فصل اول فیزیک دهم

فیزیک و اندازه گیری

(معمولا ا تست)

۱-۱ فیزیک، دانش بنیادی

فیزیک یکی از بنیادی ترین دانش هاست و شالوده تمامی مهندسی ها ست که به طور مستقیم در زندگی ما نقش دارند.

۱-۱-۱ مراحل تولید علم فیزیک

مرحله ۱: فیزیک دانان، پدیده های طبیعت را مشاهده می کنند.

مرحله ۲: می کوشند الگوها ونظم های خاص میان این پدیده ها بیابند.

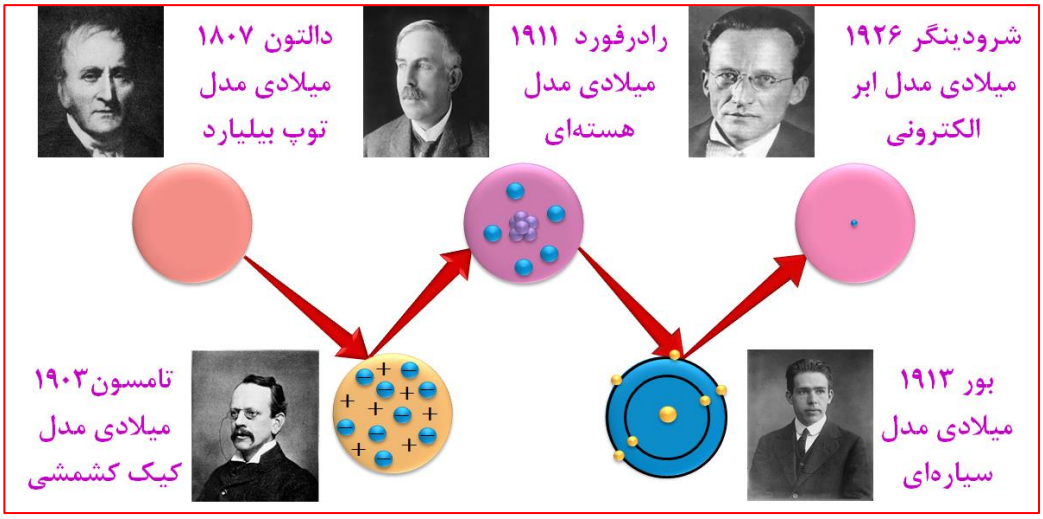
مرحله ۳: برای توصیف و توضیح پدیده های مورد بررسی، اغلب از قانون،مدل ونظریه ی فیزیک است.

مرحله ۴: این قوانین، مدل ها ونظریه های فیزیکی را توسط ازمایش مورد ازمون قرار می دهند.

نکته ۱: مدل ها و نظریه های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند ، بلکه می توانند دستخوش تغییر شوند.

به بیان دیگر همواره این امکان وجود دارد که نتایج آزمایش های جدید منجر به بازنگری مدل یانظریه ای شود و حتی ممکن است نظریه ای جدید جایگزین آن شود.

مثلاً در دهه های آغازین قرن گذشته، نظریه اتمی در خصوص رفتار اتم ها، بارها اصلاح شد.



ویژگی آزمون پذیری واصلاح نظریه های فیزیکی، نقطه قوت دانش فیزیک است ونقش مهمی در فرایند پیشرفت دانش وتکامل پیرامون داشته است.

نکته۲: دانشمندان برای توصیف پدیده های فیزیکی ورابطه بین کمیت ها از قانون ها واصل ها استفاده می کنند.

۱. قانون های فیزیکی: معمولاً رابطه ی بین برخی از کمیت های فیزیکی را توصیف می کنند و در دامنه ی وسیعی از پدیده های گوناگون طبیعت معتبرند. (مانند قانون دوم نیوتن)

۲. اصل فیزیکی: برای توصیف دامنه ی محدودتری از پدیده های فیزیکی ، که عمومیت کمتری دارند استفاده می شوند.(مانند اصل پاسکال)

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۱-۱-۲ مدل سازی در فیزیک

مدل سازی در فیزیک فرایندی است که طی آن یک پدیده ی فیزیکی ، آن قدر ساده وآرمانی می شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود.

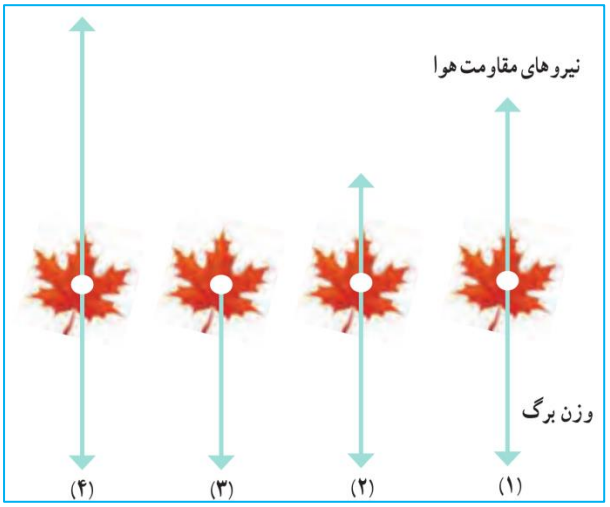
واقعیت پیچیده	مدل ساده
توپ، کره کامل نیست (درزها و برجستگی هایی دارد)	چشم پوشی از اندازه و شکل: توپ به عنوان جسم نقطه ای یا ذره در نظر گرفته می شود
وجود مقاومت هوا و اثر باد	توپ در خلاء حرکت می کند.
تغییر وزن توپ با تغییر فاصله از مرکز زمین	فرض می کنیم وزن توپ با تغییر فاصله از مرکز زمین ثابت می ماند.

حال مسـله ما به قدر کافی ساده شده است و می توانیم حرکت آن را بررسی و تحلیل کنیم.

نکته۳: هنگام مدل سازی یک پدیده ی فیزیکی ، باید اثرهای جزئی تر را نادیده بگیریم نه اثرهای مهم وتعیین کننده.

مثلاً اگر به جای مقاومت هوا، نیروی جاذبه ی زمین را نادیده می گرفتیم، آن گاه مدل ما پیش بینی می کرد که وقتی توپی به بالا پرتاب شود در یک خط مستقیم بالا می رود !

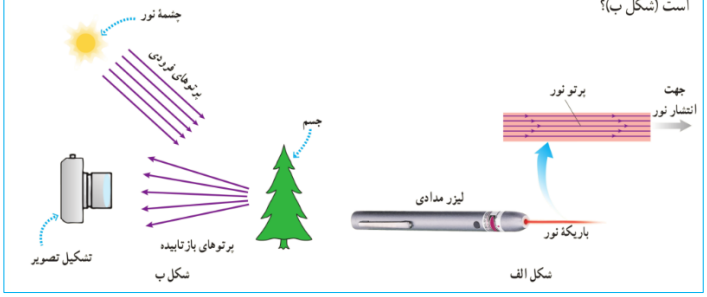
مثال ۱:



برای حذف اثر این دو سوال را بپرس : ۱) مسیر حرکت عوض میشه؟ ۲) زمان حرکت تغییر میکنه؟

مثال ۲:

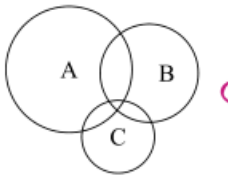
شکل الف براساس آنچه در علوم سال هشتم در زمینهٔ نورشناسی خواندید آمده است. اجزای این شکل را توضیح دهید و بگویید که در آن، چه چیزی مدل‌سازی شده است. این مدل‌سازی چگونه در تشکیل تصویر در یک دوربین عکاسی به‌کار رفته است (شکل ب)؟



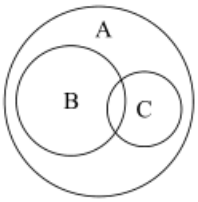
شکل الف، باریکه‌ای را نشان می‌دهد که از یک لیزر مدادی خارج شده است. باریکهٔ نور، به‌صورت پرتوهای موازی نور مدل‌سازی شده است. همان‌طور که می‌دانید مدل پرتوی نور در نور هندسی، اهمیت زیادی دارد و دانش‌آموزان در علوم سال هشتم نیز تا حدودی با برخی از جنبه‌های آن آشنا شده‌اند. در شکل ب از مدل پرتوی نور برای انتشار نور از یک چشمهٔ نور استفاده شده است. چون چشمهٔ نور در فاصلهٔ دوری قرار دارد پرتوهایی که به جسم رسیده‌اند به‌صورت موازی مدل‌سازی شده‌اند. برخی از پرتوها پس از بازتاب از جسم، وارد دوربین می‌شوند و تصویری از جسم تشکیل می‌دهند.

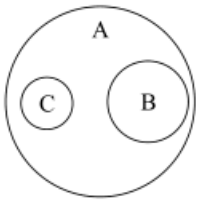
تست ۱:

اگر پدیده‌های فیزیکی را با شکل A، قانون فیزیکی را با شکل B و اصل فیزیکی را با شکل C نشان دهیم، کدام‌یک از گزینه‌های زیر، طرح‌وارهٔ مفهومی درستی را نشان می‌دهد؟

۱) 

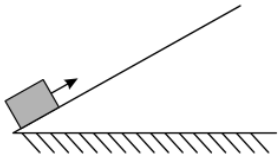
۲)

۳) 

۴) 

تست ۲:

مطابق شکل زیر، جسمی را روی سطح شیبدار به طرف بالا پرتاب می‌کنیم و بعد از مدتی جسم متوقف می‌شود. هنگام مدل‌سازی این پدیدهٔ فیزیکی، چه تعداد از موارد زیر را می‌توان نادیده گرفت؟الف) ابعاد جسم



ب) وزن جسم

پ) اصطکاک جسم با سطح شیبدار

ت) تغییر وزن جسم با ارتفاع

ث) تأثیر مقدار شیب سطح

ج) مقاومت هوا

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: **گزینه ۳** ابعاد جسم، تغییر وزن آن با ارتفاع و مقاومت هوا اثر جزئی دارند و می‌توان از آن‌ها صرف‌نظر کرد. اما وزن جسم، اصطکاک جسم با سطح شیبدار و مقدار شیب سطح از عوامل مهم و تأثیرگذار در بررسی این پدیدهٔ فیزیکی هستند و نمی‌توان از آن‌ها صرف‌نظر کرد.

تست ۳:

در یک سالن ورزشی، توپ بسکتبالی را به سمت سبد پرتاب می‌کنیم. کدام‌یک از گزینه‌ها در مورد مدل واقعی و مدل فرضی (ساده شده) درست است؟

۱) در مدل واقعی توپ دارای حجم است ولی در مدل ساده شده آن را به صورت نقطه‌ای فرض می‌کنیم که در حال چرخش است.

۲) در مدل واقعی، با افزایش ارتفاع، جرم توپ کاهش می‌یابد ولی در مدل ساده شده آن را ثابت فرض می‌کنیم.

۳) در مدل واقعی وزن توپ متغیر است ولی در مدل ساده شده آن را ثابت فرض می‌کنیم.

۴) در مدل واقعی سرعت توپ متغیر است ولی در مدل ساده شده آن را ثابت فرض می‌کنیم.

پاسخ: **گزینه ۳** بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: در مدل فرضی توپ را به‌صورت نقطه در نظر می‌گیریم و می‌دانیم نقطه نمی‌چرخد.

گزینهٔ «۲»: جرم توپ بنا به قانون پایستگی جرم همواره ثابت است و وزن آن است که با تغییر ارتفاع، تغییر می‌کند.

گزینهٔ «۳»: وزن توپ برابر با mg بوده و می‌دانیم با افزایش ارتفاع، g کاهش می‌یابد، در نتیجه وزن توپ نیز کاهش می‌یابد، ولی با توجه به پیچیدگی محاسبات، ما آن را ثابت فرض می‌کنیم.

گزینهٔ «۴»: در مدل واقعی و فرضی سرعت توپ متغیر است.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۱-۲ اندازه گیری و کمیت های فیزیکی

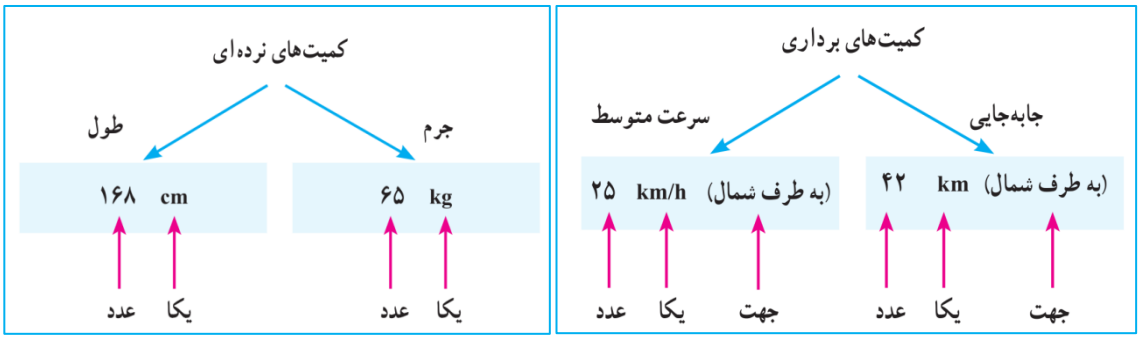
فیزیک، علمی تجربی است وهدف آن بررسی پدیده های فیزیکی در جهان پیرامون است.

اساس تجربه و آزمایش، اندازه گیری است و برای بیان نتایج اندازه گیری به طور معمول از عدد ویکای مناسب آن استفاده می کنیم.

نکته۴: در فیزیک به هرچیزی که بتوان آن را اندازه گرفت، مانند طول ، جرم، تندی، نیرو و... کمیت فیزیکی گفته می شود.

کمیت های فیزیکی به دو نوع نرده‌ای یا اسکالر و برداری تقسیم می‌شوند: (دسته بندی اول)

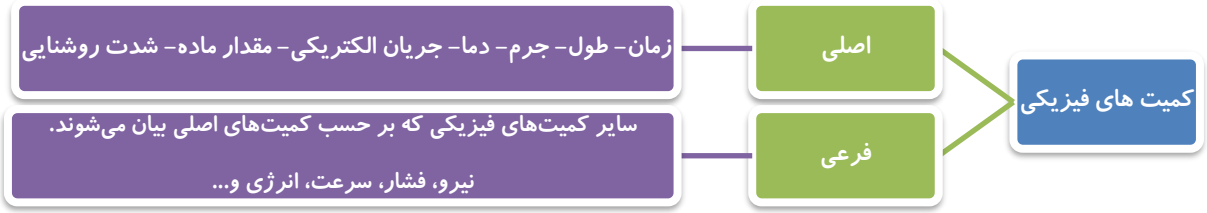
مثال۳:



۱-۲-۱ اندازه گیری ودستگاه بین المللی یکاها

- برای انجام اندازه گیری های درست وقابل اطمینان به یکاهای اندازه گیری ای نیاز داریم که تغییر نکنند ودارای قابلیت بازتولید درمکان های مختلف باشند.
- دستگاه یکاهایی که بیشتر مهندسان ودانشمندان در سراسر جهان به کار می برند را اغلب دستگاه متریک می نامند، ولی این دستگاه یکاها به طور رسمی دستگاه بین المللی (SI) نامیده شده است.
- هفت کمیت که به آنها کمیت های اصلی می گوییم اساس دستگاه بین المللی را تشکیل می دهند.
- سایر کمیت های دیگر را که برحسب کمیت های اصلی بیان می شوند ، کمیت های فرعی می نامند.
- تعداد کمیت های فیزیکی آن چنان زیاد است که تعیین یکای مستقل برای همه آنها در عمل ناممکن است. اما خوشبختانه ، بسیاری از کمیت های فیزیکی مستقل از یکدیگر نیستند وتوسط رابطه ها وتعریف های فیزیکی به یکدیگر وابسته اند.

۲-۲-۱ دسته‌بندی دوم کمیت‌های فیزیکی



کمیت های اصلی		
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

کمیت های فرعی			
کمیت	فرمول	یکای فرعی	یکای SI
تندی	$S_{av}=\frac{l}{\Delta t}$	$\frac{m}{s}$	$\frac{m}{s}$
سرعت	$V_{av}=\frac{d}{\Delta t}$	$\frac{m}{s}$	$\frac{m}{s}$
شتاب	$a_{av}=\frac{\Delta V}{\Delta t}$	$\frac{\frac{m}{s}}{s}=\frac{m}{s^2}$	$\frac{\frac{m}{s}}{s}=\frac{m}{s^2}$
نیرو	$F=ma$	$kg\times\frac{m}{s^2}$	نیوتن (N)
فشار	$P=\frac{F}{A}$	$\frac{kg\times\frac{m}{s^2}}{m^2}=\frac{kg}{m\times s^2}$	پاسکال (Pa)
انرژی	$W=Fd$	$kg\times\frac{m^2}{s^2}$	ژول (J)

تست ۴:

جرم و زمان از ..... و کیلوگرم و ثانیه از ..... می باشند. خارج از کشور- ۱۳۸۶

۱) یکاهای فرعی – یکاهای اصلی
۲) یکاهای اصلی – کمیت های فرعی
۳) کمیت های اصلی – یکاهای اصلی
۴) کمیت های اصلی – کمیت های فرعی

تست ۵:

در کدام یک از موارد زیر، همهٔ کمیت‌ها فرعی هستند؟ سراسری- ۱۳۹۸

۱) جرم، زمان، فشار
۲) چگالی، تندی، انرژی
۳) چگالی، جریان الکتریکی، حجم
۴) شدت روشنایی، مقدار ماده، زمان

تست ۶:

با توجه به برداری یا نرده‌ای بودن کمیت‌ها، در چند مورد از عبارت‌های زیر بیانی صحیح و کامل برای کمیت‌های ذکر شده آمده است؟

الف) نیروی الکتریکی = ۸۵۰ نیوتون
ب) سرعت = ۸۰ کیلومتر بر ساعت
پ) جریان الکتریکی = ۱۰ آمپر
ت) جرم = ۲۰ کیلوگرم (به طرف پایین)

۱) یک ۲) دو ۳) سه ۴) صفر

پاسخ: گزینه ۱ بررسی عبارت‌ها:

الف) نیرو (نیروی الکتریکی) ← برداری ← ۸۵۰ نیوتون (جهت باید ذکر شود) ×

ب) سرعت ← برداری ← ۸۰ کیلومتر بر ساعت (جهت باید ذکر شود) ×

پ) جریان الکتریکی ← نرده‌ای ← ۱۰ آمپر (جهت ندارد) ✓

ت) جرم ← نرده‌ای ← ۲۰ کیلوگرم (جهت ندارد) ×

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۳-۲-۱ سازگاری یکاها

هرکمیت فیزیکی را بانماد مشخص نشان میدهیم. مانند: a شتاب، F نیرو، V سرعت و m جرم

برای بیان ارتباط بین کمیت های فیزیکی، از روابط ومعادله ها استفاده می کنیم.مانند:

$$F = ma$$

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$F = ma = (۰/۳۲۵\,\text{kg})(۱/۷۵\,\text{m/s}^۲) = ۰/۵۶۹\,\text{N}$$

یکای دو طرف معادله با هم سازگار است.

نکته۵: هنگام استفاده از رابطه ها وجایگذاری اندازه هرکمیت در آن ، باید به سازگاری یکاها در دوطرف رابطه توجه کنیم.

اگر بخواهیم هر دو طرف رابطه برحسب یکاهای SI بیان شود باید یکای کمیت های داده شده را نیز به یکاهای SI تبدیل کنیم. مانند:

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow ۲/۵Pa = \frac{۵N}{۲m^۲}$$

مثال۴: باتوجه به روابط فیزیکی ای که تاکنون فرا گرفته اید،درستی گزاره های زیر را اثبات کنید.

$$۱)\ ۱N = ۱\frac{kgm}{s^۲} \Rightarrow F = ma \Rightarrow ۱N = ۱(kg)(\frac{m}{s^۲})$$

$$۲)\ ۱J = ۱\frac{kgm^۲}{s^۲} \Rightarrow \begin{cases} U = mgh \Rightarrow ۱J = ۱(kg)(\frac{m}{s^۲})(m) = ۱\frac{kg\cdot m^۲}{s^۲} \\ W = Fd \Rightarrow ۱J = ۱(N)(m) = ۱(\frac{kgm}{s^۲})(m) = ۱\frac{kg\cdot m^۲}{s^۲} \end{cases}$$

تست۷:

در تعریف یکای کدام یک از مفاهیم فیزیکی زیر در SI، تعداد یکای اصلی کم‌تری نسبت به سایر گزینه‌ها به کار رفته است؟

۱) نیرو ۲) انرژی ۳) شتاب متوسط ۴) گشتاور

پاسخ: گزینه ۳ یکای فرعی هر کدام از کمیت‌های موجود در گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

بررسی گزینه‌ی (۱):

$$F = ma \Rightarrow ۱N = (۱kg)(۱\frac{m}{s^۲}) \Rightarrow ۱N = ۱kg\frac{m}{s^۲}$$

نیرو (N) به وسیله سه یکای اصلی جرم (kg) ، طول (m) و زمان (s) تعریف می‌شود.

بررسی گزینه‌ی (۲):

$$U = mgh \Rightarrow ۱J = (۱kg)(۱\frac{m}{s^۲})(۱m) \Rightarrow ۱J = ۱kg\frac{m^۲}{s^۲}$$

انرژی (J) به وسیله سه یکای اصلی جرم (kg)، طول (m) و زمان (s) تعریف می‌شود.

بررسی گزینه‌ی (۳):

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow [\bar{a}] = \frac{\frac{m}{s}}{s} = \frac{m}{s^۲}$$

شتاب متوسط $(\frac{m}{s^۲})$ به وسیله‌ی دو کمیت اصلی طول (m) و زمان (s) تعریف می‌شود.

بررسی گزینه‌ی (۴):

$$T = F\ell \Rightarrow [\bar{T}] = (N)(m) = (kg\frac{m}{s^۲})(m) = kg\frac{m^۲}{s^۲}$$

گشتاور $(N\cdot m)$ به وسیله سه کمیت اصلی جرم (kg)، طول (m) و زمان (s) تعریف می‌شود.

بنابراین در تعریف شتاب متوسط تعداد یکای اصلی کمتری نسبت به سایر گزینه‌ها به کار رفته است.

طول (m)

به لحاظ تاریخی، یکای طول (متر) به صورت زیر تعریف شده است:

- **اواخر قرن هجدهم:** یک ده میلیونیم فاصله‌ی استوا تا قطب شمال (در طول جغرافیایی گذرنده از پاریس)
- **تا سال ۱۳۴۰:** فاصله‌ی میان دو خط نازک حک شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس پلاتین- ایریدیوم در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس.
- **از سال ۱۳۶۲:** مسافتی که نور در مدت زمان $\frac{۱}{۲۹۹۷۹۲۴۵۸}$ ثانیه در خلاء طی می‌کند. (حفظ نشه)
- **برخی یکاهای قدیمی (ایرانی) :**

۱ ذرع =۱۰۴ سانتی‌متر ۱ فرسنگ =۶۰۰۰ ذرع

- **برخی یکاهای مهندسی (انگلیسی) :**

۱ مایل =۱٫۶۰۹ کیلومتر ۱ یارد =۰٫۹۱۴۴ متر

۱ اینچ =۲٫۵۴ سانتی ۱ فوت =۰٫۳۰۴۸ متر

تذکر: حفظ کردن یکاهای قدیمی و غیر SI واجب نیست و تو امتحان نمیاد ولی دونستنشون خیلی باحاله.

متر در آغاز به‌صورت یک‌ده‌میلیونیم این فاصله تعریف شد

اولین تعریف متر در سال ۱۷۹۱ میلادی

مقادیر تقریبی برخی طول‌های اندازه‌گیری‌شده

جسم	طول (m)	جسم	طول (m)
فاصلهٔ منظومهٔ شمسی تا نزدیک‌ترین کهکشان	$۲/۸\times۱۰^{۲۱}$	طول زمین فوتبال	۹×۱۰^{۱}
فاصلهٔ منظومهٔ شمسی تا نزدیک‌ترین ستاره	۴×۱۰^{۱۶}	طول بدن نوعی مگس	۵×۱۰^{-۳}
یک سال نوری	۹×۱۰^{۱۵}	اندازهٔ ذرات کوچک گرد و خاک	۱×۱۰^{-۴}
شعاع مدار میانگین زمین به دور خورشید	$۱/۵۰\times۱۰^{۱۱}$	اندازهٔ یاخته‌های بیشتر موجودات زنده	۱×۱۰^{-۵}
فاصلهٔ میانگین ماه از زمین	$۳/۸۴\times۱۰^{۸}$	اندازهٔ بیشتر میکروب‌ها	$۰/۲\_۲\times۱۰^{-۶}$
شعاع میانگین زمین	$۶/۴۰\times۱۰^{۶}$	قطر اتم هیدروژن	$۱/۰۶\times۱۰^{-۱۰}$
فاصلهٔ ماهواره‌های مخابراتی از زمین	$۳/۶\times۱۰^{۷}$	قطر هستهٔ اتم هیدروژن (قطر پروتون)	$۱/۷۵\times۱۰^{-۱۵}$

جرم (kg)

یکای جرم در SI کیلوگرم (kg) نامیده می‌شود و به صورت جرم استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین - ایریدیوم تعریف شده است.

- **برخی یکاهای قدیمی (ایرانی) :**

۱ مثقال= ۲۴ نخود= ۹۶ گندم =۴٫۸۶ گرم

۱ من تبریز= ۴۰ سیر = ۶۴۰ مثقال= ۳٫۱۱۰۴ کیلوگرم

۱ خروار = ۱۰۰ من تبریز=۳۱۱٫۰۴ کیلوگرم

- **برخی یکاهای مهندسی (انگلیسی) :**

۱ پوند = ۰٫۴۵۳۶ کیلوگرم

مقادیر تقریبی برخی جرم‌های اندازه‌گیری‌شده

جسم	جرم (kg)	جسم	جرم (kg)
عالم قابل مشاهده	۱×۱۰^{۵۲}	انسان	۷×۱۰^{۱}
کهکشان راه شیری	۷×۱۰^{۴۱}	قورباغه	۱×۱۰^{-۱}
خورشید	۲×۱۰^{۳۰}	پشه	۱×۱۰^{-۵}
زمین	۶×۱۰^{۲۴}	باکتری	۱×۱۰^{-۱۵}
ماه	$۷/۳۴\times۱۰^{۲۲}$	اتم هیدروژن	$۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}$
کوسه	۱×۱۰^{۳}	الکترون	$۹/۱۱\times۱۰^{-۳۱}$

زمان (s)

یکای زمان در SI ثانیه (s) است که به صورت زیر تعریف شده است:

- **تا ۱۳۴۶:** $\frac{۱}{۸۶۴۰۰}$ میانگین روز خورشیدی
- **از سال ۱۳۴۶ تاکنون** بر اساس دقت بسیار زیاد ساعت های اتمی تعریف شده است.

(اطلاعات عمومی : بازه‌ی زمانی که اتم سزیم ^{۱۳۳}CS در وضعیت عادی ۹۱۹۲۶۳۱۷۷۰ ارتعاش انجام می‌دهد.)

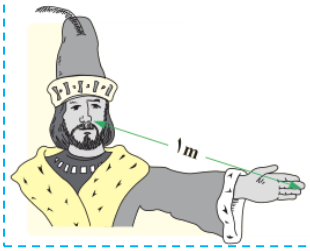
مقادیر تقریبی برخی از بازه‌های زمانی اندازه‌گیری‌شده

بازهٔ زمانی	ثانیه
سن عالم	۵×۱۰^{۱۷}
سن زمین	$۱/۴۳\times۱۰^{۱۷}$
میانگین عمر یک انسان	۲×۱۰^{۹}
یک سال	$۳/۱۵\times۱۰^{۷}$
یک روز	$۸/۶\times۱۰^{۴}$
زمان بین دو ضربان عادی قلب	۸×۱۰^{-۱}

Physics_Agheli AliAgheli.ir

نکته۶: در بسیاری از موارد، نیاز به اندازه‌گیری مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد داریم. این مدت زمان را بازه‌ی زمانی می‌گوییم.

مثال۵:



اگر مطابق شکل روبه‌رو، یکای طول را به‌صورت فاصلهٔ نوک بینی تا نوک انگشتان دست کشیده‌شده بگیریم چه مزایا و چه معایبی دارد؟

یکی از مزیت‌های این استاندارد برای یکای طول، در دسترس بودن آن است در حالی که تغییرپذیری آن بین اشخاص مختلف، یک از معایب آن است.

اگر با تغییر فرد ، مکان و زمان یکا تغییر کرد، یکای خوبی نیست!

۳-۱ تبدیل یکاها

اغلب در حل مسائل فیزیک، لازم است یکای کمیتی را تغییر دهیم . این کار با روش تبدیل زنجیره ای انجام می شود.

در این روش، اندازه ی کمیت را در یک عامل تبدیل (نبستی از یکاها که برابر عدد یک است) ضرب می کنیم.

برای مثال چون $1kg$ برابر ۱۰۰۰ گرم است داریم:

$$\frac{1kg}{1000g}=1 \quad , \quad \frac{1000g}{1kg}=1$$

بنابراین هردوکسر بالا را که برابر یک هستند می توان به عنوان عامل تبدیل به کار برد.

نکته۷:ضرب کردن هرکمیت در عدد یک، اندازه آن کمیت را تغییرنمی دهد.هرگاه عاملی تبدیلی را مناسب بدانیم می توانیم از آن استفاده کنیم.

$$85cm=(85cm)(1)=(85\,\cancel{cm})(\frac{1m}{100\,\cancel{cm}})=0/85m$$

ضریب تبدیل

$$36km/h=(36\frac{km}{h})(1)(1)=(36\frac{\cancel{km}}{\cancel{h}})(\frac{1\cancel{h}}{3600s})(\frac{1000m}{1\cancel{km}})=10m/s$$

مثال۶:تبدیل یکاهای زیر را به روش زنجیره ای انجام دهید.

۱) $22cm=....m\rightarrow$

۲) $3gr=....kg\rightarrow$

۳) $72\frac{km}{h}=....\frac{m}{s}\rightarrow$

مثال۷: تبدیل واحد مهم چگالی :

$$5\frac{gr}{cm^3}\xrightarrow{How?}?\frac{kg}{m^3}$$

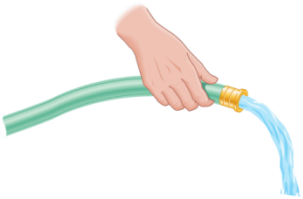
$$Step\ 1\rightarrow 5\frac{gr}{cm^3}\times(-)\times(-)$$

$$Step\ 2\rightarrow 5\frac{gr}{cm^3}\times(\frac{-}{gr})\times(\frac{cm^3}{-})$$

$$Step\ 3\rightarrow 5\frac{gr}{cm^3}\times(\frac{kg}{gr})\times(\frac{cm^3}{m^3})$$

$$Final\rightarrow 5\frac{\cancel{gr}}{\cancel{cm^3}}\times(\frac{1kg}{1000\,\cancel{gr}})\times(\frac{10^6\,\cancel{cm^3}}{1m^3})=5\times10^3\frac{kg}{m^3}$$

مثال۸:



در فیزیک، تغییر هر کمیت را نسبت به زمان، معمولاً آهنگ آن کمیت می‌نامیم. از شلنگ شکل روبه‌رو، آب با آهنگ $125\ cm^3/s$ خارج می‌شود. این آهنگ را به روش تبدیل زنجیره‌ای، برحسب یکای لیتر بر دقیقه (L/min) بنویسید. (هر لیتر معادل ۱۰۰۰ سانتی‌متر مکعب است.)

$$125\ cm^3/s = 125\ cm^3/s\ (1)\ (1)$$

$$(125\ cm^3/s\ (\frac{1L}{1000cm^3})\ (\frac{60s}{1min}))= 7/5\ L/min$$

مثال ۹:

خروار، من تبریز، سیر، مثقال، نخود و گندم از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای اندازه‌گیری جرم است[1]. این یکاها به‌صورت زیر به یکدیگر مرتبط‌اند:

۱ خروار = ۱۰۰ من تبریز

۱ من تبریز = ۴۰ سیر = ۶۴۰ مثقال

۱ مثقال = ۲۴ نخود = ۹۶ گندم

با توجه به اینکه هر مثقال اندکی بیش از ۴/۶ گرم است، هرکدام از این یکاها را برحسب گرم و کیلوگرم بیان کنید.

$$1\ \text{خروار} = 100\ \text{من تبریز} \times \frac{640\ \text{مثقال}}{1\ \text{من تبریز}} \times \frac{4/68\ \text{گرم}}{1\ \text{مثقال}} = 299\times10^3 g = 299 kg$$

$$1\ \text{من تبریز} = 1\times\frac{1\ \text{خروار}}{100\ \text{من تبریز}} \times \frac{299\times10^3 g}{1\ \text{خروار}} = 2/99\times10^3 g = 2/99 kg$$

$$1\ \text{سیر} = 1\times\frac{640\ \text{مثقال}}{40\ \text{سیر}} = 16\ \text{مثقال} = 16\ \text{مثقال}\times\frac{4/68\ g}{1\ \text{مثقال}} = 74/9 g = 7/49\times10^{-2} kg$$

$$1\ \text{نخود} = 1\times\frac{1\ \text{مثقال}}{24\ \text{نخود}} = 0/042\ \text{مثقال} = 0/042\ \text{مثقال}\times\frac{4/68\ g}{1\ \text{مثقال}} = 0/195 g = 0/195\times10^{-3} kg$$

$$1\ \text{گندم} = 1\times\frac{1\ \text{مثقال}}{96\ \text{گندم}} = 0/049 g = 0/049\times10^{-3} kg$$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۱-۳-۱ پیشوندهای یکاها

هرگاه در اندازه گیری ها بااندازه های بسیار بزرگ تر یا بسیار کوچک تر از یکاهای اصلی آن کمیت مواجه شویم، از پیشوند هایی استفاده میکنیم.

هرپیشوند توان معینی از ۱۰ را نشان می دهد که به صورت یک عامل ضرب به کار می رود.

نوع پیشوند	پیشوند	نماد	ضریب	ضریب به صورت توان ده
پیشوند های بزرگ ساز	تِرا	T	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	$۱۰^{۱۲}$
	گیگا (جیگا)	G	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	$۱۰^{۹}$
	مگا	M	۱,۰۰۰,۰۰۰	$۱۰^{۶}$
	کیلو	k	۱,۰۰۰	$۱۰^{۳}$
	هکتو	h	۱۰۰	$۱۰^{۲}$
	دکا	da	۱۰	$۱۰^{۱}$
پیشوند های کوچک ساز	دسی	d	۰/۱	$۱۰^{-۱}$
	سانتی	c	۰/۰۱	$۱۰^{-۲}$
	میلی	m	۰/۰۰۱	$۱۰^{-۳}$
	میکرو	μ	۰/۰۰۰,۰۰۱	$۱۰^{-۶}$
	نانو	n	۰/۰۰۰,۰۰۰,۰۰۱	$۱۰^{-۹}$
	پیکو	p	۰/۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۱	$۱۰^{-۱۲}$
	فمتو	f	۰/۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۱	$۱۰^{-۱۵}$

۱) روش زنجیره ای:

الف : معمولی	$۱۲\mu g = \cdots g \rightarrow ۱۲\mu g(\frac{۱۰^{-۶}g}{۱\mu g}) = ۱۲ \times ۱۰^{-۶}g$ $۷MN = \cdots N \rightarrow ۷MN(\frac{۱۰^{۶}N}{۱MN}) = ۷ \times ۱۰^{۶}N$ $۱/۲kPa = \cdots Pa \rightarrow ۱/۲kPa(\frac{۱۰^{۳}Pa}{۱kPa}) = ۱۲۰۰Pa$ $۲۷mm = \cdots m \rightarrow ۲۷mm(\frac{۱۰^{-۳}m}{۱mm}) = ۰/۰۲۷m$
ب: توانی	$۱۵(cm)^{۲} = \cdots m^{۲} \rightarrow ۱۵(cm)^{۲}(\frac{۱۰^{-۲}m}{۱cm})^{۲} = ۱۵ \times ۱۰^{-۴}m^{۲}$ $۶ \times ۱۰^{-۴}m^{۳} = \cdots (mm)^{۳} \rightarrow ۶ \times ۱۰^{-۴}m^{۳}(\frac{۱mm}{۱۰^{-۳}m})^{۳} = ۶ \times ۱۰^{۵}(mm)^{۳}$
ج: کسری	$۱/۲\frac{km}{min} = \cdots \frac{m}{s} \rightarrow ۱/۲\frac{km}{min}(\frac{۱۰^{۳}m}{۱km})(\frac{۱min}{۶۰s}) = ۲۰\frac{m}{s}$ $۳\frac{kN}{m^{۲}} = \cdots \frac{N}{(cm)^{۲}} \rightarrow ۳\frac{kN}{m^{۲}}(\frac{۱۰^{۳}N}{۱kN})(\frac{۱۰^{-۲}m}{۱cm})^{۲} = ۰/۳\frac{N}{(cm)^{۲}}$
د: دوطرف پیشوند	$۱/۲ \times ۱۰^{۴}\mu g = \cdots hg \rightarrow ۱/۲ \times ۱۰^{۴}\mu g(\frac{۱۰^{-۶}g}{۱\mu g})(\frac{۱hg}{۱۰^{۲}g}) = ۱/۲ \times ۱۰^{-۴}hg$ $۴(cm)^{۳} = \cdots (mm)^{۳} \rightarrow ۴(cm)^{۳}(\frac{۱۰^{-۲}m}{۱cm})^{۳}(\frac{۱mm}{۱۰^{-۳}m})^{۳} = ۴ \times ۱۰^{-۶} \times \frac{۱}{۱۰^{-۹}}(mm)^{۳} = ۴ \times ۱۰^{۳}(mm)^{۳}$

نکته۸: تبدیل واحدها (مخصوصاً فرعی به فرعی) برای سهولت کار می توان، توان ضریب پیشوند ها را از هم کم کرد.

مثال ۱۰:

$$۴(cm)^{۳} = \cdots (mm)^{۳} \rightarrow ۴(cm)^{۳} = ۴ \times ۱۰^{+۳}(mm)^{۳}$$
$$\begin{cases} (cm)^{۳} = (۱۰^{-۲})^{۳} = ۱۰^{-۶} \\ (mm)^{۳} = (۱۰^{-۳})^{۳} = ۱۰^{-۹} \end{cases} \Rightarrow (-۶) - (-۹) = +۳$$

تست۸:

جرم یک قطعه سنگی قیمتی ۲۰۰ قیراط است و هر قیراط معادل ۲۰۰ میلی‌گرم است. جرم این سنگ چند گرم است؟ خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) ۴ ۲) ۱۰ ۳) ۴۰ ۴) ۱۰۰

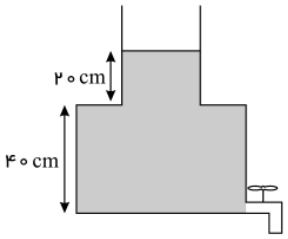
گزینه ۳

$$M = ۲۰۰\text{ قیراط} = ۲۰۰\text{ قیراط} \times \frac{\text{۲۰۰ میلی‌گرم}}{\text{قیراط}} \times \frac{۱۰^{-۳}\text{ گرم}}{\text{۱ میلی‌گرم}} = ۴۰g$$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۹:

در شکل زیر، اگر شیر مخزن باز شود، در مدت $48s$ کل آب مخزن خالی می‌شود. آهنگ متوسط خروج آب از شیر چند لیتر بر دقیقه است؟ (سطح مقطع قسمت باریک $20cm^2$ و سطح مقطع کف ظرف $50cm^2$ است.)



۱) ۵۰
۲) ۳۰
۳) $\frac{5}{6}$
۴) ۳

پاسخ: **گزینه ۴** ابتدا حجم آب داخل مخزن را به‌دست می‌آوریم:

$$V = A_1h_1 + A_2h_2 = 50 \times 40 + 20 \times 20 = 2400cm^3$$

آهنگ خروج آب از شیر برابر است با:

$$\frac{2400}{48}\frac{cm^3}{s} = 50\frac{cm^3}{s}$$

با استفاده از روش زنجیره‌ای داریم:

$$50\frac{cm^3}{s} \times \frac{10^{-3}L}{1cm^3} \times \frac{60s}{1\ \text{min}} = 3\frac{L}{\text{min}}$$

تست ۱۰:

یک استخر کشاورزی به طول $0/05mile$ ، عرض $0/0125mile$ ، و ارتفاع $0/0025mile$ به‌طور کامل از آب پُر است. اگر پمپی با آهنگ $40\frac{L}{\text{min}}$ آب درون استخر را به بیرون پمپاژ کند، پس از ۱۲ ساعت، ارتفاع آب درون استخر به چند سانتی‌متر خواهد رسید؟ $(1mile = 1600m)$

۱) ۰/۰۱۸
۲) ۱/۸
۳) ۳/۹۸۲
۴) ۳۹۸/۲

پاسخ: **گزینه ۴** حجم آبی که توسط پمپ در مدت ۱۲ساعت از داخل استخر به بیرون پمپاژ می‌شود، برابر است با:

$$V = 40\frac{L}{\text{min}} \times \frac{60\ \text{min}}{1h} \times 12h \times \frac{10^{-3}m^3}{1L} \Rightarrow V = 28/8m^3$$

با استفاده از قاعدهٔ زنجیره‌ای، ابعاد استخر را بر حسب متر می‌نویسیم. داریم:

$$0/05mile = 0/05mile \times \frac{1600m}{1mile} = 80m$$
$$0/0125mile = 0/0125mile \times \frac{1600m}{1mile} = 20m$$
$$0/0025mile = 0/0025mile \times \frac{1600m}{1mile} = 4m$$

بنابراین کاهش ارتفاع آب استخر برابر خواهد بود با:

$$\Delta h = \frac{28/8}{80 \times 20} = 0/018m = 1/8cm$$

در نتیجه ارتفاع آب باقی‌مانده در استخر برابر است با:

$$400 - 1/8 = 398/2cm$$

تست ۱۱:

در رابطهٔ فیزیکی $x = \alpha t^{۴} + \frac{\beta}{t+۴} + ۲$، t و x به‌ترتیب بیانگر کمیت‌های فیزیکی «زمان» و «طول» در دستگاه SI هستند. چنانچه کمیت حجم در دستگاه SI به‌صورت $V = \alpha^{p}\beta^{q}$ تعریف شود، حاصل $\frac{p}{q}$ کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ۲ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ از آن‌جایی که عبارت سمت چپ رابطهٔ فیزیکی یعنی x بیانگر کمیت طول در دستگاه SI است، بنابراین یکای هر یک از جمله‌های سمت راست رابطهٔ داده شده باید برحسب متر باشند.

$$[\alpha t^{۴}] = m \Rightarrow [\alpha]\cdot s^{۴} = m \Rightarrow [\alpha] = \frac{m}{s^{۴}}$$

$$[\frac{\beta}{t+۴}] = m \Rightarrow \frac{[\beta]}{s} = m \Rightarrow [\beta] = m\cdot s$$

از سوی دیگر، یکای حجم در دستگاه SI، $m^{۳}$ (متر مکعب) است. بنابراین:

$$[V] = [\alpha^{p}\beta^{q}] = m^{۳} \Rightarrow [\alpha]^{p}\times[\beta]^{q} = m^{۳} \Rightarrow \frac{m^{p}}{s^{۴p}}\times(m^{q}\cdot s^{q}) = m^{۳} \Rightarrow m^{(p+q)}\cdot s^{q-۴p} = m^{۳} \Rightarrow \begin{cases} q-۴p = ۰ \ (۱) \\ p+q = ۳ \ (۲) \end{cases} \Rightarrow q = ۴p \Rightarrow \frac{p}{q} = \frac{۱}{۴}$$

مثال ۱۱:

الف) یکای نجومی برابر میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید است ($1AU \approx 1/50\times10^{11}m$). فاصلهٔ زمین (منظومهٔ شمسی) تا نزدیک‌ترین ستاره بعد از خورشید، بر حسب یکای نجومی چقدر است؟

ب) مسافتی را که نور در مدت یک سال در خلأ می‌پیماید یک سال نوری می‌نامند و آن را با نماد ly نمایش می‌دهند[۳]. اختروش‌ها[۴] دورترین اجرام شناخته‌شده از منظومهٔ شمسی هستند و به عبارتی در دورترین محل قابل مشاهدهٔ کیهان قرار دارند. فاصلهٔ اختروش‌ها از منظومهٔ شمسی $1/00\times10^{26}$ متر برآورد شده است. این فاصله را بر حسب سال نوری بیان کنید. تندی نور را در خلأ $3/00\times10^{8}$ متر بر ثانیه بگیرید.

