی‌توانند حرکت کنند. این پدیده باعث می‌شود که مایعات بتوانند جاری شوند.

۲- فاصله بین ذرات در حدود یک آنگستروم ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$) است.

۳- به دلیل این فاصله کم بین مولکول‌ها نمی‌توان آن‌ها را بیشتر از این به هم نزدیک کرد. به عبارت دیگر مایعات برخلاف گازها تراکم ناپذیرند و حجم ثابتی دارند اگر چه که هر دو شکل ثابتی ندارند.

۴- در مایعات مانند گازها حرکت مولکول‌ها به شکل انتقالی است (اگر چه که در مایعات حرکت ارتعاشی هم دارند). پس پدیده پخش در مایعات هم مشاهده می‌شود. به عنوان مثال اگر یک قطره جوهر درون لیوان آب بیفتد با گذشت زمان درون آن پخش می‌شود، توجه کنید که سرعت پخش نسبت به گازها بسیار کمتر است.



۵- به دلیل خاصیت جاری شدن مایعات، سطح آن‌ها همواره به شکل افقی قرار می‌گیرد. زیرا مایعات

هیچ نیرویی را به موازات سطح خود تحمل نمی‌کنند. به عنوان مثال در شکل مقابل اگر یک لیوان آب روی سطح شیب‌دار قرار گیرد، سطح آب درون آن به موازات افق خواهد بود.

نکته! نیروهای بین مولکولی دو رفتار متناقض دارند. هنگامی که فاصله بین مولکول‌ها از حد معینی ($1 \text{ \AA}$) کمتر شود این نیروها به شکل دافعه (رانشی) عمل می‌کنند و اگر فاصله بین مولکول‌ها از این حد بیشتر شود به شکل جاذبه (ربایشی) عمل می‌کنند. البته اگر این فاصله بسیار زیاد باشد این نیرو از بین می‌رود. به بیان دیگر نیروی بین مولکولی کوتاه برداست و در فاصله‌های بسیار کوچک ظاهر می‌شوند. برای درک بهتر این مطلب به شکل‌های زیر توجه کنید. نیروی بین مولکولی مانند نیروی فنر عمل کند.





جامدات

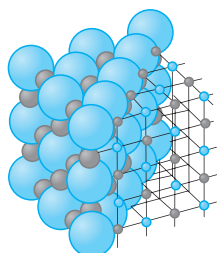
۱. فاصله بین مولکول‌ها تقریباً برابر با فاصله بین مولکول‌ها در مایعات ($1\text{\AA}$) است. پس مانند مایعات تراکم ناپذیرند.

۲. نیروی بین مولکولی بسیار قوی است و مانع حرکت انتقالی مولکول‌ها می‌شود.

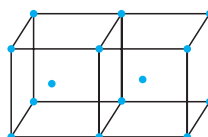
مولکول‌ها تنها با دامنه محدودی در محل خود ارتعاش می‌کنند. این مطلب باعث می‌شود که جامدات شکل ثابتی داشته باشند.

۳. بر اساس شکل، کنار هم قرار گرفتن مولکول‌های جامدات را به دو دسته می‌توان تقسیم کرد:

الف. **جامدات بلورین:** در این مواد که از سرد کردن آرام و تدریجی مایعات به دست می‌آیند مولکول‌ها در طرح‌های منظم ۳ بعدی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و تشکیل یک شبکه بلورین می‌دهند فلزات و اکثر سنگ‌ها (مانند نمک طعام و الماس) از دسته این جامدات هستند.

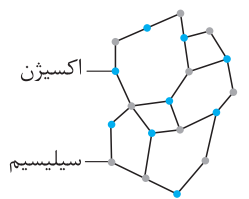


نمک طعام



آهن

ب. **جامدهای بی‌شکل (آمورف):** این جامدات از سرد کردن سریع مایعات به دست می‌آیند. به دلیل اینکه مولکول‌ها فرصت کافی برای آرایش منظم ندارند به شکل تصادفی در کنار هم قرار می‌گیرند. شیشه و اکثر پلاستیک‌ها از این نوع جامدات هستند. جامدهای بی‌شکل را در برخی از کتاب‌ها، مایع سفت نیز می‌گویند.



شیشه

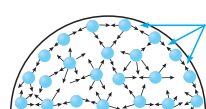
(یک جامد بی‌شکل)

برای جمع‌بندی مطالب گفته شده می‌توانید از جدول زیر کمک بگیرید.

