

- ❖ ابزار دانشمندان فیزیک برای توصیف و توضیح پدیده‌های مورد بررسی: ۱- قوانین ۲- مدل‌ها ۳- نظریه‌های فیزیکی
 - ❖ فیزیک علمی تجربی (مبتنی بر آزمایش) است - پس ← قوانین و مدل‌ها و نظریه‌ها باید توسط آزمایش مورد آزمون قرار گیرند.
 - ❖ مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند و ممکن است دستخوش تغییر شوند.
- نتایج آزمایش‌های جدید: بازنگری مدل یا نظریه‌ای
جایگزینی با مدل یا نظریه‌ای

مثال: تغییر مدل اتمی در طول زمان:



توپ بیلارد (دالتون) ← کیک کشمش (تامسون) ← هسته‌ای (رادر فورد) ← سیاره‌ای (بور) ← ابر الکترونی (شرودینگر)

❖ نقطه قوت دانش فیزیک:

- ویژگی آزمون‌پذیری
 - اصلاح نظریه‌های فیزیکی
- مزایا: {
(۱) پیشرفت دانش
(۲) تکامل شناخت ما از جهان پیرامون

❖ تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیک‌دان‌ها نسبت به پدیده‌ها ⇒ ایفای نقش بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک
❖ مدل‌سازی:

برای بررسی پدیده‌ها استفاده می‌شود.
در فیزیک فرایندی است که طی آن یک پدیده فیزیکی آنقدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان تحلیل و بررسی آن فراهم شود.

اثرهای جزئی (نه اثرهای مهم و تعیین‌کننده) را نادیده می‌گیریم.

مثال: بررسی و تحلیل حرکت توپ:

- توپ یک کره کامل نیست. ← مدل‌سازی
 - در حین حرکت به دور خود می‌چرخد. ← مدل‌سازی
 - باد و مقاومت هوا بر حرکت آن اثر می‌گذارد. ← مدل‌سازی
 - وزن توپ با تغییر فاصله از مرکز زمین، تغییر می‌کند. ← مدل‌سازی
- کمیت: هر چیزی که بتوان آن را اندازه‌گیری کرد.

از سایر کمیت‌ها تشکیل نشده و مستقل‌اند. (اساس SI)	از کمیت‌های اصلی تشکیل شده‌اند.
اصلی	فرعی
طول - جرم - مقدار ماده - زمان - دما - جریان الکتریکی شدت روشنایی	سایر کمیت‌ها
کمیت‌هایی که برای بیان آنها از یک عدد و یکای مناسب استفاده می‌شود.	نرده‌ای
کمیت‌هایی که برای بیان آنها از یک عدد، یکا و جهت استفاده می‌شود. (بالای نماد کمیت‌های برداری علامت (→) می‌گذاریم.)	برداری
مکان - سرعت - شتاب - تکانه نیرو - میدان الکتریکی - میدان مغناطیسی	سایر کمیت‌ها

❖ یکا:

ویژگی‌های یکای استاندارد: ۱- تغییر نکند. ۲- قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف را داشته باشد. ۳- در دسترس باشد. انواع: اصلی: یکای کمیت‌های اصلی فرعی: یکاهایی که برحسب یکاهای اصلی بیان می‌شوند.

دستگاه یکاها: دستگاه بین‌المللی (SI) یا دستگاه متریک

❖ دستگاه بریتانیایی یکاها: دستگاهی که در بعضی از کشورها مانند آمریکا و انگلستان همچنان استفاده می‌شود.

در این دستگاه: یکاهای طول: اصلی = پا (فوت)

متداول = مایل (یکی از یکاهای متداول)

یکی از یکاهای کوچک - اینچ ($1\text{in} = 1\text{ft}$)

❖ تاریخچه واحد طول (متر)

۱) یک ده میلیونوم فاصله استوا تا قطب شمال

۲) فاصله میان دو خط نازک *** هک‌شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس پلاتین ایریدیوم در دمای 0°C

۳) مسافتی که نور در مدت زمان $\frac{1}{299792458}$ ثانیه در خلاء طی می‌کند ← - تخصصی - برای اندازه‌گیری‌های بسیار دقیق

❖ یکای نجومی: میانگین فاصله زمین تا خورشید

❖ یک سال نوری: مسافتی که نور در مدت یک سال در خلاء می‌پیماید. ← نماد: ly

❖ اختروش‌ها: دورترین اجرام شناخته‌شده از منظومه شمسی ← در دورترین محل قابل مشاهده کیهان قرار دارند.

❖ یکای جرم در (SI) ← کیلوگرم (kg) ← جرم استوانه‌ای از جنس آلایژ پلاتین - ایریدیوم که درون دو حباب شیشه‌ای است. (جرم این استوانه کیلوگرم استاندارد بین‌المللی است.)

❖ تاریخچه یکان زمان (ثانیه (s):

۱) قبلاً به صورت $\frac{1}{86400}$ میانگین روز خورشیدی تعریف می‌شد.

۲) استاندارد کنونی زمان براساس دقت بسیار زیاد ساعت‌های اتمی تعریف می‌شود.

گالیه در برخی از کارهایش از ضربان نبض خود به عنوان زمان‌سنج استفاده می‌کرد.

❖ آهنگ کمیت: تغییر هر کمیت نسبت به زمان

سریع‌ترین رشد گیاه متعلق به گیاهی موسوم به هسپروبوکا است.

❖ نکته: هر متر مکعب = هزار لیتر و هر لیتر = هزار سانتی‌متر مکعب ← (ml یا cc)

هر هکتار = ۱۰ هزار متر مکعب ← هکتار از جمله یکاهای متداول مساحت است. $100m$

$100m$

۱ هکتار

❖ یکاهای قدیمی ایران برای اندازه‌گیری:

جرم: خروار - من تبریز - سیر - مثقال - نخود - گندم

طول: ذرع - فرسنگ

❖ تندی شناورها در دریا برحسب یکایی به نام «گره» بیان می‌شود.