الف) توجه کنید که چه بگوییم فاصلهٔ زمین و چه بگوییم فاصلهٔ منظومهٔ شمسی تا نزدیک‌ترین ستاره بعد از خورشید، تفاوتی با هم ندارند (به‌دلیل فاصلهٔ بسیار بسیار زیاد نزدیک‌ترین ستاره نسبت به ابعاد منظومهٔ شمسی). به این ترتیب فاصلهٔ زمین تا نزدیک‌ترین ستاره بعد از خورشید برحسب یکای نجومی برابر است با :

$$4/0\times10^{16}m=(4/0\times10^{16}m)\left(\frac{1AU}{1/5\times10^{11}m}\right)$$
$$\cong 2/7\times10^{5}\,AU$$

ب) ابتدا یک سال نوری را برحسب متر حساب می‌کنیم :

$$1ly=(3/15\times10^{7}s)(3/00\times10^{8}m/s)$$
$$=9/45\times10^{15}m$$

۱-۴ نمادگذاری علمی

در پاره‌ای از اندازه‌گیری‌ها با مقدارهای خیلی بزرگ یا خیلی کوچک سر و کار داریم.

مثلاً مقدار بارالکتریکی یک الکترون برابر است با:

$$|q_e| = 0/000000000000000160C$$

۱-۴-۱ تعریف نمادگذاری علمی

هر مقدار را به‌صورت حاصلضرب عددی بزرگ‌تر یا مساوی ۱ و کوچک‌تر از ۱۰ ($1\le a<10$) و ضریبی با توان صحیحی از ۱۰ (10^n) می‌نویسند:

$$Each\ number: a\times10^{n}$$

۱-۴-۲ روش نماد گذاری علمی

۱) ابتدا ممیز را پیدا می کنیم. اگر ممیز نداشت، بعد از آخرین عدد ممیز دارد.

۲) ممیز را بعد از اولین عدد بین ۱ تا ۹ قرار می دهیم.

۳) حرکت به سمت راست توان منفی و حرکت به سمت چپ توان مثبت!

مثلا مقدار بار الکتریکی یک الکترون برابراست با:

$$|q_e| = 1/60\times10^{-19}C$$

مثال ۱۲: اعداد زیر را به صورت نماد علمی بنویسید.

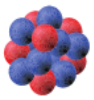
$$345000000/0 \Rightarrow 3/45\times10^{+8}$$

۸ رقم ←

$$0/000000\,52 \Rightarrow 5/2\times10^{-6}$$

→ ۶ رقم

مثال ۱۳:

$۷/۰\times۱۰^{-۶}m$	قطر میانگین یک گویچهٔ (گلبول) قرمز	
$۱/۷۵\times۱۰^{-۱۴}m$	قطر هستهٔ اتم اورانیوم	
$۱/۰\times۱۰^{-۴}kg$	جرم یک گیرهٔ کاغذ	
$۱/۰\times۱۰^{-۱}s$	زمانی که نور مسافت ۰/۳ متر را در هوا طی می‌کند.	

قطر میانگین یک گلبول قرمز :
$$\begin{cases} ۷/۰\times۱۰^{-۶}m\times\frac{۱mm}{۱۰^{-۳}m}=۷/۰\times۱۰^{-۳}mm \\ ۷/۰\times۱۰^{-۶}m\times\frac{۱\mu m}{۱۰^{-۶}m}=۷/۰\mu m \end{cases}$$

قطر هستهٔ اتم اورانیوم :
$$\begin{cases} ۱/۷۵\times۱۰^{-۱۴}m\times\frac{۱pm}{۱۰^{-۱۲}m}=۱/۷۵\times۱۰^{-۲}pm \\ ۱/۷۵\times۱۰^{-۱۴}m\times\frac{۱fm}{۱۰^{-۱۵}m}=۱/۷۵\times۱۰fm \end{cases}$$

جرم یک گیرهٔ کاغذ :
$$\begin{cases} ۱/۰\times۱۰^{-۴}kg\times\frac{۱۰^{۳}g}{۱kg}=۱/۰\times۱۰^{-۱}g \\ ۱/۰\times۱۰^{-۴}kg\times\frac{۱۰^{۳}g}{۱kg}\times\frac{۱mg}{۱۰^{-۳}g}=۱/۰\times۱۰^{۲}mg \end{cases}$$

زمانی که نور مسافت ۰/۳ متر را در هوا طی می‌کند. :
$$\begin{cases} ۱/۰\times۱۰^{-۹}s\times\frac{۱\mu s}{۱۰^{-۶}s}=۱/۰\times۱۰^{-۳}\mu s \\ ۱/۰\times۱۰^{-۹}s\times\frac{۱ns}{۱۰^{-۹}s}=۱/۰ns \end{cases}$$

۱-۵ دقت

در اندازه‌گیری، تمام کمیت‌های فیزیکی مانند طول، جرم، زمان و ... عدم قطعیت و خطا وجود دارد. به‌عبارت دیگر:

هیچ‌گاه نمی‌توان اندازه‌ی واقعی یک کمیت را به کمک اندازه‌گیری به‌دست آورد.

با انتخاب وسیله‌های دقیق و روش صحیح اندازه‌گیری، تنها می‌توان مقدار خطا را کاهش داد، ولی هیچ‌گاه نمی‌توان آن‌را به صفر رساند.

نکته۹: دقت اندازه‌گیری به ۱) دقت و حساسیت وسیله، ۲) مهارت شخصی که اندازه‌گیری می‌کند و۳) تعداد دفعاتی که اندازه‌گیری تکرار می‌شود، بستگی دارد.

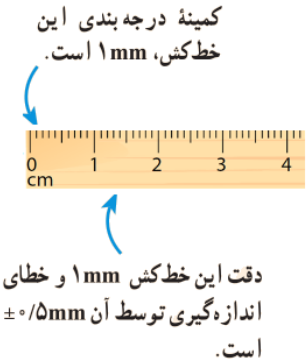
۱) دقت و حساسیت وسیله اندازه گیری

یکی از عوامل مهم در دقت اندازه گیری، دقت و حساسیت وسیله اندازه گیری است.

در مورد خطا و دقت اندازه گیری ابزارهای مختلف اندازه گیری می توان گفت:

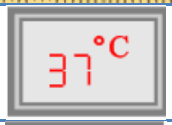
نوع وسیله	دقت اندازه گیری
وسیله درجه بندی شده	کمینه تقسیم بندی مقیاس وسیله
وسیله رقمی (دیجیتال)	واحد آخرین رقمی که خوانده می شود

برای مثال:



مثال۱۴: خطای هر یک از وسایل زیر را حساب کنید:

Physics_Agheli AliAgheli.ir

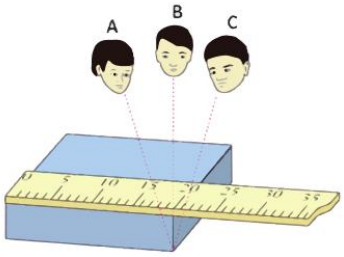
	دقت = ۱ cm
	دقت = ۱ mm
	دقت = ۱ ^oC
	دقت = ۰.۱ ^oC

۲) مهارت شخص آزمایشگر

یکی دیگر از عوامل مهم و تأثیرگذار روی دقت اندازه‌گیری، مهارت شخص آزمایش‌گر است.

یکی از مهارت‌های شخص آزمایش‌گر، نحوه‌ی خواندن نتیجه‌ی اندازه‌گیری است.

انتخاب منظر صحیح در خواندن نتیجه‌ی اندازه‌گیری، از مهم‌ترین مهارت‌های شخص آزمایش‌گر است.



مثلاً خواندن نتیجه اندازه‌گیری از منظرهای C,A خطا را افزایش می‌دهد درحالی‌که گزارش شخصی که از منظر B نتیجه اندازه‌گیری را می‌خواند دقت بیشتری دارد.

۳) تعداد دفعات اندازه‌گیری

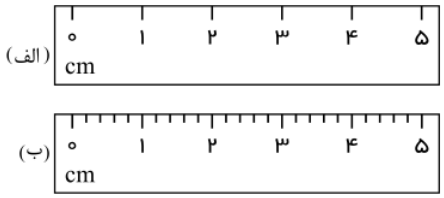
برای کاهش خطا در اندازه‌گیری هر کمیت، معمولاً اندازه‌گیری آن‌را چندبار تکرار می‌کنند.

* اگر عددهای به‌دست آمده متفاوت باشند، میانگین آن عددها به‌عنوان نتیجه‌ی اندازه‌گیری گزارش می‌شود.

* اگر در میان عددهای متفاوت، یک یا دو عدد اختلاف زیادی با بقیه داشته باشند، در میانگین‌گیری به حساب نمی‌آیند.

تست ۱۲:

در شکل زیر دو خط‌کش (الف) و (ب) نشان داده شده است. به‌ترتیب از راست به چپ دقت کدام خط‌کش بیش‌تر است و دقت خط‌کش‌های «الف» و «ب» کدام است؟



۱) الف، $1mm$ ، $0/5cm$ ب، $1cm$

۲) ب، $1mm$ ، $1cm$ الف، $0/5cm$

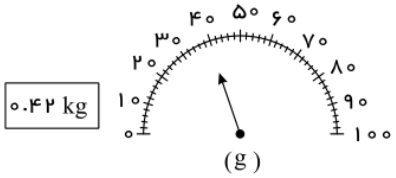
۳) الف، $0/5cm$ ، $0/2cm$ ب، $1cm$

۴) ب، $1cm$ ، $0/2cm$

پاسخ: گزینه ۴ دقت اندازه‌گیری وسایل مدرج، کمینهٔ درجه‌بندی وسیله است، که با توجه به شکل، دقت خط‌کش (ب) بیش‌تر است و طول جسم را دقیق‌تر اندازه می‌گیرد همچنین دقت اندازه‌گیری خط‌کش (الف) برابر $1cm$ و دقت خط‌کش (ب) برابر $0/2cm$ یا $2mm$ می‌باشد.

تست ۱۳:

شکل مقابل صفحهٔ یک ترازوی دیجیتال و یک ترازوی عقربه‌ای را نشان می‌دهد. دقت این ترازوها به‌ترتیب از راست به چپ ..... کیلوگرم و ..... گرم است و ترازوی ..... دقت بیشتری دارد.



۱) ۰٫۱ – ۱ – عقربه‌ای

۲) ۰٫۰۱ – ۲ – دیجیتالی

۳) ۰٫۰۱ – ۲ – عقربه‌ای

۴) ۰٫۱ – ۱ – دیجیتالی

پاسخ: گزینه ۳ دقت اندازه‌گیری ابزارهای مدرج، برابر کمینهٔ درجه‌بندی آن ابزارها و دقت اندازه‌گیری ابزارهای دیجیتال برابر یک واحد از آخرین رقمی است که آن ابزارها نشان می‌دهند. بنابراین:

$$\text{دقت ترازوی دیجیتال} = ۰٫۰۱kg = ۱۰g$$

$$\text{دقت ترازوی عقربه‌ای} = \frac{۱۰}{۵} = ۲g$$

لذا از آن‌جایی که ترازوی عقربه‌ای جرم کمتری را می‌تواند اندازه‌گیری کند، دقت آن بیشتر است.

تست ۱۴:

برای اندازه‌گیری طول یک جسم از یک خط‌کش میلی‌متری رقمی (دیجیتال) استفاده می‌کنیم. با ۴ بار اندازه‌گیری به‌وسیلهٔ این خط‌کش مقادیر $۲۱٫۹mm, ۲۸٫۲mm, ۲۰٫۳mm, ۲۲٫۶mm$ به‌دست آمده است. نتیجهٔ اندازه‌گیری به‌وسیلهٔ این خط‌کش برحسب میلی‌متر گزارش می‌شود؟

۱) ۲۳٫۲۵ ۲) ۲۱٫۳ ۳) ۲۲٫۴۸ ۴) ۲۱٫۶

پاسخ: گزینه ۴ نتیجهٔ اندازه‌گیری برابر با میانگین اندازه‌گیری‌ها به‌وسیلهٔ این خط‌کش است. دقت کنید چون نتیجهٔ اندازه‌گیری $۲۸٫۲mm$ اختلاف زیادی با بقیهٔ اندازه‌گیری‌ها دارد، آن‌را در محاسبهٔ میانگین در نظر نمی‌گیریم.

$$\text{نتیجهٔ اندازه‌گیری} = \frac{۲۲٫۶ + ۲۰٫۳ + ۲۱٫۹}{۳} = ۲۱٫۶mm$$

مثال ۱۵:

الف) آزمایشی طراحی و اجرا کنید که به کمک آن بتوان جرم و حجم یک قطرهٔ آب را اندازه‌گیری کرد.

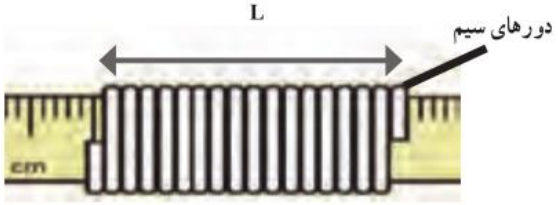
ب) تکه‌ای سیم لاکی نازک یا نخ قرقره به طول تقریبی یک متر تهیه کنید. آزمایشی طراحی و اجرا کنید که به کمک یک خط‌کش میلی‌متری بتوان قطر این سیم یا نخ را اندازه‌گیری کرد.

الف) ابتدا یک استوانهٔ مدرج خالی را روی ترازو گذاشته و جرم آن را اندازه می‌گیریم. سپس تعداد مشخصی قطرهٔ آب را درون استوانه می‌اندازیم تا به حجم معینی برسد.

اگر حجم آب جمع شده را بر تعداد قطره‌ها تقسیم کنیم، حجم متوسط یک قطره آب به‌دست می‌آید.

اگر اختلاف جرم استوانهٔ حاوی آب و استوانهٔ خالی را بر تعداد قطره‌ها تقسیم کنیم، جرم متوسط هر قطرهٔ آب به‌دست می‌آید.

ب) سیم لاکی را به‌صورت حلقه‌های به‌هم چسبیده به دور خط‌کش می‌پیچیم. وقتی طول سیم‌پیچ به مقدار معینی رسید، آن را بر تعداد دورها تقسیم می‌کنیم تا قطر سیم به‌دست آید.



Physics_Agheli AliAgheli.ir

۶-۱ چگالی یا کثافت

چگالی هر ماده یکی از ویژگی‌های مهم آن به شمار می‌رود که کاربردهای گوناگونی دارد. چگالی یک جسم در دمای ثابت، تغییری نمی کند. بنابراین چگالی جامدها و مایع ها به جنس و دمای آنها بستگی دارد. چگالی گازها به فشار گاز هم بستگی دارد.

اگر ماده همگنی دارای جرم m و حجم V باشد، چگالی (ρ) آن به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

$\rho = \frac{m}{V}$		
ρ : چگالی و واحد آن $\frac{kg}{m^3}$ می باشد.	m : جرم و واحد آن kg می باشد.	V: حجم و واحد آن m^3 می باشد. ($1L = 10^{-3} m^3$)

نکته ۱۰: واحد های فرعی چگالی

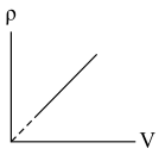
$\frac{gr}{cm^3} \xrightarrow{\times 10^3} \frac{kg}{m^3}$	
$1\frac{kg}{m^3} = 1\frac{gr}{lit}$	$1\frac{gr}{cm^3} = 1\frac{kg}{lit}$

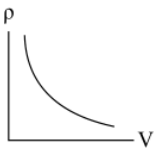
نکته ۱۱: چگالی های معروف

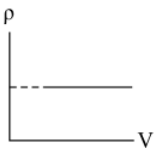
آب	$1\frac{gr}{cm^3} = 1000\frac{kg}{m^3}$
جیوه	$13/6\frac{gr}{cm^3} = 13600\frac{kg}{m^3}$ (معمولا)
نفت	$0/8\frac{gr}{cm^3} = 800\frac{kg}{m^3}$
یخ	$0/9\frac{gr}{cm^3} = 900\frac{kg}{m^3}$

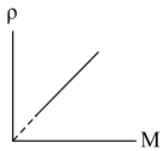
تست ۱۵:

اگر M بیانگر جرم، V بیانگر حجم و ρ بیانگر چگالی یک مادهٔ معین باشد، در دمای ثابت کدام یک از نمودارهای زیر صحیح است؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

تست ۱۶:

می‌خواهیم از فلزی به چگالی $6\frac{g}{cm^3}$، کره‌ی توپری به شعاع $5cm$ بسازیم. جرم این کره چند کیلوگرم می‌شود؟ $(\pi = 3/14)$

سراسری- ۱۳۹۶

۱) ۱/۵۷ ۲) ۲/۳۶ ۳) ۳/۱۴ ۴) ۴/۷۱

نکته ۱۲: فرمول طبقه ای (مقایسه ای):

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{V_1}{V_2}$$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۱۷:

چگالی جسم A , ۱٫۵ برابر چگالی جسم B است. اگر جرم ۵۰۰ سانتی متر مکعب از جسم B برابر ۲۰۰ گرم باشد، جرم ۲۰۰ سانتی متر مکعب از جسم A چند گرم است؟

خارج از کشور- ۱۳۹۱

۱) ۱۲۰ ۲) ۱۸۰ ۳) ۲۴۰ ۴) ۳۶۰

تست ۱۸:

دو استوانه‌ی همگن A و B دارای جرم و ارتفاع مساوی‌اند. استوانه‌ی A توپر و استوانه‌ی B توخالی است. اگر شعاع خارجی این دو استوانه با هم برابر و شعاع داخلی استوانه‌ی B نصف شعاع خارجی آن باشد، چگالی استوانه‌ی A چند برابر چگالی استوانه‌ی B است؟

سراسری- ۱۳۸۹

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

تست ۱۹:

ارتفاع یک مخروط توپُر به چگالی $\rho_۱$ برابر طول ضلع یک مکعب توپُر به چگالی $\rho_۲$ است و شعاع قاعدهٔ آن، نصف طول ضلع مکعب است. اگر جرم این دو باهم برابر باشد، $\frac{\rho_۱}{\rho_۲}$ کدام است؟ $(\pi = ۳)$

سراسری- ۱۳۹۷

۱) $\frac{۳}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ۴ ۴) ۲

تست ۲۰:

دو مکعب توپر و همگن A و B جرم یکسانی دارند. اگر چگالی مکعب‌های A و B به ترتیب، $۵/۴\,g/cm^۳$ و $۱/۶\,g/cm^۳$ باشد، هر ضلع مکعب B چند برابر هر ضلع مکعب A است؟

۱) $\frac{۴}{۹}$ ۲) $\frac{۹}{۴}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

تست ۲۱:

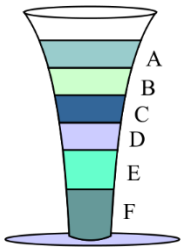
چگالی جسم B، ۲۰٪ بیشتر از چگالی جسم A است. اگر جرم جسم A و B به ترتیب ۶۰ و ۱۸۰ گرم باشد، حجم جسم B چند برابر حجم جسم A است؟

۱) $\frac{۵}{۲}$ ۲) $\frac{۳}{۲}$ ۳) $\frac{۲}{۵}$ ۴) $\frac{۲}{۳}$

نکته۱۳: اگر چند مایع مخلوط نشدنی را در یک ظرف بریزیم، مایع ها به ترتیب چگالی ته نشین می شوند. به طوری که مایع چگال تر در کف و مایع با چگالی کمتر در سطح قرار می گیرد.

تست ۲۲:

جرم‌های یکسانی از مایعات مخلوط نشدنی A، B، C، D، E و F با چگالی‌های متفاوت را در ظرفی مشابه شکل روبه‌رو ریخته‌ایم. کدام گزینه دربارهٔ چگالی و حجم مایعات صحیح می‌باشد؟



۱) $\rho_C < \rho_D < \rho_E$ ،$V_F > V_B > V_A$

۲) $\rho_B < \rho_C < \rho_F$ ،$V_A < V_D < V_E$

۳) $\rho_F > \rho_C > \rho_A$ ،$V_B > V_D > V_E$

۴) $\rho_B < \rho_C < \rho_D$ ،$V_A < V_F < V_E$

مثال ۱۶:

اگر پرتقالی را درون ظرف محتوی آب بیندازیم پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را انجام دهید (شکل الف) و نتیجهٔ مشاهدهٔ خود را با توجه به مفهوم چگالی توضیح دهید.

اگر پرتقال را بدون پوست درون ظرف محتوی آب بیندازیم دوباره پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟

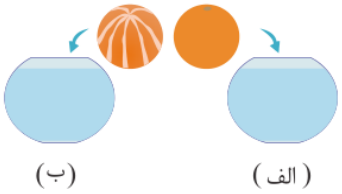
آزمایش را مطابق شکل (ب) انجام دهید و نتیجهٔ مشاهدهٔ خود را با توجه به مفهوم چگالی توضیح دهید.

در آزمایش (الف) پرتقال جرم بیش‌تری دارد و اصطلاحاً سنگین‌تر است. آیا سنگین‌تر بودن یک جسم دلیلی بر فرو رفتن آن در آب است؟ توضیح دهید.

پاسخ: در شکل (الف) پرتقال روی سطح آب شناور می‌ماند، زیرا چگالی آن از آب کم‌تر است.

در شکل (ب) پرتقال بدون پوست درون آب فرو می‌رود، زیرا چگالی آن از آب بیش‌تر است.

با وجود جرم بیش‌تر پرتقال در شکل (الف)، چگالی آن نسبت به شکل (ب) کم‌تر است.



تست ۲۳:

یک پرتقال را یک بار با پوست و بار دیگر بدون پوست درون ظرف آبی می‌اندازیم. زمانی که پرتقال ..... است در آب فرو می‌رود زیرا ..... آن بیش‌تر است.

۱) با پوست - جرم ۲) بدون پوست - جرم ۳) با پوست - چگالی ۴) بدون پوست - چگالی

پاسخ: گزینه ۴ پرتقال بدون پوست چگالی بیش‌تری از آب دارد و در آن فرو می‌رود.

۱-۶-۱ چگالی مخلوط

هرگاه دو ماده با جرم های m_1 و m_2 و حجم های V_1 و V_2 را با هم مخلوط کنیم

به شرطی که کاهش حجم نداشته باشیم، چگالی مخلوط :

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}}$$

اما اگر x درصد کاهش حجم داشتیم :

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{\frac{100 - x}{100}(V_1 + V_2)}$$

تست ۲۴:

مخلوطی از ۲ نوع مایع با چگالی های ρ_1 و ρ_2 درست شده است. اگر $\frac{1}{3}$ حجم آن از مایعی با چگالی ρ_1 بوده و $\frac{2}{3}$ باقی مانده از مایعی با چگالی ρ_2 باشد، چگالی مخلوط برابر با کدام است؟ سراسری- ۱۳۹۱

۱) $\frac{\rho_1 + 2\rho_2}{3}$ ۲) $\frac{\rho_2 + 2\rho_1}{3}$ ۳) $\frac{3\rho_1\rho_2}{\rho_2 + 2\rho_1}$ ۴) $\frac{3\rho_1\rho_2}{\rho_1 + 2\rho_2}$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۲۵:

چگالی مخلوط دو مایع A و B با حجم‌های اولیه‌ی V_A و V_B برابر ۰٫۷۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. اگر چگالی مایع A برابر $۶۰۰\frac{g}{Lit}$ و چگالی مایع B $۸۰۰\frac{g}{Lit}$ باشد، V_A چند برابر V_B است؟

خارج از کشور- ۱۳۹۲

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

تست ۲۶:

جواهر فروشی در ساختن یک قطعه جواهر به جای طلای خالص، مقداری نقره نیز به کار برده است، اگر حجم قطعه‌ی ساخته شده ۵ سانتی‌متر مکعب و چگالی آن $۱۳٫۶\frac{g}{cm^۳}$ باشد، جرم نقره‌ی به کار رفته، چند گرم است؟ (چگالی نقره و طلا به ترتیب $۱۰\frac{g}{cm^۳}$ ، $۱۹\frac{g}{cm^۳}$ فرض شود.)

خارج از کشور- ۱۳۹۵

۱) ۸ ۲) ۳۰ ۳) ۳۴ ۴) ۳۸

تست ۲۷:

سازندهٔ قطعه‌ای زینتی به حجم $۲۰\ cm^۳$ و جرم $۲۵۰\ g$ ادعا می‌کند این قطعه از نقرهٔ خالص ساخته شده است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد مادهٔ سازندهٔ این قطعه درست است؟ ($\rho_{نقره} = ۱۰/۵\times۱۰^۳\ kg/m^۳$)

۱) قطعه خالص و توپر است.
۲) قطعه خالص نیست و ماده‌ای با چگالی بزرگ‌تر از نقره به آن اضافه شده است.
۳) قطعه خالص نیست و ماده‌ای با چگالی کم‌تر از نقره به آن اضافه شده است.
۴) قطعه خالص است ولی حفره‌ای درون آن وجود دارد.

تست ۲۸:

۲ گرم اسید نیتریک را با $۸cm^۳$ آب مخلوط می‌کنیم. اگر کاهش حجم ناشی از مخلوط شدن کامل دو ماده $۱cm^۳$ باشد، چگالی مخلوط چند $g/cm^۳$ است؟ (چگالی آب $۱\frac{g}{cm^۳}$ و چگالی اسید نیتریک $۱٫۵\frac{g}{cm^۳}$ است.)

۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) $\frac{۱۵}{۱۴}$ ۳) $\frac{۱۰}{۹}$ ۴) $\frac{۶}{۵}$

تست ۲۹:

آلیاژی را از مخلوط دو فلز A و B می‌سازیم. اگر ۷۵ درصد جرم آلیاژ را فلز B و ۸۰ درصد حجم آلیاژ را فلز A تشکیل دهد، چگالی آلیاژ چند برابر چگالی فلز A است؟ (از تغییر حجم در اثر آلیاژ شدن صرف‌نظر کنید.)

۱) ۳٫۲ ۲) ۳٫۷۵ ۳) $\frac{۴}{۱۵}$ ۴) $\frac{۵}{۱۶}$

تست ۳۰:

با مخلوط‌کردن دو حجم برابر از ماده‌های A و B به چگالی ρ و با مخلوط‌کردن دو جرم برابر از ماده‌های A و B به چگالی ρ′ می‌رسیم. کدام گزینه صحیح است؟ $(\rho_A \neq \rho_B)$

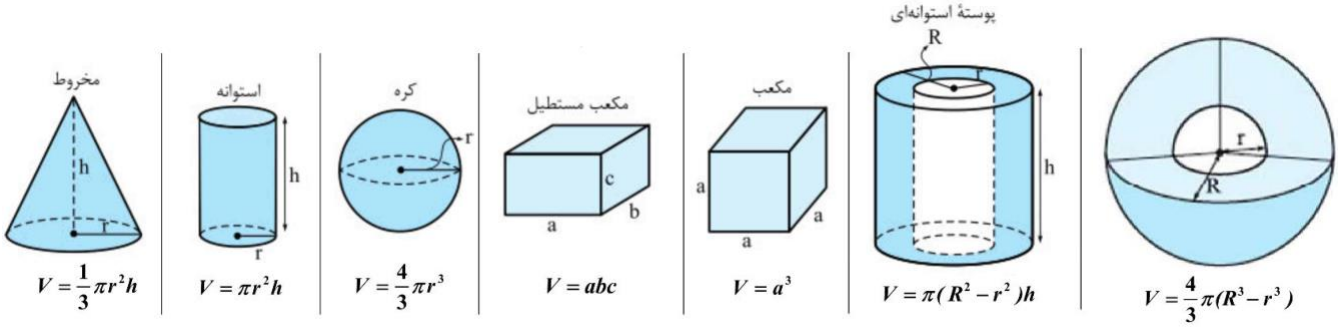
۱) $\rho > \rho'$ ۲) $\rho < \rho'$ ۳) $\rho = \rho'$ ۴) تمام موارد فوق ممکن است صحیح باشند.

نکته۱۴: اگر حجم یکسان از دو مایع داشته باشیم، چگالی مخلوط میشه چگالی میانگین دو ماده

اگر جرم یکسان از دو مایع داشته باشیم، چگالی مخلوط میشه ۲ برابر ضربشون به جمعشون .

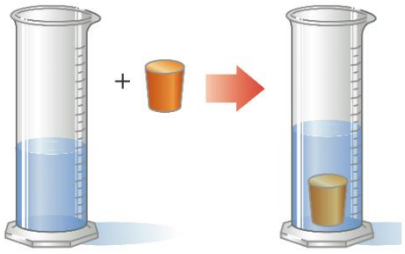
۲-۶-۱ احجام!

۱) از طریق فرمولشون :

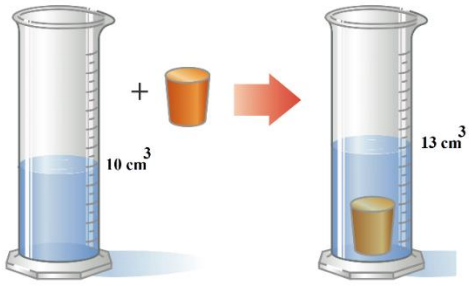


۲) برای اندازه گیری حجم اجسامی که شکل مشخصی ندارند، از استوانه مدرج استفاده می شود.

افزایش حجم مایع = حجم جسم انداخته شده

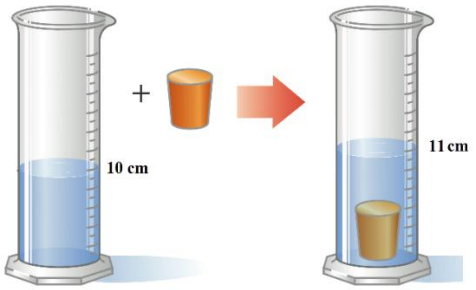


مدرج شده بر اساس حجم



حجم تغییر کرده = حجم جسم = ۳ سانتی متر مکعب

مدرج شده بر اساس ارتفاع
(مساحت قاعده استوانه
مدرج ۳ سانتی متر مکعب)



$\Delta V = A \times \Delta h = ۳ \times ۱ = ۳ cm^۳$

نکته۱۵: اگر در اثر انداختن جسم ، مقداری از مایع بیرون بریزد:

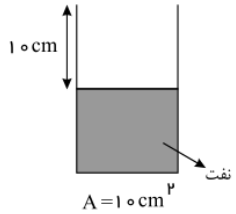
حجم ریخته شده + حجم بالا آمده = حجم جسم

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۳۱:

قطعه فلزی به جرم $1050g$ را درون ظرف استوانه‌ای‌شکل مقابل می‌اندازیم. جسم کاملاً در نفت فرو رفته و $40g$ نفت از ظرف بیرون می‌ریزد. چگالی فلز چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ $(\rho_{\text{نفت}} = 0/8 \frac{g}{cm^3})$

قلم چی- ۱۳۹۹

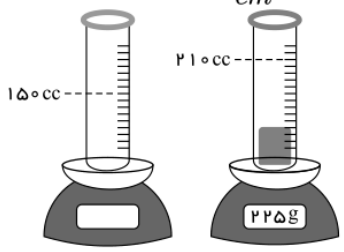


۱) ۲۱
۲) ۷
۳) ۷/۵
۴) ۱۰/۵

تست ۳۲:

استوانهٔ مدرجی به جرم ناچیز روی یک ترازو قرار دارد و داخل آن $150cc$ آب ریخته‌ایم. جسمی را مطابق شکل داخل آب می‌اندازیم، جسم به‌طور کامل در آب فرو می‌رود و در این حالت، ترازو $225g$ را نشان می‌دهد. چگالی جسم چند $\frac{g}{cm^3}$ است؟ $(\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3})$

قلم چی- ۱۳۹۹



۱) ۰/۸
۲) ۱۲/۵
۳) ۱/۲۵
۴) ۸

نکته۱۶: اگر در ظرف پر از مایعی به جرم m_f و چگالی ρ_f، جسمی به جرم m_s و چگالی ρ_s بیاندازیم و مقداری مایع خارج شود :

$$\text{حجم جسم} = \text{حجم مایع خارج شده} \rightarrow V_s = V_f \rightarrow \frac{m_s}{\rho_s} = \frac{m_f}{\rho_f}$$

تست ۳۳:

جرم یک گلوله‌ی آهنی ۳۹۰۰ گرم و چگالی آن $7800 \frac{kg}{m^3}$ است. اگر گلوله‌ی آهنی را به آرامی در ظرف پر از الکل فرو بریم و چگالی الکل ۸۰۰ گرم بر لیتر باشد، چند گرم الکل از ظرف خارج می‌شود؟

قلم چی- ۱۳۹۹

۱) ۴۰۰
۲) ۳۹۰
۳) ۵۰۰
۴) ۴۰۰۰

تست ۳۴:

جرم یک ظرف فلزی توخالی ۳۰۰ گرم است. اگر این ظرف را پر از مایعی به چگالی $1/2 \frac{g}{cm^3}$ نماییم، جرم مجموعه ۵۴۰ گرم و در صورتی که پر از نوعی روغن نماییم، جرم مجموعه ۴۶۰ گرم می‌شود، چگالی این روغن چند گرم بر لیتر است؟

سراسری- ۱۳۹۵

۱) ۹۵۰
۲) ۹۰۰
۳) ۸۵۰
۴) ۸۰۰

تست ۳۵:

حجم درونی یک ظرف $120\ cm^3$ است. جرم این ظرف همراه با مایع درون آن، اگر تا نیمه پر شود، $150\ g$ و اگر کامل پر شود، $240\ g$ می‌شود. چگالی مایع چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟

۱) ۱/۵ ۲) ۳ ۳) ۱۵۰۰ ۴) ۳۰۰۰

تست ۳۶:

$\frac{2}{3}$ از حجم درونی یک لیوان با $150\ g$ آب پر می‌شود. بقیهٔ حجم درون لیوان با چند گرم نفت پر می‌شود؟ (چگالی نفت نسبت به آب برابر $\frac{4}{5}$ است.)

۱) ۱۲۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۶۰ ۴) ۵۰

نکته ۱۷: داستان های ذوب کردن

تست ۳۷:

کره‌ای توپر با شعاع R را ذوب کرده و با استفاده از مادهٔ سازندهٔ آن، یک استوانه با شعاع داخلی R' و شعاع خارجی R می‌سازیم. اگر ارتفاع استوانهٔ ساخته‌شده برابر $2R$ باشد، نسبت $\frac{R'}{R}$ کدام است؟

۱) $\sqrt{3}$ ۲) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ۳) $\sqrt{2}$ ۴) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

تست ۳۸:

با ذوب M گرم از عنصری، استوانه‌ای به طول L، شعاع داخلی R_1 و شعاع خارجی R_2 ساخته‌ایم. اگر بخواهیم از همان ماده، استوانهٔ دیگری به طول $3L$، شعاع داخلی $2R_1$ و شعاع خارجی $2R_2$ بسازیم، جرم مورد نیاز چند M می‌شود؟

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۲

Physics_Agheli AliAgheli.ir

- حجم واقعی: حجمی که متناسب با جرم واقعی و چگالی جسم از طریق رابطه چگالی محاسبه می شود را حجم واقعی گویند: حجم از طریق $\rho = \frac{m}{V}$
- حجم ظاهری: حجمی‌که از محاسبه‌های هندسی و یا روش غوطه‌ور کردن به دست می‌آید حجم ظاهری یک جسم است : حجم از طریق فرمول جسم

اگر حجم واقعی $=$ حجم ظاهری : ماده تو پر است و حفره ندارد.

اگر حجم واقعی $\neq$ حجم ظاهری : ماده تو خالی است و حفره دارد . که در این حالت حجم ظاهری > حجم واقعی و حفره اختلاف این دو است.

تست ۳۹:

طول هر ضلع مکعب فلزی $۱۰cm$ و جرم آن $۶kg$ است. اگر چگالی فلز $۸g/cm^۳$ باشد، مکعب: سراسری- ۱۳۸۸

۱) توپر است و حجم آن $۷۵۰cm^۳$ است.
۲) توپر است و حجم آن $۱۰۰۰cm^۳$ است.
۳) حفره‌ی خالی دارد و حجم حفره $۷۵۰cm^۳$ است.
۴) حفره‌ی خالی دارد و حجم حفره $۲۵۰cm^۳$ است.

تست ۴۰:

شعاع یک کره فلزی ۵ سانتی‌متر و جرم آن ۱۰۸۰ گرم و چگالی آن $۲/۷\frac{g}{cm^۳}$ است. درون این کره یک حفره وجود دارد. حجم این حفره چند درصد حجم کره را تشکیل می‌دهد؟ $(\pi = ۳)$ خارج از کشور- ۱۳۹۴

۱) ۱۰
۲) ۱۵
۳) ۲۰
۴) ۲۵

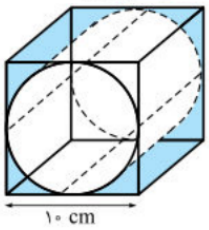
تست ۴۱:

دو جسم هم‌حجم از فلز آلومینیم به چگالی $۲۷۰۰ \text{ kg/m}^۳$ ساخته شده‌اند. یکی از این دو جسم توپر و دیگری دارای حفره بوده و اختلاف جرم آن‌ها برابر ۵۴۰ g است. حجم حفره چند سانتی‌متر مکعب است؟

۱) ۲۰۰
۲) ۲۵۰
۳) ۳۰۰
۴) ۳۵۰

تست ۴۲:

شکل زیر جسمی مکعبی‌شکل به اضلاع ۱۰ cm را نشان می‌دهد که در آن حفره‌ای استوانه‌ای‌شکل به وجود آمده است. در صورتی که چگالی مادهٔ سازنده جسم $۲ \text{ g/cm}^۳$ باشد، جرم آن چند گرم است؟ $(\pi = ۳)$



۱) ۵۰۰
۲) ۱۰۰۰
۳) ۱۵۰۰
۴) ۲۰۰۰

تست ۴۳:

در ظرفی به حجم یک لیتر که ۷۵ درصد آن از آب پر شده، جسمی فلزی به جرم $۶kg$ که چگالی آن $۸\frac{g}{cm^۳}$ است، می‌اندازیم و مشاهده می‌کنیم $۷۵۰cm^۳$ آب از ظرف بیرون می‌ریزد، در این صورت می‌توان گفت که این جسم ..... .

۱) توپُر و حجم آن $۱۰۰۰cm^۳$ است.
۲) حفرهٔ خالی دارد و حجم حفره $۲۵۰cm^۳$ است.
۳) توپُر و حجم آن $۷۵۰cm^۳$ است.
۴) حفرهٔ خالی دارد و حجم حفره $۷۵۰cm^۳$ است.

تست ۴۴:

مکعبی به حجم $400cm^3$ که درون آن حفره‌ای وجود دارد، از آلومینیوم به چگالی $2/7g/cm^3$ ساخته شده است. اگر تمام حفره را با آب به چگالی $1g/cm^3$ پُر کرده باشیم و جرم کل مجموعه ۹۱۰ باشد، حجم حفرهٔ آب چند درصد از کل حجم مکعب را شامل می‌شود؟

۱) ۲۵ ۲) ۳۰ ۳) ۲۰ ۴) ۷۵

تست ۴۵:

کره‌ای آهنی به جرم ۲۸ کیلوگرم را درون یک ظرف بزرگ پر از آب قرار می‌دهیم در نتیجه ۴ لیتر آب از ظرف بیرون می‌ریزد در این صورت شعاع حفره کروی درون آن چند سانتی‌متر است؟ ($\pi \simeq 3$ و $\rho_{\text{آهن}} = \frac{8g}{cm^3}$) خوشخوان- ۱۳۹۸

۱) ۸ ۲) ۷ ۳) ۶ ۴) ۵

تست ۴۶:

دو کرهٔ هم‌اندازه از فلزهایی با چگالی‌های $\rho_1 = 8\frac{g}{cm^3}$ و $\rho_2 = 5\frac{g}{cm^3}$ ساخته شده‌اند. کرهٔ (۱) توپر و کرهٔ (۲) دارای حفره‌ای کروی است که حجم آن ۰/۸ درصد از حجم کل کره است. اگر اختلاف جرم دو کره $1/52kg$ باشد، حجم حفره چند سانتی‌متر مکعب است؟ ($\pi \simeq 3$)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

تست ۴۷:

پوسته‌ای استوانه‌ای به ارتفاع $10cm$ و شعاع‌های داخلی و خارجی $4cm$ و $5cm$ از ماده‌ای به چگالی $4\frac{g}{cm^3}$ ساخته شده است. اگر فضای داخل این پوسته با مایعی به چگالی ρ به‌طور کامل پُر شود، جرم استوانه و مایع داخل آن $1/68kg$ می‌شود. چگالی مایع درون استوانه چند کیلوگرم بر مترمکعب است؟ ($\pi \simeq 3$)

۱) ۱۰۰۰ ۲) ۱۲۰۰ ۳) ۱۲۵۰ ۴) ۱۵۰۰

تست ۴۸:

درون یک کرهٔ فلزی، حفره‌ای کروی وجود دارد که شعاع حفره $\frac{1}{3}$ شعاع ظاهری کره است. اگر درون حفره را از یک مایع به‌طور کامل پُر کنیم، وزن کره ۲ درصد افزایش می‌یابد. چگالی مایع چند برابر چگالی فلز سازندهٔ کره است؟

۱) ۰/۱۳ ۲) ۰/۵۴ ۳) ۰/۵۲ ۴) ۰/۲۶

نکته ۱۸: اگر مقداری آب، یخ شود، حجم آن افزایش می یابد. (جرم یکسانه اما حجم زیاد میشه!) $\leftarrow m_{ice} = m_{water}$

حجم افزایش یافته $\Delta V = V_{ice} - V_{water} = (\frac{m}{\rho})_{ice} - (\frac{m}{\rho})_{water} = m(\frac{1}{\rho_{ice}} - \frac{1}{\rho_{water}})$

و برعکس!

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۴۹:

در مخلوطی از آب و یخ، مقداری یخ ذوب می‌شود و حجم مخلوط $5cm^3$ کاهش می‌یابد. جرم یخ ذوب شده چند گرم است؟ $(\rho_{\text{یخ}} = 0/9 \frac{g}{cm^3}$ و $\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3})$

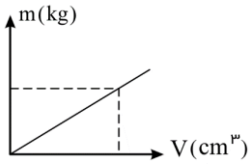
خارج از کشور- ۱۳۸۸

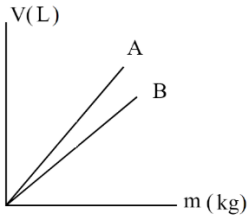
۱) ۴/۵ ۲) ۵ ۳) ۴۵ ۴) ۵۰

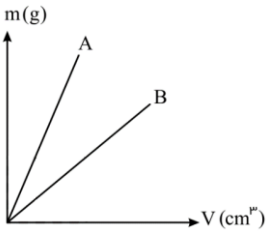
۴-۶-۱ نمودار چگالی

۱) ترازو ۲) بشر ۳) مایع

بشر را تا نیمه پر از مایع می کنیم ، حجم نشان داده شده ۰.۲۵ لیتر است و جرم آن ۱۰ گرم است. بشر را تا نصفه پر میکنیم ، حجم نشان داده شده ۰.۵ لیتر و جرم آن ۲۰ گرم می شود. یعنی حجم و جرم با هم متناسب هستند . زیرا چگالی مقداری ثابت است و با افزایش حجم، جرم هم زیاد می شود. یعنی حجم و جرم متناسب اند.