حالت ماده	فاصله بین مولکول‌ها	حرکت و انرژی	نوع حرکت مولکول‌ها	نیروی بین مولکولی	شکل	حجم	تراکم‌پذیری
گاز	زیاد $d > 1\text{\AA}$	زیاد	انتقالی	ناچیز	شکل ثابت ندارند.	حجم ثابت ندارند.	متراکم می‌شوند
مایع	$d \approx 1\text{\AA}$	متوسط	انتقالی و ارتعاشی	متوسط	به شکل ظرف در می‌آیند.	حجم ثابت است.	تراکم ناپذیر
جامد	$d \approx 1\text{\AA}$	ناچیز	ارتعاشی	زیاد	شکل ثابت دارند.	حجم ثابت است.	تراکم ناپذیر

نیروهای چسبندگی (نیروهای بین مولکولی)

هنگامی که یک شیر آب چکه می‌کند، ذرات آب تشکیل قطره می‌دهند. دلیل این مطلب نیروی هم‌چسبی است. به نیروی ربایشی بین مولکول‌های هم‌نوع نیروی هم‌چسبی و به نیروی ربایشی بین دو مولکول متفاوت (از دو جنس مختلف) نیروی چسبندگی (دگرچسبی) گفته می‌شود. همان‌گونه که در ابتدای درسنامه گفته شد این نیروها کوتاه برد هستند و با افزایش فاصله مولکول‌ها از حد معینی از بین می‌روند.



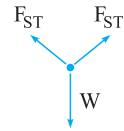
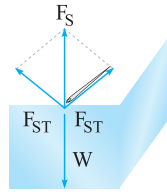
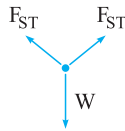
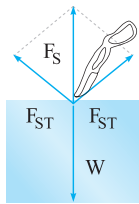
نیروی کششی

کشش سطحی: پدیده کشش سطحی نشان‌دهنده نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های سطح یک مایع است. مطابق شکل مقابل مولکول‌هایی که در سطح یک مایع قرار دارند به یکدیگر نیرو وارد می‌کنند و باعث می‌شوند سطح مایع مانند یک پوسته کشیده عمل کند.

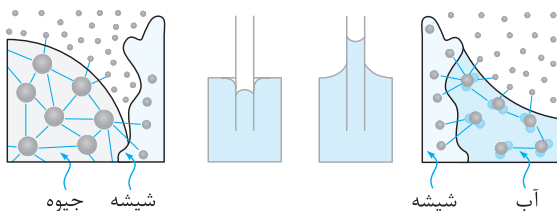
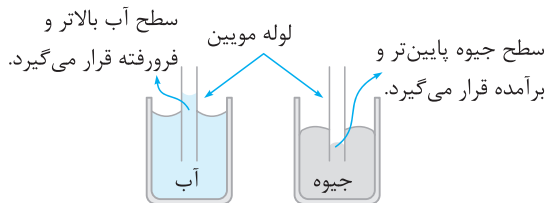
به دلیل وجود پدیده کشش سطحی اگر یک سنجاقک (یا سوزن) روی سطح آب قرار گیرد در آب فرو نمی‌رود.



دلیل ثابت ماندن حشره یا سوزن روی سطح آب این است که برابری نیروهای کشش سطحی (F_S) که به حشره یا سوزن وارد می شود وزن آن ها را خنثی می کند.



نکات ۱ برای کاهش نیروی کشش سطحی دو روش وجود دارد (۱) گرم کردن مایع (۲) افزودن ناخالصی مانند صابون به آب (واسه همینکه لباسا رو با آب گرم و صابون می شورن، می توان کشش سطحی کم بشه تا آب راحت داخل لباس نفوذ کنه)



۲ هنگامی که دو قطره آب و جیوه را روی سطح شیشه قرار می دهیم، آب سطح شیشه را تر می کند (روی آن پخش می شود) زیرا نیروی چسبندگی بین مولکول های آب و شیشه بیشتر از نیروی هم چسبی مولکول های آب است. اما جیوه به شکل قطره باقی می ماند زیرا نیروی هم چسبی بین مولکول های جیوه بیشتر از نیروی چسبندگی بین مولکول های جیوه و شیشه است.

اگر سطح شیشه آغشته به روغن باشد آب به شکل قطره باقی می ماند زیرا نیروی هم چسبی بین مولکول های آب از نیروی چسبندگی بین مولکول های آب و روغن بیشتر است.