❖ پیشوند یکاهای مهم:

ترا (T) = 10^{12}

پیکو (p) = 10^{-12}

گیگا (جیگا) (G) = 10^9

نانو (n) = 10^{-9}

مگا (M) = 10^6

میکرو (μ) = 10^{-6}

کیلو (k) = 10^3

میلی (m) = 10^{-3}

هکتو (h) = 10^2

سانتی (c) = 10^{-2}

دکا (da) = 10^1

دسی (d) = 10^{-1}

❖ می‌توان خطای اندازه‌گیری را کاهش داد ولی هیچگاه نمی‌توان آن را به صفر رساند.

کاهش خطای اندازه‌گیری با: ۱- وسیله‌های دقیق ۲- روش صحیح اندازه‌گیری

❖ عوامل مهم در دقت اندازه‌گیری:

۱- دقت وسیله اندازه‌گیری

۲- مهارت شخص آزمایشگر ← مثال: نحوه خواندن نتیجه اندازه‌گیری

۳- تعداد دفعات اندازه‌گیری ←

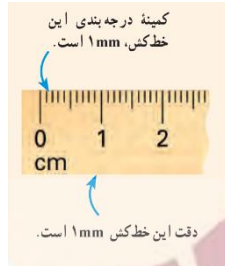
- برای کاهش خطای در اندازه‌گیری، هر اندازه‌گیری را چندبار تکرار می‌کنند.

- میانگین عددهای حاصل از اندازه‌گیری به عنوان نتیجه گزارش می‌شود.

- در میان عددهای متفاوت اگر اعدادی اختلاف زیادی با بقیه داشته باشند در میانگین‌گیری به حساب نمی‌آیند.

❖ دقت اندازه‌گیری، در:

ابزارهای اندازه‌گیری مدرج = کمینه درجه‌بندی آن ابزار ← مثال



ابزارهای رقمی (دیجیتال) = یک واحد از آخرین رقمی که آن ابزار می‌خواند ← مثال:



(الف)



ابزارهایی برای اندازه‌گیری طول یا ابعاد یک جسم با شکل منظم

به دو صورت ساخته می‌شوند: ۱) مدرج

۲) رقمی (دیجیتال)



(ب)



❖ کولیس و ریزسنج:

❖ یکای چگالی:

در (SI): $\frac{kg}{m^3}$

یکی از یکاهای متداول: $\frac{g}{cm^3}$

❖ آب مایع مناسبی برای خاموش کردن بنزین شعله‌ور نیست.

❖ نکته:

(الف) فلز آسمیم یکی از چگال‌ترین مواد یافت‌شده روی زمین است.

(ب) ستاره‌های کوتوله سفید بسیار چگال هستند.

- ❖ شاره: واژه‌ای که برای مایعات و گازها به کار می‌بریم.
- ❖ خورشید از حالت چهارم ماده به نام پلاسما ساخته شده است.
- ❖ ماده: هر چیزی که فضا را اشغال کند (حجم داشته باشد).
- ❖ اتم:
 - ← از ذره‌های ریز سازندهٔ مواد
 - ← اندازه: یک تا چند آنگستروم ($1\text{\AA} = 10^{-10}m$)
 - ❖ مولکول‌ها:
 - ← از ذره‌های ریز سازندهٔ مواد
 - ← اندازه: (بسته به اینکه از چند اتم ساخته شده باشند) $\Rightarrow$ اندازهٔ برخی درشت مولکول‌ها (مانند بسپارها (پلیمرها)) می‌تواند تا $1000\text{\AA}$ نیز باشند.
 - ❖ نکته: ذره‌های سازندهٔ مواد همواره در حرکت‌اند و به یکدیگر نیرو وارد می‌کنند.
- ❖ حالت ماده:
 - ← عوامل تعیین‌کنندهٔ نوع آن: ۱) چگونگی حرکت ذرات سازندهٔ آنها ۲) اندازهٔ نیروی بین ذرات سازندهٔ آنها
 - ← انواع: ۱) جامد ۲) مایع ۳) گاز ۴) پلاسما
 - ❖ پلاسما:
 - ← حالت چهارم ماده
 - ← اغلب در دماهای خیلی بالا به وجود می‌آید.
 - ← چه چیزهایی از پلاسما تشکیل شده‌اند:
 - مادهٔ درون ستارگان
 - آذرخش
 - مادهٔ داخل لولهٔ تابان لامپ‌های مهتابی
 - آتش
 - بیشتر فضای بین ستاره‌ای
 - شفق‌های قطبی
 - ❖ خورشید
 - ❖ جامد:
 - ← جسم جامد حجم و شکل معینی دارد.
 - ← ذرات جسم جامد: به سبب نیروهای الکتریکی که به یکدیگر وارد می‌کنند در کنار یکدیگر می‌مانند.
 - در مکان‌های معینی نسبت به یکدیگر قرار دارند.
 - در اطراف این مکان‌های معین، نوسان‌های بسیار کوچکی دارند.
- ← اگر ذرات سازندهٔ جسم جامد نسبت به وضعیت تعادل به هم نزدیک‌تر یا از هم دورتر شوند، نیروی کشسانی بین ذرات که مانند فنر عمل می‌کند، آنها را به وضعیت تعادل برمی‌گرداند و جسم جامد شکل و اندازهٔ اولیه‌اش را حفظ می‌کند.
- ← فاصلهٔ ذرات: در حدود یک آنگستروم
- ← انواع جامدات: بلورین بی‌شکل (آمورف)
- ← جامد بلورین:

- اتم‌های آن در طرح‌های منظمی کنار هم قرار می‌گیرند.
 - در یک الگوی سه‌بعدی تکرارشونده از واحدهای منظم ساخته می‌شوند.
 - وقتی مایعی را به آهستگی سرد کنیم اغلب جامدهای بلورین تشکیل می‌شوند.
- ← در این فرایند سردسازی آرام ذرات سازندهٔ مایع فرصت کافی دارند تا در طرح‌های منظم خود را مرتب کنند.