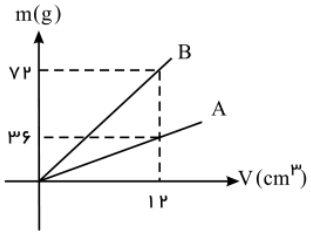






تست ۵۰:

شکل زیر نمودار جرم-حجم دو مایع A و B را نشان می‌دهد. با جرم یکسانی از این دو مایع، محلولی می‌سازیم. اگر در این فرآیند کاهش حجمی صورت نگیرد، چگالی محلول حاصل چند واحد SI است؟



۱) ۲۰۰۰

۲) ۴۰۰۰

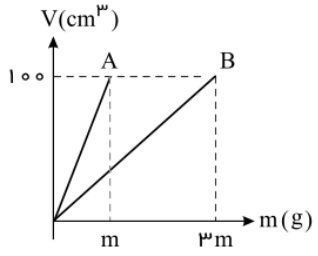
۳) ۴۵۰۰

۴) ۵۰۰

تست ۵۱:

نمودار حجم برحسب جرم دو ماده مطابق شکل است. از دو مادهٔ A و B آلیاژی تهیه کرده‌ایم که ۶۰ درصد جرم آن از A و بقیه از B است. چگالی آلیاژ چند برابر چگالی مادهٔ A است؟

خوشخوان- ۱۳۹۸



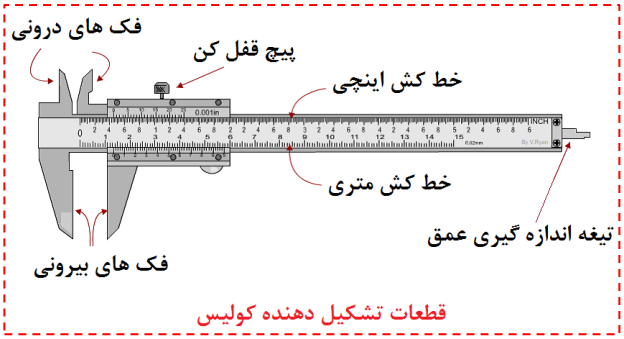
۱) $\frac{9}{4}$

۲) $\frac{15}{11}$

۳) $\frac{11}{5}$

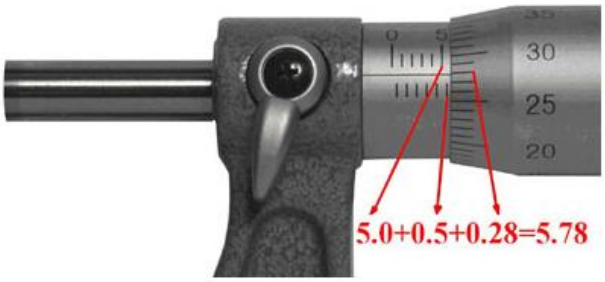
۴) $\frac{13}{9}$

۱-۶-۵ آشنایی با کولیس



قطعات تشکیل دهنده کولیس

۱-۶-۶ آشنایی با ریزسنج



نحوه اندازه گیری با میکرومتر

اجزای تشکیل دهنده میکرومتر

Physics_Agheli AliAgheli.ir

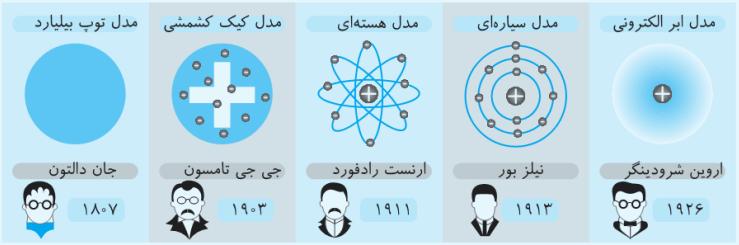
الگو یادآوری

۱

فیزیک دانش بنیادی - مدل‌سازی - کمیت‌های فیزیکی

فرمول‌های جانبی

- فیزیک یعنی شناخت طبیعت
- فیزیکدان در جستجوی الگوها و نظم خاص بین پدیده‌هاست.
- توصیف جهان در قالب قانون، مدل و نظریهٔ فیزیکی صورت می‌گیرد.
- فیزیک علمی تجربی است و مدل، قانون یا نظریه‌های فیزیکی توسط آزمایش مورد آزمون قرار می‌گیرند.
- مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند و ممکن است دستخوش تغییر شوند.
- ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی، نقطهٔ قوت دانش فیزیک است، مثالی از این فرآیند اصلاح و تکامل را در زیر در مورد نظریه‌های اتمی می‌بینید.



مدل توپ بلیارد دالتون ← مدل کیک کشمشی تامسون ← مدل هسته‌ای رادرفورد ← مدل سیاره‌ای بور ← مدل ابر الکترونی شرودینگر

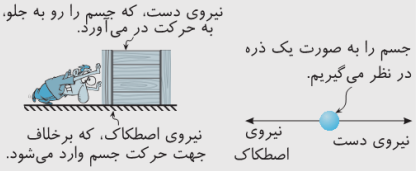
آزمایش و مشاهده در فیزیک، اهمیت زیادی دارد؛ اما آنچه بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش ایفا کرده و می‌کند، تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیکدان‌ها نسبت به پدیده‌هایی است که با آن‌ها مواجه می‌شوند.

مدل‌سازی

- مدل‌سازی فرآیندی است که طی آن یک پدیدهٔ فیزیکی آن‌قدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود.
- در سقوط جسم، صرف نظر کردن از مقاومت هوا یک نوع مدل‌سازی است.
- در حرکت سیارات به گرد خورشید، ذره‌ای فرض کردن سیارات یک نوع مدل‌سازی است.
- در مدل‌سازی اثرهای جزئی نادیده گرفته می‌شود، نه اثرهای مهم و تعیین‌کننده.

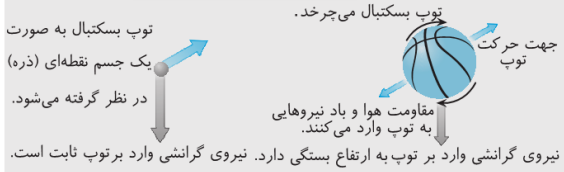
مثال

کشیدن جسمی روی سطح زمین



از ابعاد جسم و مقاومت هوا صرفنظر شده است.

پرتاب کردن توپ بسکتبال



نیروی گرانشی وارد بر توپ به ارتفاع بستگی دارد. نیروی گرانشی وارد برتوپ ثابت است.

از مقاومت هوا، چرخیدن توپ و تغییر نیروی وزن صرفنظر شده است.

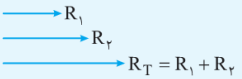
کمیت‌های فیزیکی

کمیت نرده‌ای: برای بیان این کمیت‌ها تنها از یک عدد و یکای مناسب استفاده می‌شود و جمع آن‌ها مانند جمع دو عدد (جمع جبری) است. مانند جرم، زمان، مسافت، تندی، دما، جریان الکتریکی، ...

کمیت برداری: کمیتی است که علاوه بر عدد و یکای مناسب، دارای جهت بوده و از قاعدهٔ جمع‌برداری پیروی می‌کند. مانند: سرعت، شتاب، جابه‌جایی، نیرو، میدان الکتریکی و ...

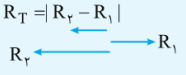
جمع‌برداری

دو بردار هم جهت

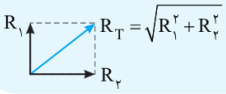


در دورهٔ دبیرستان جمع‌برداری ← سه حالت را باید یاد بگیریم.

دو بردار خلاف جهت هم



دو بردار عمود برهم



الگو یادآوری

۲

یکاها

یکاهای بین‌المللی

یکاهای اندازه‌گیری باید غیرقابل تغییر و دارای **قابلیت بازتولید** در مکان‌های مختلف باشد.

در SI هفت کمیت به عنوان **کمیت اصلی** انتخاب شده‌اند و مابقی کمیت‌ها که به کمک کمیت‌های اصلی ساخته می‌شوند را کمیت‌های فرعی گویند.

کمیت‌های اصلی و یکای آن‌ها

کمیت	نام یکا	نماد یکا
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	kg
زمان	ثانیه	s
دما	کِلوین	K
مقدار ماده	مُول	mol
جریان‌الکتریکی	آمپر	A
شدت‌روشنایی	کَندِلا(شمع)	cd

چند مثال از یکاهای فرعی

کمیت	یکای SI	یکای فرعی
تندی و سرعت	m/s	m/s
شتاب	m/s^2	m/s^2
نیرو	نیوتون (N)	$kg\,m/s^2$
فشار	پاسکال (Pa)	kg/ms^2
انرژی	ژول (J)	$kg\,m^2/s^2$

تبدیل یکاها

روش زنجیره‌ای برای تغییر یکا، اندازهٔ کمیت را در یک ضریب تبدیل (نسبتی از یکاها که برابر عدد یک است) ضرب می‌کنیم.

نمونه: تبدیل یکای $\frac{g}{cm^3}$ به $\frac{kg}{m^3}$

$$1\frac{g}{cm^3}=1\frac{g}{cm^3}\times\frac{1kg}{10^3g}\times\frac{1cm^3}{10^{-6}m^3}=10^3\frac{kg}{m^3}$$

سازگاری یکاها

در کاربرد رابطه‌های فیزیکی باید یکاها در دو طرف رابطه با هم سازگار باشد.

سازگاری در رابطهٔ فشار: $P=\frac{F\to\text{نیوتون}}{A\to\text{متر مربع}}\to\text{پاسکال}$

در فیزیک تنها کمیت‌های یکسان با یکای برابر قابلیت جمع یا کم شدن از هم را دارند و حاصل این جمع و تفریق همان یکا و کمیت تک‌تک پارامترها خواهد شد. به‌طور مثال:

$x=vt+x_0$ ← مکان اولیه (m)، v ← سرعت، t ← زمان، x ← مکان (m)

پیشوندهای SI

پیشوندهای یکاها

پیشوند	نماد	ضریب	پیشوند	نماد	ضریب	پیشوند	نماد	ضریب	پیشوند	نماد	ضریب
یوتا	Y	10^{24}	گیگا(جیگا)	G	10^9	یوکتو	y	10^{-24}	نانو	n	10^{-9}
زِتا	Z	10^{21}	مِگا	M	10^6	زِپتو	z	10^{-21}	میکرو	μ	10^{-6}
اِگزا	E	10^{18}	کیلو	k	10^3	آتو	a	10^{-18}	میلی	m	10^{-3}
پِتا	P	10^{15}	هِکتو	h	10^2	فِمتو	f	10^{-15}	سانتی	c	10^{-2}
تِرا	T	10^{12}	دِکا	da	10^1	پیکو	p	10^{-12}	دِسی	d	10^{-1}

پیشوندهایی که کاربرد بیشتری دارند و بهتر است آن‌ها را به خاطر بسپارید با رنگ متفاوت نشان داده شده‌اند.

پیشوند	ضریب تبدیل	نماد	پیشوند	ضریب تبدیل	نماد	پیشوند	ضریب تبدیل	نماد
دسی	$\frac{1}{10}=10^{-1}$	d	نانو	$\frac{1}{10^9}=10^{-9}$	n	کیلو	10^3	k
سانتی	$\frac{1}{100}=10^{-2}$	c	پیکو	$\frac{1}{10^{12}}=10^{-12}$	p	مگا	10^6	M
میلی	$\frac{1}{1000}=10^{-3}$	m	دکا	10^1	da	گیگا	10^9	G
میکرو	$\frac{1}{10^6}=10^{-6}$	μ	هکتو	10^2	h	ترا	10^{12}	T

Physics_Agheli AliAgheli.ir

اندازه‌گیری - چگالی

الگو یادآوری ۳

نمادگذاری علمی

اندازهٔ هر کمیت فیزیکی شامل سه قسمت است. قسمت اول یک عدد بین ۱ تا ۱۰، قسمت دوم یک توان صحیح از عدد ۱۰ و قسمت سوم یکای کمیت

(یکا) $\text{عدد} = a \times 10^{b} \leftarrow 1 < a < 10, a \in \mathbb{Z}, b \in \mathbb{Z}$

نمونه: حجم یک بشکه نفت $1/59 \times 10^{2}\,L = 159\,L$

یکاهای خاص

در فیزیک تغییر هر کمیت را نسبت به زمان، معمولاً آهنگ آن کمیت می‌نامیم.

به طور مثال آهنگ خروج آب از شیری $125\ \frac{cm^3}{s}$ اعلام شده، یعنی در هر ثانیه از این شیر $125\,cm^3$ آب خارج می‌شود.

یکاهای خاص

یکای نجومی: میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید است و با نماد AU نشان داده می‌شود: $1\,AU \simeq 1/5 \times 10^{11}\,m$

سال نوری: مسافتی که نور با تندی $3 \times 10^{8}\,m/s$ در خلأ در مدت یک سال طی می‌کند و آن را با نماد Ly نشان می‌دهند:
$1\,Ly \simeq 9 \times 10^{15}\,m$

فوت (پا) و اینچ: یکاهای طول در دستگاه بریتانیایی است.

گره دریایی: برای بیان تندی کشتی استفاده می‌شود.
$1\ \text{گره} = 0/5144\,m/s$

مایل دریایی: یکایی برای مسافت در دستگاه بریتانیایی است.
$1\ \text{مایل دریایی} = 1852\,m$

عوامل مؤثر بر دقت اندازه‌گیری

۱- دقت وسیله اندازه‌گیری

ابزار اندازه‌گیری مدرج:

مانند خط‌کش:

کمینه درجه‌بندی آن = دقت دستگاه

ابزار اندازه‌گیری رقمی (دیجیتال):

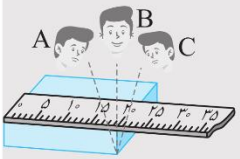
مانند دماسنج‌ها و یا ساعت‌های دیجیتال:

یک واحد از آخرین رقمی که ابزار نشان می‌دهد. = دقت دستگاه

دقت این دماسنج $1^{\circ}C$ است.

کمینهٔ درجه‌بندی این خط‌کش، 1mm است.

دقت این خط‌کش 1mm و خطای اندازه‌گیری توسط آن $\pm 0/5\,mm$ است.



۲- مهارت شخص آزمایشگر ← به طور مثال در شکل روبه‌رو عددی که شخص A می‌خواند کمتر و عددی که شخص C می‌خواند بیشتر از مقدار واقعی است:

۳- تعداد دفعات اندازه‌گیری ← برای کاهش خطا، هر اندازه‌گیری را چندین بار تکرار کرده میانگین عددها را به‌دست می‌آورند.

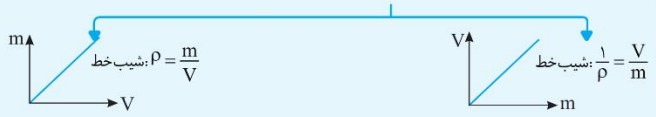
در میانگین‌گیری، اعدادی که خیلی متفاوت با بقیه هستند به حساب نمی‌آیند.

چگالی

جرم یکای حجم جسم $\rho = \frac{m \to kg}{V \to m^3}$ ← یکاهای مورد نیاز دیگر چگالی $\frac{kg}{m^3}$

$$\frac{g}{cm^3} \xrightarrow{\times 1000} \frac{kg}{m^3},\ \frac{g}{L} = \frac{kg}{m^3},\ \frac{kg}{L} = \frac{g}{cm^3}$$

چگالی ویژگی ذاتی یک جسم است. به طور مثال چگالی آهن $7/8\,g/cm^3$ است و به جسم و جرم آهن بستگی ندارد.



هر گاه چند مایع در یک ظرف گذاشته شود، مایع با چگالی بیشتر ته‌نشین می‌شود.

به طور مثال: اگر پرتقال با پوست را در ظرف آب قرار دهیم، روی سطح آب می‌ماند.
اگر پرتقال بدون پوست را در ظرف آب قرار دهیم، ته‌نشین می‌شود و به دلیل کاهش حجم چگالی افزایشی می‌یابد.

چگالی فلز ← $\rho = \frac{\text{جرم قسمت تو پر} \to m}{\text{حجم قسمت تو پر} \to V}$

اگر جسمی از فلزی با چگالی ρ ساخته شده باشد و دارای حفره باشد:

چگالی آلیاژ در صورت عدم کاهش حجم $\rho = \frac{m_1 + m_2 + \cdots}{V_1 + V_2 + \cdots}$

یادداشت ها :

استاد تغییر باشیم، نه قربانی تقدیر....

چـی مــرور کنیـم؟!

تمرین های مهم کتاب درسی	در فصل: آخر فصل:
شماره سوالات جزوه برای مرور	
شماره سوالات مجموعه تست برای مرور	
شماره سوالات کتاب تست برای مرور	

Physics_Agheli

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک

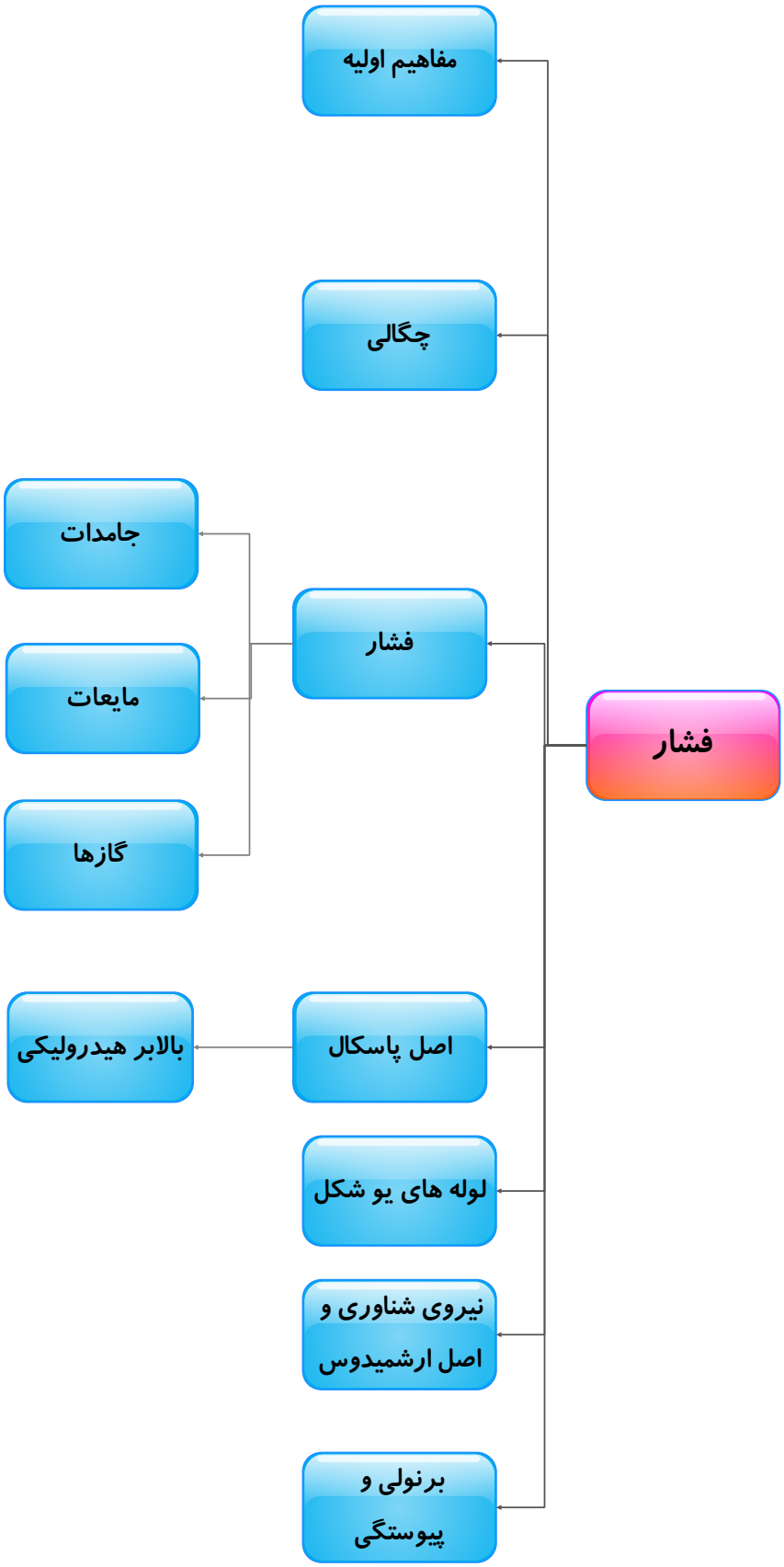
استعداد درخشان کارشناسی ارشد

عضو بنیاد ملی نخبگان

طراح قلم چی

مدرس رتبه های برتر سخت ترین کنکور قرن (۱۱۴ ، ۳۱۴، ۷۶۴، ۷۳۷ و ...)

ویژگی های فیزیکی مواد



فصل سوم فیزیک دهم

ویژگی های فیزیکی مواد یا فشار

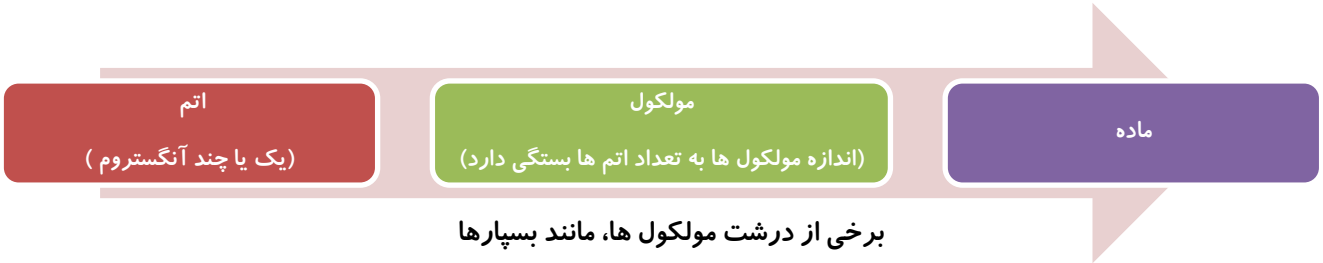
(معمولا ۲ تست تجربی و ۳ تست در ریاضی)

این فصل با ترمودینامیک (بچه های ریاضی) و گرمای هر دو رشته ترکیب می شود.

۳-۱ ویژگی های ماده

۳-۱-۱ ماده

هرچیزی که فضا را اشغال کند (حجم داشته باشد)



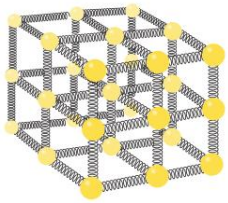
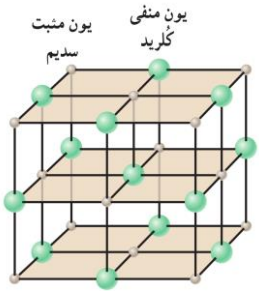
مجموعه ای از اتم ها و مولکول ها

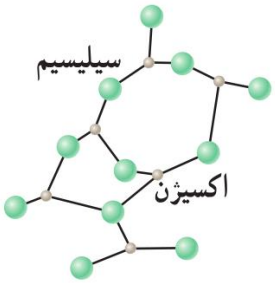
برخی از درشت مولکول ها، مانند بسپارها (پلیمرها) می توانند تا ۱۰۰۰ آنگستروم نیز باشند.

نکته: ذره های سازنده ماده همواره در حرکت اند و به یکدیگر نیرو وارد می کنند. حالت ماده به چگونگی حرکت این ذره ها و اندازه نیروی بین آنها بستگی دارد.

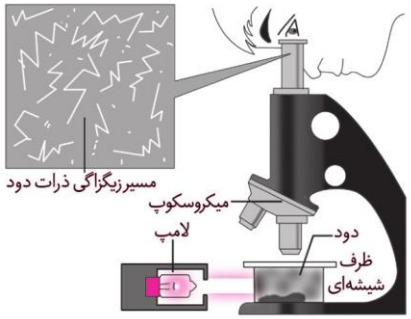
Physics_Agheli AliAgheli.ir

۲-۳ حالت های مختلف ماده : ۱) جامد ۲) مایع ۳) گاز ۴) پلاسما

<table>
<tr>
<td rowspan="2">حالتهای مختلف ماده</td>
<td>جامد</td>
<td>
۱) اصطلاح های عصر حجر، عصر برنز و عصر آهن
۲) حجم و شکل مشخص دارند.
۳) ذرات جسم جامد به سبب نیروهای الکتریکی که به یکدیگر وارد می کنند ر کنار یکدیگر می مانند.
۴) این ذرات در مکان های معینی نسبت به یکدیگر قرار دارند و در اطراف این مکان ها، نوسان های بسیار کوچکی دارند.
۵) شکل زیر مدلی از ساختار یک جامد را نشان می دهد. فرض می کنند ذرات آن توسط فنرهایی به یکدیگر متصل هستند. اگر این ذرات نسبت به وضعیت تعادل، به هم نزدیک تر یا دورتر شوند ، نیروی کشسانی بین فنرها آنها را به وضع تعادل برمیگرداند و جسم جامد، شکل و اندازه اولیه اش را حفظ می کند.

<table>
<tr><th colspan="2">انواع جامد</th></tr>
<tr>
<td>جامد بلورین
 

ساختار بلورین نمک</td>
<td>جامد بی شکل (آمورف)
 

ذرات سازنده یک جامد بی شکل</td>
</tr>
<tr>
<td>تعریف: اتم ها در طرح های منظمی مثل شکل در کنار هم قرار می گیرند.
مثال: فلز – نمک – الماس – یخ – بیشتر مواد معدنی
چگونگی تشکیل: وقتی مایعی را به آهستگی سرد کنیم، اغلب جامد بلورین تشکیل می شود.
در این فرآیند سردسازی آرام، ذرات سازنده مایع فرصت کافی دارند تا در طرح های منظم خود را مرتب کنند.</td>
<td>تعریف: اتم ها در طرح های منظمی در کنار هم قرار نمی گیرند.
مثال: شیشه،قیر سرد
چگونگی تشکیل: وقتی مایعی را به سرعت سرد کنیم، معمولاً جامد بی شکل تشکیل می شود.
در این فرآیند سردسازی سریع، ذرات سازنده مایع فرصت کافی ندارند تا در طرح های منظم خود را مرتب کنند. بنابراین در طرح نامنظمی که در حالت مایع داشتند باقی می مانند.</td>
</tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr>
<td>مایع</td>
<td>
۱) مولکول های مایع نظم و تقارن جامدهای بلورین را ندارند و به صورت نامنظم و نزدیک به یکدیگر قرار دارند.
۲) مایع به راحتی جاری می شود و به شکل ظرف خود در می آید.
۳)حجم مشخصی دارند، اما شکل مشخص ندارند.
۴) فاصله ذرات سازنده مایع و جامد تقریباً یکسان و در حدود یک آنگستروم می باشد.
تفاوت جامد و مایع : نظم و تقارن در چیدمان مولکولی می باشد، نه فاصله ی مولکولی
حرکت نامنظم و کاتوره ای مولکول های آب:
</td>
</tr>
</table>

		مولکول های آب حرکت نامنظم یا کاتوره ای یا به زبون خودمون هردمبیلی دارند. پدیده پخش در مایع ها: با ریختن نمک در آب: آب شور می شود. با ریختن جوهر در آب: به تدریج رنگ آب تغییر می کند. این ۲ موضوع نشان می دهد که ذرات سازنده ی نمک و جوهر در آب پخش می شوند. دلیل این پخش شدن حرکت کاتوره ای مولکول های آب می باشد. چون در حین حرکتشان با ذرات سازنده ی نمک و جوهر برخورد می کنند و مواد در آب پخش می شوند. طرحی از حرکت نامنظم و کاتوره‌ای مولکول‌های آب
	گاز	۱)ماده ای که شکل مشخصی ندارد. ۲)اتم ها و مولکول های آن آزادانه و با تندی بسیار زیاد(در دمای اتاق حدود ۵۰۰ متر بر ثانیه) به اطراف حرکت و با یکدیگر و با دیواره های ظرفی که در آن قرار دارند برخورد می کنند. ۳)فاصله میانگین مولکول های گاز در مقایسه با اندازه ی آن ها، خیلی بیشتر است. مثلاً اندازه مولکول های هوا بین ۱ تا ۳ آنگستروم است در حالی که فاصله ی میانگین آن ها در شرایط معمولی در حدود ۳۵ آنگستروم است. ۴)نه حجم ثابتی و نه شکل ثابتی حرکت براونی (از اسم رابرت براون گیاه شناس گرفته شده): به حرکت نامنظم و کاتوره ای یا هردمبیلی ذرات دود، حرکت براونی گفته می شود. مشاهده بیشتر توسط میکروسکوپ نشان داد که ذرات دود برخوردهای اندکی با یکدیگر دارند. یعنی علت پخش اونا یک چیزه دیهگه ای هست و اون چیزی نیست جز حرکت کاتوره ای و نامنظم مولکول های هوا که با ذره های دود برخورد می کنند و باعث حرکت زیگزاگی و نامنظم ذرات دود می شوند. 

پخش ذرات در گازها (مثل پخش بوی عطر در اتاق) خیلی سریع تر از پخش ذرات در مایع ها می باشد. چون مولکول های مایع نسبت به گازها به هم دیگر نزدیک تر هستند و مانع حرکت ذرات می شوند.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

اطراف کره ی زمین مخلوطی از گازهای نیتروژن ، اکسیژن ، کربن دی اکسید، بخار آب و مقدار کمی گازهای بی اثر (کریپتون، نئون و هلیم) وجود دارد و مولکول های این گازها به صورت کاتوره ای و با تندی زیاد همواره در حرکت اند که باعث پخششون میشه.

حال اگه پدیده ی پخش وجود نداشته باشه اون موقع این گازهادیگه با هم مخلوط نمی شن و به صورت لایه لایه روی هم قرار می گیرن و اون گازی که چگالیش از همه بیش تره نزدیک تر به زمین و اون گازی که چگالیش از همه کم تره تو لایه های بالایی قرار می گیره. که در این صورت زندگی عملاً غیرممکن میشه!!

تست ۱:

هنگامی که یک لیوان پر از آب را کج می‌کنیم، آب به راحتی از آن می‌ریزد. این مشاهده ما را به این نتیجه می‌رساند که مولکول‌های مایع: سراسری- ۱۳۸۸

۱) بر روی هم می‌لغزند.
۲) با آزادی کامل به هر سمتی حرکت می‌کنند.
۳) در اطراف مکان خود حرکت نوسانی دارند.
۴) در شبکه‌ی منظم با اتم‌های مجاور جایگاه ثابتی دارند.

۳-۲-۱ تراکم پذیری

تراکم پذیری	گاز	در اثر افزایش فشار، می توان فاصله ی خیلی زیاد بین مولکول های گاز را کم کرد. بنابراین تراکم پذیرند. به دلیل فاصله ی زیاد بین مولکول ها، نیروهای بین مولکولی ناچیزند.
	مایع	تقریباً تراکم ناپذیرند. نیروهای بین مولکولی قابل ملاحظه اند اما در حدی نیستند که مانع لغزش مولکول ها روی یکدیگر شوند.
	جامد	تراکم ناپذیرند. نیروهای بین مولکولی بسیار قوی می باشند.

تست ۲:

کدام عامل، مایع‌ها را تقریباً تراکم‌ناپذیر می‌کند؟ سراسری- ۱۳۸۳

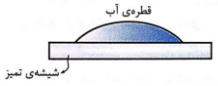
۱) وجود پیوندهای یونی بین مولکولی
۲) نیروی جاذبه بین مولکول‌ها در فواصل نزدیک
۳) نیروی رانشی بین مولکول‌ها در فواصل خیلی نزدیک
۴) آزاد بودن مولکول‌های مایع در جابه‌جایی بین مولکولی

تست ۳:

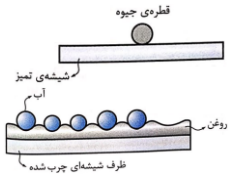
نیروی بین مولکولی برای یک ماده، چگونه است؟ (فاصله‌ها در ابعاد اتمی و مولکولی است.) خارج از کشور- ۱۳۹۰

۱) در همه‌ی فاصله‌ها رباییشی است.
۲) در همه‌ی فاصله‌ها رانشی است.
۳) در فواصل فوق‌العاده کم رباییشی و در فاصله‌ی کمی بیش‌تر از آن رانشی است.
۴) در فواصل فوق‌العاده کم رانشی و در فاصله‌های کمی بیش‌تر از آن رباییشی است.

۳-۳ نیروی هم چسبی، دگرچسبی، کشش سطحی و ترشوندگی

نیروی هم چسبی	به نیروی بین مولکول های همسان نیروی هم چسبی می گوییم. اثراین نیروی جاذبه درقطره ماندن قطره ی آب درحال سقوط یا به هم پیوستن دوقطره ی جیوه به هم دیده میشود. یادآوری: ۱) فاصله بین مولکول ها ازیک حدی نمیتواند کمترشود،چون اگر بخواهیم فاصله بین مولکول هارا ازیک اندازه ای کمتر کنیم،نیروی دافعه ی بزرگی ظاهرمیشود.این نیروی دافعه است که مایع را تراکم ناپذیر میکند. ۲) نیروهای بین مولکولی کوتاه برد هستند.یعنی اگرفاصله بین مولکول ها چند برابر فاصله بین مولکولی شود،نیروهای بین مولکولی عملاً صفر میشوند. برای همین است که وقتی شیشه میشکند قطعه های شکسته شده دیگر به هم نمی چسبند ولی باداغ کردن و نرم شدن شیشه دوباره مولکول ها به هم نزدیک میشوندو نیروی هم چسبی ظاهرمیشود ومی توانیم آن هارابه هم بچسبانیم.
کشش سطحی	نکات: شناور ماندن سوزن فلزی روی سطح آب،تشکیل حباب های آب و صابون و راه رفتن حشرات روی سطح آب نشان میدهد که سطح مایع مثل یک پوسته تحت کشش است به این پدیده کشش سطحی می گوییم. ← این پدیده ناشی ازنیروی هم چسبی بین مولکول های سطح مایع است. ← نیروی هم چسبی بین مولکول های سطح مایع از نیروی هم چسبی درون مایع بیشتراست وهمین باعث میشود که مایع رفتار کشسانی داشته باشد. نکات: ۱) ✓ دلیل کروی بودن قطره های آب هنگام سقوط پدیده کشش سطحی است. ✓ سطح قطره مانندیک پوست کشیده شده(بادکنک) میخواهد مساحتش راکاهش دهد برای همین به شکل هندسی که کمترین مساحت را دارد(یعنی کره)در می آید. ۲) اضافه کردن ناخالصی هایی مثل شوینده ها باعث میشود نیروی هم چسبی بین مولکول های آب کم شود در نتیجه افزودن شوینده به آب کشش سطحی را کاهش میدهد. ۳) افزایش دما نیروی هم چسبی بین مولکول های مایع را کم میکند بنابراین کشش سطحی با زیاد شدن دما کاهش می یابد به همین علت است که هرچه دما بیشتر میشود قطره های مایع کوچکتر میشوند. پس عوامل موثر بر کشش سطحی: ۱) نوع مایع: مثلاً کشش سطحی آب از الکل بیشتره ۲) دما ۳) ناخالصی مثلاً اگر یک گیره آهنی روی سطح آب قرار داشته باشد : ❖ با افزایش دما : گیره پایین می رود. ❖ با افزودن ناخالصی : گیره پایین می رود.
نیروی دگرچسبی	وقتی دومادهٔ مختلف کنارهم قرار می گیرند بین مولکول های سطح آن ها نیروی جاذبه ای ایجاد میشود. به نیروی جاذبه بین مولکول های ناهمسان دگرچسبی می گویند. عوامل موثر بر دگرچسبی: ۱) جنس دو ماده: دگر چسبی آب و شیشه ی تمیز از دگرچسبی آب و شیشه ی چرب بیشتره! ۲) دما: هرچه دما بیشتر، دگرچسبی کمتر . (موقع ظرف شستن) ۳) ناخالصی: موادی مثل مایع ظرف شویی دگرچسبی را کاهش می دهد. (مایع ظرف شویی!)
	هرگاه مایعی برروی سطح یک جسم جامد قراربگیرد دوحالت ممکن است رخ دهد: ۱) مایع جسم جامد را تر یا خیس کند. (قطره ی آب بر روی سطح شیشه)

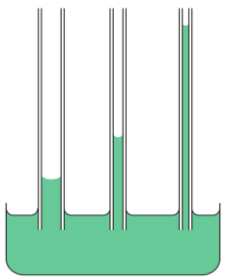
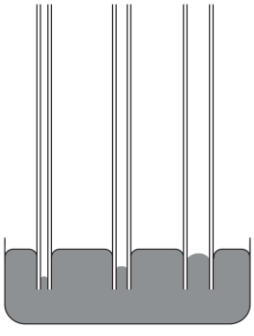
Physics_Agheli AliAgheli.ir

ترشوندگی  	۲) مایع جسم جامد را تر یا خیس نکند. (قطره ی جیوه برروی سطح شیشه) اینکه یک مایع جسم جامد را خیس کند یا نه بستگی دارد به : ← اندازه ی نیروی هم چسبی بین مولکول های مایع ← نیروی دگرچسبی که بین مولکول ها ی مایع وسطح جامد وجود دارد. حالت اول: اگر نیروی دگرچسبی بین مولکول های مایع و سطح جامد بیشتر از نیروی هم چسبی بین مولکول های مایع شد، مایع جامد را ترمیکند. مانند آبی که روی سطح شیشه ی تمیز پهن میشود و شیشه را خیس میکند. حالت دوم: اگر نیروی دگر چسبی بین مولکول های مایع و سطح جامد کمتر از نیروی هم چسبی بین مولکول های مایع شد، مایع جامد را تر نمی کند. مانند جیوه ای که روی سطح شیشه به صورت کره قرار می گیرد و پخش نمیشود.

نتیجه گیری: مایعی که سطح جامد را ترمیکند برروی سطح جامد پهن میشود ومایعی که سطح جامد را تر نمیکند برروی سطح جامد پهن نمیشود و به شکل کره باقی می ماند.

جمع بندی	
۱) قطره جیوه به صورت کروی برروی سطح شیشه قرار می گیرد. ۲) جیوه شیشه را تر نمیکند.	F هم چسبی جیوه و جیوه > F دگر چسبی جیوه و شیشه
۱) قطره آب بر روی سطح شیشه پهن می شود. ۲) آب شیشه را تر میکند.	F دگر چسبی آب و شیشه > F هم چسبی آب و آب
۱) قطره آب بر روی سطح شیشه ی چرب به صورت کروی قرار می گیرد. ۲) قطره آب شیشه را تر نمی کند.	F هم چسبی آب و آب > F دگر چسبی آب و چربی

۳-٤ اثر مویینگی

اثر مویینگی و لوله های مویین	
لوله ی مویین	مویین یعنی مانند مو و ما به لوله های بسیار باریک که قطر داخلی آن ها حدود ۰/۱ mm است، لوله ی مویین می گوییم.
اثر مویینگی	به بالا رفتن یا پایین آمدن مایع درون لوله ی مویین اثر مویینگی می گوییم. رفتار آب و جیوه.
رفتار آب در لوله مویین 	اگر طبق شکل روبرو لوله مویین شیشه ای تمیزی را داخل ظرف آبی قرار دهیم دو اتفاق می افتد: ۱) آب از لوله بالا می رود و بالا تر از سطح آب ظرف قرار میگیرد. ۲) سطح آب درون لوله مویین فرو رفته (کاو) است. نکته: هرچه قطر لوله ی مویین کمتر باشد آب در آن بیشتر بالا می رود.
رفتار جیوه در لوله مویین 	این بار دو اتفاق برعکس حالت قبل می افتد: ۱) سطح جیوه در لوله پایین میرود و پایین تر از سطح جیوه ظرف می ایستد. ۲) سطح جیوه در لوله مویین برآمده (کوژ) است. نکته: هر چه قطر لوله ی مویین کمتر باشد جیوه در آن پایین تر میرود. نکته: آب درون لوله آغشته به روغن مثل جیوه عمل می کند.

نم کشیدن	اصطلاحی است که برای پدیده ی مویینگی به کار می رود.مثلآ نم کشیدن دیوار ← به دلیل وجود منفذ های مویین در دیوار است که در کنار هم تشکیل شبکه های لوله های مویین می دهند. در ساختمان ها برای جلو گیری از خسارت های ناشی از نم کشیدن از مواد نا تراوا (مثل قیر)استفاده می کنند.
توضیحات	گاهی هم پدیده ی مویینگی مفید است . مثلآ در اوند های چوبی گیاهان یا فتیله ی چراغ نفتی که باعث بالا رفتن مایع میشود. به نظر شما پرا آب در لوله مویین بالا و جیوه در لوله ی مویی پایین میرود؟چرا سطح آب در لوله مویین فرو رفته وسطح جیوه در لوله مویین بر آمده است؟ برای جواب دادن به این سوال باید نیروی دگرچسبی بین مولکول های مایع و دیواره شیشه را با نیروی هم چسبی بین مولکول های مایع مقایسه کنیم. ۱) اگر نیروی هم چسبی بین مولکول های مایع < نیروی دگر چسبی بین مولکول های مایع دیواره لوله مویین مایع از لوله بالا تر میرود و سطح مایع فرو رفته(کاو)میشود. ۲) اگر نیروی هم چسبی بین مولکول های مایع > نیروی دگر چسبی بین مولکول های مایعو دیواره لوله مویین مایع در لوله پایین میرود وسطح مایع برآمده (کوژ) میشود. نیرو های دگر چسبی بین مولکول های جیوه و شیشه رو به پایین است. نکته ۱: با توجه به توضیح بالا با چرب کردن سطح داخلی لوله ی مویین می توانیم نیروی دگر چسبی بین آب و لوله را کاهش دهیم وکاری کنیم که حتی آب هم درون لوله ی مویین پایین تر از سطح آب درون ظرف بایستد و سطح آن بر آمده شود.

تست ۴:

کدام‌یک از شکل‌های زیر، چگونگی قرارگیری مایع در لوله‌های مویین را به درستی نشان نمی‌دهد؟ (از انحنای سطح آزاد مایع در ظرف چشم‌پوشی کنید.)

۱) (درون این لوله آغشته به روغن) آب

۲) جیوه

۳) (درون هر دو لوله آغشته به روغن) آب

۴) آب

پاسخ : گزینه ۴

تست ۵:

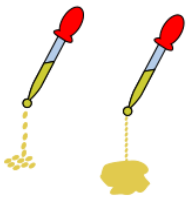
باتوجه به شکل مقابل که خروج قطره‌های روغن بادام را از دهانهٔ دو قطره‌چکان متفاوت نشان می‌دهد، دمای قطره‌های روغن (الف) ..... از دمای قطره‌های روغن (ب) می‌باشد و افزایش دما نیروی هم‌چسبی را ..... و باعث ..... نیروی دگرچسبی می‌شود.

۱) کم‌تر - افزایش - افزایش

۲) بیش‌تر - افزایش - افزایش

۳) کم‌تر - کاهش - کاهش

۴) بیش‌تر - افزایش - کاهش



(الف) (ب)

پاسخ: گزینه ۳ دما که بالا رود مایع رقیق می‌شود و نیروی هم‌چسبی کاهش یافته و نیروی دگرچسبی نیز کاهش می‌یابد.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۳-۵ فشار در جامدات (داستان پونز)

تعریف

مقدار نیرویی که به طور عمودی بر یکای سطح وارد می شود.

(بیان ریاضی: اندازه ی نیروی عمودی سطح تقسیم بر مساحت سطحی که نیرو بر آن وارد می شود.)

فرمول

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

P : فشار وارد شده بر سطح / کمیت نرده ای! واحد: $\frac{N}{m^2}$ به افتخار پاسکال : $1Pa=1\frac{N}{m^2}$	F_N : اندازه نیروی عمودی بر سطح واحد: N	A : مساحت سطحی که نیرو به آن اعمال شده واحد: m^2

نکات رابطه

- A : مساحت سطح تماس دو جسم است.
- A : مساحت سطح تماس دو جسم در جایی که فشار را خواسته است می باشد.
- رابطه P با A عکس می باشد:

هرچه سطح تماس کمتر باشد ⟵ فشار بیشتر می باشد : مثل تیغ جراحی ، میخ ، شمشیر و پونز

هرچه سطح تماس بیشتر باشد ⟵ فشار کمتر می باشد : مثل سپر جنگ و چوب اسکی

مقایسه ای

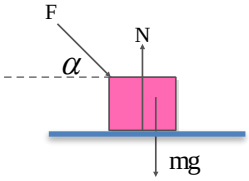
رابطه مقایسه ای یا طبقه ای:

$$\frac{P_2}{P_1}=\frac{F_{N_2}}{F_{N_1}}\times\frac{A_1}{A_2}$$

نکته

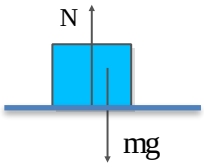
برای آن که یک جسم به یک سطح فشار بیاورد، لازم نیست مستقیماً با آن سطح در تماس باشد.

نمونه



$$P=\frac{F}{A}\longrightarrow P=\frac{F\sin\alpha+mg}{A}$$

وزن جامد روی سطح افقی



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

نکات تکمیلی

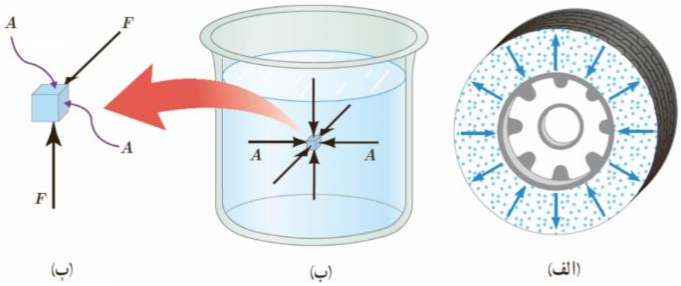
۱) فشار فقط مقدار دارد، یعنی برخلاف نیرو کمیتی نرده ای است و جمع آن هم جمع جبری!

۲) فشار نیرو نیست ها!

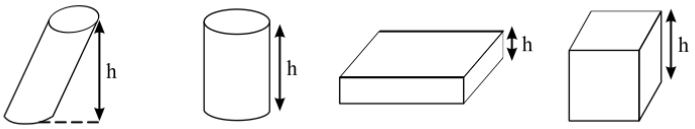
۳) F در این رابطه ، نیروی عمود بر سطح هست ها!

۴) در فرمول ، A مساحت سطح تماس دو جسم است.

۵) در فرمول ، به جای A مساحت سطح تماس دو جسم در جایی که فشار را خواسته شده بگذار!



۳-۵-۱ فشار در استوانه، مکعب و اجسام مشابه (ظروف یکنواخت – از پایین تا بالا شکل و مساحت خود را حفظ می کنند)



در اجسام جامدی که چگالی را می دهند و روی سطح افقی قرار دارند و سطح مقطعشان در تمام ارتفاعشان یکسان است (همانند شکل بالا) ، فشار وارد بر سطح علاوه بر $P=\frac{mg}{A}$ به صورت زیر هم محاسبه می شود:

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

نکته۲: حجم از رابطه $V=Ah$ به دست می آید.