موبینگی: پدیده موبینگی به دلیل وجود نیروی چسبندگی به وجود می آید. اگر یک لوله نازک شیشه ای را درون مایعی وارد کنیم، سطح مایع درون لوله نسبت به سطح مایع درون ظرف بالاتر یا پایین تر قرار می گیرد. سطح آب در لوله موبین بالاتر از سطح آب در ظرف قرار می گیرد و سطح آن فرو رفته (مقعر) است. سطح جیوه در لوله موبین پایین تر از سطح جیوه در ظرف است و به شکل برآمده (محدب) است.

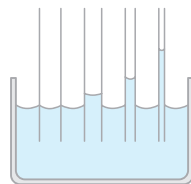
دلیل اینکه سطح آب در لوله موبین بالاتر از سطح آب در ظرف است را بدین شکل می توان توجیه کرد که نیروی چسبندگی بین مولکول های آب و شیشه بیشتر از نیروی هم چسبی بین مولکول های آب است. به همین ترتیب به دلیل اینکه نیروی هم چسبی بین مولکول های جیوه از نیروی چسبندگی بین مولکول های جیوه و شیشه بیشتر است سطح جیوه پایین تر و برآمده قرار می گیرد.

نکات ۱ اگر سطح داخلی لوله موبین را چرب کنیم سطح آب درون آن پایین تر از سطح ظرف و به شکل برآمده قرار می گیرد زیرا نیروی هم چسبی بین مولکول های آب از نیروی چسبندگی بین مولکول های آب و روغن بیشتر است.

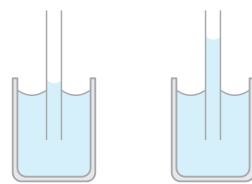
۲ سطح آب در لوله موبین تا جایی بالا می رود که وزن ستون مایع برابر با نیروی چسبندگی بین مولکول های آب و شیشه باشد. از این مطلب دو نتیجه حاصل می شود.

نتیجه ۱ هر چه قدر ضخامت لوله کمتر باشد (لوله نازک تر) سطح آب در آن بیشتر بالا می آید (شکل الف).

۲ هر چه قدر چگالی مایع کمتر باشد سطح مایع درون لوله موبین بیشتر بالا می آید (شکل ب).



(الف)



(ب)

۳ آب در لوله موبین هرگز سرریز نمی شود به عبارت دیگر اگر مقطع لوله نسبت به ارتفاع آن بسیار کوچک باشد آب حداکثر تا انتهای لوله بالا می آید.

همان طور که می دانید در یک لوله موبین به دلیل وجود نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول های آب و شیشه، آب در لوله بالا می رود. حفره های ریز موجود در آجر هم، مانند لوله های موبین عمل می کنند و نیروی چسبندگی سطحی بین آب و مولکول های آجر باعث می شود آب به قسمت های مختلف آجر نفوذ کند.



۱ اگر برای یک ماده معین، متوسط اندازه نیروی بین مولکولی را در حالت گازی با F_g ، در حالت مایع با F_l و در حالت جامد با F_s نشان دهیم، کدام رابطه صحیح است؟

(تجربی داخل ۷۹)

- گزینه ۲ ☐ (۱) $F_s = F_l = F_g$ ☐ (۲) $F_s > F_l > F_g$ ☐ (۳) $F_s < F_l = F_g$ ☐ (۴) $F_s = F_l > F_g$

حل در حالت جامد، مولکول ها با نیروی زیادی یکدیگر را جذب می کنند و ذرات جامد در فاصله کمی و در وضعیت ثابتی نسبت به هم قرار می گیرند. در مایعات نیرویی که ذرات به هم وارد می کنند کمی کاهش می یابد و این امر باعث می شود که ذرات مایع با آزادی بیشتری نسبت به یکدیگر حرکت کنند و در نهایت در حالت گاز، مولکول ها نیروی بسیار ناچیزی به هم وارد می کنند و بسیار آزادند! بنابراین داریم:

(ریاضی داخل ۸۳)

۲ کدام عامل مایع ها را تقریباً تراکم ناپذیر می کند؟

حل ذرات مایع در فاصله ای حدود 10^{-10} m در کنار یکدیگر قرار می گیرند. اگر فاصله بین ذرات از این مقدار کمتر شود، نیروی رانشی قوی ای ایجاد خواهد شد که مانع نزدیک شدن ذرات به یکدیگر می شود و در نتیجه مایعات نمی توانند متراکم شوند.