■ نمونه‌ها: فلزها - نمک‌ها - الماس - یخ - بیشتر مواد معدنی (شکل)

⇐ جامد بی‌شکل (آمورف):

- اتم‌های آن در طرح‌های منظمی کنار هم قرار ندارند.
 - وقتی مایعی به سرعت سرد شود معمولاً جامد بی‌شکل به وجود می‌آید.
- در این فرایند سردسازی آرام ذرات سازندهٔ مایع فرصت کافی ندارند تا در طرح‌های منظم خود را مرتب کنند؛ بنابراین در طرح نامنظمی که در حالت مایع داشتند باقی می‌مانند.

■ نمونه: شیشه - قیر

پیام بازگانی: صنعتگران قلم‌زن از شل و سفت شدن قیر کمک می‌گیرند تا بدون سوراخ شدن فلز بر روی آن نقش و نگار ایجاد کنند.

❖ مایع:

- مولکول‌های مایع نظم و تقارن جامدهای بلورین را ندارند.
- مولکول‌های مایع به صورت نامنظم و نزدیک به یکدیگر قرار گرفته‌اند.
- مایع به راحتی جاری می‌شود و به شکل ظرف خودش درمی‌آید.
- فاصلهٔ ذرات سازندهٔ مایع در حدود یک آنگستروم است.
- تراکم ناپذیر است ⇐ مثلاً متراکم کردن آب درون یک سرنگ عملاً امکان‌پذیر نیست.
- پدیدهٔ پخش در مایعات: ذرات سازندهٔ نمک یا جوهر می‌توانند در آب پخش شوند.

دلیل پخش شدن آن‌ها: حرکت‌های نامنظم و کاتوره‌ای (تصادفی) مولکول‌های آب

برخورد آنها با ذرات سازندهٔ این مواد در آب

❖ گاز:

- ماده‌ای که شکل و حجم مشخصی ندارد.
 - اتم‌ها و مولکول‌های آن آزادانه و با تندی بسیار زیاد به اطراف حرکت و با یکدیگر و با دیواره‌های ظرفی که در آن قرار دارند برخورد می‌کنند.
- (عامل فشار گازها)

■ فاصلهٔ میانگین مولکول‌های گاز در مقایسه با اندازهٔ آن‌ها، خیلی بیشتر است.

مثال ⇐ مولکول‌های هوا: ← اندازه $= 3\text{\AA} - 1$

← فاصلهٔ میانگین آن‌ها (در شرایط معمولی) $= 35\text{\AA}$

■ تراکم‌پذیراند.

⇐ پدیدهٔ پخش در گازها:

ذرات عطر می‌توانند در همه جای محیط پخش شوند.

دلیل پخش شدن آن‌ها: مولکول‌های هوا به‌طور کاتوره‌ای و با تندی زیاد همواره در حرکت‌اند؛ برخورد مولکول‌های هوا به یکدیگر (به آن‌ها) سبب پخش آنها می‌شود.

❖ پدیده پخش در گازها سریع‌تر از مایع‌ها رخ می‌دهد.

❖ هوای اطراف کره زمین:

■ آمیزه‌ای از: نیتروژن ۷۸٪

اکسیژن: ۲۱٪

کربن دی‌اکسید

بخار آب

مقدار کمی گازهای بی‌اثر: هلیم - نئون - کریپتون

■ پدیده پخش برای گازهای سازنده هوای اطراف زمین برای حیات ضروری است.

نیروهای بین مولکولی

❖ نیروی هم‌چسبی: نیروهای بین مولکول‌های همسان

وقتی سعی می‌کنیم فاصله بین مولکول‌های مایع را کم کنیم نیروی دافعه بزرگی بین آن‌ها ظاهر می‌شود که از تراکم‌پذیری مایع جلوگیری می‌کند. همین‌طور وقتی مولکول‌های مایع را کمی از هم دور کنیم، نیروی جاذبه بین آن‌ها ظاهر می‌شود. * این جاذبه در قطره آب آویزان از درخت هم دیده می‌شود.

نیروهای بین مولکولی کوتاه‌برد هستند ← یعنی وقتی فاصله بین مولکول‌ها چند برابر فاصله بین مولکولی شود، نیروهای بین مولکولی بسیار کوچک و عملاً صفر خواهند شد.

مثال: وقتی شیشه می‌شکند، با نزدیک کردن قطعه‌های آن به هم نمی‌توان اجزای شیشه را دوباره به هم چسباند ولی اگر قطعات شیشه را آنقدر گرم کنیم که نرم شوند می‌توان آن‌ها را به هم چسباند.

(در واقع با گرم کردن، نوسان مولکول‌ها افزایش یافته و نیروهای بین مولکولی عمل می‌کنند.)

❖ کشش سطحی:

■ ناشی از هم‌چسبی مولکول‌های سطح مایع است.

■ آن را می‌توان با نیروی بین مولکولی توضیح داد.

■ به دلیل نیروهای ربایشی که مولکول‌های سطح مایع به یکدیگر وارد می‌کنند سطح مایع شبیه یک پوسته تحت کشش رفتار می‌کند و کشش سطحی روی می‌دهد.

← مثال: با کشش سطحی می‌توان توضیح داد که چرا قطره‌هایی که آزادانه سقوط می‌کنند تقریباً کروی‌اند؛

⇐ به‌ازای حجم معین، کره نسبت به هر شکل هندسی دیگری، کوچک‌ترین مساحت سطح را دارد.

به این ترتیب سطح قطره‌ای که آزادانه سقوط می‌کند، مانند یک پوسته کشیده شده تمایل به کمینه کردن مساحتش دارد.

← نمونه‌ها: نشستن یا راه رفتن برخی حشره‌ها روی سطح آب

شناور ماندن گیره فلزی کاغذی روی سطح آب

تشکیل حباب‌های آب و صابون

* مایع ظرف‌شویی و افزایش دما: کشش سطحی را کاهش می‌دهد.