یعنی فشار این اجسام به سطح زیرشان، به مساحت قاعده ی آن ها بستگی ندارد و فقط به چگالی و ارتفاع این اجسام بستگی دارد.

تست۶:

مکعبی چوبی به ضلع $۲۰cm$ روی کف اتاق قرار دارد. هنگامی که شخصی به وزن $۸۰۰N$ روی مکعب می‌ایستد، فشاری که از طرف شخص بر کف اتاق وارد می شود چند کیلو پاسکال است؟ سراسری- ۱۳۸۶

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۲۰۰۰ ۴) ۴۰۰۰

تست۷:

دو استوانه‌ی توپُروهم وزن A و B روی سطح افقی کنار هم قرار دارند. اگر شعاع قاعده‌ی استوانه‌ی B ، دو برابر شعاع قاعده‌ی استوانه‌ی A باشد، فشار حاصل از استوانه‌ی A چند برابر فشار حاصل از استوانه‌ی B است؟ سراسری- ۱۳۹۳

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ۲ ۴) ۴

تست۸:

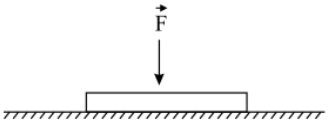
جرم یک میز چهارپایه $۲۰kg$ است. اگر مساحت سطح مقطع هر پایهٔ آن $۴۰cm^۲$ باشد، فشاری که هر پایهٔ میز به سطح تماس وارد می‌کند چند کیلوپاسکال است؟

۱) ۱۲٫۵ ۲) ۵۰ ۳) ۰٫۱۲۵ ۴) ۳٫۱۲۵

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۹:

در شکل زیر، نیروی ثابتی عمود بر یک سطح دایره‌ای شکل، بر آن اعمال می‌شود. اگر قطر سطح را ۲۵ درصد افزایش دهیم، فشار وارد بر زمین به اندازهٔ $۲۷kPa$ تغییر می‌کند. فشار اولیهٔ وارد بر زمین چند کیلو پاسکال بوده‌است؟



۱) ۲۵
۲) ۷۵
۳) ۱۳۵
۴) ۱۰۲

تست ۱۰:

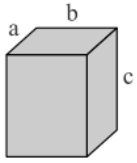
جرم یک مکعب مستطیل $۳٫۶kg$ و حجم آن $۲۴۰cm^۳$ است. این مکعب مستطیل را یک‌بار بر روی بزرگ‌ترین وجه آن و بار دیگر بر روی کوچک‌ترین وجه آن روی سطح افقی قرار می‌دهیم. اگر اختلاف فشار وارد بر سطح افقی از طرف مکعب مستطیل در این دو حالت ۴۵۰۰ پاسکال باشد، اختلاف بین بزرگ‌ترین ضلع و کوچک‌ترین ضلع مکعب مستطیل چند سانتی‌متر است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$

۱) ۴
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۱

تست ۱۱:

در مکعب مستطیل شکل زیر، اگر ابعاد a, b و c به نسبت ۱ ,۲ و ۳ باشد و مکعب را روی وجوه مختلف روی سطح افقی قرار دهیم، بیشترین فشاری که به سطح وارد می‌کند، چند برابر کمترین فشار است؟

خارج از کشور-۱۳۹۷

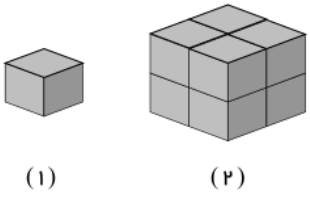


۱) ۱٫۵
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۶

تست ۱۲:

در شکل روبه‌رو، مکعب شکل (۱) مشابه هر یک از مکعب‌های شکل (۲) است. فشاری که مکعب‌های شکل (۲) بر سطح افقی وارد می‌کنند، چند برابر فشار حاصل از مکعب شکل (۱) است.

سراسری-۱۳۹۲



(۱) (۲)

۱) ۸
۲) ۴
۳) ۲
۴) ۱

تست ۱۳:

مکعب فلزی توپری به ابعاد $۵cm \times ۴cm \times ۲cm$ و چگالی $۸g/cm^۳$ از طرف یکی از وجه‌هایش روی سطح افقی قرار می‌گیرد. بیشترین فشاری که مکعب می‌تواند بر سطح وارد کند، چند پاسکال است؟ $(g = ۱۰N/kg)$

سراسری- ۱۳۹۸

۱) $۱٫۶ \times ۱۰^۲$
۲) ۴×۱۰^۲
۳) $۱٫۶ \times ۱۰^۳$
۴) ۴×۱۰^۳

تست ۱۴:

مخروط ناقصی به وزن W، مطابق شکل روی سطح افقی قرار دارد. شعاع قاعدهٔ بزرگ ۲ برابر شعاع قاعدهٔ کوچک است. مخروط را به طرف سطح بزرگ‌تر روی سطح افقی قرار می‌دهیم. اگر بخواهیم فشار وارد بر سطح افقی تغییر نکند، وزنه‌ای چند برابر وزن مخروط باید روی آن قرار دهیم؟

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

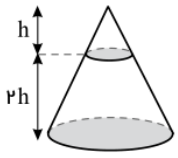
نکته۳: فشار برای مخروط از این رو جی اچ حساب نمیشه. چرا؟

$$\boxed{P=\frac{mg}{A}} \xrightarrow[V=\frac{1}{3}Ah]{m=\rho V} P=\frac{\rho Vg}{A}=\frac{\rho\frac{1}{3}Ahg}{A} \rightarrow \boxed{P=\frac{1}{3}\rho gh}$$

تست ۱۵:

فشار مخروط نشان داده شده بر تکیه‌گاهش برابر P است. اگر بالای مخروط را از قسمت نشان داده شده جدا کرده و روی سطح افقی قرار دهیم فشار مخروط جدید چند برابر P خواهد بود؟

خوشخوان- ۱۳۹۸



۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) $\frac{1}{9}$ ۴) $\frac{1}{4}$

۳-۶ فشار در شاره های ساکن

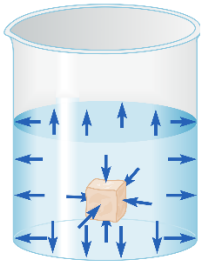
مولکول های شاره (مایع و گاز) همان مولکول های جسم جامد هستند با این تفاوت که در شاره در حال حرکتند!

کلا مولکول های شاره :

- جرم و در نتیجه وزن دارند.
- در حال حرکت اند و به اطراف برخورد می کنند.

این دو عامل باعث میشه که شاره به هر سطحی که با آن در ارتباطه به طور عمود نیرو وارد کنه

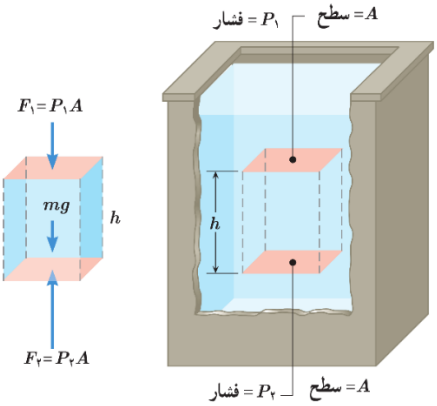
نیرو به صورت عمود بر سطح: فشار ☺



Physics_Agheli AliAgheli.ir

۳-۶-۱ محاسبات فشار در مایع ساکن

یک ظرف آب و یک مکعب به مساحت A و ارتفاع h که سه نیرو به صورت عمود به این مکعب ساکن وارد می شود.



F_1 : نیرویی که از طرف مایع به سطح بالایی وارد می شود و رو به پایین است.

F_2 :نیرویی که از طرف مایع به سطح پایینی وارد می شود و رو به بالا است.

mg :وزن که به سمت پایین است.

از آن جایی که مکعب مستطیل ساکن است، پس باید برآیند نیروها در راستای قائم صفر شود:

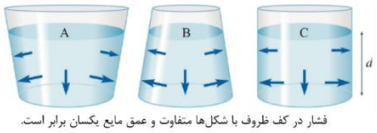
$$F_2 - F_1 - mg = 0 \rightarrow P_2 A - P_1 A - mg = 0 \xrightarrow[V=Ah]{m=\rho V} P_2 A - P_1 A - \rho A h g = 0 \rightarrow \boxed{P_2 - P_1 = \rho g h \rightarrow \Delta P = \rho g h}$$

ΔP : اختلاف فشار دو نقطه از مایع بر حسب پاسکال

نکته۴: از $P_2 = P_1 + \rho g h$ متوجه می شویم که $P_2 > P_1$ ، یعنی درون یک مایع هرچه عمق بیشتر باشد، فشار بیشتر است.

یعنی اگر به اندازه ارتفاع مشخص h پایین برویم، فشار به اندازه $\rho g h$ افزایش می یابد.

در مایعات فشار حاصل از یک مایع به سطح زیرش، فقط به ارتفاع عمودی ستون مایع، چگالی و شتاب گرانش آن محل بستگی دارد و به شکل ظرف و عوامل دیگر بستگی ندارد. پس در شکل زیر فشار در نقاط نشان داده شده با هم برابر می باشد، زیرا ارتفاع ستون مایع یکسان می باشد.



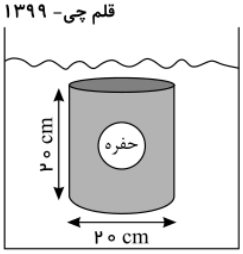
فشار در کف ظروف با شکل‌ها متفاوت و عمق مایع یکسان برابر است.

نکته۵: اگر چگالی مایع درون هر سه ظرف یکسان باشد، فشار مطلق و فشار ناشی از مایع در کف هر ۳ ظرف یکسان است.

واحد های فشار:	دو چگالی مهم :
$1atm = 10^5 Pa = 76 cmHg = 10 mH_2O$ $1mmHg = 1\ torr$	$\rho_{Water} = 1 \frac{gr}{cm^3} = 1000 \frac{kg}{m^3}$ $\rho_{Hg} = 13/6 \frac{gr}{cm^3} = 13600 \frac{kg}{m^3}$

تست ۱۶:

مطابق شکل مقابل، یک جسم استوانه‌ای به قطر مقطع $۲۰cm$ و ارتفاع $۲۰cm$ درون آب به‌طور قائم غوطه‌ور و در حال تعادل است.این جسم از ماده‌ای به چگالی $۱۵۰۰\frac{kg}{m^۳}$ ساخته شده و درون آن حفره‌ای وجود دارد. حجم حفره چند سانتی‌متر مکعب است؟ ($\pi \approx ۳$ ، $\rho_{آب} = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$) قلم چی- ۱۳۹۹



۱) ۲۰۰۰

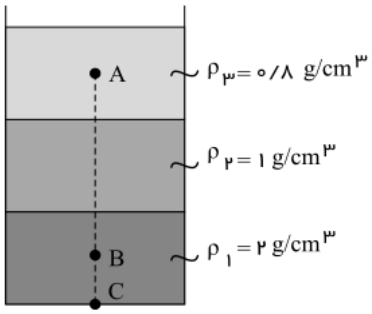
۲) ۴۰۰۰

۳) ۱۰۰۰

۴) ۵۰۰

تست ۱۷:

در شکل زیر، سه مایع مخلوط نشدنی با چگالی‌های مشخص، قرار دارد و ارتفاع هر لایه از مایع‌ها $۲۰cm$ است. اگر $AB = ۴۰cm$ و $BC = ۱۰cm$ باشد، اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B چند پاسکال است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)



۱) ۱۶۰۰

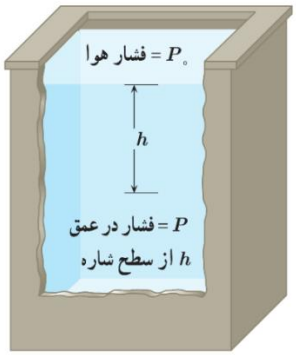
۲) ۲۶۰۰

۳) ۳۸۰۰

۴) ۴۸۰۰

۳-۶-۲ فشار مطلق (فشار کل) (P_M)

در شکل قبل اگر سطح بالایی را سطح مایع در نظر بگیریم:



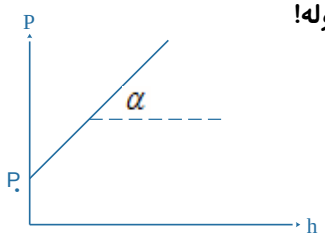
- به جای $P_۱$، فشار در عمق صفر یا همان فشار هوای محیط (P_o)
- به جای $P_۲$، فشار در عمق h از مایع یا فشار نقطه M (P_M)

بنابراین به P_M فشار نقطه M یا فشار کل یا فشار مطلق گویند.

$$\boxed{P_M = P_o + \rho gh}$$

نکته۶: گاهی اوقات نمیگن فشار کل یا فشار مطلق . مثلا میگن فشار، منظورشون همین فرموله!

نمودار P بر حسب h : $P = P_o + \rho gh$ | P_o : (عرض از مبدا) | ρg : شیب نمودار)

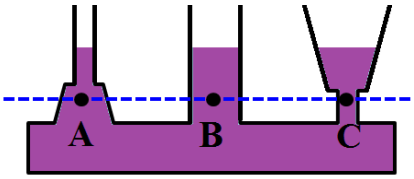


۱) با توجه به این رابطه $P = P_o + \rho gh$ اگر از عمق h یک دریاچه به عمق ۲h برویم، فشار بین یک برابر و دو برابر می شود.

۲) اگر پیستون را فشار دهیم تا فشار گاز دو برابر شود، فشار کف ظرف بین یک برابر و دو برابر می شود. $P = P_g + \rho gh$

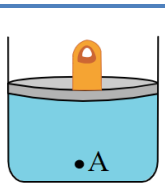
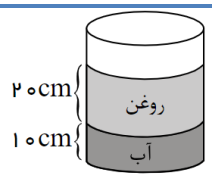
Physics_Agheli AliAgheli.ir

نکته۷: فشار در نقاط هم سطح در یک مایع در حال تعادل یکسان می باشد.



$$\left.\begin{array}{l} P_A = P_o + \rho g h_A \\ P_B = P_o + \rho g h_B \\ P_C = P_o + \rho g h_C \end{array}\right\} \xrightarrow{h_A = h_B = h_C} P_A = P_B = P_C$$

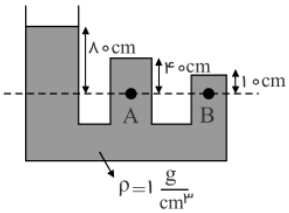
نکته۸: وقتی میگن فشار کل در یک نقطه، یعنی فشار هر چی بالا سرشه رو حسااااب کن!!!

	
$P_A = P_o + \frac{mg}{A} + \rho gh$	$P_{Kaf} = P_o + \rho_w g h_w + \rho_{oil} g h_{oil}$

تست۱۸:

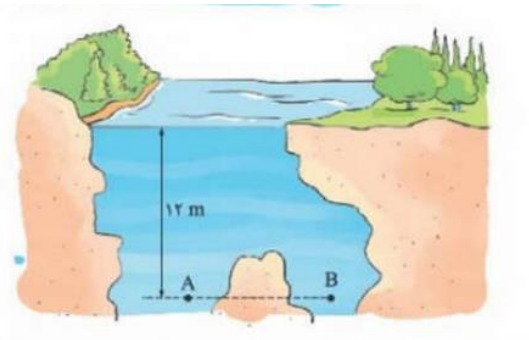
در شکل زیر مایع در حال تعادل است. فشار در نقطهٔ A چند برابر فشار در نقطهٔ B است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg}\ ,\ P_o = ۱۰^۵ Pa)$

قلم چی- ۱۳۹۷



۱) ۴
۲) $\frac{۱۰۴}{۱۰۱}$
۳) ۱
۴) $\frac{۴}{۷}$

تست۱۹:



در شکل روبه‌رو، چگالی آب برابر $۱۰^۳ kg/m^۳$ و فشار هوا در سطح دریاچه، $۱۰^۵ Pa$ است. فشار در نقطهٔ A برابر ..... پاسکال و در نقطهٔ B، ..... فشار در نقطهٔ A است. $(g = ۱۰ N/kg)$

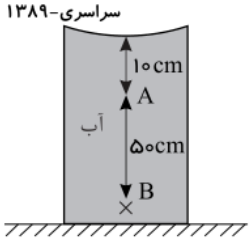
۱) $۲/۲\times۱۰^۵$، کم‌تر از
۲) $۲/۲\times۱۰^۵$، برابر
۳) $۱/۲\times۱۰^۵$، برابر
۴) $۱/۲\times۱۰^۵$، کم‌تر از

تست۲۰: (با دایورت فشار هم حل بشه)

در شکل مقابل، فشار در نقطه‌ی B چند برابر فشار در نقطه‌ی A است؟

$(P_o = ۹/۹ \times ۱۰^۴ pa, \rho_{آب} = ۱\frac{g}{cm^۳}, g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

سراسری-۱۳۸۹

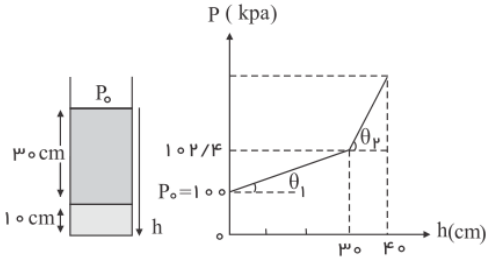


۱) $\frac{۶}{۵}$
۲) $\frac{۵}{۴}$
۳) $\frac{۲۰}{۱۹}$
۴) $\frac{۲۱}{۲۰}$

تست ۲۱:

در ظرفی مطابق شکل زیر، دو مایع مخلوط نشدنی وجود دارد. اگر نمودار تغییرات فشار برحسب عمق دو مایع مطابق شکل زیر باشد و $\tan\theta_2 = 17\tan\theta_1$ باشد، ρ_1 و ρ_2 در SI کدام‌اند؟

خارج از کشور-۱۳۹۶



۱) ۶۰۰ و ۱۰۲۰۰

۲) ۷۵۰ و ۱۲۷۵۰

۳) ۸۰۰ و ۱۳۵۰۰

۴) ۸۰۰ و ۱۳۶۰۰

تست ۲۲:

مساحت روزنهٔ خروج بخار آب، روی درب یک زودپز $4mm^2$ است. جرم وزنه‌ای که روی این روزنه باید گذاشت تا فشار داخل آن $2atm$ نگه داشته شود، چند گرم باید باشد؟ (فشار هوای بیرون $1atm$ و $g = 10\frac{N}{kg}$ است.)

خوشخوان- ۱۳۹۸

۱) ۲۰

۲) ۴۰

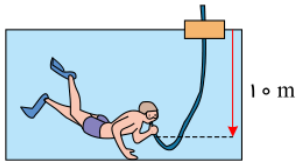
۳) ۶۰

۴) ۸۰

تست ۲۳:

غواصی در عمق ۱۰ متری از سطح آب در حال شناست. او توسط لوله‌ای که به هوای آزاد متصل است، نفس می‌کشد. فشار وارد بر قفسه ی سینه‌ی غواص چند برابر فشار هوای درون ریه‌ی اوست؟ $(P_0 = 10^5 Pa$ و $\rho_{آب} = 1\frac{g}{cm^3}$ و $\pi = 3$ و $g = 10\frac{N}{kg})$

قلم چی- ۱۳۹۶



۱) ۱

۲) ۱٫۱

۳) ۲

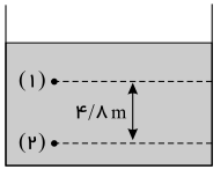
۴) ۱۰

اگر مساحت پرده گوش شناگر ۱ سانتی متر مربع باشد، بزرگی نیرویی که به پرده گوش شناگر در عمق ۱۰ متری وارد میشود چند نیوتن است؟

تست ۲۴:

درون مخزنی بزرگ و مطابق شکل زیر، مایعی به چگالی $2/5\frac{g}{cm^3}$ ریخته‌ایم. اگر فشار کل در نقطهٔ (۱)، ۲۰ درصد کم‌تر از فشار کل در نقطهٔ (۲) باشد، عمق نقطهٔ (۲) از سطح آزاد مایع چند برابر عمق نقطهٔ (۱) از سطح آزاد آن است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$ و فشار هوا را معادل $10^5 Pa$ فرض کنید.)

منبع قلم چی- ۱۳۹۷



۱) $\frac{34}{25}$

۲) $\frac{25}{19}$

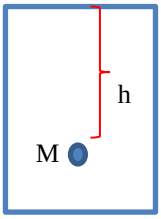
۳) $\frac{27}{8}$

۴) $\frac{32}{5}$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۳-۶-۳ فشار ناشی از مایع یا فشار پیمانه ای (P_g)

به اختلاف فشار مطلق و فشار هوا، فشار ناشی از مایع یا فشار پیمانه ای نقطه M در عمق h از سطح مایع گویند. (یعنی فقط ببینیم مایع در عمق h چه فشاری ایجاد کرده!)



$$P_g = P_M - P_o = \rho g h$$

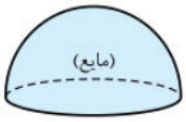
- ✓ **حواستان باشد، h عمق نقطه مد نظر است نه ارتفاع ظرف!**
- ✓ **فشار پیمانه ای در گازها نیز استفاده می شود.**

از رابطه های بالا مشخص شد که فشار مطلق و فشار پیمانه ای (یا فشار ناشی از مایع):

- ❖ **به h بستگی دارد . (ارتفاع تا سطح آب!!!)**
- ❖ **ولی به شکل ظرف، وزن کل مایع و مساحت کف ظرف بستگی ندارد.**

تست ۲۵:

مطابق شکل، ظرفی نیم‌کره‌ای شکل به شعاع R با مایعی به چگالی ρ پر شده است. فشار ناشی از مایع بر کف افقی ظرف کدام است؟



۱) $\frac{1}{2}\rho g R$ ۲) $\frac{2}{3}\rho g R$ ۳) $\rho g R$ ۴) $\frac{4}{3}\rho g R$

تست ۲۶:

قطر داخلی استوانه‌ی بلندی ۲cm است. اگر آن را به طور قائم نگه‌داشته و ۱۵۷cm³ آب در آن بریزیم، فشار حاصل از آب در ته استوانه چند پاسکال می‌شود؟ ($P_{آب} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^3}$ ، $g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$) سراسری-۱۳۸۷

۱) ۱۵۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۲۵۰۰ ۴) ۵۰۰۰

فشار در ته ظرف چند پاسکال می شود؟ (فشار هوا ۱ اتمسفر)

تست ۲۷:

سطح مقطع یک ظرف استوانه‌ای ۲۰cm² است و در آن تا ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر آب ریخته شده است. روی آب چند گرم روغن با چگالی ۰٫۶ $\frac{g}{cm^3}$ بریزیم تا فشار حاصل از این دو مایع در کف استوانه برابر ۲۰۰۰ پاسکال شود؟ خارج از کشور-۱۳۹۵

($g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$ ، چگالی آب $= ۱ \frac{g}{cm^3}$)

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۲۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۴۰

تست ۲۸:

مکعبی به ضلع ۶۰ cm پر از آب است. اگر همه‌ی آب این مکعب را درون استوانه‌ای که مساحت قاعده‌ی آن ۰٫۳۶ متر مربع است بریزیم، فشاری که این آب در کف استوانه ایجاد می‌کند، چند برابر فشاری است که در کف مکعب ایجاد می‌کند؟ سراسری-۱۳۹۶

۱) π ۲) $\frac{\pi}{2}$ ۳) $\sqrt{2}$ ۴) ۱

تست ۲۹:

ابعاد ظرف استوانه‌ای B، دو برابر ابعاد ظرف استوانه‌ای A است. ظرف A را پر از آب می‌کنیم و هم جرم با آب در استوانه‌ی B جیوه می‌ریزیم. فشاری که آب بر کف ظرف A وارد می‌کند، چند برابر فشاری است که جیوه بر کف ظرف B، وارد می‌کند؟ $(\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳٫۶\rho_{\text{آب}})$

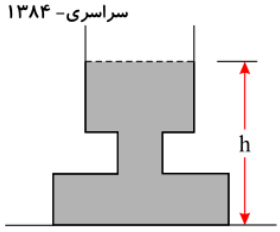
خارج از کشور-۱۳۹۶

۱) $\frac{۱}{۱۳٫۶}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ۱۳٫۶ ۴) ۴

تست ۳۰:

در شکل مقابل ظرف تا ارتفاع h از آب پرشده و سطح مقطع قسمت‌های مختلف استوانه‌ای شکل آن از بالا به پایین به ترتیب $۰٫۰۱m^۲$ ، $۰٫۰۴m^۲$ و $۰٫۰۸m^۲$ است. اگر ۲ لیتر آب بر آب ظرف اضافه کنیم، فشار در کف ظرف چند پاسکال افزایش می‌یابد؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}, \rho_{\text{آب}} = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳})$

سراسری- ۱۳۸۴

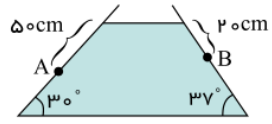


۱) ۲۰۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۵۰۰

تست ۳۱:

مطابق شکل زیر، درون یک ظرف، مایعی ریخته شده است. اگر فشار ناشی از مایع در نقطه‌ی A برابر با $۴۰۰۰Pa$ باشد، فشار ناشی از مایع در نقطه‌ی B، چند پاسکال است؟ $(\cos ۳۷^\circ = ۰٫۸)$

منبع قلم چی- ۱۳۹۴

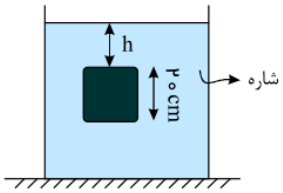


۱) ۱۰۰۰ ۲) ۲۵۶۰ ۳) ۱۶۰۰ ۴) ۱۹۲۰

تست ۳۲:

مطابق شکل، جسمی مکعب شکل به‌طول ضلع $۲۰cm$ درون شاره‌ای غوطه‌ور و در حال تعادل است. اگر فشار کل وارد بر سطوح بالایی و پایینی جسم به‌ترتیب برابر ۱۰۵ و ۱۱۰ کیلوپاسکال و فشار هوای محیط $۱۰۰kPa$ باشد، چگالی شاره و طول h به‌ترتیب چند واحد SI هستند؟ $(g = ۱۰N/kg)$

منبع قلم چی- ۱۳۹۸



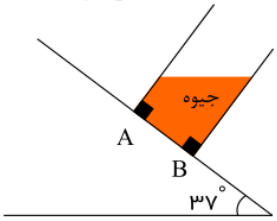
۱) ۲٫۵ و ۲۰
۲) ۲٫۵ و ۰٫۲
۳) ۲۵۰۰ و ۲۰
۴) ۲۵۰۰ و ۰٫۲

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۳۳:

در شکل زیر، اگر زاویهٔ سطح شیب‌دار به اندازهٔ 16° افزایش یابد، اختلاف فشار دو نقطهٔ A و B چگونه تغییر می‌کند؟ (ظرف استوانه و مساحت سطح مقطع آن $75cm^2$ است، $\pi = 3$ و $\sin 37^\circ = 0/6$)

منبع قلم چی- ۱۳۹۹



۱) $2cmHg$ افزایش می‌یابد.

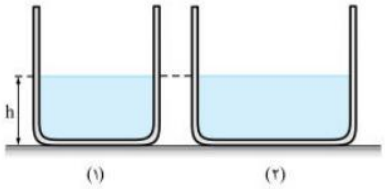
۲) $4cmHg$ افزایش می‌یابد.

۳) $3cmHg$ افزایش می‌یابد.

۴) تغییر نمی‌کند.

تست ۳۴:

مطابق شکل، در دو ظرف بلند استوانه‌ای (۱) و (۲)، تا ارتفاع **h** از یک مایع می‌ریزیم. مساحت کف ظرف (۲) دو برابر مساحت کف ظرف (۱) است. چه ارتفاعی از مایع ظرف (۱) را به درون ظرف (۲) بریزیم تا فشار ناشی از مایع در کف ظرف بزرگ‌تر ۲۵ درصد افزایش یابد؟

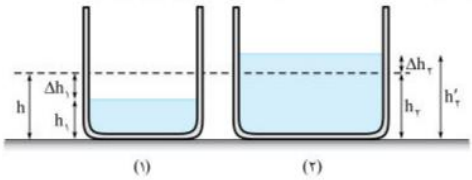


۱) $\frac{h}{8}$

۲) $\frac{h}{4}$

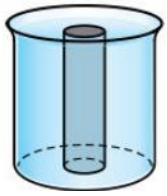
۳) $\frac{h}{2}$

۴) h



تست ۳۵:

مطابق شکل، فضای درونی ظرفی از فضای خالی بین دو استوانهٔ هم‌ارتفاع و تودرتو به شعاع‌های قاعدهٔ $5\ cm$ و $7\ cm$ تشکیل شده است (استوانهٔ داخلی توپر و کف ظرف بسته است). درون ظرف ۱/۸ لیتر آب می‌ریزیم. فشار ناشی از آب در کف ظرف چند پاسکال است؟ ($\rho_{آب} = 1\ g/cm^3$ ، $g = 10\ N/kg$ و $\pi = 3$)



۱) ۱۰۰۰

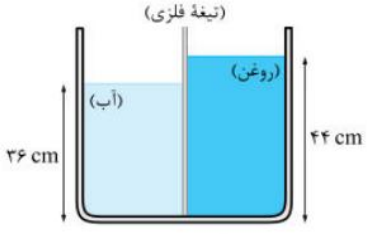
۲) ۱۲۵۰

۳) ۲۰۰۰

۴) ۲۵۰۰

تست ۳۶:

تیغه‌ای عمودی فضای دو مایع را در شکل زیر، از هم جدا کرده است. در چند سانتی‌متری از کف ظرف، فشار دو طرف تیغه برابر می‌شود؟ ($\rho_{آب} = 1\ g/cm^3$ و $\rho_{روغن} = 0/8\ g/cm^3$)



۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

تست ۳۷:

در مکانی که فشار هوا $۱۰^{۵} Pa \times ۱٫۰۲۶$ است، اگر از عمق ۱۰ سانتی‌متری مایعی، به عمق ۵۳ سانتی‌متری برویم، فشار ۱٫۵ برابر می‌شود. چگالی مایع چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^{۲}})$

۱) ۲٫۵ ۲) ۲٫۶ ۳) ۱۳٫۵ ۴) ۱۳٫۸

نکته ۹: فشار حاصل از دو مایع قبل از حل شدن = فشار حاصل از محلول دو مایع

تست ۳۸:

نصف حجم استوانه‌ای از مایع با چگالی $\rho_{۱}$ پر شده و نیمهٔ بالایی آن از مایعی با چگالی $\rho_{۲}$ پر شده است و فشار حاصل از دو مایع در کف استوانه برابر $P_{۱}$ است. اگر این دو مایع را به هم بزنیم و دو مایع در هم حل شوند، فشار حاصل از محلول در کف استوانه برابر $P_{۲}$ می‌شود. کدام رابطه درست است؟ خارج از کشور-۱۳۹۷

۱) $P_{۲} = P_{۱}$ ۲) $P_{۲} > P_{۱}$ ۳) $P_{۲} < P_{۱}$ ۴) $P_{۲} = \frac{\rho_{۱} + \rho_{۲}}{۲(\rho_{۱} - \rho_{۲})} P_{۱}$

تست ۳۹:

در یک ظرف استوانه‌ای مقداری آب به جرم m و مقداری جیوه به جرم $۴m$ ریخته شده است. جمع ارتفاع این دو مایع $۴۴cm$ است. فشار ناشی از دو مایع در کف ظرف چند کیلو پاسکال است؟ سراسری-۱۳۸۷

$(\rho_{\text{آب}} = ۱ \frac{g}{cm^{۳}}, \rho_{\text{جیوه}} = ۱۳٫۶ \frac{g}{cm^{۳}}, g = ۱۰ \frac{m}{s^{۲}})$

۱) ۱۷ ۲) ۳۲ ۳) ۴۲ ۴) ۴۷

تست ۴۰:

درون یک ظرف استوانه‌ای به قطر داخلی $۲۰cm$، ۳۰۰ گرم آب و ۳۰۰ گرم نفت وجود دارد. فشار ناشی از این دو مایع در کف ظرف چند پاسکال است؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^{۲}} \ , \ \pi = ۳)$

۱) ۲۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۲۰۰۰ ۴) ۲۰۰۰۰

Physics_Agheli AliAgheli.ir

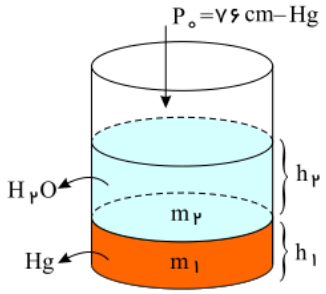
تست ۴۱:

در یک لولهٔ استوانه‌ای که مساحت قاعدهٔ آن $۵cm^۲$ است، ۱۳۶ گرم جیوه و ۱۳۶ گرم آب می‌ریزیم. اگر چگالی جیوه و چگالی آب به‌ترتیب $۱۳٫۶\frac{g}{cm^۳}$ و $۱\frac{g}{cm^۳}$ باشد، فشار در ته لوله چند پاسکال است؟ ($P_۰ = ۷۶cmHg$, $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

۱) ۵۴٫۴ ۲) ۵۴۴۰۰ ۳) ۱۰۸٫۸ ۴) ۱۰۸۸۰۰

پاسخ: گزینه ۴ چون ظرف استوانه‌ای است، F وارد بر کف ظرف:

$$\begin{cases} F = (m_۱ + m_۲)g = ۲٫۷۲N \text{ از طرف مایع} \\ P = \frac{F}{A} + P_۰ = \frac{۲٫۷۲}{۵ \times ۱۰^{-۴}} + ۱۰۳۳۶۰Pa \end{cases}$$



$۷۶(cm-Hg) \xrightarrow{\times ۱۳۶۰} ۱۰۳۳۶۰Pa \Rightarrow$ وارد بر کف ظرف $P = ۵۴۴۰ + ۱۰۳۳۶۰ = ۱۰۸۸۰۰Pa$

تست ۴۲:

اگر آب و الکل را با جرم یکسان درون استوانه‌ای با مساحت قاعدهٔ $۲۰cm^۲$ بریزیم، فشار ناشی از طرف مخلوط دو مایع بر کف استوانه برابر با $۴۰۰۰Pa$ می‌شود. حجم الکل درون استوانه چند سانتی‌متر مکعب است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$, $\rho_{آب} = ۱\frac{g}{cm^۳}$, $\rho_{الکل} = ۰٫۸\frac{g}{cm^۳}$)

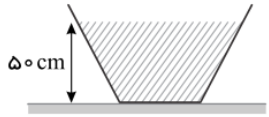
قلم چی- ۱۳۹۹

۱) ۲۵ ۲) ۵۰۰ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰۰

تست ۴۳:

در شکل زیر یک ظرف به جرم ناچیز با سطح مقطع کف $۱۰cm^۲$ قرار دارد که داخل آن ۳۰۰ گرم آب ریخته‌ایم. اگر ارتفاع آب در ظرف ۵۰ سانتی‌متر باشد، فشار مایع در کف ظرف و فشاری که ظرف به سطح افقی روی آن وارد می‌کند به‌ترتیب از راست به چپ چند پاسکال است؟ ($\rho = ۱\frac{g}{cm^۳}, g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

خوشخوان- ۱۳۹۸

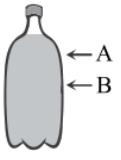


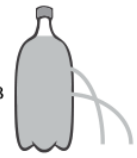
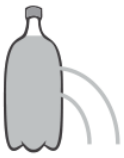
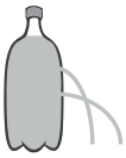
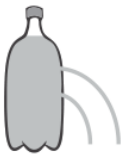
۱) ۳۰۰۰ ،۵۰۰۰
۲) ۵۰۰۰ ،۳۰۰۰
۳) ۳۰۰۰ ،۳۰۰۰
۴) ۵۰۰۰ ،۵۰۰۰

تست ۴۴:

یک بطری پر از آب را از دو نقطهٔ A و B سوراخ می‌کنیم. مسیر آب بیرون ریخته شده از دو سوراخ به چه صورت است و سرعت خروج آب از کدام سوراخ بیش‌تر است؟

خوشخوان- ۱۳۹۸

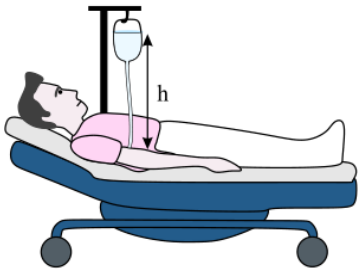


۱) $V_A > V_B$ 
۲) $V_A > V_B$ 
۳) $V_A < V_B$ 
۴) $V_A < V_B$ 

تست ۴۵:

شکل زیر کیسهٔ پلاستیکی حاوی محلولی را نشان می‌دهد که در حال تزریق به بیمار است. قسمت بالای کیسه با سوزن سوراخ شده تا فشار بالای مایع برابر فشار هوای آزاد باشد. اگر فشار پیمانه‌ای خون در سیاهرگ، ۱۲۱۰ پاسکال باشد، حداقل h چند سانتی‌متر باشد تا مایع در بدن بیمار نفوذ کند؟ ($g = ۱۰\ N/kg$ و چگالی محلول $۱۱۰۰\ kg/m^۳$ است.)

قلم چی- ۱۳۹۸



۱) ۱۰

۲) ۱۱

۳) ۱۱۰

۴) ۱۰۰

نکته ۱۰: اگر ظرف محتوی مایع درون آسانسور قرار داده شود و آسانسور با شتاب a حرکت کند، فشار در عمق h این مایع از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$P = P_o + \rho(g \pm a)h$$

تند + بالا + / کند – پایین -

تست ۴۶:

اختلاف فشار بین دو نقطه از مایعی درحال سکون ΔP است. اگر ظرف محتوی این مایع با شتاب $\frac{g}{۳}$ در راستای قائم به طرف پایین حرکت کند، اختلاف فشار بین این دو نقطه کدام خواهد بود؟

سراسری- ۱۳۸۴

۱) ΔP

۲) $\frac{۱}{۳}\Delta P$

۳) $\frac{۲}{۳}\Delta P$

۴) $\frac{۴}{۳}\Delta P$

نکته ۱۱: می توان فشار وارد بر یک سطح را بر حسب ارتفاع عمودی مایعات بیان کنیم.

برای مثال اگر در یک ظرف ستونی از جیوه به ارتفاع ۷۶ سانتی متر داشته باشیم، فشار وارد بر کف ظرف از طرف مایع برابر ۷۶ سانتی متر جیوه است.

۳ فشار یکسان		
یک ستون جیوه با ارتفاع ۷۶ سانتی متر	یک ستون آب با ارتفاع ۱۰ متر	فشار هوا برابر $۱atm = ۱۰^۵ Pa$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۳-۱ معادل سازی فشار

می توان فشار بر حسب ارتفاع یک مایع را به فشار بر حسب مایعی دیگر تبدیل کرد.

هرگاه بخواهیم فشار مایع ۱ را بر حسب ارتفاع مایع ۲ حساب کنیم ، از رابطه زیر استفاده می کنیم.

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

نکته استفاده از این رابطه: واحد ها در دو طرف یکسان باشند.

مثال : فشار در عمق ۴۰ متری آب دریاچه را بر حسب پاسکال و سانتی متر جیوه و متر آب حساب کنید :

$(1atm = 10^5 Pa = 76cmHg = 10mH_2O)$

فشار در عمق ۴۰ متری آب دریاچه بر حسب پاسکال	
فشار در عمق ۴۰ متری آب دریاچه بر حسب متر آب	
فشار در عمق ۴۰ متری آب دریاچه بر حسب سانتی متر جیوه	

تست ۴۷:

اگر فشار هوا ۷۵ سانتی‌متر جیوه باشد، فشار در عمق چند متری آب به ۱۰۰ سانتی‌متر جیوه می‌رسد؟ (چگالی جیوه و آب به ترتیب $13/6\frac{g}{cm^3}$ و $1\frac{g}{cm^3}$ است و $g = 10\frac{m}{s^2}$)

خارج از کشور- ۱۳۸۹

۱) ۳٫۴ ۲) ۶٫۸ ۳) ۱۰٫۲ ۴) ۱۳٫۶

تست ۴۸:

اگردر مکانی، فشار هوا برابر ۷۶ سانتی‌متر جیوه باشد، فشار در عمق ۱۳۶ سانتی‌متری آب رودخانه چند سانتی‌متر جیوه است؟

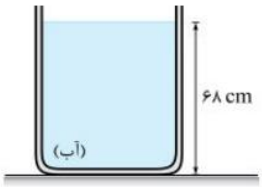
$(\rho_{جیوه} = 13600\frac{kg}{m^3}\ ,\ \rho_{آب} = 1000\frac{kg}{m^3})$

خارج از کشور- ۱۳۹۳

۱) ۸۲ ۲) ۸۶ ۳) ۹۲ ۴) ۹۶

تست ۴۹:

درون ظرفی به شکل مقابل، که روی سطح افقی قرار دارد، آب به ارتفاع ۶۸ cm ریخته‌ایم. فشار پیمانه‌ای آب در کف ظرف چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($\rho_{آب} = 1\,g/cm^3$ و $\rho_{جیوه} = 13/6\,g/cm^3$)



۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

تست ۵۰:

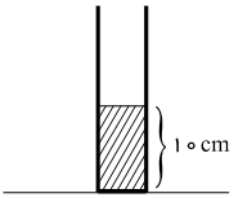
لولهٔ بلندی به‌صورت قائم نگه داشته شده و در آن تا ارتفاع ۴cm جیوه ریخته شده است. اگر فشار هوا $1/0336 \times 10^5 Pa$ باشد، ارتفاع جیوهٔ درون لوله را به چند سانتی‌متر برسانیم تا فشار در ته لوله دو برابر شود؟ ($\rho_{جیوه} = 13/6\frac{g}{cm^3}\ ,\ g = 10\frac{m}{s^2}$)

سراسری-۱۳۹۷

۱) ۸۴ ۲) ۸۲ ۳) ۸۰ ۴) ۷۸

تست ۵۱:

مطابق شکل زیر، در یک استوانهٔ بلند به سطح مقطع $۲۰cm^۲$ تا ارتفاع $۱۰cm$ از یک مایع به چگالی ۱۲۵۰ گرم بر لیتر قرار دارد و فشار در ته لوله $P_۱$ است. چند سانتی‌متر مکعب از مایع دیگری به چگالی ۸۰۰ گرم بر لیتر به مایع داخل لوله اضافه کنیم، تا فشار در ته لوله به $۱٫۰۲P_۱$ برسد؟ ($P_۰ = ۷۵cmHg$ ، $\rho_{جیوه} = ۱۳٫۵\frac{g}{cm^۳}$ و $g = ۱۰\frac{N}{kg}$)

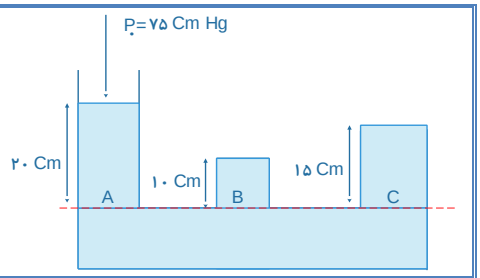
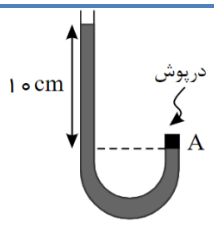


۱) ۵۱٫۲۵
۲) ۲۵۶٫۲۵
۳) ۵۱۲٫۵
۴) ۲۵۶۲٫۵

۳-۶-۴ فشار در نقاط زندانی شده

در ظرف های مرتبط فشار بر روی هر خط افقی با هم مساوی است، حتی اگر سر یکی از ظرف ها باز و دیگری بسته باشد (به شرطی که جنس مایع یکسان باشد و مایع در حال تعادل باشد). پس هم سطحشو تو همون مایع پیدا کن.

به عنوان نمونه:

$P_C = ?$ $P_A = P_B = P_C \rightarrow P_C = P_B = P_A = P_o + \rho g h_A = ۷۵ + ۲۰ = ۹۵ CmHg$	
$P_A = ?$ $P_A = P_B \rightarrow P_A = P_B = P_o + \rho g h_A$	

۳-۶-۵ جمع بندی تمامی فشارها

چه فشاری؟! چه نیرویی؟	فرمولش
فشار برای یک نیرو روی یک سطح	$P = \frac{F_N}{A}$
فشار ناشی از وزن روی یک سطح افقی	$P = \frac{mg}{A}$
فشار ناشی از وزن روی یک سطح شیبدار	$P = \frac{mg\cos\alpha}{A}$
اجسام یکنواخت	$P = \rho gh$
فشار ناشی از مایع در کف ظرف	$P = \rho gh$
فشار کل	$P = P_o + \rho gh + etc...$
نیروی هر یک از این فشار ها	فشارشو بگذار تو پا $F = PA$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

نکته۱۲: برای نیرو همیشه پا کمک می کنه!