۳ خورشید، ستارگان و بیشتر فضای بین ستاره ای از کدام نوع ماده ایجاد شده اند؟

حل اگر متن کتاب درسی را به دقت مطالعه کرده باشید، می دانید که گازهای بسیار داغ که شامل الکترون های آزاد هستند مانند خورشید، ستارگان، آذرخش، شفق های قطبی و آتش از جنس پلاسما هستند.

۴ کدام یک از گزینه های زیر در مورد مواد در مقیاس نانو نادرست است؟

حل ویژگی های فیزیکی مواد از قبیل نقطه ذوب، رسانندگی الکتریکی، شفافیت و رنگ اغلب در مقیاس نانو تغییر می کند. اگر فقط یک بُعد ماده ای را در مقیاس نانو محدود کنیم، یک نانولایه به وجود می آید. ویژگی های فیزیکی گازها در مقیاس نانو تغییر نمی کند. علوم نانو شاخه ای از علوم است که تغییر در ویژگی های فیزیکی مواد را بر حسب اندازه آن ها بررسی و توصیف می کند. ویژگی های فیزیکی تمام مواد، شامل جامدها، مایع ها و گازها در مقیاس نانو تغییر می کند.

(ریاضی خارج ۹۸)

۵ کدام مورد درست است؟

حل در مقیاس نانو ویژگی های ماده به طور قابل ملاحظه ای تغییر می کند. هرچه ابعاد یک جسم کاهش می یابد ویژگی های آن نیز به تدریج تغییر می کند. ویژگی های مواد در مقیاس مگا و بالاتر، به طور قابل توجهی تغییر می کند. هرچه ابعاد یک جسم افزایش می یابد همه خواص فیزیکی آن نیز تغییر می کند. در مقیاس نانو ویژگی های ماده به طور قابل ملاحظه ای تغییر می کند.

(ریاضی داخل ۹۸)

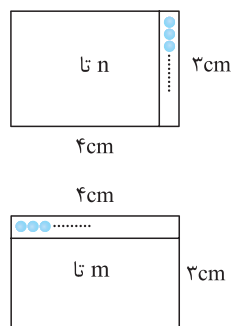
۶ نقطه ذوب طلا:

حل نقطه ذوب طلا در مقیاس نانو ذره و نانولایه خیلی کاهش می یابد. فقط در مقیاس نانو ذره خیلی افزایش می یابد. هم در مقیاس نانو ذره و هم در مقیاس نانو لایه خیلی کاهش می یابد. هم در مقیاس نانو ذره و نانولایه خیلی کاهش می یابد.

۷ یک نانولایه به ضخامت یک نانومتر و طول و عرض ۴ cm و ۳ cm در اختیار داریم. اگر قطر اتم آن 10^{-10} m باشد، این نانو لایه از چند اتم تشکیل شده است؟

- گزینه ۱ ☐ (۱) 12×10^{17} ☐ (۲) 12×10^{16} ☐ (۳) 12×10^{18} ☐ (۴) 12×10^{19}

حل ابتدا باید تعداد اتم هایی که می توانند در عرض این نانو لایه قرار بگیرند را به دست آوریم. به شکل مقابل دقت کنید.



$$n = \frac{3 \text{ cm}}{10^{-10} \text{ m}} = \frac{3 \times 10^{-2} \text{ m}}{10^{-10} \text{ m}} = 3 \times 10^8$$

همان طور که مشاهده کردید برای به دست آوردن تعداد اتم ها کافی است عرض مستطیل را بر قطر اتم ها تقسیم کنیم. به همین ترتیب تعداد اتم هایی که در طول نانو لایه می تواند قرار بگیرند را نیز به دست می آوریم:

$$m = \frac{4 \text{ cm}}{10^{-10} \text{ m}} = \frac{4 \times 10^{-2} \text{ m}}{10^{-10} \text{ m}} = 4 \times 10^8$$

بنابراین تعداد اتم‌های موجود در این صفحه برابر است با:

$$n \times m = 3 \times 10^8 \times 4 \times 10^8 = 12 \times 10^{16}$$

ضخامت لایه موردنظر ما برابر ۱ نانومتر است. باید تعداد اتم‌هایی که در این راستا قرار می‌گیرند را نیز به دست می‌آوریم.

$$k = \frac{1nm}{10^{-10}m} = \frac{10^{-9}m}{10^{-10}m} = 10$$



به عبارت دیگر ضخامت این لایه به اندازه ۱۰ اتم می‌باشد. پس این لایه می‌تواند از ۱۰ صفحه تشکیل شده باشد که هر صفحه هم 12×10^{16} اتم دارد. پس تعداد کل اتم‌های این صفحه برابر است با:

$$m \times n \times k = 12 \times 10^{16} \times 10 = 12 \times 10^{17}$$

بین دو مولکول از یک ماده به ترتیب در فاصله خیلی کم چه نیرویی ایجاد می‌شود و در فاصله زیادتر از هم چه نیرویی ایجاد می‌شود؟ (فاصله‌های ذکر شده در حد مولکولی است.)