❖ نیروی دگرچسبی: جاذبه بین مولکول‌های ناهمسان

هنگامی که دو ماده مختلف در تماس با یکدیگر قرار گیرند جاذبه مولکولی بین آنها ایجاد می شود که به آن نیروی دگرچسبی گفته می شود.

❖ ترشوندگی: هرگاه مایعی در تماس با جامدی قرار گیرد دو حالت می تواند رخ بدهد:

۱- نیروی دگرچسبی بین مولکول های مایع و جامد < همچسبی بین مولکول های مایع = مایع جامد را تر یا خیس می کند.

مثال: آب می تواند سطح شیشه تمیز را خیس کند. / آب نمی تواند سطح شیشه دوداندود شده یا چرب شده را خیس کند.

۲- نیروی همچسبی بین مولکول های مایع < نیروی دگرچسبی بین مولکول های مایع و جامد = مایع جامد را تر نمی کند.

مثال: جیوه سطح شیشه را خیس نمی کند و به شکل قطره روی سطح آن می نشیند.

(هر چه قطره بزرگ تر باشد نیروی گرانش زمین آن را تخت تر می کند.)

مایع و دما

افزایش دما سبب کاهش نیروی بین مولکولی همچسبی می شود.

اگر از دو قطره چکان قطره های روغن با دمای متفاوت در حال خارج شدن باشند، قطره های روغنی که دمای بالاتری دارند، کوچک تر

هستند و با سرعت بیشتری از قطره چکان خارج می شوند.

لوله هایی که قطر داخلی آنها حدود $0.1mm$ باشند، معمولاً لوله موئین نامیده می شوند.

❖ اثر موئینگی در:

۱- آب = اگر چند لوله موئین شیشه ای و تمیز را وارد یک ظرف آب کنیم:

▪ سطح آب بالاتر از سطح ظرف قرار می گیرد.

▪ هر چه قطر لوله کمتر = ارتفاع آب بیشتر

▪ سطح آب در بالای لوله های موئین فرو رفته است.

۲- جیوه = اگر چند لوله موئین شیشه ای و تمیز را وارد یک ظرف جیوه کنیم:

▪ سطح جیوه پایین تر از سطح جیوه ظرف قرار می گیرد.

▪ هر چه قطر لوله موئین کمتر = ارتفاع ستون جیوه در آن کمتر

▪ سطح جیوه در لوله موئین برآمده است.

* اثر موئینگی در لوله های با قطر داخلی بزرگ تر از لوله های موئین نیز قابل مشاهده است.

← توجیه اثر موئینگی در: (۱) آب ← نیروی دگرچسبی بین مولکول های آب و مولکول های شیشه < نیروی همچسبی بین مولکول های آب

نتیجه: آب تمایل به چسبیدن به دیواره های شیشه ای دارد.

آب سطح شیشه را خیس می کند.

آب در لوله شیشه بالا می رود.

(۲) جیوه ← نیروی همچسبی بین مولکول های آب < نیروی دگرچسبی بین مولکول های آب و مولکول های شیشه

نتیجه: جیوه سطح شیشه را خیس نمی کند.

جیوه تمایل به چسبیدن به دیواره شیشه ای ندارد.

سطح جیوه در لوله موئین پایین تر از سطح جیوه درون ظرف قرار می گیرد.

نکته: در ساختن دیوارهای ساختمان باید اثر موئینگی در نظر گرفته شود، زیرا تراوش آب از منافذهای موئین در این دیوارها می تواند سبب

خسارت داخل ساختمان شود.

جلوگیری از این خسارت: پوشاندن دیوارهای داخل یا خارج ساختمان با مواد ناتراوا (مانند قیر).

❖ فشار: ۱- فشار هوا در ارتفاع‌های بالا > فشار در سطح دریا

۲- افزایش عمق از سطح شاره $\Rightarrow$ افزایش فشار ناشی از شاره

فشار در سطح دریای آزاد $\Rightarrow$ حدود $10^5 \times 10^{13}$ پاسکال (Pa) = ۱ اتمسفر (جو) = از یکاهای متداول فشار

تعریف جو: فشار معادل ستونی از جیوه به ارتفاع ۰/۷۶ متر

فشار در نقاط هم‌تراز از یک مایع ساکن یکسان است و به شکل ظرف بستگی ندارد.

❖ نیروی جاذبه زمین سبب می‌شود که لایه‌های زیرین هوا نسبت به لایه‌های بالایی هوا متراکم‌تر شوند.

نتیجه: هر چه به سطح زمین نزدیک‌تر می‌شویم $\Rightarrow$ $\uparrow$ چگالی هوا و $\uparrow$ فشار هوا

بیرون جو زمین چگالی و فشار هوا تقریباً صفر می‌شود.

❖ کاربرد یکای بار (bar) برای فشار هوا: ۱) هواشناسی ۲) روی نقشه‌های آب و هوا

$$1bar = 10^5 Pa$$

❖ فشارسنج هوا (بارومتر): وسیله‌ای ساده که برای اندازه‌گیری فشار جو به کار می‌رود.

← شامل یک لوله شیشه‌ای بلند ($\approx 80cm$) با یک سر بسته که از جیوه پر شده است و سپس درون یک ظرف محتوی جیوه به‌طور وارونه قرار گرفته است.

❖ فشارسنج شاره‌ها (مانومتر): یک وسیله ساده برای اندازه‌گیری فشار یک شاره محصور

لوله لاشکل که حاوی مایعی به چگالی ρ (اغلب آب یا جیوه) است، یک انتهای لوله باز و با فشار جو (p_0) در ارتباط است. انتهای دیگر آن به ظرفی که باید فشار آن اندازه‌گیری شود وصل شده است.

❖ فشار مطلق: فشار ظرفی که می‌خواهیم با استفاده از مانومتر، فشار آن را اندازه‌گیری کنیم.

❖ فشار پیمانه‌ای: تفاوت بین فشار مطلق و فشار جو

❖ فشار در یک عمق معین از مایع به جهت‌گیری سطحی که فشار به آن وارد می‌شود، بستگی ندارد.