نکته۱۳: گفتیم فشار وارد بر کف ظرف از طرف مایع فقط به چگالی، ارتفاع عمودی مایع و شتاب گرانش محل بستگی دارد. بنابراین نیرو هم به این عوامل بستگی دارد و علاوه بر این موارد به مساحت کف ظرف هم بستگی دارد.

نکته۱۴: نیرویی که مایع به هریک از دیواره ها وارد می کند و یا هریک از دیواره ها به مایع وارد می کنند، همیشه بر سطح دیواره عمود است.

نکته۱۵: هرچه درون ظرف پایین تر برویم، فشار و نیروی وارد بر جداره افزایش پیدا می کند. فشار به طور منظم افزایش می یابد، بنابراین برای محاسبه نیرویی که مایع به دیواره ظرف وارد می کند باید فشار میانگین را در رابطه نیرو قرار دهیم:

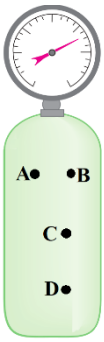
$$F=\frac{۱}{۲}\rho ghA$$

A: مساحت جداره قائم ظرف است.

یه مثال : استخری مربعی شکل به ضلع ۱۰ متر تا ارتفاع ۲ متر با آب پر شده است. نیروی وارد بر هر جداره چند نیوتن است؟

$$F=\frac{۱}{۲}\rho ghA=\frac{۱}{۲}\times ۱۰۰۰\times ۱۰\times ۲\times ۲۰=۲\times ۱۰^{۵}$$

۳-۷ فشار در گازها



چگالی گازها خیلی کم است؛ بنابراین درارتفاع های نزدیک به هم مقدار ρgh درمقایسه با فشارگازآنقدرکوچک میشود که می توانیم آن را نادیده بگیریم. به همین دلیل درتمام نقاط درون مخزن فشارگاز رایکسان می گیریم.

فشار هوای لاستیک اتومبیل ها را با فشار پیمانه ای اندازه گیری می کنند.

$$P_C=P_A+\rho gh\rightarrow P_C\simeq P_A$$

$$P_A\simeq P_B\simeq P_C\simeq P_D$$

تست۵۲:

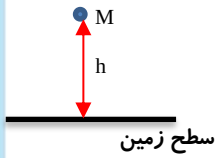
فشارلاستیک بادشده‌ای ۲۲۰ کیلوپاسکال اندازه‌گیری می‌شود. این فشار، ..... . $g=۱۰\frac{m}{s^{۲}}$ ، $\rho_{جیوه}=۱۳/۶\frac{g}{cm^{۳}}$

۱) فشار مطلق است و معادل ۲۲ اتمسفر است.
۲) فشار پیمانه‌ای است و معادل ۲۲ اتمسفر است.
۳) فشار پیمانه‌ای است و تقریباً معادل ۱۶۲cmHg است.
۴) فشارمطلق است و تقریباً معادل ۱۶۲cmHg است.

خارج از کشور-۱۳۹۱

۳-۸ فشار در هوا

بااین که چگالی هواخیلی کم است ولی ارتفاع ستون آن یا همان ارتفاع جوخیلی زیاد است. درواقع زیاد بودن h کوچک بودن ρ راپوشش میدهد و ما نمیتوانیم از ρgh چشم پوشی کنیم.



بنابراین طبق شکل روبرو وقتی به اندازه h از سطح زمین بالا برویم فشارهوا به اندازه ρgh کم می شود.

$P_M=P_0-\rho gh$	
P_0	P_M
فشارهوادرسطح زمین	فشارهوا در ارتفاع h ازسطح زمین

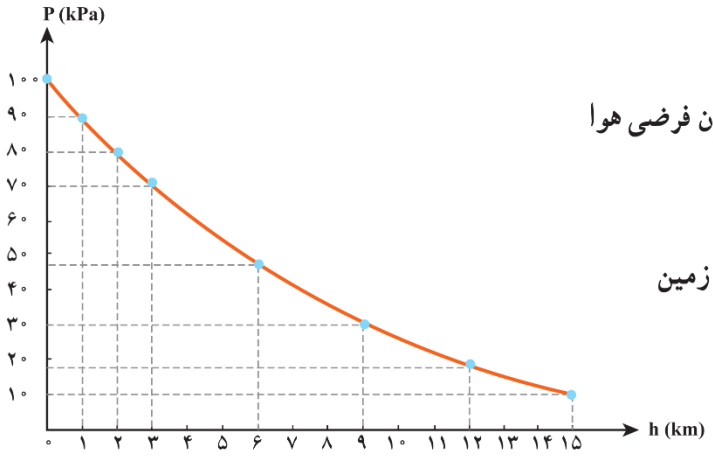
این رابطه نشان میدهد هرچه ارتفاع ازسطح زمین بیشترشود فشارهوا کمتر میشود.

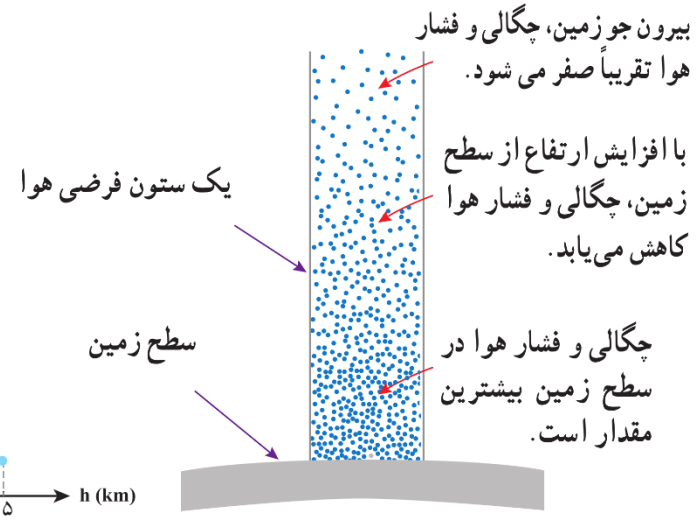
عامل ایجاد فشار در یک مخزن گاز، حرکت مولکول های گاز و ضربه هایی است که این مولکول ها به جداره های ظرف وارد می کنند. (وزن گاز نقش چندانی در ایجاد فشار ندارد)

۳-۸-۱ چگالی هوا با ارتفاع تغییر می کند

نیروی جاذبه ی زمین باعث میشود که لایه های زیرین هوا نسبت به لایه های بالایی فشرده تر باشند در نتیجه هر چه از سطح زمین فاصله می گیریم وبالا تر میرویم چگالی هواکمتر میشود.

* اگر بخواهیم از فرمول $P = P_0 - \rho gh$ برای محاسبه فشار در ارتفاع h استفاده کنیم به جای p باید چگالی متوسط هوا از سطح زمین تا آن ارتفاع را قرار دهیم.



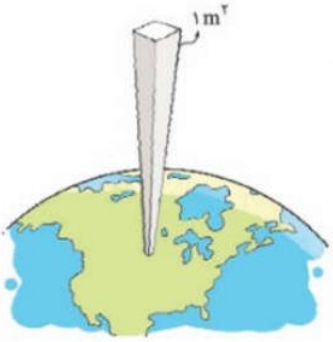


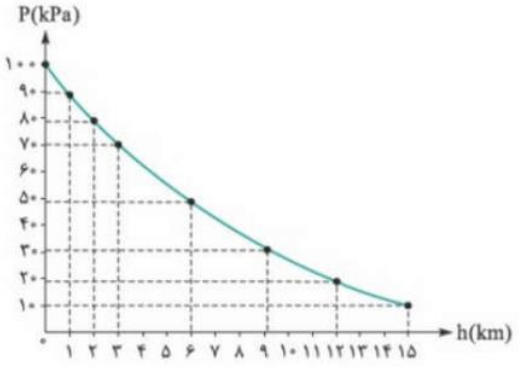
$$\boxed{P = P_0 - \bar{\rho} gh}$$

$\bar{\rho}$: چگالی متوسط هوا

تست۵۳:

یک ستون از هوا به سطح مقطع $1\,m^2$ را همانند شکل زیر در نظر می‌گیریم که از سطح دریای آزاد تا بالاترین بخش جو زمین ادامه می‌یابد. با توجه به نمودار فشار هوا برحسب ارتفاع از سطح دریای آزاد، چند درصد از جرم هوای موجود در این ستون، تا ارتفاع ۹ کیلومتری آن قرار دارد؟ $(g = 10\,N/kg)$





۱) ۳۰

۲) ۷۰

۳) ۴۰

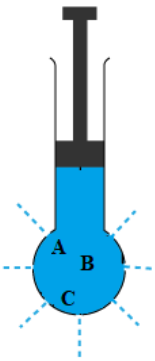
۴) ۶۰

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۲-۸-۳ یکاهای رایج فشار در هواشناسی

اتمسفر (atm)	فشارهوا در سطح دریای آزادحدود$1/013\times10^5$ pa است به این فشار یک اتمسفر یا یک جو میگوییم. درمسئله ها ۱atm را 10^5 پاسکال در نظرمی گیریم.
بار (bar)	بار هم یکای دیگری برای بیان فشار است.طبق تعریف ۱barمعادل $10^5\ pa$ است.

۹-۳ اصل پاسکال



اگر فشار در یک نقطه از مایع ساکن تغییر کرده باشد، درتمام نقاط آن مایع هم، فشار به همان میزان تغییرکرده است.

✓ تغییرات فشار در همه نقاط یک مایع ساکن یکسان است.

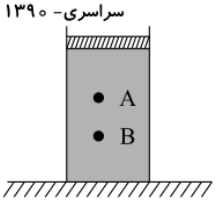
در شکل روبرو اگرنیروی پیستون را افزایش دهیم فشار در تمام نقاط مایع یکسان تغییر میکند.

$$\Delta p_A = \Delta p_B = \Delta p_C$$

تست ۵۴:

در شکل روبه‌رو، فشار در نقاط A و B در درون مایع برابر P_A و P_B است. وزنه‌ای را روی پیستون آزاد قرار می‌دهیم. اگر در اثر وزنه، افزایش فشار در آن نقاط، ΔP_A و ΔP_B باشد ، کدام رابطه درست است؟

سراسری- ۱۳۹۰



۱) $\Delta P_B < \Delta P_A, P_B = P_A$

۲) $\Delta P_B = \Delta P_A, P_B < P_A$

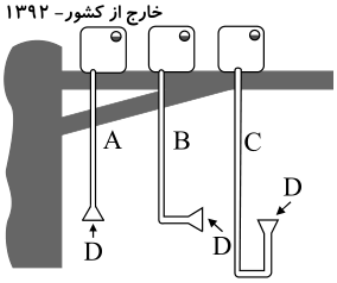
۳) $\Delta P_B > \Delta P_A, P_B > P_A$

۴) $\Delta P_B = \Delta P_A, P_B > P_A$

تست ۵۵:

در شکل مقابل، سه فشارسنج فشاری را اندازه می‌گیرند که بر غشای کوچک D در عمق معینی از یک دریاچه وارد می‌شود. کدام رابطه بین فشارهای اندازه‌گیری شده درست است؟

خارج از کشور- ۱۳۹۲



۱) $P_A = P_B = P_C$

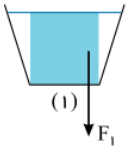
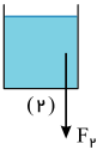
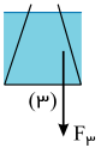
۲) $P_A = P_B > P_C$

۳) $P_A < P_B < P_C$

۴) $P_A = P_C > P_B$

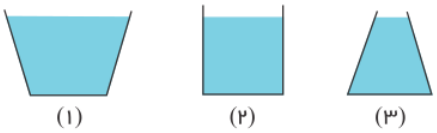
۱-۹-۳ مقایسه وزن مایع و وزن ستون مایع

همیشه نیرویی که مایع به کف ظرف وارد می کند برابر وزن مایع نیست. اگر F نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع باشد:

$F_1 = \rho g \underbrace{hA}_{\text{hajme ostevane farzi}} \xrightarrow{V'=hA} F_1 = \rho g V'$ $\xrightarrow{m'=\rho V'} F_1 = m'g \quad , \quad W = mg$ $m' < m \rightarrow\rightarrow \boxed{F_1 < W}$ **مایع درون ظرف اصلی از مایع درون استوانه فرضی بیشتر است.**	
$F_2 = \rho g h A \xrightarrow{V=hA} F_2 = \rho g V$ $\xrightarrow{m=\rho V} F_2 = mg = W$ $\rightarrow \boxed{F_2 = W}$	
$F_3 = \rho g \underbrace{hA}_{\text{hajme ostevane farzi}} \xrightarrow{V'=hA} F_3 = \rho g V'$ $\xrightarrow{m'=\rho V'} F_3 = m'g \quad , \quad W = mg$ $m' > m \rightarrow\rightarrow \boxed{F_3 > W}$ **مایع درون ظرف اصلی از مایع درون استوانه فرضی کمتر است.**	

تست ۵۶:

در شکل‌های زیر، جنس مایع درون ظرف‌ها، ارتفاع آن‌ها و مساحت قاعدهٔ کف ظرف‌ها یکسان است. نیروی وارد از طرف مایع بر کف ظرف‌ها را به‌ترتیب با F_1، F_2 و F_3 و وزن مایع درون ظرف‌ها را به ترتیب با W_1، W_2 و W_3 نشان می‌دهیم. کدام گزینه مقایسهٔ نیروی مایع بر کف هر ظرف با وزن مایع درون همان ظرف را به درستی نشان می‌دهد؟ منتا- ۱۳۹۷



۱) $F_3 < W_3, F_2 = W_2, F_1 > W_1$

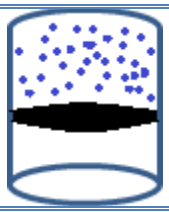
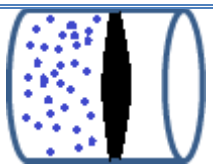
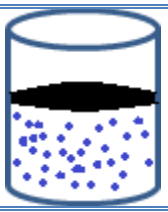
۲) $F_3 > W_3, F_2 = W_2, F_1 < W_1$

۳) $F_3 = W_3, F_2 = W_2, F_1 = W_1$

۴) $F_3 > W_3, F_2 > W_2, F_1 > W_1$

نکته۱۶: هر گاه نیرویی که ظرف مایع به سطح افقی که روی آن قرار می گیرد را خواستند، این نیرو هم اندازه مجموع وزن ظرف و وزن مایع است و به شکل ظرف بستگی ندارد.

نکته۱۷: فشار گاز زیر پیستون بسته به نوع قرار گیری ظرف در ۳ حالت می باشد.

		
$P_{gas} + P_{Piston} = P_o$	$P_{gas} = P_o$	$P_{gas} = P_{Piston} + P_o$

نکته۱۸: هر وقت نیرو خواستن، ببین چه نیرویی میخوان، فشار مرتبط با اون نیرو رو بگذار تو پا : $F = PA$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

نیروی وارد از طرف مایعات

تست ۵۷:

یک لوله استوانه‌ای قائم تا ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر از جیوه پر شده است. اگر قطر داخلی لوله $2cm$ باشد، نیرویی که از طرف جیوه بر ته لوله وارد می شود، تقریباً چند نیوتون است؟ $(\pi \simeq 3, g = 10\frac{m}{s^2}, \rho = 13/6\frac{g}{cm^3})$ خارج از کشور-۱۳۸۸

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۶ ۴) ۲۴

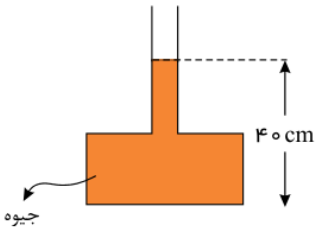
تست ۵۸:

الکل به چگالی $0/8\ g/cm^3$ و حجم ۱۶ لیتر را در یک ظرف استوانه‌ای بلند به مساحت قاعدهٔ $25\ cm^2$ می‌ریزیم. نیرویی که به سطح داخلی کف ظرف وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ ($P_0 = 10^5\ Pa$ و $g = 10\ m/s^2$)

۱) ۱۲۸ ۲) ۲۰۰ ۳) ۳۷۸ ۴) ۴۵۰

تست ۵۹:

در شکل روبه رو ، اگر بیشینه نیرویی که کف ظرف می تواند از طرف جیوه تحمل کند، ۱۳۵ نیوتون باشد، حداکثر چند سانتی متر جیوه می توان به ارتفاع جیوه در لوله اضافه کرد، تا ظرف شکسته نشود؟ سراسری- ۱۳۹۱

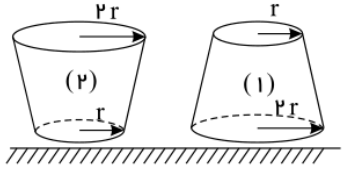


($20cm^2$ = سطح کف ظرف، $13500\frac{kg}{m^3}$ = چگالی جیوه و $g = 10\frac{m}{s^2}$ است.)

۱) ۵ ۲) ۹۰ ۳) ۲۰ ۴) ۱۰

تست ۶۰:

در شکل روبه‌رو،حجم و عمق آب در دو ظرف پرازآب با هم برابر است. اگر نیرویی که ظرف‌ها به سطح افقی وارد می‌کنند به ترتیب F_1 و F_2 و فشار آب درکف ظرف‌ها P_1 و P_2 باشد، کدام رابطه درست است؟ (جرم ظرف‌ها با هم برابر است.) سراسری-۱۳۹۲



۱) $P_1 = \frac{1}{4}P_2$ و $F_1 = F_2$

۲) $P_1 = P_2$ و $F_1 = 4F_2$

۳) $P_1 = P_2$ و $F_1 = F_2$

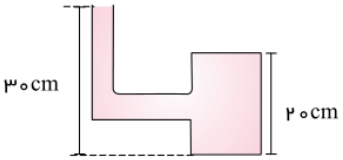
۴) $P_1 = 4P_2$ و $F_1 = \frac{1}{4}F_2$

اکسترا : نیرویی که از طرف آب به سطح وارد می شود را نیز مقایسه کنید:

تست ۶۱:

درشکل مقابل، لوله‌ی باریکی به یک مخزن متصل شده است. مساحت کف مخزن $100cm^2$ است. اگر داخل لوله و مخزن مایعی به چگالی $800\frac{kg}{m^3}$ باشد، نیرویی که از طرف مایع به کف مخزن وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$

خارج از کشور-۱۳۹۲



۱) ۲۴۰
۲) ۱۶۰
۳) ۲۴
۴) ۱۶

تست ۶۲:

استوانه‌ی A پرازآب است. نیرویی که آب بر کف استوانه وارد می‌کند F_A و فشار حاصل از آب در کف استوانه‌ی P_A است. اگرابعاد استوانه‌ی B نصف ابعاد استوانه‌ی A باشد و آن را هم پرازآب کنیم، نیرو و فشارمورد نظربه ترتیب F_B و P_B باشد، نسبت‌های $\frac{F_A}{F_B}$ و $\frac{P_A}{P_B}$ به ترتیب ازراست به چپ کدام‌اند؟

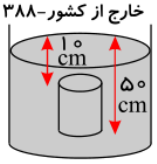
سراسری-۱۳۹۴

۱) ۲ و ۲
۲) ۴ و ۲
۳) ۸ و ۸
۴) ۸ و ۲

تست ۶۳:

استوانه‌ای توپر که سطح قاعده‌ی آن ۲۰ سانتی‌متر مربع است، مطابق شکل درون آب به چگالی $1000\frac{kg}{m^3}$ قرار دارد. اختلاف نیروهایی که از طرف آب به قاعده‌های پایین و بالای استوانه وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$

خارج از کشور-۱۳۸۸

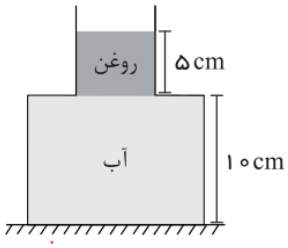


۱) ۲
۲) ۸
۳) ۱۰
۴) ۸۰۰

تست ۶۴:

در شکل زیر، ظرف از دو قسمت استوانه‌ای تشکیل شده است که سطح مقطع استوانه‌ها $10cm^2$ و $50cm^2$ است. نیرویی که از طرف مایع ها بر کف ظرف وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ (چگالی روغن و آب به ترتیب $0/8\frac{g}{cm^3}$ و $1\frac{g}{cm^3}$ است و $g = 10\frac{m}{s^2}$)

خارج از کشور-۱۳۹۴



۱) ۵/۴
۲) ۶/۶
۳) ۶
۴) ۷

اکسترا ۱ : فشار از طرف مایع ها ، نیروی از طرف مایع ها، فشار در کف ظرف، نیرو در کف ظرف را حساب کنید.

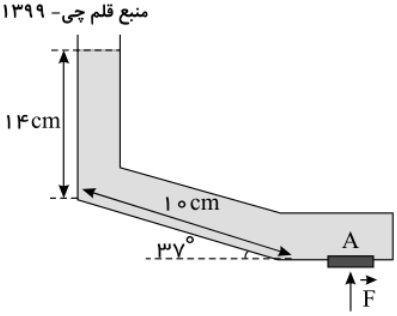
اکسترا ۲ : اگر آب و روغن را با هم مخلوط کنیم ، با این فرض که محلول همگنی ایجاد شود، فشار حاصل از محلول در کف ظرف چه تغییری می کند ؟

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۶۵:

در شکل زیر، مساحت سطح مقطع درپوش A برابر با $10cm^2$ و چگالی مایع درون لوله $5\frac{g}{cm^3}$ است. حداقل اندازهٔ نیروی F چند نیوتون باشد تا درپوش A در اثر فشار ناشی از مایع حرکت نکند؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$، $\sin 37^\circ = 0/6$ و از جرم درپوش صرف‌نظر شود.)

منبع قلم چی- ۱۳۹۹



۱) ۱۲

۲) ۱۱

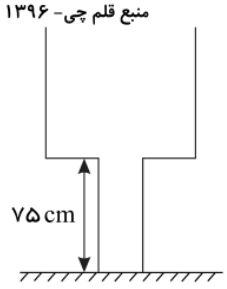
۳) ۱۰

۴) ۸

تست ۶۶:

در شکل زیر، سطح مقطع قسمت پایین و بالای ظرف به ترتیب $30cm^2$ و $150cm^2$ است. اگر ۷/۵ لیتر از مایعی به چگالی $3\frac{g}{cm^3}$ در ظرف بریزیم، بزرگی نیروی وارد بر کف ظرف مایع چند نیوتون می‌شود؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$

منبع قلم چی- ۱۳۹۶



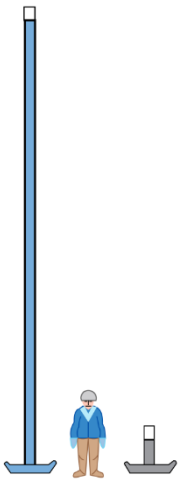
۱) ۳۳

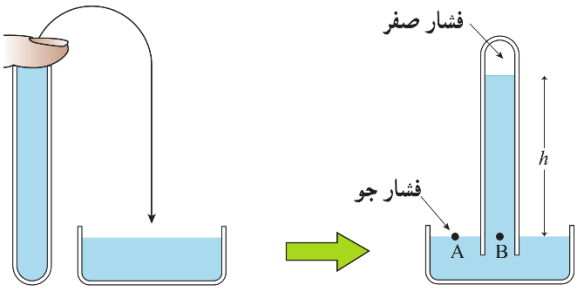
۲) ۶۶

۳) ۹۹

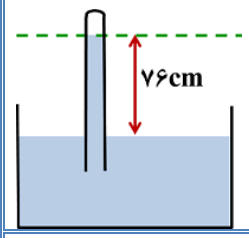
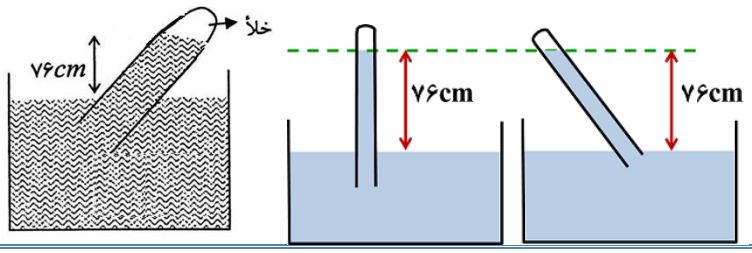
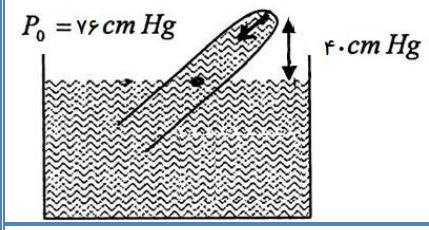
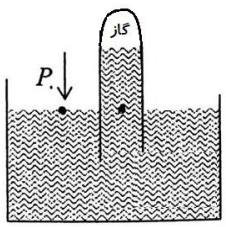
۴) ۱۳۲

۳-۹-۲ بارومتر یا جوسنج (توریچلی)

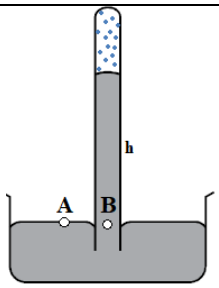
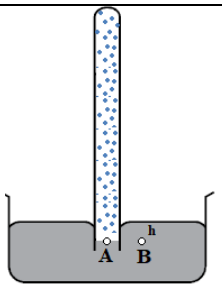
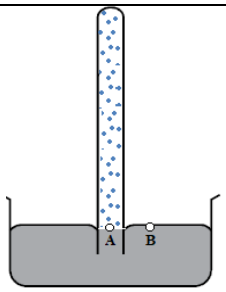
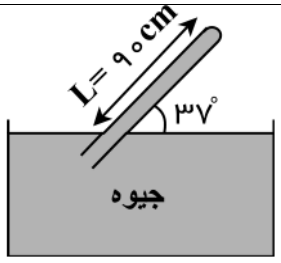




$$P_A = P_B \rightarrow P_o = o + \rho gh \rightarrow \boxed{P_o = \rho gh}$$

۱	اگر یک لوله آزمایش را درون ظرف پر از جیوه فرو ببریم، هوای داخل آن را خالی کنیم و آن را از انتهای بسته آرام بیرون بیاوریم خواهیم دید جیوه تا ارتفاع ۷۶ سانتی متر بالاتر از سطح آزاد جیوه قرار می گیرد. 
۲	اگر در این آزمایش لوله آزمایش را کج کنیم، جیوه طول بیشتری از لوله را پر می کند، اما ارتفاع عمودی باز هم ۷۶ سانتی متر است. 
۳	اگر در این آزمایش لوله را آنقدر کج کنیم که ارتفاع عمودی آن کمتر از ۷۶ سانتی متر شود، جیوه تمام لوله را پر می کند و همچنین ته لوله به جیوه فشار وارد می کند. (در این جا فشار در ته لوله باید ۳۶ سانتی متر جیوه باشد) 
۴	اگر در این آزمایش مقداری هوا در داخل لوله باقی بماند، ارتفاع ستون جیوه از ۷۶ سانتی متر کم تر خواهد بود. اگر ارتفاع جیوه در این جا ۳۶ سانتی متر جیوه باشد، قطعا فشار گاز برابر ۴۰ سانتی متر جیوه است. 

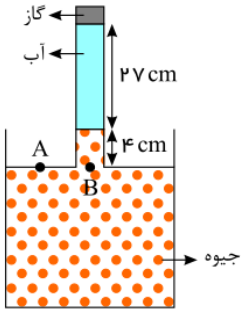
Physics_Agheli AliAgheli.ir

خلاصه حالت های بارومتر			
حالت ۱	حالت ۲	حالت ۳	حالت ۴
			
$P_A = P_B \rightarrow P_o = P_{fluid} + P_{gas}$	$P_A = P_B \rightarrow P_{gas} = P_{fluid} + P_o$	$P_A = P_B \rightarrow P_{gas} = P_o$	$P_A = P_B \rightarrow P_o = P_{fluid} + P'$ P' : فشاری است که به انتهای لوله وارد می شود.

نکته ۱۹: اعدادی که تمامی فشار سنج ها (بارومتر، مانومتر، بوردون و ...) نشان می دهند، فشار پیمانه ایست.

تست ۶۷:

در شکل زیر، فشار گاز محبوس در داخل لوله چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($\rho_{آب} = ۱ \frac{g}{cm^۳}$ ، $\rho_{جیوه} = ۱۳٫۵ \frac{g}{cm^۳}$ و فشار هوا $۷۵cmHg$ است.)



۱) ۸۱

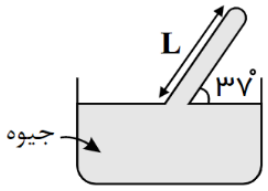
۲) ۶۹

۳) ۶۳

۴) ۴۴

نکته ۲۰: اگر توریچلی رو کج کردن چی؟ کافیه واسه به دست آوردن ارتفاع قائم یه مثلثات بری.

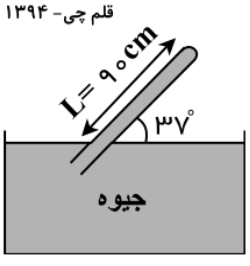
$h = L \sin ۳۷$



تست ۶۸:

اگر فشار هوا برابر $۷۵cmHg$ باشد، فشاری که جیوه به انتهای بسته‌ی لوله‌ی شکل مقابل وارد می‌کند، چند میلی‌متر جیوه است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰٫۶)$

قلم چی- ۱۳۹۴



۱) ۳

۲) ۲۱

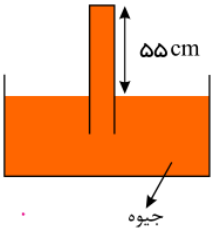
۳) ۲۱۰

۴) ۳۰

تست ۶۹:

در شکل زیر، اگر اندازهٔ نیروی وارد بر ته لولهٔ آزمایش $۳۲٫۴N$ باشد، قطر مقطع لولهٔ آزمایش چند سانتی‌متر است؟

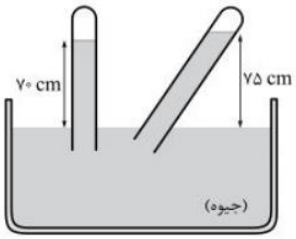
$$(\pi = ۳, g = ۱۰\frac{N}{kg}, \rho_{Hg} = ۱۳٫۵\frac{g}{cm^۳}, P_۰ = ۷۵cmHg)$$



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۴
۴) ۸

تست ۷۰:

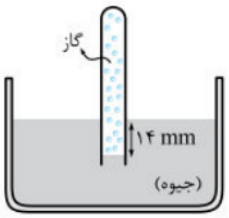
با توجه به طرح‌وارهٔ روبه‌رو که مربوط به اندازه‌گیری فشار هوای محیط می‌شود، کدام نتیجهٔ زیر همواره درست است؟



۱) فشار هوای محیط، حداکثر ۷۵ cmHg است.
۲) فشار هوای محیط، قطعاً ۷۵ cmHg است.
۳) فشار هوای محیط، حداقل ۷۵ cmHg است.
۴) فشار هوای محیط، قطعاً ۷۰ cmHg است.

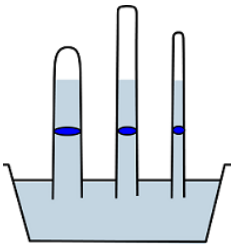
تست ۷۱:

در شکل روبه‌رو، فشار گاز درون لوله چند **torr** است؟ (فشار هوای محیط **۷۶ cmHg** می‌باشد.)



۱) ۶۲۰
۲) ۷۴۷
۳) ۷۷۴
۴) ۹۰۰

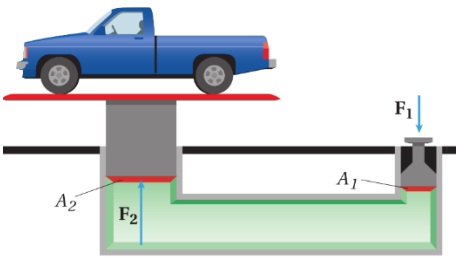
یه سوال: برای لوله‌های غیر موئین، اگر سطح مقطع لوله‌ها متفاوت باشد، ارتفاع ستون جیوه چه تغییری می‌کند؟



ارتفاع ستون جیوه در آزمایش توریچلّی تابع فشار هوای محلی است که آزمایش در آنجا انجام می‌شود و سطح مقطع لوله تأثیر چندانی ندارد.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۳-۱۰ بالابر هیدرولیکی (کاربرد اصل پاسکال)



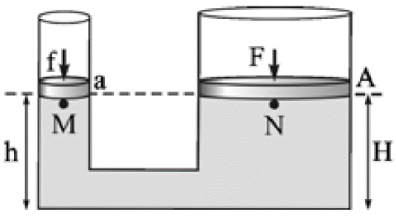
بالابر هیدرولیکی یک نوع لوله ی u شکل با قطر متفاوت در دوطرف است. درون این لوله U شکل مایعی مثل روغن ریخته ایم که در دوطرف توسط دو پیستون احاطه شده در این جا همانند تمام لوله های Uشکل میتوانیم از اصل هم فشاری نقاط هم تراز استفاده کنیم.

طبق اصل پاسکال در بالابر های هیدرولیکی افزایش فشارناشی ازاعمال نیروی F_1بدون هیچ کم وکاستی به پیستون۲منتقل میشود و داریم:

$$\Delta p_1 = \Delta p_2 = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \boxed{F_2 = (\frac{A_2}{A_1})F_1}$$

$$A_2 > A_1 \Rightarrow F_2 > F_1$$

به همین خاطر ازاین بالابرهابرای جابه جایی بسیار سنگین مثل اتومبیل ها بااعمال نیروی کم استفاده میشود.



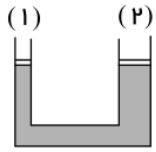
$$P_M = P_N \longrightarrow \frac{f}{a} = \frac{F}{A} \longrightarrow \boxed{\frac{F}{f} = \frac{A}{a}} \qquad \frac{A}{a} = (\frac{D}{d})^2 = (\frac{R}{r})^2$$

$$W_1 = W_2 \longrightarrow f \cdot h = F \cdot H \longrightarrow \boxed{\frac{F}{f} = \frac{h}{H}}$$

تست ۷۲:

درشکل روبه‌رو، ارتفاع مایع در هر دو طرف یکسان است و پیستون‌های ۱ و ۲ بدون اصطکاک‌اند. اگر روی هر دو پیستون وزنه‌ای به جرم m قرار دهیم، بعد از برقراری تعادل:

خارج از کشور-۱۳۹۳



۱) ارتفاع مایع در دو لوله یکسان می‌ماند.

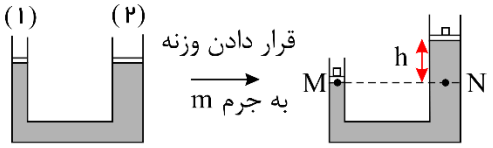
۲) ارتفاع مایع در لوله (۲)، بیشتر خواهد شد.

۳) ارتفاع مایع در لوله (۱)، بیشتر خواهد شد.

۴) بسته به چگالی مایع هر یک از گزینه‌های ۲ و ۳ ممکن است درست باشد.

پاسخ: گزینه ۲

با قراردادن وزنه‌ای به جرم m بر روی هر یک از پیستون‌ها، فشاردرزیر آن‌ها به اندازه‌ی $\frac{mg}{A}$ افزایش خواهد یافت. باتوجه به اینکه $A_1 < A_2$ می‌باشد، بنابراین فشار وارد ازطرف پیستون (۱) بر سطح مایع بیشتر از پیستون (۲) است.



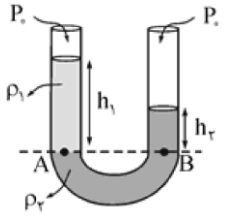
$$\uparrow P = \frac{mg}{A \downarrow} \xrightarrow{A_1 < A_2} P_1 > P_2$$

درادامه می‌توان گفت باتوجه به اینکه فشار حاصل از گذاشتن وزنه بر روی پیستون (۱) بیشتر است، باید ارتفاع مایع در ستون (۲) بالاتر برود تا فشار ناشی از مایع بالا رفته، بتواند به گونه‌ای عمل کند که در مجموع فشار دردو نقطه M و N برابر شود:

$$P_M = P_N \Rightarrow \frac{mg}{A_1} + P_\circ = \frac{mg}{A_2} + \underbrace{\rho gh}_{\text{فشار ناشی از مایع بالارفته}} + P_\circ$$

۳-۱۱ لوله های U شکل

تعادل مایع های مخلوط نشدنی در لوله های U شکل :



فشار مایع در یک نقطه از مایع به شکل ظرف بستگی ندارد بلکه به عمق نقطه مد نظر یا همان فاصله از سطح آزاد مایع بستگی دارد و با رابطه ی $P = \rho gh$ به دست می اید.

اصل هم فشاری نقاط هم تراز درون یک مایع :

اصل هم فشاری نقاط هم تراز به ما میگویدکه به شکل کاری نداشته باشید و به۲ مورد توجه کنید

۱) دونقطه مورد نظر در یک مایع باشند

۲) هم تراز باشند

در این صورت فشار هر دونقطه مساوی است.

در ضمن اگر یک نقطه داخل مایع ونقطه ی هم ترازش در سطح همان مایع باشد بازهم این اصل برقرار است.

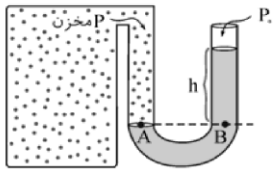
$$P_A = P_B \longrightarrow P_. + \rho_۱ g h_۱ = P_. + \rho_۲ g h_۲ \longrightarrow \boxed{\rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲}$$

نکات:

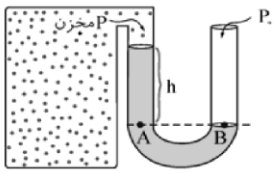
۱) نیازی به تبدیل واحد در SI نیست. فقط واحد های دو طرف تساوی یکسان باشد.

۲) قطر لوله ها در مسائل لوله های U شکل فقط برای محاسبه نیرو اهمیت دارد.

۳) نسبت به خط تراز مایع با چگالی بیشتر، با ارتفاع کمتری می ایستد و برعکس.

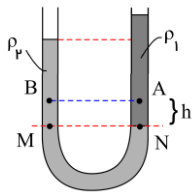


$$P_A = P_B \longrightarrow \boxed{P_{مخزن} = P_. + \rho gh}$$



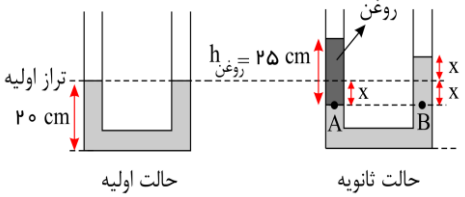
$$P_A = P_B \longrightarrow P_{مخزن} + \rho gh = P_. \longrightarrow \boxed{P_{مخزن} = P_. - \rho gh}$$

چند نکته مهم در لوله های U شکل:

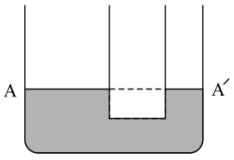


۱) در لوله های U شکل هرگاه دو مایع مخلوط نشدنی ریخته شده باشند، مایعی که سطح آزاد پایین تری دارد چگالی بیشتری دارد و در یک سطح تراز فشار نقطه ای که در مایع چگال تر است ، کم تر است.

۲) اگر از مایعی در لوله U شکل بریزیم، ارتفاع ستون مایع در دو شاخه برابر است. حال اگر مایع مخلوط نشدنی ۲ را در یکی از شاخه های لوله U شکل بریزیم، ارتفاع مایع ۱ و سطح تراز فعلی : $\boxed{h_۱ = ۲x}$



Physics_Agheli AliAgheli.ir



۳) اگر مساحت قاعده ها متفاوت باشد: به صورت کلی می دانیم که $\Delta V_۱ = \Delta V_۲$

$$A_A = ۹A_{A'} \rightarrow \Delta V_A = \Delta V_{A'} \rightarrow A_A h_A = A_{A'} h_{A'}$$
$$\rightarrow ۹A_{A'} h_A = A_{A'} h_{A'} \rightarrow ۹h_A = h_{A'}$$

اگر مساحت یکی از شاخه ها n برابر دیگری باشد و ارتفاع مایع در لوله بزرگتر به اندازه x جابجا شود ، در لوله باریک تر به اندازه nx جابجا می شود.

یا بر اساس قطر:

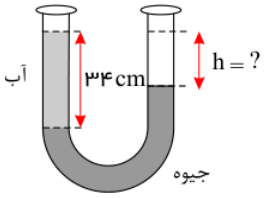
$$D_A = ۳D_{A'} \rightarrow \Delta V_A = \Delta V_{A'} \rightarrow A_A h_A = A_{A'} h_{A'}$$
$$\rightarrow \frac{\pi}{۴} D_A^۲ h_A = \frac{\pi}{۴} D_{A'}^۲ h_{A'} \rightarrow ۹h_A = h_{A'}$$

لوله های U شکل

تیپ اول سوالات U شکل: معمولی

تست۷۳:

در شکل مقابل، اختلاف ارتفاع آب و جیوه چند سانتی متر است؟ ($\rho = ۱ \frac{g}{cm^۳}$ آب و $\rho = ۱۳/۶ \frac{g}{cm^۳}$ جیوه) خارج از کشور- ۱۳۹۱



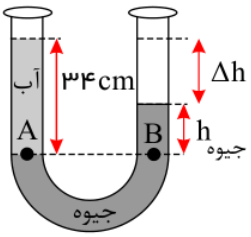
۱) ۲۷/۵

۲) ۲۹

۳) ۳۰

۴) ۳۱/۵

پاسخ: گزینه ۴ فشار در نقاط A و B برابر است و می توان نوشت:



$$P_A = P_B \Rightarrow P_۰ + (\rho gh)_{آب} = P_۰ + (\rho gh)_{جیوه}$$

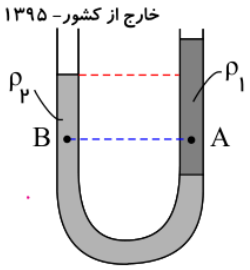
$$\Rightarrow h_{جیوه} = \frac{(\rho h)_{آب}}{\rho_{جیوه}} = \frac{۳۴ \times ۱}{۱۳/۶} = ۲/۵cm$$

بنابراین اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه از لوله برابر است با:

$$\Delta h = h_{آب} - h_{جیوه} = ۳۴ - ۲/۵ = ۳۱/۵cm$$

تست ۷۴:

خارج از کشور- ۱۳۹۵



در شکل زیر، درون لوله‌ی U شکل دو مایع مخلوط نشدنی با چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 ریخته شده و فشار در نقاط A و B درون دو مایع به ترتیب P_A و P_B است. کدام رابطه در این مورد درست است؟

۱) $P_B < P_A \ , \ \rho_2 > \rho_1$

۲) $P_B > P_A \ , \ \rho_2 > \rho_1$

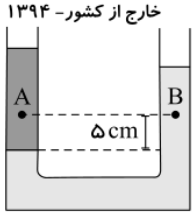
۳) $P_B < P_A \ , \ \rho_2 < \rho_1$

۴) $P_B > P_A \ , \ \rho_2 < \rho_1$

تست ۷۵:

در شکل روبه‌رو، دو مایع مخلوط نشدنی به چگالی‌های $800\frac{kg}{m^3}$ و $1000\frac{kg}{m^3}$ در یک لوله‌ی U شکل قرار دارند. اگر فشار در نقطه‌های A و B به ترتیب P_A و P_B باشد، کدام رابطه در SI برقرار است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$

خارج از کشور- ۱۳۹۴



۱) $P_A = P_B$

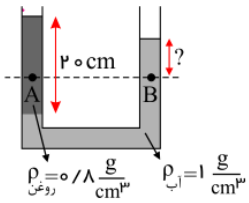
۲) $P_A = \frac{4}{5}P_B$

۳) $P_A = P_B - 100$

۴) $P_A = P_B + 100$

تست ۷۶:

در شکل زیر، اگر اندازهٔ اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B که در یک سطح تراز در مجموعهٔ ساکنی قرار دارند، برابر با ۱۰۰ پاسکال باشد، در این صورت عمق نقطهٔ B از سطح آزاد آب چند سانتی‌متر است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$



۱) ۵

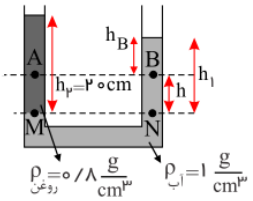
۲) ۱۵

۳) ۱۱

۴) ۱۶

فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن با یکدیگر برابر است لذا با توجه به شکل، فشار در نقاط M و N با یکدیگر برابر است:

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_{روغن} h_2 = \rho_{آب} h_1 \Rightarrow 0/8 \times 20 = 1 \times h_1 \Rightarrow h_1 = 16cm$$



حال برای به‌دست آوردن عمق نقطهٔ B از سطح آزاد مایع داریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow P_A + \rho_{روغن} gh = P_B + \rho_{آب} gh \Rightarrow P_A - P_B = gh(\rho_{آب} - \rho_{روغن})$$

$$\xrightarrow{P_A - P_B = 100Pa} 100 = 10 \times h \times (1000 - 800) \Rightarrow h = \frac{1}{20}m = 0/05m = 5cm$$

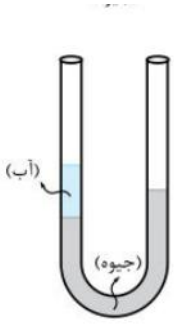
ارتفاع نقطهٔ B از سطح آزاد مایع برابر است با:

$$h_B = h_1 - h = 16 - 5 = 11cm$$

تست ۷۷:

در لولهٔ U شکل مقابل، ارتفاع ستون آب برابر ۲ cm است. چند سانتی‌متر نفت در شاخهٔ چپ لوله اضافه کنیم تا سطح جداکنندهٔ آب و نفت هم‌تراز با سطح آزاد جیوه در شاخهٔ راست قرار بگیرد؟

$(\rho_{آب} = 1 g/cm^3 \ ، \ \rho_{جیوه} = 13/6 g/cm^3 \ ، \ \rho_{نفت} = 0/8 g/cm^3$ و شاخه‌ها به اندازهٔ کافی بلند هستند.)