(ریاضی دافل ۸۶)

- ☐ (۱) پیوسته رانشی
 ☐ (۲) پیوسته ربایشی
 ☐ (۳) رانشی و ربایشی
 ☐ (۴) ربایشی و رانشی

حل هنگامی که مولکول‌های ماده از فاصله مشخصی به یکدیگر نزدیک‌تر می‌شوند، نیروی رانشی قوی بین آن‌ها ایجاد می‌شود و آن‌ها را به فاصله قبلی برمی‌گرداند و اگر فاصله آن‌ها از حد مشخصی بیشتر شود، نیروی ربایشی ایجاد شده و دوباره آن‌ها را به فاصله اولیه باز می‌گرداند.

(ریاضی دافل ۸۵)

یک تیغ از پهنا می‌تواند روی آب شناور شود، زیرا

- ☐ (۱) حجم تیغ بسیار کم است.
 ☐ (۲) جرم تیغ بسیار کم است.
 ☐ (۳) چگالی تیغ کمتر از چگالی آب است.
 ☐ (۴) در سطح آب کشش سطحی وجود دارد.

حل بدون شرح!

عامل نگهدارنده سوزن فولادی کوچک روی آب، نیروی و ماهیت آن نیروی است.

- ☐ (۱) کشش سطحی - گرانشی
 ☐ (۲) اصطکاک - الکتریکی
 ☐ (۳) کشش سطحی - الکتریکی
 ☐ (۴) اصطکاک - گرانشی

حل حتماً می‌دانید که عامل نگهدارنده سوزن فولادی، کشش سطحی است، این را هم بدانید که ماهیت تمام نیروهای بین مولکولی، الکتریکی است.

مقداری جیوه روی سطح افقی شیشه‌ای می‌ریزم. ملاحظه می‌شود با آن که جیوه مایع است ولی روی شیشه پخش نمی‌شود، علت چیست؟

(تهرپی دافل ۷۶)

- ☐ (۱) بین مولکول‌های جیوه و شیشه نیروی دافعه ایجاد می‌شود.

- ☐ (۲) نیروی چسبندگی بین مولکول‌های جیوه بیشتر از نیروی چسبندگی بین مولکول‌های شیشه است.

- ☐ (۳) نیروی چسبندگی بین مولکول‌های جیوه و شیشه کوچک‌تر از نیروی جاذبه بین آب و شیشه است.

- ☐ (۴) نیروی جاذبه بین مولکول‌های جیوه بزرگ‌تر از نیروی چسبندگی بین مولکول‌های جیوه و شیشه است.

حل نیروی هم‌چسبی مولکول‌های جیوه بزرگ‌تر از نیروی دگرچسبی بین جیوه و شیشه است و جیوه شکل کروی خود را حفظ می‌کند و روی شیشه پخش نمی‌شود.

(تهرپی دافل ۸۳)

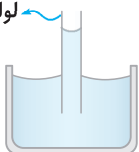
کدام شکل، آب را در لوله شیشه‌ای موئین به درستی نشان می‌دهد؟



حل در لوله موئین، سطح آب به صورت مقعر و بالاتر از سطح آزاد آب داخل ظرف قرار می‌گیرد.

(ریاضی قارچ ۱۵ - با تغییر)

لوله موئین



از مشاهده آزمایش روبه‌رو، به کدام نتیجه می‌توان دست یافت؟

- ☐ (۱) در سطح مایعات، کشش سطحی وجود دارد.

- ☐ (۲) چگالی لوله موئین، کمتر از چگالی مایع است.

- ☐ (۳) بزرگی نیروی هم‌چسبی مولکول‌های مایع، بیشتر از بزرگی نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و لوله است.

- ☐ (۴) بزرگی نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و لوله، بیشتر از بزرگی نیروی هم‌چسبی مولکول‌های مایع است.