❖ خلاء نسبی: شرایطی است که در آن فشار مطلق شاره از فشار جو کمتر باشد، بنابراین فشار پیمانه‌ای منفی می‌شود.

❖ فشارسنج بوردون:

← ساختار: یک لوله خمیده یک سر بسته و قابل انعطاف

انتهای لوله به عقربه‌ای متصل است که فشار را درون صفحه مدرج نشان می‌دهد.

← نحوه اندازه‌گیری فشار: تغییر فشار پیمانه‌ای شاره درون لوله سبب تغییر شکل لوله و در نتیجه حرکت عقربه روی صفحه مدرج می‌شود.

← کاربرد: ۱) اندازه‌گیری فشار در مخزن‌های گاز ۲) اندازه‌گیری فشار باد لاستیک وسیله‌های نقلیه

فرو رفتن $\Rightarrow$ چگالی جسم بیشتر از آب

❖ وضعیت اجسام مختلف در آب شناور ماندن $\Rightarrow$ چگالی جسم برابر آب

غوطه‌ور شدن $\Rightarrow$ چگالی جسم کمتر از آب

❖ نیروی شناوری: نیروی بالارو و خالص که به جسم‌های درون یک شاره یا غوطه‌ور در آن وارد می‌شود.

فرایند مدل‌سازی برای یک شاره:

فرض می‌کنیم: ■ شاره در حال حرکت بدون تلاطم است.

■ شاره تراکم‌ناپذیر است (یعنی چگالی آن ثابت است).

■ اصطکاک داخلی (گرانروی) ندارد.

❖ معادله پیوستگی

❖ معادله پیوستگی: با افزایش سطح شارش سرعت جریان شاره افزایش می‌یابد اما آهنگ شارش حجمی ثابت می‌ماند.

❖ اصل برنولی: در مسیر حرکت شاره با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد.

(برای شاره‌ای که به‌طور لایه‌ای و در امتداد افق حرکت می‌کند.)

← نمونه‌هایی از اصل برنولی:

(۱) وقتی یک ورق کاغذ را جلوی دهانتان می‌گیرید و در سطح بالای آن می‌دمید، کاغذ به طرف بالا حرکت می‌کند.

(۲) طراحی بال هواپیما

(۳) افزایش ارتفاع امواج دریا در روزهایی که باد می‌وزد.

(۴) پف کردن پوشش برزنتی یک کامیون وقتی در حال حرکت است.

«هر چه لوله شود فراخ و گشاد سرعتش کم شود، فشار زیاد»

(۵) وقتی بالای یک نی موازی سطح مقطع آن بدمیم، آب در نی بالا می‌آید.

(۶) اگر بین دو جسم روی آب، جریان ایجاد کنیم، دو جسم به هم نزدیک می‌شوند.

(۷) با فشار دادن مخزن پلاستیکی پر از هوا در سم‌پاش، مایع از لوله بالا می‌آید و افشانه می‌شود.



ایران توننه
توشه ای برای موفقیت

- ❖ انرژی حرکتی (جنبشی): انرژی وابسته به حرکت یک جسم، (هر جسمی که حرکت کند، انرژی دارد).
- ❖ قضیه کار - انرژی جنبشی: کار کل انجام شده روی یک جسم با تغییر انرژی جنبشی آن برابر است.
- ❖ انرژی پتانسیل (ذخیره‌ای): برخلاف انرژی جنبشی که به حرکت یک جسم وابسته است، ویژگی یک سامانه (دستگاه) است تا ویژگی یک جسم منفرد.

← انواع: (۱) گرانشی (۲) کشسانی (۳) الکتریکی

- نکته: انرژی پتانسیل گرانشی، یک ویژگی مشترک جسم و زمین است و برای سامانه‌ای متشکل از این دو تعریف می‌شود.
- ❖ کاربرد اصل پایستگی انرژی مکانیکی: شرایطی که بتوان اثر ناشی از نیروهایی مثل اصطکاک و مقاومت هوا را نادیده گرفت.
 - ❖ انرژی درونی: مجموع انرژی‌های ذره‌های تشکیل‌دهنده یک جسم.
 - انرژی درونی یک جسم هم به ۱. تعداد ذرات جسم و هم به ۲. انرژی هر ذره بستگی دارد.
 - سامانه منزوی: سامانه‌ای که از محیط اطراف انرژی بگیرد و نه به محیط انرژی دهد.
 - ❖ قانون پایستگی انرژی:
 - در یک سامانه منزوی مجموع کل انرژی‌ها پایسته می‌ماند.
 - انرژی را نمی‌توان خلق یا نابود کرد؛ و تنها می‌توان آن را از یک شکل به شکلی دیگر تبدیل کرد.
 - تاکنون هیچ مورد استثنایی برای آن یافت نشده است. - ❖ توان: آهنگ انجام کار
 - ❖ بازده: نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی
 - ❖ اسب بخار ($1hp = 746W$) ← یکای قدیمی توان که هنوز نیز استفاده می‌شود.