۱) ۳۱/۵

۲) ۴۲

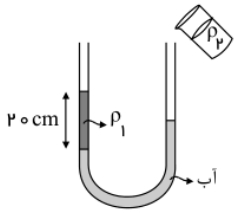
۳) ۵۲/۵

۴) ۶۳

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۷۸:

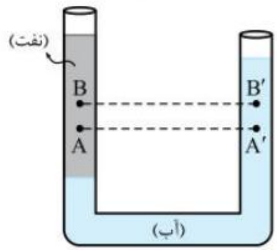
مطابق شکل مقداری آب و مایعی به چگالی $\rho_1 = 800 \frac{kg}{m^3}$ و ارتفاع $20cm$ درون یک لوله U شکل قرار دارند. از دهانه سمت راست لوله، مایعی به چگالی $\rho_2 = 640 \frac{kg}{m^3}$ اضافه می‌کنیم. ارتفاع ستون این مایع چند سانتی‌متر باشد تا پس از ایجاد تعادل، آب در دو طرف لوله هم‌سطح شود؟



۱) ۵
۲) ۲۰
۳) ۲۵
۴) ۳۰

تست ۷۹:

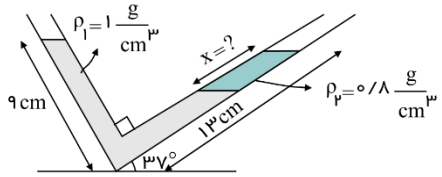
مطابق شکل، دو مایع مخلوط‌نشدنی آب و نفت در یک لولهٔ U شکل در حالت تعادل قرار دارند و فاصلهٔ بین دو نقطهٔ A و B، ۵۰ cm است. اگر اندازهٔ اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و A′ را با ΔP_1 و اندازهٔ اختلاف فشار بین دو نقطهٔ B و B′ را با ΔP_2 نمایش دهیم، مقدار عبارت $\Delta P_2 - \Delta P_1$ چند پاسکال است؟ ($\rho_{آب} = 1\,g/cm^3$ ، $\rho_{نفت} = 0/8\,g/cm^3$ و $g = 10\,m/s^2$)



۱) ۵۰۰
۲) ۷۵۰
۳) ۱۰۰۰
۴) ۱۵۰۰

تست ۸۰:

باتوجه به شکل زیر اگر مایع‌ها در حال تعادل باشند، x چند سانتی‌متر است؟ ($\sin 37^\circ = 0/6$)



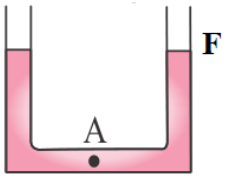
۱) ۴
۲) ۵
۳) ۶
۴) ۷

تیپ دوم سوالات U شکل: اضاف کردن | باز کردن شیر

تست ۸۱:

در شکل روبه‌رو، سطح مقطع لوله در هر طرف برابر $۲cm^۲$ است و در لوله جیوه ریخته شده است. اگر در یکی از شاخه‌ها روی جیوه **۳۴ cm** آب بریزیم، مطلوبست : (چگالی جیوه و آب به ترتیب $۱۳٫۶\frac{g}{cm^۳}$ ، $۱\frac{g}{cm^۳}$ است.)

مورد ج- خارج از کشور- ۱۳۹۳



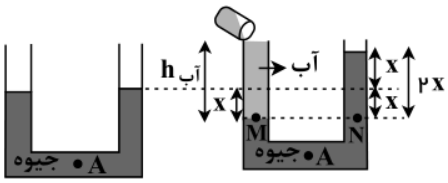
الف: سطح جیوه نسبت به حالت اولیه چند سانتی متر بالاتر می رود؟

ب: ارتفاع جیوه در شاخه سمت راست چند سانتی متر می شود؟ (ارتفاع اولیه جیوه در هر دو شاخه ۲۰ سانتی متر می باشد.)

ج: فشار در نقطه A چند سانتی‌متر جیوه افزایش می یابد؟

د: سطح جیوه چند سانتی متر از نقطه ی **F** بالاتر می رود؟

هـ : ..... در یکی از شاخه ها روی جیوه ۶۸ گرم آب بریزیم:

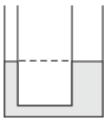


تست ۸۲:

در یک لوله‌ی U شکل که مساحت قاعده‌ی لوله‌ی سمت راست و چپ آن به ترتیب $۵cm^۲$ و $۲cm^۲$ است، مطابق شکل زیر، آب وجود دارد. در لوله‌ی سمت چپ چند گرم روغن بریزیم تا سطح آب در لوله‌ی سمت راست ۴ سانتی‌متر بالا رود؟

$(\rho_{روغن}=۰٫۸\frac{g}{cm^۳}\ ,\ \rho_{آب}=۱\frac{g}{cm^۳}\ ,\ g=۱۰\frac{m}{s^۲})$

خارج از کشور- ۱۳۹۶



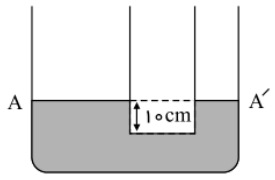
۱) ۱۷٫۵
۲) ۲۸
۳) ۳۵
۴) ۷۰

تست ۸۳:

در دو لولهٔ استوانه‌ای مربوط به هم تا سطح AA' آب وجود دارد و قطر قاعدهٔ یکی از استوانه‌ها ۳ برابر قطر قاعدهٔ استوانهٔ دیگر است. اگر از لولهٔ سمت چپ تا ارتفاع ۵ سانتی‌متر نفت اضافه کنیم، آب در لولهٔ باریک چند سانتی‌متر نسبت به حالت اول بالا می‌رود؟

$(\rho_{آب}=۱\ g/cm^۳\ و\ g=۱۰\ m/s^۲\ و\ \rho_{نفت}=۰٫۸\ g/cm^۳)$

سراسری- ۱۳۹۸



۱) ۱٫۲
۲) ۳٫۶
۳) ۴
۴) ۵

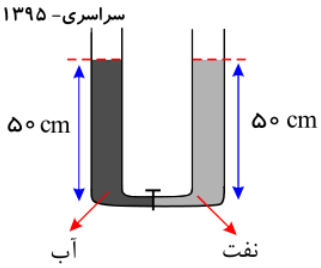
Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۸۴:

در شکل روبه‌رو، قطر قاعده‌ی دو استوانه برابرند. اگر شیر ارتباط بین دو طرف را باز کنیم، سطح آب چند سانتی‌متر پایین می‌آید؟

($\frac{kg}{m^3}$ ۸۰۰ = چگالی نفت و $\frac{kg}{m^3}$ ۱۰۰۰ چگالی آب)

سراسری- ۱۳۹۵



۱) ۱۰

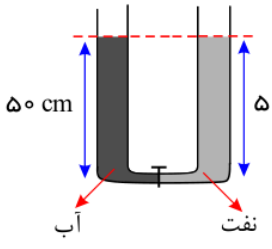
۲) ۵

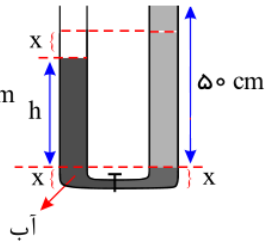
۳) ۴

۴) ۲٫۵

پاسخ: گزینه ۲ با باز شدن شیر ارتباط به دلیل اینکه چگالی آب بیشتر از چگالی نفت است. سطح آب در لوله سمت چپ پایین‌تر از سطح نفت در لوله سمت راست قرار می‌گیرد.

لذا با انتخاب سطح ترازی مناسب و با استفاده از اصل هم‌فشاری نقاط همتراز، ارتفاع h را محاسبه می‌کنیم:





$$P_{\text{آب}} = P_{\text{روغن}}$$

$$\rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} = \rho_{\text{روغن}} g h_{\text{روغن}} \rightarrow \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{روغن}} h_{\text{روغن}}$$

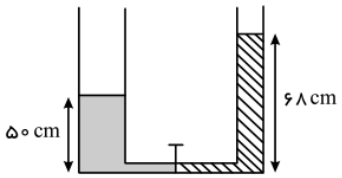
$$\rightarrow ۱۰۰۰ \times h_{\text{آب}} = ۸۰۰ \times ۵۰ \rightarrow h_{\text{آب}} = ۴۰cm$$

$$h_{\text{آب}} + ۲x = ۵۰ \rightarrow ۴۰ + ۲x = ۵۰ \rightarrow x = ۵cm$$

تست ۸۵:

در لولهٔ U شکل زیر، مساحت سطح مقطع شاخهٔ سمت چپ، چهار برابر مساحت سطح مقطع شاخهٔ سمت راست است. اگر در شاخهٔ سمت راست تا ارتفاع ۶۸ سانتی‌متری آب و در شاخهٔ سمت چپ تا ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری جیوه بریزیم و سپس شیر ارتباطی دو لوله باز شود، پس از برقراری تعادل سطح جیوه نسبت به حالت اولیه چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟ ($\rho_{\text{آب}} = ۱ \frac{g}{cm^3}$، $\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳٫۶ \frac{g}{cm^3}$ و سطح مقطع لولهٔ ارتباطی ناچیز است.)

منبع قلم چی- ۱۳۹۹



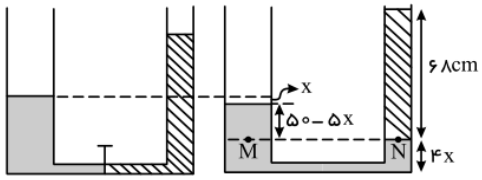
۱) ۱

۲) ۴

۳) ۸

۴) ۹

پاسخ: گزینه ۴

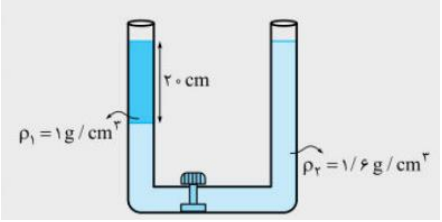


بعد از باز کردن شیر رابط و به تعادل رسیدن دو مایع، اگر سطح جیوه در شاخهٔ سمت چپ به اندازهٔ x پایین بیاید، با توجه به این‌که سطح مقطع شاخهٔ سمت چپ، چهار برابر سطح مقطع شاخهٔ سمت راست است، بنابراین سطح آب در شاخهٔ سمت راست به اندازهٔ $۴x$ بالا می‌رود. حال با توجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن، داریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} + P_0 = \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} + P_0 \Rightarrow \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} = \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} \Rightarrow ۱۳٫۶ \times (۵۰ - ۵x) = ۱ \times ۶۸ \Rightarrow x = ۹cm$$

تست ۸۶:

شکل مقابل دو مایع مخلوط نشدنی را نشان می دهد و شیر رابط بسته است و سطح آزاد مایع در دو لوله در یک ارتفاع قرار دارند. اگر شیر را باز کنیم ، بعد از رسیدن به تعادل، اختلاف ارتفاع سطح آزاد در دو لوله چند سانتی متر می شود؟



۱) ۶

۲) ۷/۵

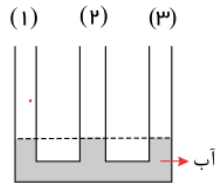
۳) ۱۲/۵

۴) ۱۴

تست ۸۷:

مطابق شکل، درون لوله‌ای با سه شاخه مقداری آب در حال تعادل قرار دارد. چند میلی‌لیتر روغن به چگالی $۰/۸\frac{g}{cm^۳}$ در شاخهٔ (۱) بریزیم تا سطح آب هر یک از شاخه‌های (۲) و (۳)، به میزان $۴cm$ بالا رود؟ (سطح مقطع هر سه شاخه یکسان و برابر با $۲۰cm^۲$ است و $(\rho_{آب}=۱\frac{g}{cm^۳})$

قلم چی- ۱۳۹۷



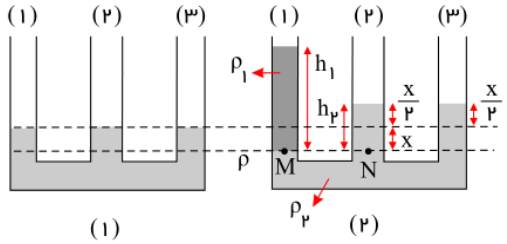
۱) ۱۰

۲) ۱۵

۳) ۲۰۰

۴) ۳۰۰

پاسخ: گزینه ۴ مطابق شکل (۲) اگر سطح آب در شاخهٔ (۱) در اثر ریختن روغن به اندازهٔ x پایین رود، در شاخه‌های (۲) و (۳) به اندازهٔ $\frac{x}{۲}$ بالا خواهد رفت. (چون سطح مقطع لوله‌ها یکسان است، افزایش سطح آب در دو شاخهٔ دیگر به یک اندازه خواهد بود.)



ما می‌خواهیم $\frac{x}{۲}=۴cm$ شود پس خواهیم داشت: $\frac{x}{۲}=۴\Rightarrow x=۸cm$

مطابق شکل (۲)، دو نقطهٔ هم‌تراز M و N هم‌فشارند، بنابراین داریم:

$$P_M=P_N\Rightarrow P_۰+\rho_۱gh_۱=P_۰+\rho_۲gh_۲\Rightarrow \rho_۱h_۱=\rho_۲h_۲$$

$$\xrightarrow{\rho_۱=۰/۸\frac{g}{cm^۳},\ \rho_۲=۱\frac{g}{cm^۳},\ h_۲=۸+۴=۱۲cm} ۰/۸h_۱=۱\times ۱۲\Rightarrow h_۱=۱۵cm$$

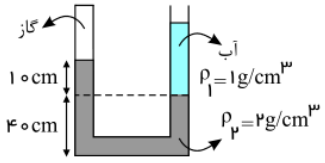
اما مسئلهٔ حجم روغن اضافه شده را برحسب میلی‌لیتر یا $cm^۳$ می‌خواهد، بنابراین داریم:

$$V=Ah=۲۰\times ۱۵=۳۰۰cm^۳=۳۰۰mL$$

تست ۸۸:

مطابق شکل زیر فشار گاز محبوس در شاخهٔ سمت چپ برابر $۱۰۴kPa$ و مجموعه در حال تعادل است. اگر یک روزنهٔ کوچک بالای شاخهٔ حاوی گاز ایجاد کنیم، بعد از ایجاد تعادل، سطح آزاد آب چند سانتی‌متر و چگونه تغییر می‌کند؟ (فشار هوا $۱۰^۵Pa$، $g=۱۰\frac{N}{kg}$ و سطح مقطع لوله در تمام قسمت‌های آن یکسان است.)

قلم چی- ۱۳۹۹



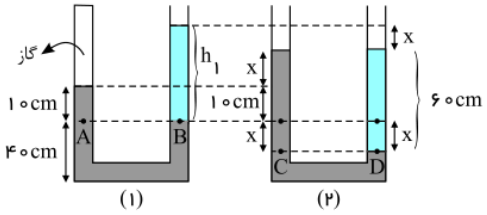
۱) سطح آزاد آب $۲۰cm$ بالا می‌رود.

۲) سطح آزاد آب $۱۰cm$ بالا می‌رود.

۳) سطح آزاد آب $۲۰cm$ پایین می‌رود.

۴) سطح آزاد آب $۱۰cm$ پایین می‌رود.

پاسخ: گزینه ۴ در حل این سؤالات باید دو شکل ترسیم کرد. یکی قبل از تغییر و دیگری بعد از تغییر. وقتی بالای شاخهٔ حاوی گاز روزنه ایجاد کنیم، چون فشار گاز از هوا بیشتر است، گاز از مخزن خارج می شود تا فشار آن با فشار هوا برابر شود؛ به همین علت با خروج گاز، فشار در لولهٔ چپ کاهش می‌یابد و مقداری از مایعات سمت راست وارد لولهٔ سمت چپ خواهند شد. یعنی سطح آب پایین می‌آید:



در شکل (۱) $P_A=P_B\Rightarrow ۲\times ۱۰^۳\times ۱۰\times ۰/۱+۱۰۴\times ۱۰^۳=۱۰^۳\times ۱۰\times h_۱+۱۰^۵\ \Rightarrow h_۱=۰/۶m=۶۰cm$

در شکل (۲) $P_C=P_D\Rightarrow ۲\times ۱۰^۳\times ۱۰\times (۱۰+۲x)\times ۱۰^{-۲}+۱۰^۵=۱\times ۱۰^۳\times ۱۰\times ۰/۶+۱۰^۵$

$\Rightarrow ۲+۰/۴x=۶\Rightarrow x=۱۰cm$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

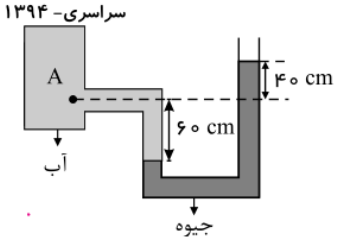
تیپ سوم سوالات U شکل: مخزن دار

تست ۸۹:

در شکل روبه‌رو، اختلاف فشار نقطه‌ی A و فشار هوا چند کیلوپاسکال است؟

$(g = ۱۰\frac{N}{kg}\ ,\ \rho_{آب} = ۱\frac{g}{cm^۳}\ ,\ \rho_{جیوه} = ۱۳٫۶\frac{g}{cm^۳})$

سراسری- ۱۳۹۴

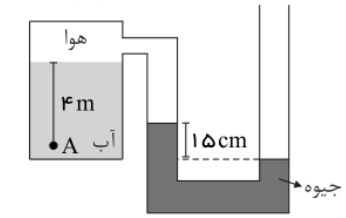


۱) ۱۳٫۶
۲) ۱۳۶
۳) ۱۳۰
۴) ۶۰

تست ۹۰:

فشار در نقطه A چند کیلوپاسکال است؟ (چگالی آب $۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$، چگالی جیوه $۱۳۶۰۰\frac{kg}{m^۳}$، فشار هوای بیرون $۱۰^۵ Pa$ و $g = ۱۰\frac{N}{kg}$ است.)

سراسری- ۱۳۹۴

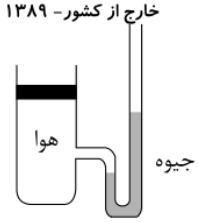


۱) ۷۹٫۶
۲) ۱۱۹٫۶
۳) ۶۸٫۴
۴) ۱۲۰٫۴

تست ۹۱:

در شکل مقابل، وزن و اصطکاک پیستون ناچیز است. وزنه‌ی چند کیلوگرمی را به آرامی روی پیستون قرار دهیم تا در حالت تعادل، اختلاف ارتفاع بین دو سطح جیوه در لوله به ۷٫۵ سانتی متر برسد؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ و مساحت قاعده‌ی پیستون $۵۰ cm^۲$ و چگالی جیوه $۱۳٫۶\frac{g}{cm^۳}$ است.)

خارج از کشور- ۱۳۸۹

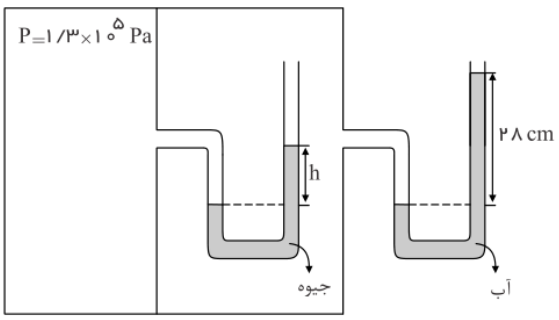


۱) ۳٫۲
۲) ۴٫۳
۳) ۵٫۱
۴) ۶٫۴

تست ۹۲:

در شکل زیر، اگر فشار هوا $۱۰^۵ Pa$ و چگالی آب و جیوه در SI به ترتیب ۱۰۰۰ و ۱۳۶۰۰ باشد، h چند سانتی‌متر است؟

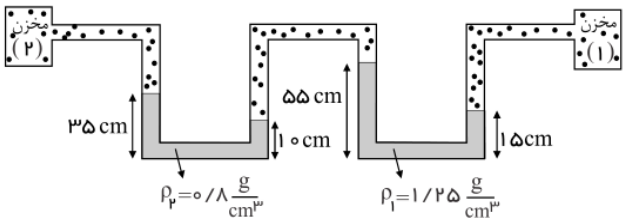
خارج از کشور- ۱۳۹۷



۱) ۲۲
۲) ۲۰
۳) ۱۸
۴) ۱۵

تست ۹۳:

در شکل زیر، فشار گاز محبوس در مخزن (۱)، ۲ برابر فشار گاز محبوس در مخزن (۲) است. در این صورت، فشار گاز محبوس بین دو مایع که در حال تعادل هستند، چند کیلوپاسکال است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$

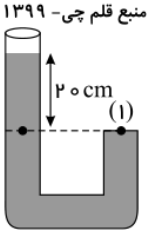


۱) ۳
۲) ۷
۳) ۹
۴) ۱۵

تست ۹۴:

حجم‌های مساوی از دو مایع مخلوط‌شدنی A و B به چگالی‌های $\rho_A = ۱/۹\frac{g}{cm^۳}$ و ρ_B را با هم مخلوط کرده و در ظرفی مطابق شکل زیر می‌ریزیم. اگر فشار کل در نقطهٔ (۱) برابر با $۷۷cmHg$ باشد، ρ_B چند $g/cm^۳$ است؟ (فشار هوا برابر با $P_۰ = ۷۵cmHg$، $\rho_{جیوه} = ۱۳/۵g/cm^۳$، $g = ۱۰\frac{N}{kg}$ و تغییر حجم نداریم.)

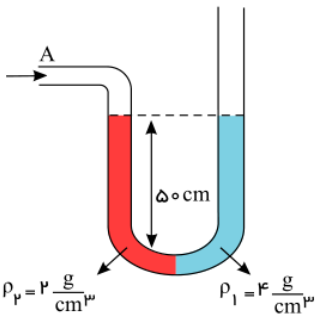
منبع قلم چی- ۱۳۹۹



۱) ۰/۹
۲) ۱/۷
۳) ۱/۲
۴) ۰/۸

تست ۹۵:

در شکل مقابل شخصی از نقطهٔ A به درون لولهٔ U شکل می‌دمد. فشار پیمانه‌ای هوای درون ریهٔ شخص چند کیلوپاسکال است؟



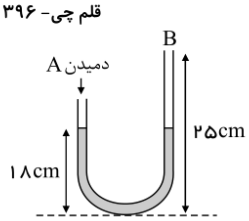
۱) ۲۰۰۰
۲) ۲۰
۳) ۱۰۰۰۰
۴) ۱۰

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست۹۶:

مطابق شکل زیر، لوله‌ی U شکل که سطح مقطع آن در سرتاسر لوله ثابت است، داریم که یک دهانه‌ی آن از دیگری بالاتر قرار دارد. در دو طرف لوله تا ارتفاع $۱۸cm$ آب وجود دارد و می‌خواهیم با دمیدن در دهانه‌ی A، آب را از دهانه‌ی B خارج کنیم. حداقل فشاری که هوای دمیده شده باید داشته باشد، چندکیلوپاسکال است؟ $(P_۰ = ۱۰^۵ Pa \text{ و } \rho_{آب} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳} \text{ , } g = ۱۰ \frac{N}{kg})$

قلم چی- ۱۳۹۶



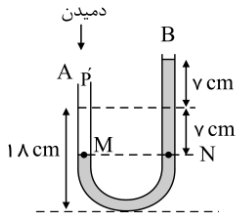
۱) ۱٫۴

۲) ۱۰۱٫۴

۳) ۰٫۷

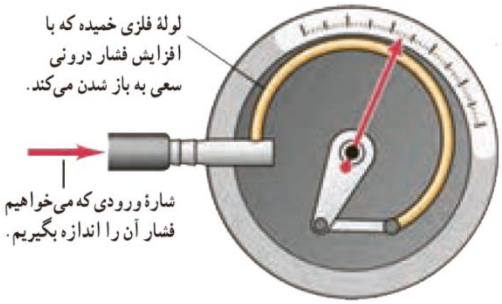
۴) ۱۰۰٫۷

پاسخ: گزینه ۲ برای خارج شدن آب از دهانه‌ی B، باید سطح آب در سمت راست لوله‌ی $(۲۵ - ۱۸ = ۷cm)$ بالا بیاید و باتوجه به یکسان بودن سطح مقطع لوله در دو شاخه وضعیت آب درلوله به شکل زیر در می‌آید و باتوجه به برابر بودن فشار در نقاط هم‌تراز درون یک مایع ساکن مانند M و N می‌توان نوشت:



$$P_M = P_N \Rightarrow P' = \rho gh + P_۰$$
$$\Rightarrow P' = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰٫۱۴ + ۱۰^۵ \Rightarrow P' = ۱۰۱٫۴kPa$$

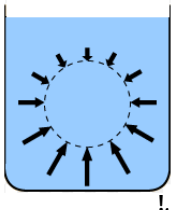
۳-۱۱-۱ فشار سنج بوردون



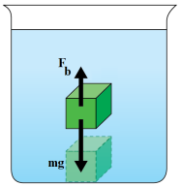
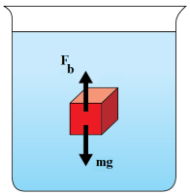
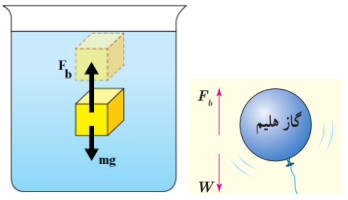
عقربه این فشارسنج زمانی حرکت می کند که فشار پیمانه ای تغییر کند. یعنی کار این وسیله نشان داد فشار پیمانه ای شاره است.

دستگاه هایی مثل دستگاه فشارسنج خون وفشارسنج بادلاستیک فشارپیمانه ای را اندازه می گیرند.

۳-۱۲ نیروی شناوری – اصل ارشمیدوس

نیروی شناوری	توپ توی آب نمیره، علتش نیرویه شناوریه (F_b). چرا توپ بالا میاد؟ ۱) شاره(مایع یاگاز)به سطح جسمی که در داخل آن است به طورعمود نیرو وارد میکند. ۲) هرچه سطح جسم درنقاط عمیق ترشاره باشد این نیرو بزرگتر است. • پایین فشار بالاتره، فلش پایینی ها بزرگتره، به این خاطر نیرو بالاسو هستش! • این نیروی بالا سوی خالص را نیروی شناوری گویند. • پس علت وارد شدن نیروی شناوری اختلاف فشار در سطوح بالایی و پایینی جسم می باشد.  $F_b = \rho V g$ ρ : چگالی شاره — V: حجم آن قسمتی از جسم که داخل مایع شده یا حجم مایع جابجا شده
اصل ارشمیدوس	طبق این اصل وقتی تمام یابخشی ازجسم درون شاره ای فرو رود ازطرف شاره نیرویی بالاسو برجسم وارد می شود. این نیرو برابر باوزن شاره جابه جاشده توسط جسم است. که وزن آب جابجا شده توسط جسم لزوماً با وزن جسم برابر نیست. وزن شاره جابه جاشده= F_b نکته: حجم مایع جابه جاشده برابر حجمی از جسم جامداست که درون مایع فرو رفته. توی کتاب گفته شده که مسئله ی عددی از اصل ارشمیدوس ندیم!

۱-۱۲-۳ شناور؟ غوطه ور؟ ته نشین؟ بالا رفتن؟

حالت	مقایسه نیرو شناوری و نیروی وزن جسم	شکل	مقایسه چگالی جسم (ρ_m) وچگالی شاره(ρ_{fluid})	وضعیت جسم
اول	$mg > F_b$		$\rho_m > \rho_{fluid}$	جسم درشاره به طرف پایین به طرف پایین حرکت میکند تا ته نشین شود.
دوم	$mg = F_b$		$\rho_m = \rho_{fluid}$	جسم درون شاره غوطه ور می ماند.
سوم	$mg < F_b$		$\rho_m < \rho_{fluid}$	جسم به طرف بالا حرکت میکند تا برسطح مایع شناورشود.
چهارم	$mg = F_b$		$\rho_m < \rho_{fluid}$	جسم در سطح مایع شناور است

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۹۷:

جسمی روی سطح آب شناور است و قسمتی از آن درون آب قرار دارد. مقدار نیروی بالاسو که از طرف شاره به جسم وارد می‌شود برابر ..... است.

گزینه ۲-۱۳۹۷

۱) وزن جسم
۲) وزن آب هم‌حجم جسم
۳) وزن آب هم‌حجم قسمتی از جسم که بیرون از آب مانده
۴) حجم آب جابه‌جاشده توسط جسم

پاسخ: گزینه ۱

چون جسم شناور در تعادل است. پس نیروی بالاسو برابر وزن جسم است. همچنین این نیرو برابر وزن آب جابه‌جاشده توسط جسم است.

تست ۹۸:

جسم توپری را درون شاره‌ای قرار می‌دهیم. اگر چگالی جسم برابر ρ و چگالی شاره برابر ρ' باشد، در چه صورت، جسم درون شاره غوطه‌ور می‌ماند؟

قلم چی-۱۳۹۷

۱) در صورتی که $\rho < \rho'$ باشد.
۲) در صورتی که $\rho = \rho'$ باشد.
۳) در صورتی که $\rho > \rho'$ باشد.
۴) در هر حالتی، جسم درون شاره غوطه‌ور می‌ماند.

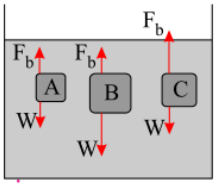
پاسخ: گزینه ۲

با قرار دادن جسم درون شاره، در صورتی که چگالی جسم (ρ) و چگالی شاره (ρ') با هم برابر باشند، جسم درون شاره غوطه‌ور می‌ماند. دقت کنید، اگر $\rho > \rho'$ باشد، جسم درون شاره سقوط می‌کند و ته‌نشین می‌شود و اگر $\rho < \rho'$ باشد، جسم به سطح شاره رفته و روی سطح شناور می‌ماند.

تست ۹۹:

مطابق شکل، سه جسم در ظرف آبی قرار دارند. باتوجه به نیروهای وارد بر جسم (نیروی شناوری و نیروی وزن) کدام یک از گزینه‌های زیر به‌ترتیب، توصیف درستی از وضعیت سه جسم A ، B و C است؟

گزینه ۲-۱۳۹۶



۱) فرو رفتن - غوطه‌وری - بالا رفتن
۲) غوطه‌وری - فرو رفتن - شناوری
۳) غوطه‌وری - فرو رفتن - بالا رفتن
۴) فرو رفتن - شناوری- غوطه‌وری

پاسخ: گزینه ۳

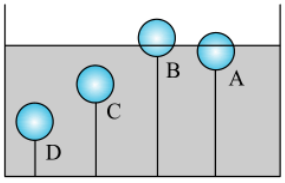
برای جسم غوطه‌ور در درون شاره، باتوجه به نیروهای وارد بر جسم (نیروی شناوری و نیروی وزن)، چهار وضعیت ممکن است پیش بیاید:

$F_b = W \Leftarrow$ غوطه‌وری یا شناوری { اگر جسم روی سطح آب باشد $\Leftarrow$ شناوری ؛ اگر جسم درون آب باشد $\Leftarrow$ غوطه‌وری }
$F_b > W \Leftarrow$ بالا رفتن
$F_b < W \Leftarrow$ فرو رفتن

تست ۱۰۰:

در شکل زیر، چهار کرهٔ توخالی سبک همسان توسط نخ به کف ظرف پر از آبی متصل شده و ساکن هستند. اندازهٔ نیروی شناوری وارد بر آن‌ها در کدام گزینه به‌درستی مقایسه شده است؟

قلم چی-۱۳۹۸



۱) $A > B > C > D$
۲) $A = B = C = D$
۳) $D = C > B > A$
۴) $D = C > A > B$

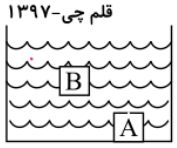
پاسخ: گزینه ۴

طبق اصل ارشمیدس، اندازهٔ نیروی شناوری برابر است با وزن شاره‌ای که جابه‌جا شده است. چون کره‌ها یکسان هستند، نیروی شناوری برای D و C برابر است، زیرا به‌طور کامل در شاره غرق شده‌اند. نیروی شناوری برای کرهٔ A و کرهٔ B به میزانی از حجم آن‌ها که داخل شاره است، بستگی دارد و چون حجم فرورفته در شاره برای کرهٔ A بیش‌تر است، پس‌اندازهٔ نیروی شناوری آن از B بیش‌تر و از دو جسم C و D کم‌تر است.

تست ۱۰۱:

پس از رها کردن دو جسم توپر هم‌جرم و هم‌شکل A و B از ارتفاعی بالای سطح مایع درون ظرف، وضعیت تعادل این دو جسم در مایع مطابق شکل زیر است. اگر ρ_A و ρ_B به ترتیب چگالی جسم‌های A و B باشند، کدام گزینه در مورد مقایسهٔ چگالی مایع (ρ) و چگالی جسم‌های A و B صحیح است؟

قلم چی-۱۳۹۷



۱) $\rho = \rho_B < \rho_A$

۲) $\rho = \rho_B = \rho_A$

۳) $\rho < \rho_B = \rho_A$

۴) $\rho < \rho_B < \rho_A$

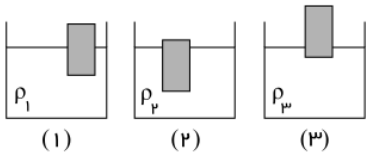
پاسخ: گزینه ۱

در ابتدای ورود دو جسم به مایع، هر دو جسم ابتدا تا حدی به دلیل انرژی‌هایی که دارند در مایع فرو می‌روند. با توجه به غوطه‌ور ماندن جسم B در مایع، نتیجه می‌گیریم که چگالی این جسم، برابر با چگالی مایع است. از طرفی جسم A به ته ظرف سقوط کرده است. بنابراین چگالی جسم A از چگالی مایع و همچنین از چگالی جسم B بیشتر است.

تست ۱۰۲:

مطابق شکل‌های زیر، یک جسم در سه مایع با چگالی‌های ρ_1، ρ_2 و ρ_3 شناور می‌شود. کدام گزینه در مورد مقایسه‌ی چگالی این مایعات صحیح است؟

قلم چی-۱۳۹۶



۱) $\rho_2 > \rho_1 > \rho_3$

۲) $\rho_3 > \rho_1 > \rho_2$

۳) $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$

۴) $\rho_3 > \rho_2 > \rho_1$

پاسخ: گزینه ۲

طبق اصل ارشمیدس: «وقتی تمام یا قسمتی از یک جسم در شاره‌ای فرو رود، شاره نیروی بالاسو بر آن وارد می‌کند که با وزن شاره جابه‌جا شده توسط جسم برابر است.»

در هر سه حالت جرم جسم یکسان است و چون جسم شناور است می‌توان نتیجه گرفت: $F_b = W_1 = W_2 = W_3$

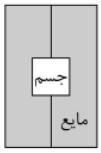
اکنون طبق اصل ارشمیدس می‌توان گفت وزن شاره جابه‌جا شده در هر سه حالت برابر است و بنابراین با توجه به رابطه‌ی $(m = \rho V)$ می‌توان نتیجه گرفت شاره‌ای که حجم کم‌تری از آن جابه‌جا می‌شود، چگالی بیش‌تری دارد، پس:

$\rho_3 > \rho_1 > \rho_2$

تست ۱۰۳:

در شکل زیر، ظرف پُر از مایع است و جسم توپُری توسط دو نخ به بالا و پایین ظرف متصل است. کدام گزینه صحیح است؟

قلم چی-۱۳۹۷



۱) اگر چگالی جسم از چگالی مایع بیشتر باشد، نخ پایینی کشیده می‌شود.

۲) اگر چگالی جسم از چگالی مایع کمتر باشد، نخ پایینی کشیده می‌شود.

۳) در هیچ حالتی نخ پایینی کشیده نمی‌شود زیرا وزن جسم رو به پایین است.

۴) اگر چگالی جسم و مایع برابر باشد، نخ بالایی بیشتر از نخ پایینی کشیده می شود.

پاسخ: گزینه ۲

در حالتی که چگالی جسم از چگالی مایع کم‌تر باشد، در این صورت نیروی شناوری وارد بر جسم به سمت بالا و بیش‌تر از وزن جسم است و لذا در این حالت برایند نیروهای وارد بر جسم به سمت بالا است، در نتیجه نخ پایینی کشیده می‌شود. اگر چگالی جسم از چگالی مایع بیش‌تر باشد مشابه حالت قبل، نیروی وزن جسم از نیروی شناوری بیش‌تر می‌شود و در نتیجه جسم به سمت پایین کشیده می‌شود و نخ بالایی کشیده می‌شود و در حالتی که چگالی مایع و جسم برابر باشد، جسم در تعادل قرار می‌گیرد و در این حالت هیچ‌کدام از نخ‌های بالایی و پایینی کشیده نمی‌شوند.

نکته ۲۱: اگر چگالی جسم ρ_m و چگالی مایع ρ_f باشد و جسم روی مایع شناور باشد، حجم قسمتی از جسم که درون مایع قرار می گیرد V' به حجم کل جسم V از رابطه روبرو محاسبه می شود :

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

یه مثال: جسمی به چگالی ۰/۴ گرم بر سانتی متر مکعب و حجم ۱ متر مکعب را روی آب قرار می دهیم. حجم قسمتی از جسم که بیرون از آب قرار می گیرد ، چند متر مکعب است ؟

$$\frac{V'}{V} = \frac{\rho'}{\rho} \rightarrow \frac{V'}{1} = \frac{0/4}{1} \rightarrow V' = 0/4 m^3$$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

حجم قسمتی که جسم درون مایع قرار گرفته است برابر ۰/۴ متر مکعب شده است. پس حجم قسمتی از جسم که بیرون آب قرار گرفته است ۰/۶ متر مکعب است.

نکته۲۲: با قرار دادن جسمی در آب ابتدا نیروی شناوری افزایش می یابد. با فرو رفتن کامل جسم در آب دیگر مقدار نیروی شناوری افزایش نمی یابد و ثابت می ماند.

تست۱۰۴:

سنگی را در استخری عمیق می‌اندازیم. وقتی سنگ به طور کامل وارد آب می‌شود، با پایین رفتن سنگ، چه تغییری در بزرگی نیروی شناوری وارد بر آن ایجاد می‌شود؟

قلم چی-۱۳۹۶

۱) افزایش می‌یابد. ۲) کاهش می‌یابد. ۳) ثابت می‌ماند. ۴) اظهارنظر قطعی ممکن نیست.

پاسخ: گزینه ۳

بزرگی نیروی شناوری برابر وزن آب جابه‌جا شده توسط سنگ است و چون حجم سنگ و در نتیجه حجم آب جابه‌جا شده در عمق‌های مختلف ثابت است، پس بزرگی نیروی شناوری با پائین رفتن سنگ تغییر نمی‌کند.

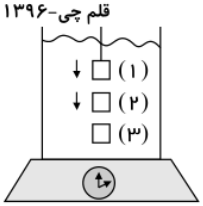
تذکر: آب مایعی تراکم‌ناپذیر است و چگالی آن در تمام نقاط تقریباً یکسان است.

نکته: برای تحلیل بزرگی نیروی شناوری می‌توان از رابطه‌ی $F_b = \rho V g$ استفاده کرد، باتوجه به این رابطه حجم سنگ و چگالی آب ثابت است، پس نیروی شناوری نیز تغییر نمی‌کند.

تست۱۰۵:

مطابق شکل زیر، یک ظرف محتوی آب روی باسکولی قرار دارد و باسکول W را نشان می‌دهد. هرگاه یک قطعه آهن که به نخی سبک متصل است را به آرامی وارد ظرف آب کنیم و تا نزدیکی کف ظرف فرو بریم (بدون آن که به کف ظرف بچسبد) در طی این عمل عددی که باسکول نشان می‌دهد چگونه تغییر می‌کند؟

قلم چی-۱۳۹۶



۱) همواره ثابت می‌ماند.
۲) ابتدا افزایش می‌یابد و سپس ثابت می‌ماند.
۳) ابتدا کاهش می‌یابد و سپس ثابت می‌ماند.
۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۲

بنابر اصل ارشمیدس می‌دانیم، وقتی تمام یا قسمتی از جسم در شاره‌ای فرو رود، شاره نیرویی بالاسو بر آن وارد می‌کند که با وزن شاره جابه‌جا شده توسط جسم برابر است. بنابراین در ابتدا با افزایش حجم قطعه‌ی فرو رفته در آب، وزن شاره جابه‌جا شده افزایش می‌یابد. پس نیروی شناوری وارد بر قطعه نیز افزایش می‌یابد، اما از لحظه‌ای که تمام قطعه در آب فرو می رود. حجم آب جابه‌جا شده بیشینه می‌شود و پس از آن تا نزدیکی کف ظرف ثابت می‌ماند. بنابراین نیروی شناوری ابتدا افزایش می‌یابد و سپس ثابت می‌ماند.

از طرف دیگر بنابر قانون سوم نیوتون عکس‌العمل نیروی شناوری که از طرف مایع به جسم وارد می‌شود به سمت پائین وارد شده و در نتیجه عدد باسکول نیز ابتدا افزایش می یابد و سپس ثابت می‌ماند.

تست۱۰۶:

دو کره‌ی هم‌جرم یکی آهنی و دیگری آلومینیمی را وارد آب می‌کنیم. بزرگی نیروی شناوری وارد بر کدام کره بزرگ‌تر است؟(چگالی آهن بیش‌تر از چگالی آلومینیم است.)

قلم چی-۱۳۹۶

۱) آهن ۲) آلومینیم ۳) برابر است. ۴) هر سه حالت ممکن است.

پاسخ: گزینه ۲

طبق اصل ارشمیدس، نیروی شناوری وارد بر جسم با وزن شاره جابه‌جا شده توسط جسم برابر است، پس کره‌ای که حجم بیش‌تری دارد و شاره‌ی بیش‌تری را جابه‌جا می‌کند، نیروی شناوری وارد بر آن بیش‌تر است.

پس در این سوال باتوجه به رابطه‌ی $\rho = \frac{m}{V}$ و بیش‌تر بودن چگالی آهن، حجم کره‌ی آلومینیمی بیش‌تر و بنابراین نیروی شناوری وارد بر آن نیز بیش‌تر است.

چون دو کره هم جرم هستن و چگالی آهن بیشتر از آلومینیوم است بنابراین حجم کرهٔ آهنی از آلومینیومی کمتر است و هر چه حجم بیشتر باشد نیروی شناوری بیشتر است. در نتیجه نیروی وارده به کرهٔ آلومینیومی بیشتر است.

۳-۱۲-۲ تاثیر نیروی شناوری برمایع

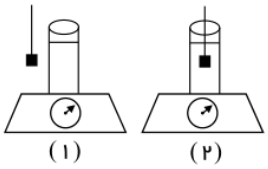
نیروی شناوری نیرویی است بالا سو که ازسوی مایع به جسم وارد میشود. همانند قانون سوم نیوتن:

اگر A به جسم B نیرو واردکند جسم B هم نیرویی به همان اندازه و درخلاف جهت به جسم A نیرو وارد میکند. پس دربحث شناوری جسم هم به مایع نیرویی پایین سو وارد می کند.

تست ۱۰۷:

مطابق شکل (۱)، ترازویی وزن ظرف و آب داخل آن را نمایش می‌دهد. اگر یک تکه سنگ به وزن W را که به انتهای یک ریسمان بسته شده است، مطابق شکل (۲) به‌طور کامل داخل آب قرار دهیم، عددی که ترازو نمایش می‌دهد، چگونه تغییر می‌کند؟ (F_b بزرگی نیروی شناوری وارد بر سنگ از طرف آب است.)

قلم چی-۱۳۹۶



۱) به اندازه‌ی W افزایش می‌یابد.

۲) به اندازه‌ی W کاهش می‌یابد.

۳) به اندازه‌ی F_b کاهش می‌یابد.

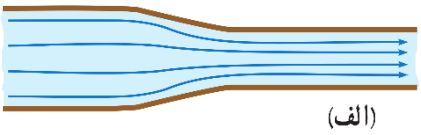
۴) به اندازه‌ی F_b افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۴

با ورود سنگ به داخل آب، از طرف آب نیرویی شناوری به اندازه‌ی F_b به سنگ و به طرف بالا وارد می‌شود. بنابراین طبق قانون سوم نیوتون، از طرف سنگ نیز نیرویی به همان اندازه به آب و به طرف پایین وارد می گردد. پس عددی که ترازو نمایش می‌دهد، به اندازه‌ی F_b بیش‌تر می‌شود.