حل شکل فوق می‌تواند مربوط به آب باشد. در این حالت نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و شیشه بزرگ‌تر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب است و مولکول‌های شیشه، مولکول‌های آب را به سمت خود به طرف بالا می‌کشند.



فشار

مرحله (۲)

فشار ناشی از جامدات

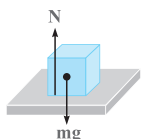
فشار وارد بر یک سطح عبارت است از اندازه نیرویی که به صورت عمودی، بر واحد آن سطح وارد می شود.

$$P = \frac{F_N}{A}$$

توجه کنید که نیرو یک کمیت برداری است اما فشار یک کمیت نرده ای است.

نکات

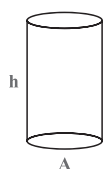
۱ با توجه به تعریف گفته شده برای فشار، برای تعیین فشار باید مؤلفه عمود بر سطح (نیروی F_N) را در رابطه قرار داد. به نمونه مقابل توجه کنید.



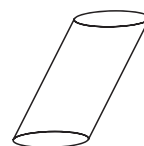
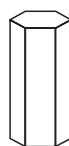
$$N = mg \Rightarrow P = \frac{mg}{A}$$

۲ چون فشار یک کمیت نرده ای است، فشار کل همواره برابر مجموع تمام فشارهاست.

۳ برای اجسام همگن و یکنواخت (جسمی که در راستای ارتفاعش مساحت مقطع آن عوض نشود)، می توان فشار را از رابطه $P = \rho gh$ به دست آورد.

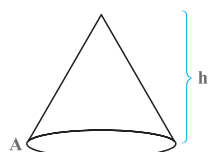


$$P = \frac{mg}{A} \xrightarrow[V=Ah]{m=\rho V} P = \frac{\rho Ahg}{A} = \rho gh$$



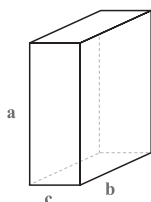
اجسام همگن

۴ برای مخروط از رابطه فوق نمی توان استفاده کرد.



$$P = \frac{mg}{A} = \frac{\rho Vg}{A} = \frac{\rho \times \frac{1}{3} Ahg}{A} = \frac{1}{3} \rho gh$$

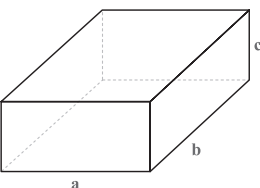
۵ برای یک مکعب به اضلاع a و b و c که $a > b > c$ است، بیشترین فشار مربوط به حالتی است که بزرگترین ضلع ارتفاع باشد، در این حالت کوچکترین سطح با افق در تماس است.



$$P_{\max} = \rho gh_{\max} = \rho ga$$

$$P_{\max} = \frac{mg}{A_{\min}} = \frac{mg}{bc}$$

کمترین فشار مربوط به حالتی است که کوچکترین ضلع ارتفاع باشد. در این حالت بزرگترین سطح با افق در تماس است.



$$P_{\min} = \rho gh_{\min} = \rho gc$$

$$P_{\min} = \frac{mg}{A_{\max}} = \frac{mg}{a.b}$$

۶ اگر جسمی درون یک آسانسور در حال حرکت قرار داشته باشد، برای بررسی فشار آن می توان از حرکت آن صرف نظر کرد و به جای g از g' استفاده کرد به گونه ای که خواهیم داشت:

$$g' = g \pm a \quad \begin{matrix} \oplus a \uparrow \\ \ominus a \downarrow \end{matrix}$$

۱۴ مکعبی چوبی به ضلع ۲۰ cm روی کف اتاق قرار دارد. هنگامی که شخصی به وزن ۸۰۰ N روی مکعب می ایستد، فشاری که از طرف شخص بر کف

(ریاضی دافل ۸۶)

اتاق وارد می شود چند کیلو پاسکال است؟

$$۴۰۰۰ (۴)$$

$$۲۰۰۰ (۳)$$

$$۴۰ (۲)$$

$$۲۰ (۱)$$

$$A = a^2 = ۰/۲ \times ۰/۲ = ۰/۰۴ m^2$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{۸۰۰}{۰/۰۴} = ۲۰۰۰۰ Pa = ۲۰ kPa$$

حل ابتدا مساحت کف مکعب را به دست می آوریم:

$$P = \frac{F}{A} \text{ می رویم:}$$

دقت کنید که طراح محترم فشار وارد شده از طرف شخص را می خواهد، بنابراین به جای F، وزن شخص را قرار می دهیم.