- ❖ دما: کمیتی که میزان سردی و گرمی اجسام را مشخص می‌کند.
 - ❖ کمیت دماسنجی: هر مشخصه قابل اندازه‌گیری که با گرمی و سردی جسم تغییر می‌کند و برای اندازه‌گیری دما از آن بهره بگیریم.
 - ❖ اساس کار دماسنج‌ها: تغییر کمیت دماسنجی
- ← مقیاس‌های دما:
- (۱) درجه سلسیوس: ■ از مقیاس‌های متداول دما
- مبتنی بر دو نقطه ثابت: (۱) دمایی که در آن آب خالص در فشار 1 atm شروع به یخ زدن می‌کند.
- (۲) دمایی که در آن آب خالص در فشار 1 atm در حال جوشیدن است.
- ❖ درجه: به نقطه اول عدد صفر و به نقطه دوم عدد ۱۰۰ را اختصاص می‌دهند و فاصله آن‌ها را به ۱۰۰ قسمت تقسیم می‌کنند و هر قسمت را یک درجه می‌نامند.
- قبلاً به چنین دماسنجی، دماسنج با مقیاس سانتی‌گراد گفته می‌شد.
- نماد ← دما برحسب درجه سلسیوس θ
- یکای درجه سلسیوس $^{\circ}\text{C}$
- (۲) کلوین: ■ مقیاس بین‌المللی دما
- نماد ← دما برحسب کلوین: T
- یکای کلوین: K
- صفر کلوین ← معادل -273.15°C
- کمترین دمای ممکن $= -273.15^{\circ}\text{C}$ (یا همان صفر کلوین)
- بیشترین دمای ممکن = برای دما حد بالایی وجود ندارد.
- تغییر دما در مقیاس سلسیوس = تغییر دما در مقیاس کلوین $\Delta T = \Delta \theta$
- (۳) فارنهایت: ■ از یکاهای رایج دما
- کاربرد: (۱) هواشناسی (۲) صنعت
- ← انواع دماسنج‌ها:
- (۱) ساده‌ترین و رایج‌ترین نوع دماسنج‌ها: جیوه‌ای و الکلی
- توشک‌های دماسنجی آن‌ها: ارتفاع مایع درون لوله دماسنج
- به جز چند مورد استثنا، تمام مواد با افزایش دما منبسط و با کاهش آن منقبض می‌شوند.
- (۲) دماسنج‌های معیار:
- انواع: (۱) دماسنج گازی (۲) دماسنج مقاومت پلاتینی (۳) تفسنج (پیرومتر) [از نوع نوری]
- کاربرد: دانشمندان برای کارهای علمی این سه دماسنج را به عنوان دماسنج‌های معیار، برای اندازه‌گیری گستره دماهای مختلف پذیرفته‌اند.
- (۳) دماسنج تابشی: براساس آشکارسازی شدت تابش گرمایی کار می‌کند.
- تفسنج یا پیرومتر تابشی
- (۴) دماسنج ترموکوپل: قبلاً به عنوان دماسنج معیار معرفی می‌شد، اما به دلیل دقت کمتر نسبت به آن‌ها، از دسته دماسنج‌های معیار کنار گذاشته شد.

ولی همچنین کاربرد گسترده‌ای در صنعت و آزمایشگاه‌ها دارد.

کمیت دماسنجی آن = ولتاژ

نحوه عملکرد: (۱) دو سیم رسانای غیرهم‌جنس مانند مس و کنستانتان از طرفی در دمای ذوب یخ نگه داشته

شده و از طرفی دیگر در مکانی به هم متصل‌اند که می‌خواهیم دمای آن را اندازه‌گیری کنیم.

(۲) این مجموعه با سیم‌های مسی رابط به یک ولت‌سنج بسته می‌شود.

(۳) با تغییر دمای محل مورد اندازه‌گیری عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، تغییر می‌کند.

■ گستره دماسنجی یک ترموکوپل به جنس سیم‌های آن بستگی دارد.

■ مزایای ترموکوپل:

الف) به دلیل جسم کوچک محل اتصال خیلی سریع با دستگاهی که دمای آن اندازه‌گیری می‌شود به حالت تعادل گرمایی می‌رسد.

ب) می‌تواند در مدارهای الکترونیکی به کار رود که در بسیاری از وسایل صنعتی گرمایشی و سرمایشی یافت می‌شود.

۵) دماسنج بیشینه - کمینه: ■ نوع ویژه‌ای از دماسنج‌های مایعی

■ بیشینه و کمینه دما را در یک مدت زمان مشخص نشان می‌دهد.

■ کاربرد: (۱) مرکز پرورش گل و گیاه (۲) باغداری (۳) هواشناسی

۶) دماسنج نواری دو فلزه (بی‌متال): ■ از دو تیغه فلزی متفاوت، مانند برنج و آهن ساخته شده است که سرتاسر به هم جوش داده شده یا

پرچ شده‌اند.

■ هرگاه این نوار گرم یا سرد شود، خم می‌شود.

از این ویژگی می‌توان برای دماسنجی و ساختن دماسنج استفاده کرد.

■ با گرم و سرد شدن نوار در جهت‌های مخالف خم می‌شود.

(و عقربه متصل به آن، دما را مشخص می‌کند.)

در هنگام گرم شدن، تیغه با ضریب انبساط بیشتر کمان خارجی و تیغه دیگر کمان داخلی را تشکیل

می‌دهد.

❖ سطح و حجم بیشتر اجسام با افزایش دما زیاد می‌شود.

← جسم جامد: با انبساط شکل آن عوض نمی‌شود و همه ابعاد آن به تناسب افزایش می‌یابد.

← انبساط حجمی جامدها > انبساط حجمی مایعات <= صرف‌نظر کردن از افزایش حجم جامدات در مقابل افزایش حجم مایعات

(در بسیاری از مسائل)

❖ افزایش دما: $\uparrow$ حجم $\longleftrightarrow$ در نتیجه $\downarrow$ چگالی
ثابت ماندن جرم

❖ انبساط غیرعادی آب:

← بیشتر مایعات با کم شدن دما حجم کاهش می‌یابد و چگالی افزایش اما؛ در آب رفتاری متفاوت مشاهده می‌شود:

آب ← در گستره دمایی $4^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}$ با افزایش دما حجم آب کاهش و چگالی آن افزایش می‌یابد.

از دمای 4°C به بعد: با افزایش دما حجم افزایش و چگالی کاهش می‌یابد.

■ نمونه‌ای از تغییر حجم غیرعادی آب: دریاچه‌ها به جای اینکه از پایین به بالا یخ بزنند، از بالا یخ می‌زنند.

❖ تعادل گرمایی: هنگامی که دو یا چند جسم با دماهای مختلف کنار هم قرار می‌گیرند پس از مدتی:

۱- دمای همه آنها با هم برابر می‌شود.

۲- دیگر گرمایی بین اجسام جابه‌جا نمی‌شود.

و اصطلاحاً می‌گوییم به تعادل گرمایی رسیده‌اند.