۳-۱۳ شاره در حرکت

حرکت شاره ها می تواند یکنواخت (الف) و لایه ای (ب) وتلاطم و آشوبناک باشد. ما فقط حالت (الف) را بررسی میکنیم یعنی شاره ای که:


(الف)

۱) درحال حرکت بدون تلاطم یکنواخت ولایه ای است.

۲) تراکم ناپذیر(یعنی باچگالی ثابت)است.

(ب)

۳) ازاصطکاک داخلی اش (گران روی – ویسکوزیته) می توانیم چشم پوشی کنیم.

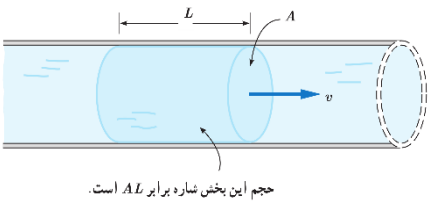
نکته:

۱) درجریان لایه ای، هرذره از شاره بدون چرخش در امتدادیک خط جریان حرکت میکند.

۲) با حذف اصطحکاک انرژی مکانیکی شاره پایسته و ثابت می ماند.

۳-۱۳-۱ آهنگ جریان یک شاره درون لوله

به حجم شاره ای که در واحدزمان ازیک مقطع از لوله میگذرد اهنگ جریان شاره می گوییم. به عبارت دیگر اهنگ جریان شاره نسبت حجم شاره جابه جاشده به زمان جابه جایی است. مثلاً اگر درشکل روبرو حجم AL ازشاره در مدت t جابه جاشده باشد اهنگ جریان شاره ای برابر میشود با:



حجم این بخش شاره برابر AL است.

اهنگ جریان شاره = $\frac{Hajme\ share}{time} = \frac{AL}{t}$ واحد آن در SI m^3/s می باشد.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

اگرتندی حرکت شاره را V بنامیم اهنگ جریان شاره ای رابه صورت زیر هم می توانیم نمایش دهیم.

$$\frac{AL}{t} \xrightarrow{V=\frac{L}{t}} AV$$

تست۱۰۸:

جریان آب با تندی ثابت $5\frac{m}{s}$ درون لوله‌ای استوانه‌ای شکل به قطر $30cm$ برقرار است. چند دقیقه طول می‌کشد تا ۱۶۲۰ مترمکعب آب از طریق دهانهٔ خروجی این لوله تخلیه شود؟ $(\pi = 3)$ قلم چی-۱۳۹۷

۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۲۰ ۴) ۸۰

پاسخ: گزینه ۴

می‌دانیم که اگر در مدت زمان معینی، حجم معینی از شاره از مقطع مشخصی از یک لوله عبور کند، آهنگ شارش شاره از این مقطع فرضی از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{آهنگ شارش شاره} = \frac{\text{حجم شاره}}{\text{زمان}} = Av$$

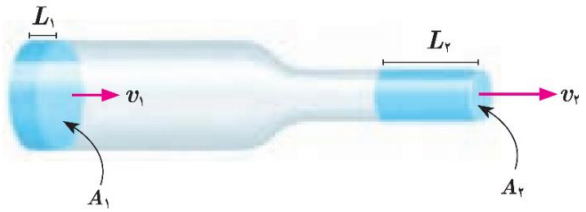
که A سطح مقطع و v تندی شاره است. بنابراین:

$$\frac{\text{حجم آب}}{t} = Av \Rightarrow t = \frac{\text{حجم آب}}{Av} = \frac{۱۶۲۰}{۳ \times \frac{(۳۰ \times ۱۰^{-۲})^{۲}}{۴} \times ۵} = ۴۸۰۰s = ۸۰ \text{ دقیقه}$$

۳-۱۳-۲ معادله پیوستگی درشاره تراکم ناپذیر

منظوراز شاره تراکم ناپذیرهمان مایع است.

درشکل زیر جریان لایه ای شاره تراکم ناپذیر درون یک لوله بادوسطح مقطع نشان داده شده است. درحالت پایا (همه جای لوله پر از مایع است) مثلاً در شکل زیر اگردرمدت t ازسطح مقطع A_1 حجم A_1L_1 و از سطح مقطع A_2 حجم A_2L_2 عبور کند، انگاه داریم:



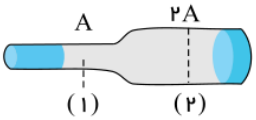
$$A_1L_1 = A_2L_2 \xrightarrow{t_1=t_2} \frac{A_1L_1}{t_1} = \frac{A_2L_2}{t_2} \Rightarrow A_1V_1 = A_2V_2$$

به رابطه بالا معادله پیوستگی می گوییم که برای شاره های تراکم ناپذیر درست است.

در رابطه ی پیوستگی نیازی به SI نوشتن نیست. فقط واحد هر دو طرف یکی باشد.

تست۱۰۹:

در لوله‌ای افقی مطابق شکل جریانی از شاره در حالت پایا از چپ به راست برقرار است. در این صورت آهنگ جریان شاره در مقطع (۲) ..... آهنگ جریان آن در مقطع (۱) است و تندی شاره در مقطع (۲) ..... تندی آن در مقطع (۱) است. (سطح مقطع (۲)، دو برابر سطح مقطع (۱) است.) قلم چی-۱۳۹۶



۱) دو برابر - برابر با ۲) نصف - برابر با
۳) برابر با - نصف ۴) برابر با - دو برابر

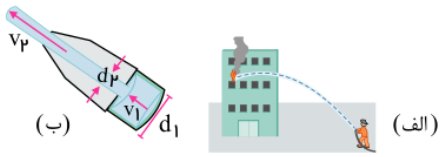
پاسخ: گزینه ۳

طبق معادله‌ی پیوستگی، آهنگ جریان شاره در حالت پایا برای تمام مقاطع یکسان است اما تندی شاره با سطح مقطع لوله نسبت عکس دارد. بنابراین در این‌جا تندی شاره در مقطع پهن‌تر نصف مقطع باریک‌تر است:

$$A_۱v_۱ = A_۲v_۲ \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{A_۱}{A_۲} \xrightarrow{A_۲=۲A_۱} \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{۱}{۲}$$

تست ۱۱۰:

شکل (الف) آتش‌نشانی را در حال خاموش کردن آتش از فاصلهٔ نسبتاً دوری نشان می‌دهد. نمایی بزرگ شده از شیر بسته شده به انتهای لولهٔ آتش‌نشانی در شکل (ب) نشان داده شده است. اگر آب با تندی $v_1 = ۱٫۵ \frac{m}{s}$ از لوله وارد شیر شود و قطر ورودی شیر $d_1 = ۱۲٫۵cm$ و قطر قسمت خروجی آن $d_2 = ۲٫۵cm$ باشد، تندی آب خروجی از شیر چند متر بر ثانیه است؟ قلم چی-۱۳۹۷



۱) ۷٫۵
۲) ۲۵
۳) ۴۵
۴) ۳۷٫۵

پاسخ: گزینه ۴

طبق معادلهٔ پیوستگی:

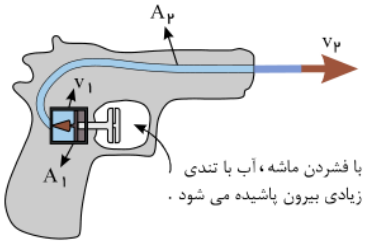
$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \xrightarrow{A=\pi\frac{d^2}{4}} v_1 d_1^2 = v_2 d_2^2$$

با جایگزینی داریم:

$$\xrightarrow[d_2=۲٫۵cm]{v_1=۱٫۵\frac{m}{s},\ d_1=۱۲٫۵cm} ۱٫۵ \times (۱۲٫۵)^2 = v_2 \times (۲٫۵)^2 \Rightarrow v_2 = ۲۵ \times ۱٫۵ = ۳۷٫۵\frac{m}{s}$$

تست ۱۱۱:

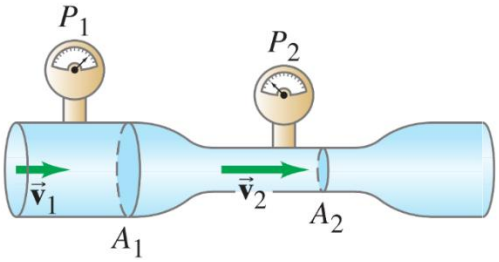
مطابق شکل، $A_1 = ۱cm^2$ و $A_2 = ۲mm^2$ است. هنگام فشردن ماشهٔ تفنگ $v_1 = ۰٫۰۱ \frac{m}{s}$ است. تندی آب از تفنگ چند $\frac{m}{s}$ است؟



۱) ۰٫۵
۲) ۲
۳) ۰٫۰۵
۴) ۰٫۲

۳-۱۳-۳اصل برنولی

درشکل زیر آب باجریان لایه ای درلوله ای بادوسطح مقطع A_1 و A_2 شارش میکند طبق معادله پیوستگی داریم:

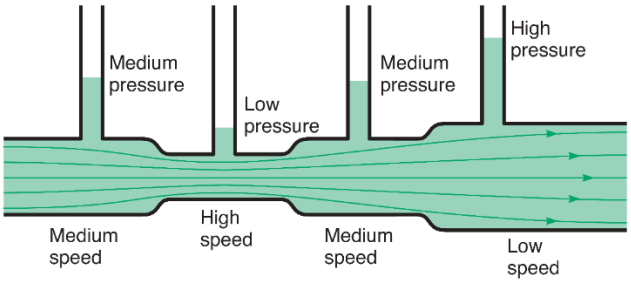


$$A_1V_1 = A_2V_2 \xrightarrow{A_1>A_2} V_2 > V_1$$

یعنی جریان آب در مقطع A_2 تندتر ازمقطع A_1 است.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

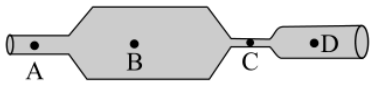
اصل برنولی درمورد شاره ای که به طورلایه ای و درامتداد افق حرکت میکند می گوید: درمسیر حرکت شاره با افزایش تندی شاره فشار آن کم میشود. یعنی درشکل بالا $P_2 < P_1$ است.



تست۱۱۲:

داخل لولهٔ شکل زیر، جریان یکنواخت و لایه‌ای آب در حال حرکت است. کدام گزینه مقایسهٔ درستی در مورد فشار آب (P) و تندی آب (v) در نقاط مشخص شده ارائه می‌دهد؟

قلم چی-۱۳۹۷



۱) $v_C > v_A > v_D > v_B$ ، $P_B > P_D > P_A > P_C$

۲) $v_C > v_A > v_D > v_B$ ، $P_C > P_A > P_D > P_B$

۳) $v_B > v_D > v_A > v_C$ ، $P_B > P_D > P_A > P_C$

۴) $v_B > v_D > v_A > v_C$ ، $P_C > P_A > P_D > P_B$

تست۱۱۳:

وقتی شیر آبی را کمی باز می‌کنیم و آب به آرامی جریان می‌یابد، مشاهده می‌شود که .....

قلم چی-۱۳۹۶

۱) با نزدیک‌تر شدن جریان آب به زمین، به‌دلیل افزایش فشار، سطح مقطع آب کم‌تر می‌شود.

۲) با نزدیک‌تر شدن جریان آب به زمین، به دلیل افزایش تندی، سطح مقطع آب کمتر می‌شود.

۳) با نزدیک‌تر شدن جریان آب به زمین، چون فشار هوا ثابت است، سطح مقطع آب تغییری نمی‌کند.

۴) به‌دلیل وجود نیروی هم‌چسبی، سطح مقطع آب کاهش می‌یابد.

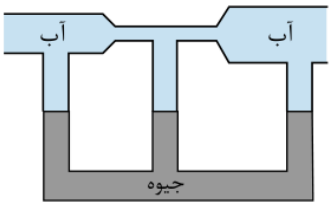
پاسخ: گزینه ۲

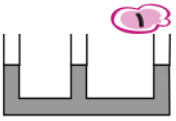
هرچه آب بیش‌تر پایین می‌آید، تندی آن بیش‌تر می‌شود در نتیجه باتوجه به معادله‌ی پیوستگی $(A_1v_1 = A_2v_2)$ سطح مقطع آب کاهش می‌یابد و جریان آب باریک‌تر می‌شود.

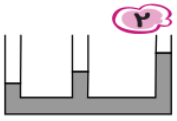
تست۱۱۴:

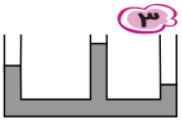
لوله‌ای پر از آب مطابق شکل به یک ظرف دارای سه شاخهٔ باریک شیشه‌ای متصل است. قسمت پایینی هر سه شاخه به هم متصل بوده و پر از جیوه است. اگر آب درون لوله جریان داشته باشد، کدام گزینه سطح جیوه را در سه شاخه به‌درستی نمایش می‌دهد؟

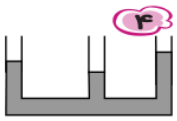
گزینه ۲-۱۳۹۷



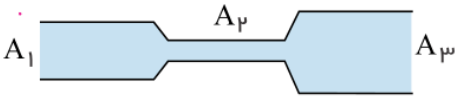
۱ 

۲ 

۳ 

۴ 

پاسخ: **گزینه ۳**



مطابق شکل، $A_2 < A_1 < A_3$ است و طبق معادلهٔ پیوستگی $A_1 v_1 = A_2 v_2 = A_3 v_3$ است. پس مقایسهٔ تندی آب در سه مقطع به‌صورت $v_2 < v_1 < v_3$ است.

طبق اصل برنولی، در مسیر حرکت شاره با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد، پس $P_2 < P_1 < P_3$. وقتی فشار بالای شاخه‌ای کمتر باشد، ارتفاع ستون جیوه در آن افزایش می‌یابد (چرا؟)؛ در نتیجه گزینهٔ ۳ درست است.

تست۱۱۵:

در شکل زیر، آب حجم لوله‌ها را پُر کرده و به‌صورت پیوسته و پایدار در لوله‌هایی افقی با سطح مقطع‌های متفاوت جاری است. اگر تندی آب را با V و فشار آن را با P نشان دهیم، کدام رابطه درست است؟

خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱ $P_A > P_B$ و $V_A < V_B$

۲ $P_A > P_B$ و $V_A > V_B$

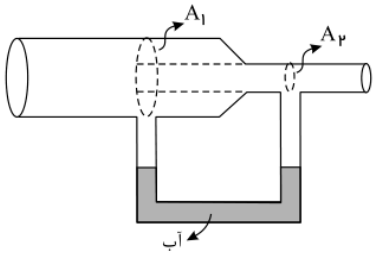
۳ $P_A < P_B$ و $V_A < V_B$

۴ $P_A < P_B$ و $V_A > V_B$

تست۱۱۶:

مطابق شکل، لولهٔ U شکل به نقطهٔ یک لوله با سطح مقطع‌های متفاوت متصل است و آب داخل لولهٔ U شکل در تعادل است. اگر با ورود جریان لایه‌ای هوا به داخل لوله، اختلاف فشار ۵۰۰Pa بین دو مقطع A_1 و A_2 ایجاد شود، به‌ترتیب آب در کدام سمت لولهٔ U شکل بالاتر می رود و اختلاف ارتفاع آب در دو شاخهٔ لولهٔ U شکل چند سانتی‌متر خواهد بود؟ (سطح مقطع دو طرف لولهٔ U شکل برابر بوده، $\rho_{آب} = 1 g/cm^3$ و $g = 10 N/kg$ است.)

قلم چی-۱۳۹۸



۱ چپ، ۳

۲ راست، ۳

۳ چپ، ۵

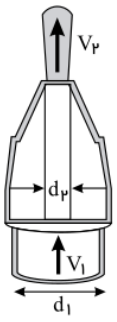
۴ راست، ۵

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۱۱۷:

شکل زیر، شیر بسته شده به انتهای لولهٔ آب را نشان می‌دهد. آب با تندی $v_1 = 1/25 m/s$ از لوله با مقطع دایره‌ای به قطر $d_1 = 10 cm$ وارد می‌شود و از خروجی آن که سطح مقطع دایره‌ای به قطر $d_2 = 2/5 cm$ دارد، خارج می‌شود. اگر خروجی شیر در ارتفاع ۱ متری از سطح زمین و به‌صورت عمودی نگه‌داشته شده باشد و آن‌را لحظه‌ای باز کرده و سپس ببندیم، آب حداکثر تا چه ارتفاعی از سطح زمین برحسب متر بالا می‌رود؟ ($g = 10 N/kg$ و از مقاومت هوا صرف نظر کنید.)

قلم چی-۱۳۹۸



۱) ۳/۵
۲) ۶
۳) ۱۱
۴) ۲۱

پاسخ: گزینه ۴

طبق معادلهٔ پیوستگی داریم:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow \pi \frac{d_1^2}{4} v_1 = \pi \frac{d_2^2}{4} v_2$$

$$\Rightarrow v_2 = v_1 \times (\frac{d_1}{d_2})^2 = 1/25 \times (\frac{10}{2/5})^2 = 1/25 \times 16 = 20 m/s$$

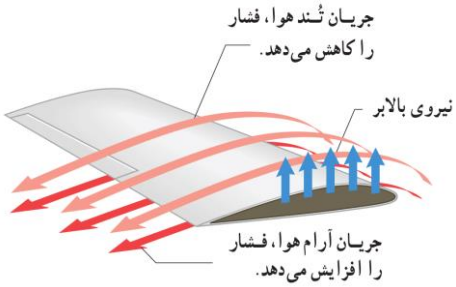
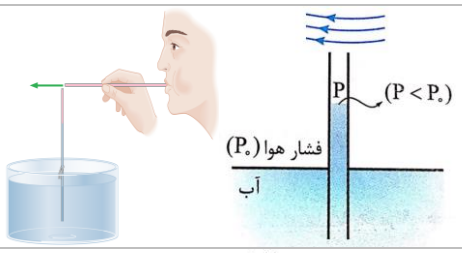
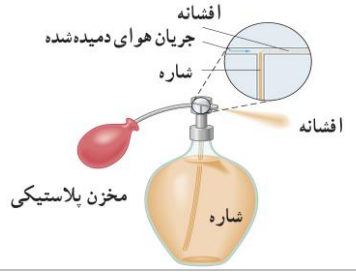
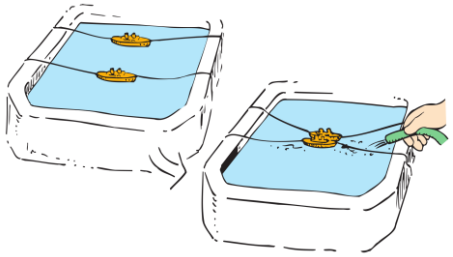
اگر خروجی آب از لوله را نقطهٔ (A) و حداکثر ارتفاع آب نسبت به سطح زمین را نقطهٔ (B) فرض کنیم، با توجه به ناچیز بودن مقاومت هوا و در نظر گرفتن سطح زمین به‌عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی، با استفاده از پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

$$E_A = E_B \Rightarrow K_A + U_A = K_B + U_B \Rightarrow \frac{1}{2} m v_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2} m v_B^2 + mgh_B$$

$$\xrightarrow[\text{از طرفین}]{\text{حذف } m} \frac{1}{2} v_A^2 + gh_A = \frac{1}{2} v_B^2 + gh_B$$

$$\xrightarrow[v_B=0 \ , \ h_B=?]{v_A=20 m/s \ , \ h_A=1 m} \frac{1}{2} \times 20^2 + 10 \times 1 = \frac{1}{2} \times 0 + 10 \times h_B \Rightarrow h_B = 21 m$$

۴-۱۳-۳ نمونه هایی از اصل برنولی

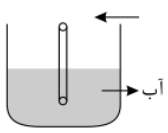
اگر یک ورقه کاغذ را جلوی دهانتان بگیرید و به سطح بالای کاغذ فوت کنید کاغذ به طرف بالا حرکت میکندفوت کردن یا دمیدن باعث ایجادجریان تندهوا دربالای کاغذ ودرنتیجه کاهش فشار در آن منطقه میشود یعنی فشاردربالای کاغذ از زیر آن کمترشده وبه دلیل اختلاف فشارکاغذ به طرف بالا هل داده می شود.	
مطابق شکل روبرو پوشش برزنتی کامیون در هنگام حرکت پف میکند. دلیل بالا امدن پوشش برزنتی دقیقا مانندکاغذی است که دربالای آن می دمید.یعنی به دلیل حرکت نسبی هوادربالای پوشش برزنتی فشار درآن منطقه کم میشود و اختلاف فشار بالا وپایین پوشش باعث بالارفتن آن می شود.	
نیروی بالابر بال های هواپیما به دلیل طراحی خاص بال هاست. طراحی بال های هواپیما به گونه ای است که تندی هوا دربالای بال نسبت به زیر آن بیشتر است. برای همین فشار هوادربالای بال کمتر از زیر آن است و به این ترتیب بال ها به طرف بالا هل داده می شوند.	
وقتی داخل نی افقی فوت میکنید سطح آب درون نی عمودی بالا می اید. دلیلش این است که بادمیدن فشارهوا دربالای نی عمودی کم میشود و بین هوای داخل لوله عمودی وهوای بیرون اختلاف فشار ایجاد میشود وطبق اصل هم فشاری نقاط هم تراز آب ازنی عمودی بالا می رود.	
شکل روبرو یک سم پاش یانوعی شیشه عطررانشان میدهدکه براساس اصل برنولی کار میکند اتفاقی که دراین وسیله می افتد مانند نمونه قبلی (دمیدن در نی افقی وبالارفتن آب در نی عمودی) است.	
لباس های خیس درهنگامی که باد می وزد سریع تر خشک میشوند چون وزش باد باعث میشود فشار هوا کم شود ودر نتیجه با کاهش فشارهوا تبخیرسطحی افزایش می یابد.	
درشکل روبرو با برقرارشدن جریان آب بین دوقایق فشار آب بین آن ها کم میشود و در نتیجه قایق ها ازطرفین به سمت هم هل داده میشوند.	

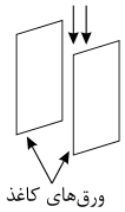
Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۱۱۸:

در شکل‌های زیر اگر از جهت‌های نشان داده شده فوت کنیم، اتفاقی که می‌افتد در کدام گزینه درست آمده است؟

قلم چی-۱۳۹۷





۱) بالا آمدن آب از نی، دور شدن کاغذها از یکدیگر

۲) پایین رانده شدن آب در نی، دور شدن کاغذها از یکدیگر

۳) بالا آمدن آب از نی، نزدیک شدن کاغذها به همدیگر

۴) پایین رانده شدن آب در نی، نزدیک شدن کاغذها به همدیگر

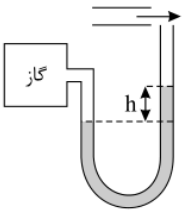
پاسخ: **گزینه ۳**

طبق اصل برنولی می‌دانیم با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد. بنابراین با کاهش فشار هوا بالای دهانهٔ نی، فشار هوای وارد بر سطح آب بیش‌تر از فشار هوای بالای دهانهٔ نی بوده و آب درون نی بالا می‌رود. همچنین به‌طور مشابه با کاهش فشار هوای بین دو ورق کاغذ، به علت فشار هوای وارده از کناره‌ها، دو ورق به هم نزدیک خواهند شد.

تست ۱۱۹:

مطابق شکل مقابل، اگر در بالای لولهٔ یک فشارسنج در جهت نشان داده شده با شدت زیاد بدمیم، فشارسنج، فشار پیمانه‌ای گاز درون مخزن را چگونه نمایش خواهد داد؟ (فشار گاز مخزن را ثابت فرض کنید.)

قلم چی-۱۳۹۷



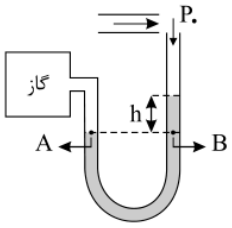
۱) برابر با مقدار واقعی

۲) کمتر از مقدار واقعی

۳) بیشتر از مقدار واقعی

۴) قابل پیش‌بینی نیست.

پاسخ: **گزینه ۳**



$$P_A = P_B \rightarrow P_{\text{گاز}} = P_{\circ} + \rho gh$$

$$P_{\text{پیمانه‌ای}} = P_{\text{گاز}} - P_{\circ} = \rho gh$$

با دمیدن در بالای لولهٔ فشارسنج، مطابق با اصل برنولی، با افزایش سرعت هوا، فشار آن کاهش می‌یابد. با توجه به ثابت بودن فشار گاز، مقداری مایع لولهٔ سمت چپ به لولهٔ سمت راست منتقل می‌شود و در نتیجه فشار پیمانه‌ای گاز (ρgh) بیش‌تر از مقدار واقعی نمایش داده می‌شود.

تست ۱۲۰:

یک هواپیما در آسمان با تندی زیاد در حرکت است. اگر اختلاف فشار بیرون و داخل هواپیما $۱۰^{۴}\text{Pa}$ باشد، بر سطح یک پنجره‌ی هواپیما به مساحت $۵۰۰\text{cm}^{۲}$ چه نیرویی برحسب نیوتون و در چه جهتی وارد می‌شود؟

قلم چی-۱۳۹۶

۱) ۵×۱۰^{۲}، از داخل به بیرون هواپیما

۲) ۵×۱۰^{۲}، از بیرون به داخل هواپیما

۳) ۵×۱۰^{۴}، از داخل به بیرون هواپیما

۴) ۵×۱۰^{۴}، از بیرون به داخل هواپیما

پاسخ: **گزینه ۱**

باتوجه به رابطه‌ی فشار $P = \frac{F}{A}$، در مورد نیروی ناشی از اختلاف فشار می‌توان نوشت:

$$F = PA \Rightarrow F = (۱۰^{۴}\text{Pa})(۵۰۰ \times ۱۰^{-۴}\text{m}^{۲}) = ۵۰۰\text{N} = ۵ \times ۱۰^{۲}\text{N}$$

نکته: برآیند نیرویی که به پنجره وارد می‌شود، ناشی از اختلاف فشار درون و بیرون هواپیما است و تندی جریان هوا در بیرون هواپیما باعث کاهش فشار در بیرون هواپیما می‌شود اما فشار درون هواپیما تقریباً معادل فشار جو یا $۱۰^{۵}\text{Pa}$ است. به عبارتی فشار هوای درون هواپیما از بیرون آن بیش‌تر است، در نتیجه برآیند نیروی وارد بر پنجره نیز به‌طرف بیرون هواپیما است.

الگو یادآوری

۱

حالت‌های مختلف ماده

جامد

مولکول‌ها در جای خود دارای حرکت‌های نوسانی بسیار کوچکی هستند. می‌توان فرض کرد ذرات جامد با فنر به‌هم وصل هستند.

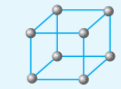
فاصلهٔ مولکول‌ها از هم حدود یک آنگستروم $(\mathring{A})$ یعنی $10^{-10}\,m$ است.

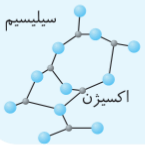
جامد بلورین ← جامدی که از تکرار یک طرح منظم تشکیل می‌شود مانند نمک طعام و الماس.

← با آرام سرد شدن مایع زمان کافی برای تشکیل بلور ایجاد می‌شود.

جامد بی‌شکل (آمورف) ← طرح منظمی ندارند.

← سریع سرد شدن مایع سبب می‌گردد که مولکول‌ها، زمان کافی برای تشکیل بلور نداشته باشند.





مایع

دارای حجم معین است و به شکل ظرف خود در می‌آید.

فاصلهٔ مولکول‌ها از هم در مایع تقریباً مانند فاصلهٔ مولکول‌ها از هم در جامد است.

مولکول‌های مایع می‌توانند آزادانه بر هم بلغزند که این سبب جاری شدن مایع می‌شود.

مایع‌ها تقریباً تراکم‌ناپذیرند.

پخش ← علت آن حرکت کاتوره‌ای و نامنظم مولکول‌های مایع است. ← پخش جوهر در آب

گاز

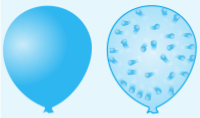
فاصلهٔ بین مولکول‌ها در گاز چند ده برابر فاصلهٔ بین مولکول‌های جامد و مایع است.

فاصلهٔ میانگین مولکول‌های هوا در شرایط معمولی $35\mathring{A}$ است.

گازها حجم و شکل مشخصی ندارند و تراکم‌پذیرند.

پخش: مولکول‌های گاز دارای حرکت کاتوره‌ای هستند که سبب پدیدهٔ پخش می‌شود.

سرعت پدیدهٔ پخش در گازها بیشتر از سرعت پدیدهٔ پخش در مایع‌هاست.



پلاسما

حالت چهارم ماده، پلاسما نامیده می‌شود.

پلاسما اغلب در دماهای خیلی بالا به‌وجود می‌آید.

مادهٔ درون ستارگان، بیشتر فضای بین ستاره‌ای، آذرخش، شفق‌های قطبی، آتش و مادهٔ درون لولهٔ تابان لامپ مهتابی نمونه‌هایی از پلاسما است.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

الگو یادآوری

۲

نیروهای بین مولکولی

هم‌چسبی

نیروی بین‌مولکول‌های همسان که سبب پیوستگی جامد یا مایع می‌شود را نیروی **هم‌چسبی** گویند.

با کاهش فاصلهٔ بین‌مولکولی، نیروی رانشی بزرگی ایجاد می‌شود که سبب تراکم‌ناپذیری مایع می‌شود.

با افزایش فاصلهٔ بین‌مولکولی نیروی جاذبه (ربایش) بین مولکول‌ها ظاهر می‌شود.

این نیرو سبب می‌گردد آب به صورت قطره درآید.

این نیرو کوتاه بُرد است.

برای اتصال قطعه‌های یک شیشه شکسته آن‌ها را گرم می‌کنیم تا نرم شده و مولکول‌ها به‌هم نزدیک شوند و نیروی بین مولکولی که کوتاه بُرد است سبب چسبیدن قطعات شیشه شود.

گرما سبب کاهش نیروی هم‌چسبی می‌شود.

کشش سطحی

کشش سطحی ناشی از هم‌چسبی مولکول‌های سطح مایع است.

نیروی ربایشی بین مولکولی سبب می‌گردد سطح مایع شبیه پوستهٔ تحت کشش رفتار کند.

علت فرو نرفتن سوزن فولادی در آب و حرکت حشرات روی سطح آب کشش سطحی است.

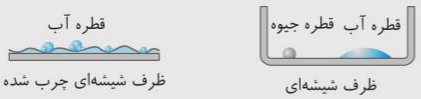
هنگام سقوط آب، کشش سطحی و تمایل به کمینه شدن، سطح آب را به صورت قطره در می‌آورد.

دگرچسبی

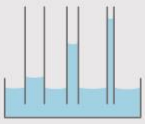
نیروی جاذبه بین مولکول‌های نامشابه (مانند آب و شیشه)

ترشوندگی ← نیروی دگرچسبی بین مایع و جامد از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع بیشتر است.

آب خاصیت ترشوندگی دارد، جیوه خاصیت ترشوندگی ندارد.



مویینگی



عامل ایجاد مویینگی تفاوت در نیروی هم‌چسبی مایع و دگرچسبی بین مایع و لولهٔ مویین است.

عوامل مؤثر در مویینگی، قطر لوله، نوع مایع و جنس لوله است.

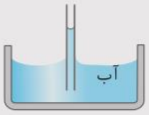
بالا و پایین رفتن لولهٔ مویین در درون مایع تأثیری در ارتفاع مایع درون لوله ندارد.

اگر قطر لوله افزایش یابد سطح مایع درون لوله به سطح مایع درون ظرف نزدیک می‌شود.

در شکل‌های زیر نحوه قرار گرفتن مایع در لولهٔ مویین نشان داده شده

نیروی هم‌چسبی آب > نیروی دگرچسبی آب و لولهٔ چرب

نیروی هم‌چسبی جیوه > نیروی دگرچسبی جیوه و لوله



نیروی هم‌چسبی آب < نیروی دگرچسبی آب و لوله

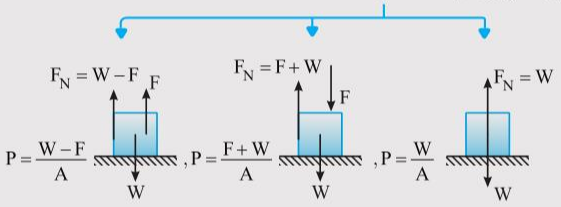
الگو یادآوری ۳

فشار

تعریف: بزرگی نیروی عمودی وارد بر یکای سطح « $P=\frac{F}{A}$ « کمیت نرده‌ای « یکای آن $Pa=N/m^2$ پاسکال

فشار جامدات

نیروی عمودی همان نیروی عمودی تکیه‌گاه « نمونه



در جامدهای همگن و توپر مانند استوانهٔ قائم، مکعب و مکعب مستطیل $P=\rho gh$

- ρ چگالی
- h ارتفاع

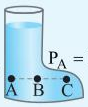
فشار مایع

$h=$ عمق « $P=\frac{W}{A}$ « $P=\frac{mg}{A}$ « $P=\frac{\rho Vg}{A}$ « $P=\frac{\rho Ahg}{A}$ « $\boxed{P=\rho gh}$ « $\boxed{P_{کل}=\rho gh+P_0}$

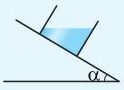
- h: فشار یا فشار کل در عمق
- h: فشار حاصل از مایع در عمیق

فشار مایع به عمق و چگالی مایع بستگی دارد.

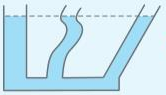
در مایع ساکن فشار در نقاط هم‌عمق برابر است. $P_A=P_B=P_C$



و سطح آزاد مایع همواره افقی است.



ظروف مرتبط « یکسان بودن سطح آزاد مایع در همهٔ ظرف‌ها



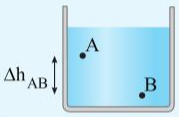
در هر نقطهٔ درون مایع ساکن فشار در تمام راستاها یکسان وارد می‌شود « در غیر این صورت حرکت از فشار بیشتر به فشار کمتر رخ می‌دهد.

فشار شاره‌ها

نیروی وارد بر یک سطح از طرف شاره: « $P=\frac{F}{A}$, $F=PA$

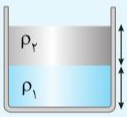
- نیروی وارد بر سطح $F=(P_0+\rho gh)$
- نیروی ناشی از مایع $F=\rho gh_A$

اختلاف فشار بین دو نقطه از مایع:



$\Delta P_{AB}=\rho g\Delta h_{AB}$

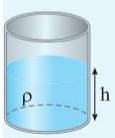
فشار حاصل از چند مایع:



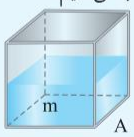
$P_{از\ طرف\ مایع}=\rho_1gh_1+\rho_2gh_2$

$P_{کل}=P_0+\rho_1gh_1+\rho_2gh_2$

در ظرف‌هایی که سطح مقطع آن‌ها تغییر نمی‌کند، فشار حاصل از مایع را به صورت زیر حساب می‌کنیم:



$P=\rho gh$



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

Physics_Agheli AliAgheli.ir

الگو یادآوری

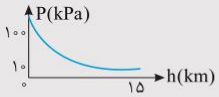
۴

فشار شاره‌ها

فشار گازها

فشار هوا

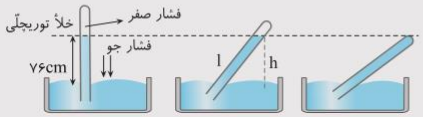
- هوا دارای فشار است ⟵ مقدار این فشار در سطح دریای آزاد برابر: $P_{\circ} = 1\,atm$
- با دور شدن از سطح زمین چگالی و فشار هوا مطابق نمودار شکل روبه‌رو کاهش می‌یابد.



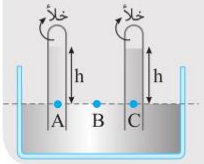
- اختلاف فشار هوا در دو نقطه در نزدیکی سطح زمین: $P_{\text{نقطهٔ پایینی}} - P_{\text{نقطهٔ بالایی}} = \Delta P = \rho_{\text{هوا}} g \Delta h$ چگالی
- فشار هوا تقریباً معادل فشار ستون ۱۰ متری آب است.
- یکای دیگر فشار بار (bar) است. یکای اتمسفر کمی از یکای بار بزرگ‌تر است.
- تبدیل یکاهای فشار: $atm \xrightarrow{\times 10^5} Pa$ و $bar \xrightarrow{\times 10^5} Pa$
- تا ارتفاع ۲۰۰۰ متری سطح زمین به ازای هر ۱۰m بالا رفتن فشار هوا ۱ mmHg کاهش می‌یابد.

فشارسنج هوا (بارومتر)

آزمایش توریچلّی



- $1\,atm = 1\,\text{جو} = 76\,cmHg = 760\,mmHg = 1/01 \times 10^5\,Pa$
- $1\,mmHg = 1\,torr$
- ارتفاع قائم ستون جیوه بستگی به شکل و سطح لوله ندارد.
- خلأ توریچلّی: یک خلأ نسبی است. زیرا در اثر تبخیر سطحی جیوه، فشار بسیار اندکی از بخار جیوه ایجاد می‌شود.



$P_A = P_B = P_C = P_{\circ}$

- فشار گاز درون یک محفظه با پیستون متحرک بدون اصطکاک

$P_{\text{گاز}} = P_{\circ} + \frac{W}{A}$

الگو یادآوری

۵

فشار

تبدیل فشار بر حسب Pa به فشار برحسب cmHg

چگالی جیوه $= ۱۳/۶ g/cm^۳$: $cmHg \xrightleftharpoons[۱۳۶۰\div]{\times ۱۳۶۰} Pa$

چگالی جیوه $= ۱۳/۵ g/cm^۳$: $cmHg \xrightleftharpoons[۱۳۵۰\div]{\times ۱۳۵۰} Pa$

۱ mmHg را یک تور (Torr) می‌نامند.

فشارسنج شاره‌ها (مانومتر)

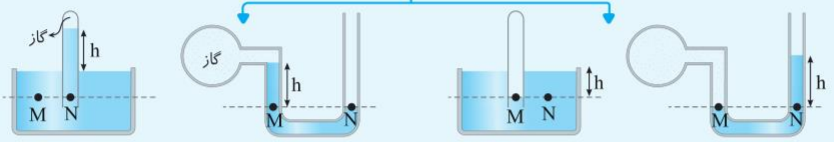
فشار پیمانه‌ای (سنجه‌ای): اختلاف فشار گاز با فشار هوا

$P > P_۰$ فشار پیمانه‌ای مثبت

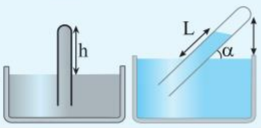
$P_g = P - P_۰$

$P < P_۰$ فشار پیمانه‌ای منفی

فشار گازهای محبوس



$P_M = P_N \Rightarrow P_{گاز} = P_۰ - \rho gh$, $P_{گاز} - P_۰ = P_{پیمانه‌ای} = -\rho gh$ $\quad P_M = P_N \Rightarrow P_{گاز} = P_۰ + \rho gh$, $P_{گاز} - P_۰ = P_{پیمانه‌ای} = \rho gh$



فشار وارد بر انتهای لوله $= P_۰ - \rho gh$ فشار وارد بر انتهای داخلی لوله

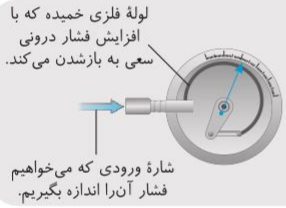
فشار وارد بر انتهای لوله $= P_۰ - \rho g(L \sin \alpha)$

فشارسنج بوردون

دارای یک لولهٔ خمیدهٔ یک سر بسته و قابل انعطاف است.

تغییر فشار پیمانه‌ای شاره درون لوله سبب تغییر شکل لوله و حرکت عقربه می‌شود.

برای اندازه‌گیری فشار در مخزن گازها و اندازه‌گیری فشار باد لاستیک خودروها به‌کار می‌رود.



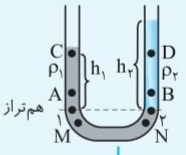
لوله‌های U شکل

سطح هم‌تراز

ابتدا با رسم یک خط افقی از محل مرز مشترک دو مایع سطح هم‌تراز را مشخص می‌کنیم.

در سطح هم‌تراز فشار دو مایع برابر است.

$\rho_۱ > \rho_۲ \xleftarrow{h_۱ < h_۲} \rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲ \Leftarrow \rho_۱ g h_۱ = \rho_۲ g h_۲ \Leftarrow P_۱ = P_۲$



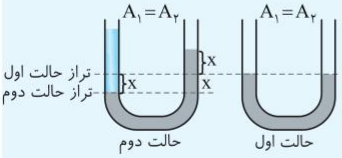
فشار در نقاط پایین‌تر از خط تراز یکسان است: $P_M = P_N$

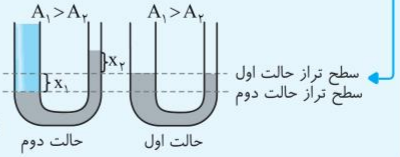
فشار در نقاط بالاتر سطح هم‌تراز باهم برابر نیست.

هنگامی دو مایع در لوله باشد، برای نقاطی مانند A و B که در یک خط افقی اما در دو مایع‌اند، می‌توان ثابت کرد فشار در نقطه‌ای بیشتر است که مایع بالای آن بیشتر است: $P_A < P_B$

$P_C - P_A > P_D - P_B$

اضافه کردن مایع با چگالی متفاوت به لوله U شکل در حال تعادل





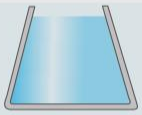
$\frac{x_۲}{x_۱} = \frac{A_۱}{A_۲} \leftarrow x_۱ A_۱ = x_۲ A_۲ \leftarrow \Delta V_۱ = \Delta V_۲$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

الگو یادآوری

۶ فشار

مقایسهٔ نیروی وزن مایع (W) با نیرویی که مایع بر کف ظرف (F) وارد می‌کند و همچنین نیرویی که ظرف به تکیه‌گاه (F_N) وارد می‌کند. (جرم ظرف ناچیز)

نوع ظرف			
فشار وارد بر کف	$P=\rho gh=\frac{mg}{A}$	$P=\rho gh$	$P=\rho gh$
نیروی وارد بر کف	$F=mg$	$F<mg$	$F>mg$
نیروی وارد بر سطح (تکیه‌گاه)	$F_N=mg$	$F_N=mg$	$F_N=mg$
فشار وارد بر تکیه‌گاه	$P'=\frac{mg}{A}$	$P'=\frac{mg}{A}$	$P'=\frac{mg}{A}$

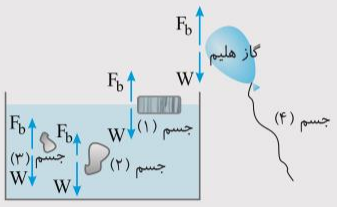
شناوری و برنولی

ارشمیدس

وقتی تمام یا قسمتی از یک جسم در شاره‌ای فرو رود، شاره نیرویی بالاسو بر آن وارد می‌کند به این نیرو، **نیروی شناوری** گویند.

علت وجود نیروی شناوری تفاوت نیروی وارد بر سطح بالایی و سطح پایینی جسم در اثر اختلاف فشار است.

بررسی نحوهٔ قرارگیری جسمی درون شاره (چگالی جسم ρ، چگالی شاره ρ_L):



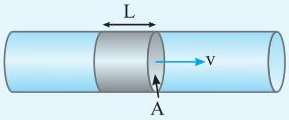
- جسم (۱) ← $\rho<\rho_L$ و $F_b=W$ شناوری
- جسم (۲) ← $\rho>\rho_L$، $W>F_b$ جسم در حال فرورفتن
- جسم (۳) ← $\rho_L=\rho$، $W=F_b$ جسم غوطه‌ور
- جسم (۴) ← $\rho<\rho_{هوا}$، $W<F_b$ جسم در حال بالا رفتن

برنولی

در بررسی حرکت شاره از مدل آرمانی و ساده شدهٔ شارهٔ بدون تلاطم، تراکم‌ناپذیر و بدون اصطکاک داخلی (گران‌رَوی) استفاده می‌کنیم.

با کاهش سطح مقطع، جریان آب تندتر می‌شود.

اصل برنولی ← در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره، فشار کاهش می‌یابد.

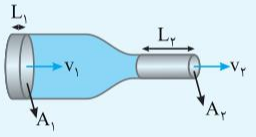


آهنگ شارش ← نسبت حجم شارش شده به زمان شارش

$$\text{آهنگ شارش شاره}=\frac{\text{حجم شاره جابه‌جا شده}}{\text{بازه زمانی}}=\frac{\Delta V}{\Delta t}=Av$$

سطح مقطع ← A ، v → تندی شاره

معادله پیوستگی ← $A_1v_1=A_2v_2$



الگو یادآوری

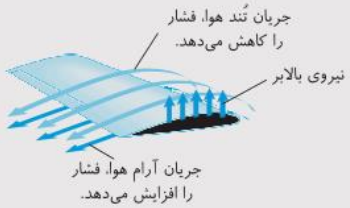
۷

اصل برنولی

نمونه‌هایی از اصل برنولی

باریک شدن آب خروجی از شیر آب وقتی به آرامی پایین می‌آید به دلیل افزایش تندی، سطح مقطع کاهش می‌یابد.