بنابر قانون پایستگی انرژی همان‌قدر که اجسام گرم انرژی از دست می‌دهند، اجسام سرد انرژی می‌گیرند.

■ توجه به تعادل گرمایی ← در گذشته: تصور اینکه موجودی به نام کالریک از جسم گرم‌تر به جسم سردتر می‌رود.

← امروزه: انتقال انرژی منجر به تعادل گرمایی می‌شود.

❖ گرما: انرژی انتقال یافته بر اثر اختلاف دمای دو جسم.

■ اشاره کردن به گرمای موجود در یک جسم اشتباه است. ← گرما مربوط به انرژی در حال گذار است.

■ نماد: Q

■ یکا: ژول (J)

کالری ← در موارد خاص مورد استفاده قرار می‌گیرد.

$$1cal = 4.186J$$

❖ ظرفیت گرمایی (C):

← تعریف: میزان گرمایی که باید به یک ماده اضافه شود تا دمای آن $1^{\circ}C$ افزایش یابد.

← به چه عواملی بستگی دارد؟ (۱) جنس (۲) جرم

❖ گرمای ویژه (C):

← تعریف: مقدار گرمایی که باید به یک کیلوگرم از یک ماده داده شود تا دمای آن $1^{\circ}C$ افزایش یابد.

← گرمای ویژه آب از سایر مواد بیشتر است.

❖ استفاده از آب در دستگاه‌های گرم‌کننده و خنک‌کننده:

۱- شفاف:

(۱) آب گرم شده در مخزن به وسیله پمپ و از طریق لوله به رادیاتور می‌رسد.

(۲) آب رادیاتور با هوای سرد در تماس است، سرد می‌شود و بخشی از انرژی درونی خود را از دست می‌دهد.

(۳) بار دیگر، آب از طریق لوله‌های برگشت به مخزن برمی‌گردد.

(۴) در هر چرخه باز همین عمل تکرار می‌شود.

۲- خنک کردن موتور خودروها:

(۱) در مسیرهای سیلندر و سرسیلندر مسیرهای عبور آب در نظر گرفته شده است.

(۲) به وسیله تلمبه آب (واترپمپ) آب به سرعت در درون این مسیرها گردش می‌کند.

(۳) آب گرما را از موتور به رادیاتور خودرو می‌برد.

(۴) در اثر عبور هوا از میان پره‌های رادیاتور هوا با آب درون رادیاتور تبادل گرمایی می‌کند و آب انرژی خود را از دست می‌دهد.

❖ گرماسنج (کالری‌متر): ظرفی درپوش‌دار که به خوبی عایق‌بندی شده است.

کاربرد: آزمایش‌های گرماسنجی مانند تعیین گرمای ویژه اجسام

عملکرد: (۱) در گرماسنج مقداری آب با جرم مشخص می‌ریزیم.

(۲) پس از هم‌دم شدن آب و گرماسنج دمای آب را اندازه می‌گیریم.

(۳) سپس جسمی را که می‌خواهیم گرمای ویژه‌اش را پیدا کنیم (و جرم و دمای اولیه آن معلوم است) درون گرماسنج قرار می‌دهیم.

۴) آنگاه به کمک همزن آب را به هم می‌زنیم تا مجموعه سریع‌تر به دمای تعادل برسد.

۵) پس از برقراری تعادل گرمایی دمای تعادل را اندازه‌گیری می‌کنم.

۶) با استفاده از رابطه $Q_{\text{گرماسنج}} + Q_{\text{جسم}} + Q_{\text{آب}} = 0$ گرمای ویژه جسم را می‌یابیم.

❖ گرماسنج بمبی:

کاربرد: تعیین ارزش غذایی مواد با اندازه‌گیری انرژی آزادشده آنها در حین سوختن

عملکرد: ۱) نمونه‌ای که جرم آن به دقت اندازه‌گیری شده است در ظرف سربسته‌ای محتوی اکسیژن (بمب) قرار داده می‌شود.

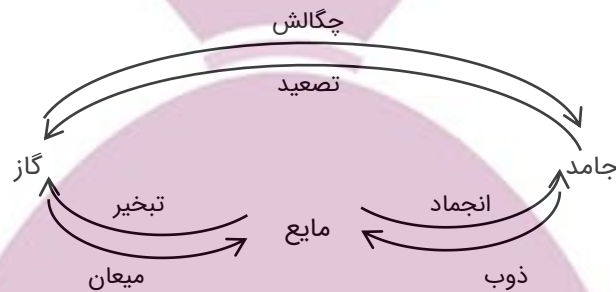
۲) «بمب» را در آب یک گرماسنج قرار می‌دهیم.

۳) توسط جریان الکتریکی عبوری از یک سیم نازک، نمونه داخل «بمب» را می‌سوزانیم.

۴) اندازه‌گیری تغییر دمای آب = انرژی حاصل از سوختن ماده موردنظر = انرژی آزادشده از آن ماده

❖ تغییر حالت (گذار فاز): گذر از یک حالت (فاز) به یک حالت (فاز) دیگر

معمولاً با گرفتن یا از دست دادن گرما همراه است.



انواع:

مثال: ← چگالش: برفکی که صبح‌ها روی گیاهان یا روی شیشه پنجره می‌نشیند.

← تصعید: در دمای اتاق نفتالین به‌طور مستقیم از حالت جامد به بخار تبدیل می‌شود.

❖ نقطه ذوب: اگر به یک جامد بلورین و خالص گرما دهیم، جسم وقتی به دمای مشخصی برسد در یک نقطه‌ای افزایش دما متوقف می‌شود

و دما ثابت باقی می‌ماند. در این حالت جسم شروع به ذوب شدن می‌کند. این دمای ثابت را نقطه ذوب می‌نامند (یا دمای گذار جامد

به مایع).

← عوامل مؤثر در آن:

۱- جنس جسم

۲. فشار وارد بر جسم:

ایران تونل
تولش‌های برای موفقیت

معمولاً با افزایش فشار نقطه ذوب بالا می‌رود.

در یخ افزایش فشار به کاهش نقطه ذوب می‌انجامد.

← نقطه ذوب انواع جامدها:

الف) خالص و بلورین: کاملاً مشخص

ب) بی‌شکل: غیرمشخص یا در گستره‌ای از دما به تدریج ذوب می‌شوند.

نکته: عمل ذوب فرایندی گرماگیر است: ← این گرما دمای جسم را تغییر نمی‌دهد.

← این گرما سبب تغییر حالت آن جسم می‌شود.

نکته: وجود ناخالصی در یک مایع سبب می‌شود که نقطه انجماد مشخصی نداشته باشد و فرایند انجماد در گستره‌ای از دما رخ دهد.

❖ تبخیر:

(۱) تبخیر سطحی: فرایند تبخیر تا پیش از رسیدن به نقطه جوش $\Rightarrow$ برخی مولکول‌های مایع می‌توانند از سطح فرار کنند.

(۲) جوشیدن: فرایند تبخیر در نقطه جوش $\Rightarrow$ کل مایع در فرایند تبخیر شرکت می‌کند.

آهنگ تبخیر به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

❖ نقطه جوش: هنگامی که به یک مایع به‌طور پیوسته گرما می‌دهیم، دمای آن افزایش پیدا می‌کند و سرانجام در یک نقطه افزایش دما

متوقف می‌شود و دما ثابت می‌ماند. در این حالت مایع شروع به تبخیر شدن می‌کند. این دمای ثابت را نقطه جوش می‌نامند.

$\leftarrow$ عوامل مؤثر بر آن: ۱- جنس مایع ۲- فشار وارد بر مایع

❖ روش‌های انتقال (شارش) گرما: (۱) رسانش گرمایی (۲) تابش گرمایی (۳) همرفت

دلیل شارش گرما: اختلاف دما $\Rightarrow$ باعث شارش گرما از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایین‌تر می‌شود.

(۱) رسانش گرمایی: هرگاه بین دو نقطه از یک جسم اختلاف دما وجود داشته باشد، گرما از سمتی که دمای بیشتری دارد به سمتی که دمای کمتری دارد شارش می‌یابد.

اجسام رسانای گرما:

دسته اول: اجسامی که رساناهای گرمایی خوبی نیستند $\Rightarrow$ رسانش گرمایی در آن‌ها، به دلیل ارتعاش اتم‌ها و گسترش این ارتعاش در طول آن‌هاست. $\leftarrow$ شیشه و چوب

دسته دوم: اجسامی که رساناهای گرمایی خوبی هستند $\Rightarrow$ رسانش گرمایی افزون بر ارتعاش اتم‌ها به الکترون‌های آزاد نیز وابسته است. $\leftarrow$ فلزات

سهم الکترون‌ها در رسانش گرمایی بیشتر از اتم‌هاست.

(۲) همرفت: ■ انتقال گرما در مایعات و گازها (که معمولاً رساناهای گرمایی خوبی نیستند) عمدتاً به روش همرفت است.

■ این روش همراه با جابه‌جایی بخشی از خود ماده انجام می‌گیرد.

■ این پدیده بر اثر کاهش چگالی شاره با افزایش دما صورت می‌گیرد.

■ همرفت می‌تواند در همه شاره‌ها (چه مایع و چه گاز)، به وقوع بپیوندد.

نمونه‌هایی از همرفت طبیعی:

۱- گرم شدن آب درون قابلمه

۲- جریان‌های باد ساحلی

۳- انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن

$\leftarrow$ همرفت واداشته: در آن شاره به کمک یک تلمبه (طبیعی یا مصنوعی) به حرکت واداشته می‌شود تا با این حرکت انتقال گرما صورت پذیرد.

انواع: ۱- سیستم گرم‌کننده مرکزی در ساختمان‌ها

۲- سیستم خنک‌کننده موتور اتومبیل

۳- گرم و سرد شدن بخش‌های مختلف بدن بر اثر گردش جریان خون

(۳) تابش گرمایی: هر جسم در هر دمایی تابش الکترومغناطیسی گسیل می‌کند. به این نوع تابش، تابش گرمایی می‌گویند.

$\leftarrow$ به چه عواملی بستگی دارد؟

۱- دما

۲- مساحت

۳- میزان صیقلی بودن $\leftarrow$ ناصاف: تابش بیشتر صاف: تابش کمتر

۴- رنگ ← درخشان و روشن: بیشتر مات و تیره: کمتر

❖ آشکارسازی تابش‌های فروسرخ:

الف) ابزار برای آن: دمانگار

ب) تصویر به دست آمده از آن: دمانگاشت

← تابش گرمایی در پدیده‌های زیستی:

الف) اندام‌های حفره‌ای مار زنگی که حساس به تابش فروسرخ اندود در شکار به کار می‌آیند.

ب) ذوب شدن برف اطراف کلم اسکانک

❖ پرتوسنج (رادیومتر) ⇐ ساختار: ■ متشکل از یک حباب شیشه

■ درون آن چهار پره فلزی قائم قرار دارد که می‌توانند حول یک محور (سوزن عمودی) بچرخد.

■ دو وجه هر چهار پره یک در میان سفید و سیاه است.

⇐ عملکرد: وقتی این وسیله کنار یک چشمه نور قرار بگیرد، پره‌ها طول سوزن عمودی می‌چرخند و هرچه شدت نور بیشتر باشد این چرخش سریع‌تر است.

❖ تف‌سنجی: روش‌های اندازه‌گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی

❖ تف‌سنج: ■ ابزار اندازه‌گیری دما به روش استفاده از تابش گرمایی

■ بدون تماس با جسم دمای آن را اندازه می‌گیرد.

■ به ویژه برای اندازه‌گیری دماهای بالاتر از 1100°C اهمیت دارد.

■ انواع: ۱- تف‌سنج تابشی

۲- تف‌سنج نوری ⇐ به‌عنوان دماسنج نوری انتخاب شده است.

ایران تونل
توشه‌ای برای موفقیت