تأمین بخشی از نیروی بالابر هواپیما



با به حرکت در آمدن کامیون، فشار هوای بالای سقف برزنتی کامیون کاهش یافته و باعث می‌شود این پوشش پف کند.

یادداشت ها :

Physics_Agheli AliAgheli.ir

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

"تنها راه انجام دادن کارهای عظیم، دوست داشتن کاری است که می کنید. اگر تا الان آنرا پیدا نکردید،به گشتنتان ادامه دهید و تا زمانی که آنرا پیدا نکردید، متوقف نشوید".

استیو جابز

چـــی مـــــرور کنیـــم؟!

شماره تمرین های مهم کتاب درسی	در فصل: آخر فصل:
شماره سوالات جزوه برای مرور	
شماره سوالات مجموعه تست برای مرور	
شماره سوالات کتاب برای مرور	

Physics_Agheli

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک

استعداد درخشان کارشناسی ارشد

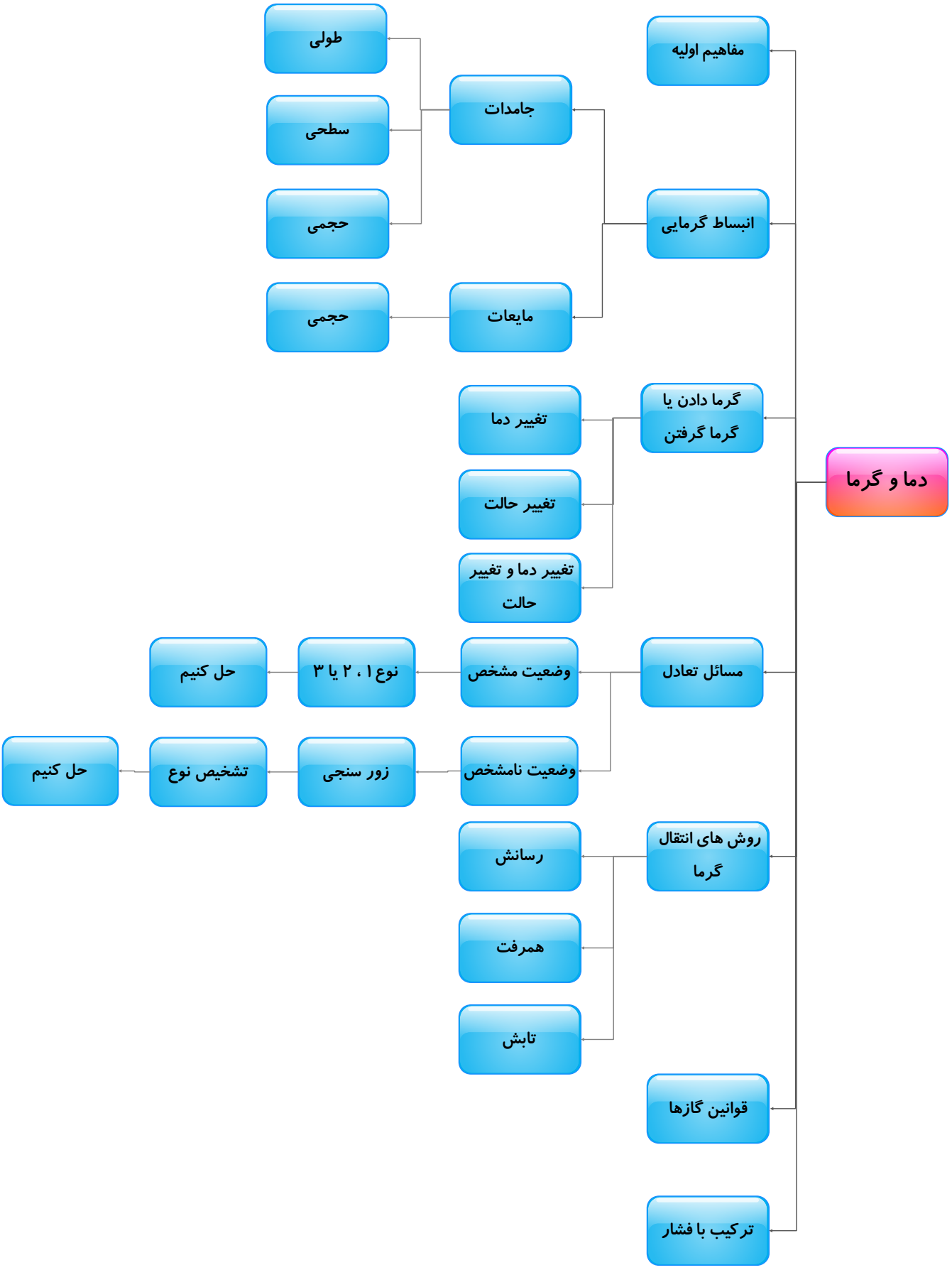
عضو بنیاد ملی نخبگان

طراح قلم چی

مدرس رتبه های برتر سخت ترین کنکور قرن (۱۱۴ ، ۳۱۴، ۷۳۷، ۷۶۴ و ...)

دما و گرما

نمودار شماتیک:



فصل چهارم دهم

دما و گرما

(معمولاً ۳ تست تجربی و ۴ تست در ریاضی)

این فصل با گرما و ترمودینامیک (پیه های ریاضی) و همچنین فشار هر دو رشته ترکیب می شود.

۱-٤ دما و مقیاس های آن

دانشمندان برای اندازه گیری سردی و گرمی اجسام ازکمیتی به اسم دما تعریف کرده اند.

دما ← **تعریف** ← **مقدار سردی و گرمی اجسام را مشخص می کند.** ← **وسیله اندازه گیری** ← **دماسنج**

۱-۱-٤ تعبیرمولکولی دما با استفاده از تعریف انرژی درونی

- ✓ هرجسم ازذره های بیشماری (اتم یامولکول) ساخته شده و هرذره مقداری انرژی دارد.
- ✓ بخشی از انرژی این ذره به خاطر جرم و سرعت حرکت (انرژی جنبشی) و بخش دیگری به صورت انرژی ذخیره شده درآن (پتانسیل) است.
- ✓ ازاین تعریف میتوان نتیجه گرفت هرچه ذرات سازنده جسم(جرم) بیشتر و انرژی هرذره زیادتر باشد انرژی درونی آن جسم هم بیشتراست و هرچه انرژی جنبشی ذرات یک ماده بیشتر باشد دمای آن نیز بیشتر است.
- ✓ در واقع دمای هرجسم متناسب است با میانگین انرژی جنبشی ذرات سازنده آن.

نکته ۱: جرم آب دریاچه به مراتب بیشتر ازجرم یک لیوان چای است.به همین دلیل انرژی درونی آب دریاچه از انرژی درونی لیوان چای بیشتر است.

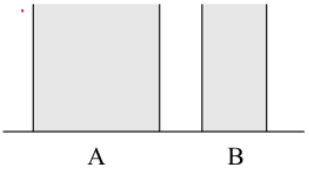
نکته۲: انرژی درونی به

دمای جسم

تعدادذره های تشکیل دهنده آن (جرم جسم) بستگی دارد.

تست ۱:

درشکل روبه رو دو ظرف A وB پراز آب C° ۲۰ هستند. کدام کمیت درمورد آب درون هر دو ظرف یکسان است؟ سراسری- ۱۳۸۹



۱) انرژی درونی
۲) ظرفیت گرمایی
۳) نیروی وارده به کف ظرف‌ها
۴) انرژی جنبشی متوسط مولکول‌ها

پاسخ: گزینه ۴ انرژی جنبشی متوسط مولکولهای یک مایع فقط به دمای مایع بستگی دارد.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۴-۱-۲ دماسنج

برای اندازه گیری دما به دوچیز نیاز داریم: ۱)کمیت دماسنجی ۲) مقیاس های دماسنجی

کمیت دماسنجی	برای اینکه دمای یک جسم رابرحسب عدد بیان کنیم نیازبه یک خاصیت یاویژگی داریم که هم باتغییردما تغییرکند و هم قابل اندازه گیری باشد. برای مثال تغییر ارتفاع مایع در یک کتری در حال جوش! به این خاصیت، یعنی هرمشخصه قابل اندازه گیری که با تغییردما تغییرکند کمیت دماسنجی میگوییم.
مقیاس های دماسنجی	وسیله ای که در آن باتغییرکردن کمیت دماسنجی میتوانیم تغییرات دما را اندازه بگیریم دماسنج است. بنابراین اساس کار دماسنج ها تغییرکمیت دماسنجی است.

مقیاس های سنجش دما

سلسیوس $\theta \mid {}^{\circ}C$

نقطه اول: صفر درجه سلسیوس - دمایی که در آن آب خالص در فشار جو متعارف (یک اتمسفر) شروع به یخ زدن می کند

نقطه دوم: ۱۰۰ درجه سلسیوس - دمایی که در آن آب خالص در فشار جو متعارف در حال جوشیدن است.

کلوین $T \mid K$

صفر مطلق: صفر کلوین برابر ۲۷۳/۱۵ - درجه سلسیوس می باشد.

$$T = \theta + ۲۷۳ \quad | \quad \Delta T = \Delta\theta$$

فارنهایت $F \mid {}^{\circ}F$

نقطه اول: ۳۲ درجه فارنهایت - دمای یخ زدن آب خالص در فشار جو متعارف

نقطه دوم : ۲۱۲ درجه فارنهایت - دمای جوش آب خالص در فشار جو متعارف

$$F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲ = ۱/۸\theta + ۳۲ \quad | \quad \Delta F = ۱/۸\Delta T = ۱/۸\Delta\theta$$

تست ۲:

سراسری- ۱۳۹۸

دمای ۱۲۲ درجهٔ فارنهایت معادل با چند درجهٔ سلسیوس و چند کلوین است؟

۱) ۵۰ و ۳۳۲ ۲) ۵۰ و ۳۲۳ ۳) ۵۹ و ۳۳۲ ۴) ۵۹ و ۳۲۳

۴-۱-۳ یافتن رابطه مقیاس دمایی نامعلوم با استفاده از مقیاس درجه سلسیوس (یا دیگر مقیاس ها)

برای یافتن رابطه مقیاس دمایی خاصی مثل X کافیست از تناسب های زیر استفاده کرد: (رابطه حفظ نکن، فقط شبیه هم بنویس)

$$\begin{vmatrix} \theta_۲ \\ x \\ \theta_۱ \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} \theta'_۲ \\ x' \\ \theta'_۱ \end{vmatrix} \qquad \begin{vmatrix} \theta_۲ \\ X \\ \theta_۱ \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} \theta'_۲ \\ X' \\ \theta'_۱ \end{vmatrix}$$

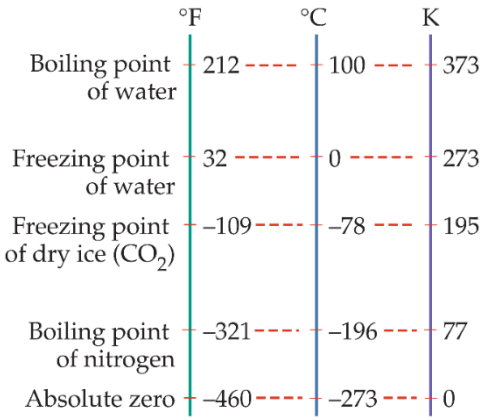
$$\frac{\theta_۲ - x}{\theta_۲ - \theta_۱} = \frac{\theta'_۲ - x'}{\theta'_۲ - \theta'_۱} \qquad \frac{\theta_۲ - x}{x - \theta_۱} = \frac{\theta'_۲ - x'}{x' - \theta'_۱}$$

$\theta_۱$: دمای نقطه ۱ در مقیاس معلوم | $\theta_۲$: دمای نقطه ۲ در مقیاس معلوم | x درجه بندی معلوم

$\theta'_۱$: دمای نقطه ۱ در مقیاس مجهول | $\theta'_۲$: دمای نقطه ۲ در مقیاس مجهول | x' درجه بندی معلوم مجهول

مثال : رابطه درجه فارنهایت را اثبات کنید:

$$\frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2}=\frac{\Delta F_1}{\Delta F_2}\Rightarrow\frac{\theta-0}{100-0}=\frac{F-32}{212-32}\Rightarrow\boxed{F=\frac{9}{5}\theta+32}$$

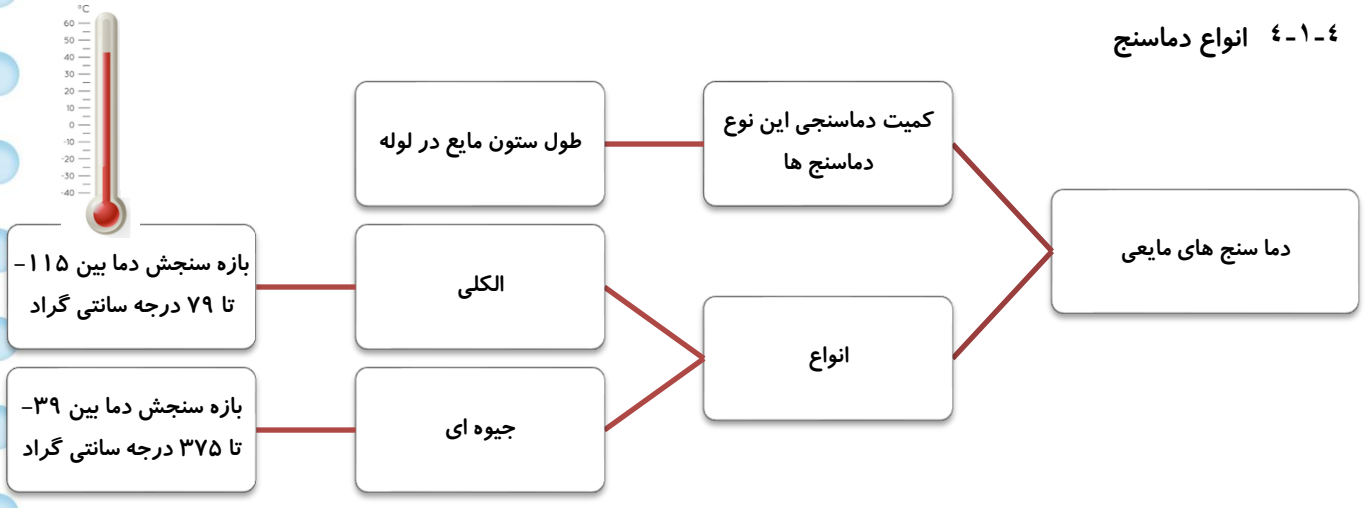


تست۳:

دماسنجی ساخته‌ایم که در فشار یک اتمسفر، دمای آب خالص $20^\circ C$ را ۴۰ و دمای آب خالص در حال جوش را ۱۶۰ نشان می‌دهد. در کدام دما برحسب درجهٔ سلسیوس، عدد این دماسنج با عدد دماسنج سلسیوس یکسان است؟ قلم چی- ۱۳۹۷

۱) −۲۰ ۲) −۴۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۴-۱-۴ انواع دماسنج



نکته۳:

۱) برای اندازه گیری دمای جسم به کمک این نوع دماسنج لازم است که جسم مورد نظر درتماس کامل بامخزن دماسنج باشد.

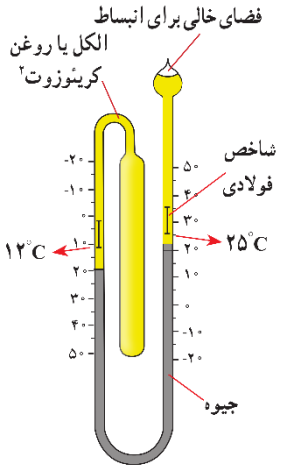
۲) این دماسنج دقت خیلی زیادی ندارد وبرای اندازه گیری های معمولی دما از آن استفاده میشود.

۳) دقت و حساسیت دماسنج های مایعی به چند عامل بستگی دارد: ۱) قطر لوله ۲) ضخامت لوله ۳) حجم مایع ومخزن

هرچه قطرلوله باریکتر، ضخامت شیشه دیواره دماسنج نازک تر و حجم مخزن مایع بزرگتر باشد دماسنج دقیق تر و حساس تر است.

۴) کمّیت دماسنجی، ارتفاع مایع درون لوله دماسنج است؛ زیرا به جز چند مورد استثنا تمام مواد با افزایش دما، منبسط و با کاهش آن منقبض می‌شوند.

Physics_Agheli AliAgheli.ir



نکته مهم ۴:

این دماسنج ها تازمانی کار میکنند که مایع درون آن ها منجمد یا تبخیر نشود. مثلآ با دماسنج الکلی نمی توانیم دمای آب جوش را اندازه بگیریم. چون نقطه جوش الکل ۷۹°C است و در دمای ۱۰۰°C تبخیر می شود.

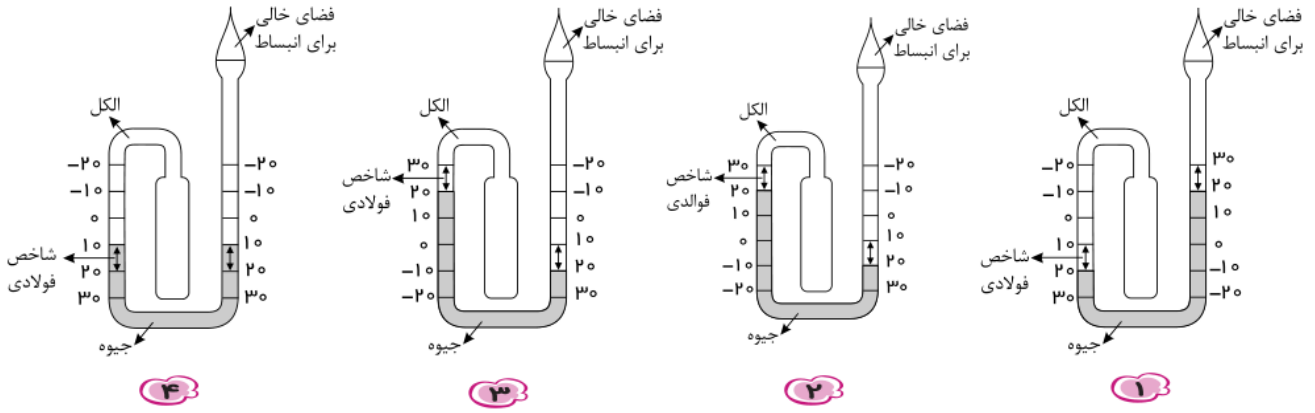
٤-١-٥ دماسنج بیشینه –کمینه

این دماسنج نوع خاصی از دماسنج های مایعی است که بیشینه وکمینه ی دمارا درمدت زمان معینی نشان میدهد. این دماسنج را در مراکز پرورش گل وگیاه، باغداری و هواشناسی و.....استفاده میکنند.

اعداد در شاخه سمت راست از پایین به بالا زیاد و در شاخه چپ از پایین به بالا کم میشن!

تست۴: آموزشی

در کدام‌یک از شکل‌های زیر، درجه‌بندی دو طرف دماسنج بیشینه – کمینه به‌درستی نمایش داده شده است؟ گزینه ۲- ۱۳۹۷



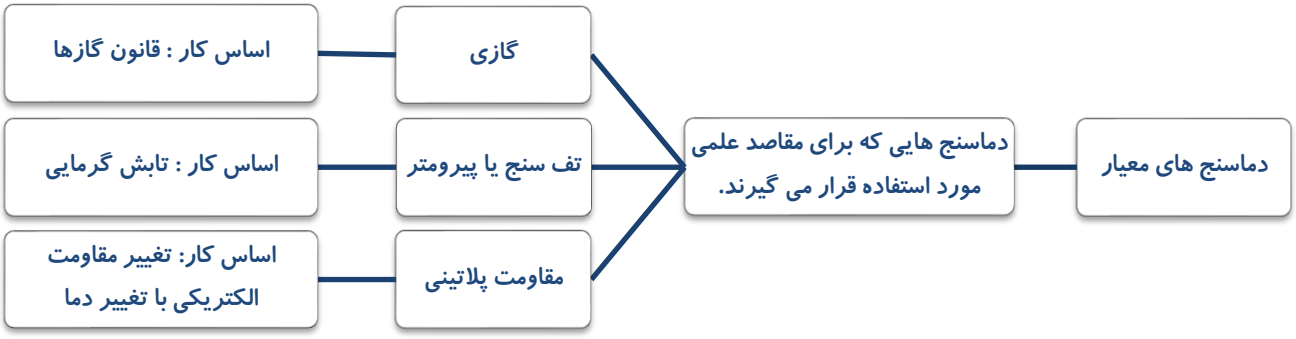
گزینه ۱ هنگامی که دما بالا رود، الکل موجود در مخزن وسطی و لولهٔ سمت چپ دماسنج انبساط یافته و جیوه در لولهٔ سمت راست به بالا رانده می‌شود و شاخص فولادی لولهٔ سمت راست را با خود بالا می‌برد، بنابراین در لولهٔ سمت راست اعداد از پایین به بالا باید زیاد شوند. به‌طور مشابه، با کاهش دما، الکل منقبض شده و جیوه از طرف چپ بالا می‌رود و شاخص فولادی سمت چپ را بالا می‌برد، بنابراین در لولهٔ سمت چپ اعداد از پایین به بالا کم شوند. (شاخص‌های فولادی در هر شاخه به فنرهای ریزی متصل هستند.

زمانی که سطح جیوه در آن شاخه بالا رود، آن‌ها نیز به‌سمت بالا برده می‌شوند، اما با پایین آمدن سطح جیوه، توسط فنرها نگه داشته شده و حرکت نمی‌کنند؛ در نتیجه شاخص سمت راست در مقابل دمای بیشینه و شاخص سمت چپ در مقابل دمای کمینه قرار می‌گیرد.)

٤-١-٦ دماسنج تابشی

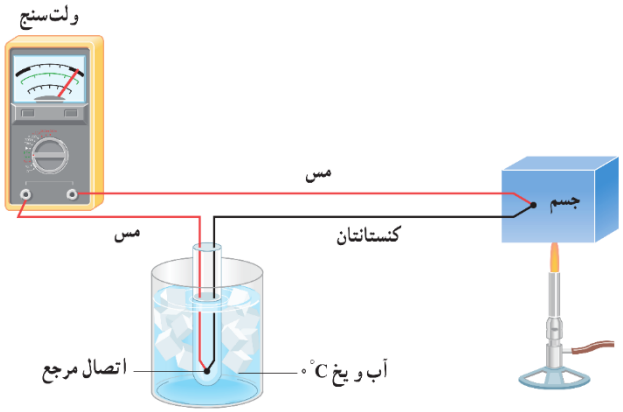
این دماسنج براساس آشکارسازی تابش گرمایی خروجی از پوست انسان کارمی کند. (همینا که توی ایام کرونا جلومون میگیرن)

٤-١-٧ دما سنج های معیار



۸-۱-٤ ترموکوپل (به دلیل دقت کمتر ، از معیار ها گذاشتنش کنار ☹)

تعریف: یک مدار الکتریکی است که ولتاژآن باکم یا زیاد شدن دما تغییر میکند.یک ولت سنج حساس این تغییر ولتاژ را به صورت تغییر دما نشان میدهد پس میتوان گفت که کمیت دماسنجی ترموکوپل ولتاژ یا همان اختلاف پتانسیل است.



طرزکار: به کمک دو سیم رسانای غیرهم جنس (مثلاً مس و کنستانتان) و یک ولت سنج مداری می بندیم. یک طرف این دو سیم به دمای مرجع وصل است برای همین اسم این اتصال را اتصال مرجع می نامیم. دمای اتصال مرجع، دمای مخلوط آب و یخ ۰°C است. درطرف دیگر دوسیم در نقطه ای که می خواهیم دمای آن را بدانیم به هم متصل شده اند به این نقطه اتصال آزمون می گویند. حال به خاطر اختلاف دمای اتصال آزمون و اتصال مرجع بین این دو اتصال اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد می شود. با افزایش دمای اتصال آزمون ولتاژدو سر مدار هم تغییر می کند. با چند بار آزمایش می فهمیم که هر دمایی یک ولتاژمخصوص به خود را نشان می دهد. حالا اگر این ولت سنج را بر حسب دما درجه بندی کنیم میتوانیم دمای جسم را اندازه بگیریم.

دماسنج ترموکوپل ← کمیت دماسنجی: ولتاژ

- گستره دماسنجی این نوع دماسنج ها به جنس سیم های استفاده شده در آن بستگی دارد. مثلاً در یک نوع که با آلیاژ آلومل و کرومل : از ۲۷۰ - تا ۱۳۷۲ درجه سانتی گراد
- به دلیل جرم کوچک سیم ها در محل اتصال، سرعت اندازه گیری بالایی دارد.
- در مدارهای الکترونیکی قابل استفاده است.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۱-۱-٤ انواع دماسنج

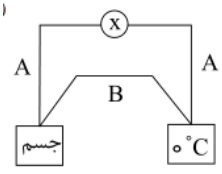
انواع دماسنج	کمیت دماسنجی	اساس کار	کاربرد	توضیحات تکمیلی
مایعی – جیوه ای	طول ستون مایع در لوله	انبساط مایعات	دماسنج آزمایشگاه و پزشکی	بازه سنجش دما بین ۳۹- تا ۳۷۵ درجه سانتی گراد (تکمیلی دارد)
مایعی - الکلی	طول ستون مایع در لوله	انبساط مایعات	دماسنج آزمایشگاه	بازه سنجش دما بین ۱۱۵- تا ۷۹ درجه سانتی گراد (تکمیلی دارد)
دماسنج مایعی بیشینه – کمینه	طول ستون مایع در لوله	بر اساس بیشترین و کمترین دما در یک مدت معین و طبق انبساط مایعات کار می کند	در مراکز پرورش گل وگیاه، باغداری و هواشناسی	اعداد در شاخه سمت راست از پایین به بالا زیاد و در شاخه چپ از پایین به بالا کم میشن! (تکمیلی دارد)
تابشی (تف سنج یا پیرومتر)	شدت تابش گرمایی	براساس آشکارسازی تابش گرمایی خروجی از پوست انسان کارمی کند. (تابش گرمایی)	در پزشکی : تعیین تب مقاصد علمی	معیار است
گازی	فشار گاز	قانون گازها	مقاصد علمی	معیار است
مقاومت پلاتینی	ولتاژ دو سر مقاومت	تغییر مقاومت الکتریکی با تغییر دما	مقاصد علمی	معیار است
ترموکوپل	ولتاژ یا اختلاف پتانسیل	یک مدار الکتریکی است که ولتاژآن باکم یا زیاد شدن دما تغییر میکند.	مدارهای الکترونیکی	از معیار ها گذاشتنش کنار گستره دماسنجی این نوع دماسنج ها به جنس سیم های استفاده شده در آن بستگی دارد. (تکمیلی دارد)
نواری دو فلزه و ترموستات	تغییر طول فلز	اختلاف انبساط طولی فلزات	تنظیم و کنترل دما در دستگاه های صنعتی	(تکمیلی دارد)

بخش اول: دما و دما سنجی

تست ۵:

قلم چی- ۱۳۹۶

شکل زیر، یک دستگاه ترموکوپل را نشان می‌دهد. دو سیم A و B ..... بوده و دستگاه X ..... می‌باشد.



۱) هم‌جنس - ولت‌سنج
۲) غیرهم‌جنس - ولت‌سنج
۳) هم‌جنس - آمپرسنج
۴) غیرهم‌جنس - آمپرسنج

گزینه ۲ ترموکوپل از دو سیم غیرهم‌جنس مانند مس و کنستانتان که از یک طرف در دمای ذوب یخ نگه داشته شده و از طرف دیگر در مکانی به هم متصل‌اند که می خواهیم دمای آن را به‌دست آوریم، تشکیل شده است. کمیت دماسنجی ترموکوپل ولتاژ است، پس می‌توان نتیجه گرفت دستگاه X، ولت‌سنج است.

۴-۲ انبساط گرمایی

۴-۲-۱ توضیحات اولیه

اگر درِ یک ظرف شیشه‌ای محکم باشد، معمولاً برای باز کردن درِ ظرف روی آن آب داغ می‌ریزیم.

وقتی دو لیوان شیشه‌ای درهم، گیر کرده باشند، با ریختن آب سرد در لیوان داخلی و گذاشتن لیوان بیرونی در آب گرم، می‌توانیم دو لیوان را از هم جدا کنیم.

وقتی دندانپزشک سوراخ دندانی را پر می‌کند، باید ماده پرکننده دندان همان مشخصه‌های انبساط گرمایی دندان را داشته باشد ، زیرا در غیر این صورت، خوردن یک بستنی سرد و در پی آن نوشیدن چای داغ، بسیار دردناک خواهد بود و ممکن است سبب شکستن دندان نیز بشود.

پرسش کتاب درسی:

الف) چرا بهتر است قفل و کلید یک در، هم‌جنس باشند؟

در این صورت انبساط و انقباض گرمایی هر دو به یک گونه خواهد بود و بنابراین تغییرات دمایی تأثیری برجا گرفتن درست کلید در قفل نخواهد گذاشت.

ب) چرا در برخی از فصل‌های سال، بعضی از درها در چارچوب خود گیر می‌کنند؟

به دلیل انبساط‌های گرمایی متفاوت در و چارچوب، تغییرات ابعاد آنها یکسان نخواهد بود. البته اگر در و چارچوب هم جنس باشند نیز به دلیل اینکه چارچوب در میان مصالحی نصب شده است که جهت افزایش طول آنها برخلاف جهت افزایش طول چارچوب است، این اتفاق می‌تواند رخ دهد.

بیشتر اجسام با افزایش دما حجمشان زیاد و با کاهش دما حجمشان کم می‌شود. همان طور که دیدیم این پدیده اساس ساخت بعضی از دماسنج‌هاست. بی توجهی به پدیده انبساط در ساختن پل‌ها، ساختمان‌ها، خط آهن‌ها، خطوط انتقال نیرو، خطوط انتقال سوخت و ... می‌تواند مشکل‌هایی را ایجاد کند.

بیشتر اجسام با افزایش دما منبسط میشوند، یعنی حجم و ابعادشان زیاد میشود که به این پدیده انبساط گرمایی می گویند. توجیه انبساط گرمایی، مبتنی بر دیدگاه میکروسکوپی است. انبساط گرمایی یک جسم پیامد تغییر فاصله بین اتم‌ها یا مولکول‌های تشکیل دهنده آن است.

- ✓ اتم های جامد مثل فنر به هم نیرو وارد می کنند برای همین اتم ها در اطراف مکان های تعادل خود بادامنه کم نوسان می کنند. با بالا رفتن دما انرژی جنبشی و دامنه نوسان این اتم ها افزایش می یابد و باعث می شود که فاصله متوسط بین این اتم ها زیاد شود. نتیجه این اتفاق انبساط گرمایی است.
- ✓ در مایع ها هم با افزایش دما حرکت کاتوره ای اتم ها و مولکول ها بیشتر میشود. این زیاد شدن حرکت باعث دور شدن اتم ها و مولکول ها ازهم میشود و در نتیجه حجم مایع افزایش می یابد.

چند نکته :

۱) در انبساط یک جسم فاصله بین تمام نقاط آن افزایش می یابد . یعنی هر دو نقطه دلخواهی که در یک جسم در نظر بگیرید فاصله بینشان بعد از افزایش دما زیاد می شود.

۲) با افزایش دما تمام ابعاد جسم به یک نسبت افزایش می یابد یعنی جسم ، هر شکلی که باشد بعد از افزایش دما مشابه شکل اولیه خودش خواهد بود. مثلاً در انبساط گرمایی یک قطعه فلز مربعی شکل اگر یک ضلع مربع ۲ برابر شود تمام اضلاع دیگر مربع، ارتفاع، قطر حفره درون مربع ، محیط و به طورکلی فاصله هر دو نقطه دلخواه مشخص نیز ۲ برابر میشود.

۳) مواد مختلف نسبت به تغییر دمای یکسان به یک نسبت منبسط نمیشوند یعنی انبساط گرمایی مواد مختلف باهم فرق دارند. برای همین دندان پزشکان برای پر کردن دندان از ماده ای استفاده میکنند که مشخصه های انبساط گرمایی دندان را داشته باشد.

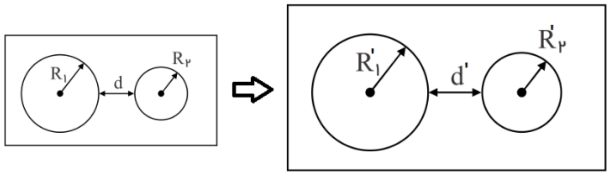
۴) انبساط هم مانند سایر پدیده های فیزیکی مزایا و معایب خودش را دارد.

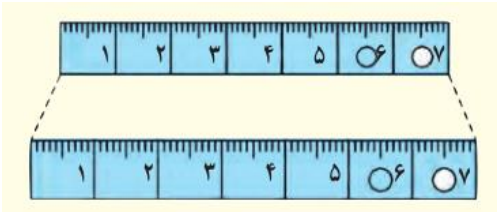
مزایا: انبساط مبنای عملکرد وسیله هایی مثل دماسنج ها و ترموستات ها است.

معایب: انبساط در ساخت پل ها, ساختمان ها , خط اهن ها و خطوط انتقال نیرو وسوخت مشکل ایجاد می کند.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

نکته۵: همه به یک نسبت بزرگ می شوند.





فعالیت ۴-۳ :

۱) شکل (الف) تصویری واقعی از دو قسمت متوالی خط آهن (ریل راه آهن) های قدیمی را در گذشته نشان می‌دهد. اگر فاصله خالی بین این دو قسمت به حدّ کافی زیاد نمی‌بود، چه مشکلی پیش می‌آمد؟

در هر دو شکل، فاصله یا «شکاف‌هایی انبساطی» برای انبساط تعبیه شده است تا دو بخش خط آهن در روزهای گرم فضایی برای انبساط داشته باشند. عکس جالبی در اینترنت از خطوط ریل قدیمی وجود دارد که به دلیل عدم تعبیه چنین فاصله‌هایی خطوط کج و معوج شده‌اند.

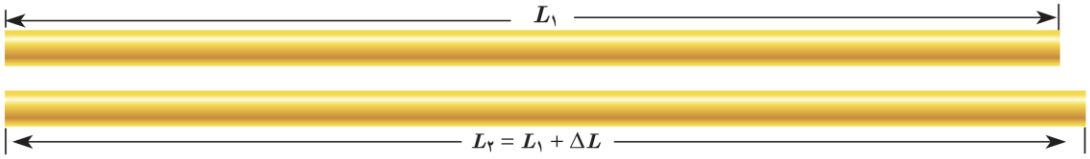
۲) امروزه بین قسمت‌های متوالی خطّ آهن فاصل‌های در نظر گرفته نمی‌شود و این قسمت‌ها پشت سرهم جوشکاری می‌شوند (شکل ب). تحقیق کنید در این روش چگونه مشکل ناشی از انبساط در یک روز گرم تابستانی برطرف می‌شود؟

خطوط ریل جدید دارای چنین فضاهایی برای انبساط نیستند. آنها به طور پیوسته به هم جوش خورده‌اند. این ریل‌ها زمانی درست می‌شوند که دما حدوداً برابر با میانگین کمینه و بیشینه دمای سالیانه در منطقه موردنظر باشد. با این تدبیر دامنه تغییرات دما که موجب تغییر طول ریل می‌شود کاهش می‌یابد و بنابراین حتی در صورتی که ریل دارای شکاف‌های انبساطی باشد نیز انبساط آن تا نصف کاهش می‌یابد. (توجه کنید که اگر دو انتهای میله‌ای را محکم ببندیم و مانع انبساط و انقباض آن شویم و سپس دما را تغییر دهیم، گیره‌های دو انتهای میله مانع انبساط و تراکم میله می‌شود و اگر تغییر دما بسیار زیاد باشد، همان طور که در پاسخ قسمت ۱ گفتیم ممکن است میله تغییر شکل دهد تا اینکه حتی ممکن است بشکند. محاسبات مربوط به این پدیده را می‌توان در مبحث تنش گرمایی در کتاب‌های پیشرفته جستجو کرد.)

نکته۶: نمونه ای از بست های انبساطی انگشتی برای برطرف کردن مشکل انبساط طولی در پل ها.

انبساط در جامدات

طولی



۱) تاثیر جنس : افزایش طول میله به جنس میله بستگی دارد. این وابستگی را با کمیتی به اسم ضریب انبساط طولی (α) نشان می دهیم. علاوه بر جنس به دما هم بستگی داره که در نظر نمیگیرن!

۲) تاثیر طول اولیه میله: اگر به جای این میله از یک میله بلندتر استفاده کنیم و به همان اندازه ی میله ی قبلی دمایش را زیاد کنیم می بینیم که طول میله بیش از پیش زیاد شده است.

۳) تاثیر تغییرات دما: هر چه دمای میله رابیشتر افزایش دهیم طول آن بلند تر میشود.

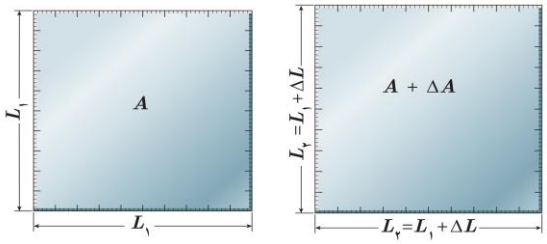
$$\boxed{L_2 = L_1(1+\alpha\Delta T)} \quad | \quad \boxed{\Delta L = \alpha L_1 \Delta T}$$

ضریب انبساط طولی (α) : افزایش طول میله ای به طول یک متر به ازای افزایش دمای $1K$ یا $1^\circ C$ است. علاوه برجنس ماده به دما نیز تاحدودی وابسته است. واحد آن $\frac{1}{k}$ یا $\frac{1}{^\circ C}$ می باشد.

رابطه ارائه شده برای محاسبه هر گونه تغییر طولی مثل تغییر قطر استوانه, تغییر محیط یک حلقه و بطورکلی تغییر فاصله بین دو نقطه بر قرار است و لزومی ندارد که طول جسم نسبت به سطح مقطع آن بزرگتر باشد.

شیب نمودار L-T برابر αL_1 و عرض از مبدا آن L_1 می باشد.

سطحی



$$\boxed{A_2 = A_1(1+2\alpha\Delta T)} \quad | \quad \boxed{\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T}$$

2α: ضریب انبساط سطحی

نکات:

۱) ضریب انبساط سطحی هر ماده تقریبا دو برابر ضریب انبساط طولی آن است.

۲) این رابطه برای هرنوع تغییر مساحت برقرار است مثل مساحت یک کره, یک مکعب وحتی مساحت فضای خالی داخل یک جسم جامد.

شیب نمودار A-T برابر $2\alpha A_1$ و عرض از مبدا آن A_1 می باشد.

حجمی

$$\boxed{V_2 = V_1(1+\underset{\beta}{3\alpha}\Delta T)} \quad | \quad \boxed{\Delta V = \underset{\beta}{3\alpha} V_1 \Delta T}$$

$\beta = 3\alpha$: ضریب انبساط حجمی جامدات

نکات:

۱) ضریب انبساط حجمی جامد ها با تقریب خوبی، سه برابر ضریب انبساط طولی آن هاست.

۲) این رابطه برای محاسبه هرگونه تغییر حجمی مثل تغییرات حجم یک حفره یا گنجایش یک ظرف برقرار است.

شیب نمودار V-T برابر $3\alpha V_1$ و عرض از مبدا آن V_1 می باشد.

نکته۷: در تمامی روابط انبساط گرمایی واحد های دو طرف معادله برای طول، سطح و حجم باید یکسان باشند و نیازی به SI نیست.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

نکته۸: محاسبه درصد تغییرات طول، سطح و حجم

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T \Rightarrow \text{درصد تغییرات طول} : \left(\frac{\Delta L}{L_1}\right)\times ۱۰۰ = (\alpha \Delta T)\times ۱۰۰$$

$$\Delta A = A_1 (۲\alpha) \Delta T \Rightarrow \text{درصد تغییرات سطح} : \left(\frac{\Delta A}{A_1}\right)\times ۱۰۰ = (۲\alpha \Delta T)\times ۱۰۰$$

$$\Delta V = V_1 (۳\alpha) \Delta T \Rightarrow \text{درصد تغییرات حجم} : \left(\frac{\Delta V}{V_1}\right)\times ۱۰۰ = (۳\alpha \Delta T)\times ۱۰۰$$

یعنی:

درصد تغییرات حجم = ۳ × درصد تغییرات طول × $\frac{۳}{۲}$ درصد تغییرات سطح

درصد تغییرات سطح = ۲ × درصد تغییرات طول

۴-۲-۲ خلاصه انبساط های جامدات

نوع انبساط	تغییرات : ✓ چقدر تغییر می کند؟ ✓ چقدر کاهش / افزایش می یابد؟	مقدار ثانویه : ✓ چقدر می شود؟ ✓ مقدار نهایی؟	درصد تغییرات:
طولی	$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$	$L_2 = L_1(1+\alpha \Delta T)$	$\left(\frac{\Delta L}{L_1}\right)\times ۱۰۰ = (\alpha \Delta T)\times ۱۰۰$
سطحی	$\Delta A = ۲\alpha A_1 \Delta T$	$A_2 = A_1(1+۲\alpha \Delta T)$	$\left(\frac{\Delta A}{A_1}\right)\times ۱۰۰ = (۲\alpha \Delta T)\times ۱۰۰$
حجمی	$\Delta V = \underset{\beta}{۳\alpha} V_1 \Delta T$	$V_2 = V_1(1+\underset{\beta}{۳\alpha}\Delta T)$	$\left(\frac{\Delta V}{V_1}\right)\times ۱۰۰ = (۳\alpha \Delta T)\times ۱۰۰$

نکته۹: تغییر طول | شعاع | قطر | فاصله بین دو نقطه | محیط : کلا هرچیزی که بین دو نقطه باشد : انبساطش طولیه!

۴-۲-۳ ضریب ها

نوع	ضریب انبساط	توضیحات تکمیلی
طولی	α	افزایش طول میله ای به طول یک متر به ازای افزایش دمای ۱K یا ۱°C است. علاوه برجنس ماده به دما نیز تاحدودی وابسته است. واحد آن $\frac{۱}{k}$ یا $\frac{۱}{^oC}$ می باشد.
سطحی	۲α	واحد آن $\frac{۱}{k}$ یا $\frac{۱}{^oC}$ می باشد.
حجمی β	جامد : $\beta_s = ۳\alpha$	واحد آن $\frac{۱}{k}$ یا $\frac{۱}{^oC}$ می باشد. $\beta_l > \beta_s \rightarrow \beta_l > ۳\alpha$
	مایع : β_l	β_l : افزایش حجم مایعی به حجم یک متر مکعب به ازای افزایش دمای ۱K یا ۱°C است. واحد آن $\frac{۱}{k}$ یا $\frac{۱}{^oC}$ می باشد.

بخش دوم: انبساط گرمایی

۴-۳ سوالات انبساط طولی

۴-۳-۱ تیپ جایگذاری

تست ۶:

طول تیرآهنی ۱۲ متر است. اگر دمای آن از صفر درجه‌ی سلسیوس به ۵۰ درجه‌ی سلسیوس برسد، طول آن چند میلی‌متر افزایش می یابد؟

خارج از کشور- ۱۳۹۲

$(\alpha_{\text{آهن}} = ۱٫۲ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{^\circ C})$

۱) ۷٫۲ ۲) ۷۲ ۳) $۷٫۲ \times ۱۰^{-۱}$ ۴) $۷٫۲ \times ۱۰^{-۲}$

پاسخ: گزینه ۱ با توجه به رابطه‌ی $\Delta L = L_{\circ} \alpha \Delta\theta$ داریم:

$$\Delta L = ۱۲ \times ۱٫۲ \times ۱۰^{-۵} \times (۵۰ - ۰) = ۷٫۲ \times ۱۰^{-۳} = ۷٫۲ mm$$

طول تیر آهن چند میلی متر می شود؟

تست ۷:

ریل‌های ۱۰ متری راه آهنی را در یک روز زمستانی به دمای $-۱۰^\circ C$ به دنبال هم کار می‌گذارند. اگر دما در تابستان تا $۴۰^\circ C$ بالا رود، از ابتدا (در دمای $-۱۰^\circ C$) حداقل چند میلی‌متر باید فاصله‌ی بین ریل‌ها خالی بماند تا در اثر انبساط حرارتی به هم فشار نیاورند؟ $(\alpha_{\text{آهن}} = ۱۲ \times ۱۰^{-۶} K^{-۱})$

سراسری- ۱۳۸۶

۱) ۳٫۶۵ ۲) ۴٫۸ ۳) ۵ ۴) ۶

پاسخ: گزینه ۴

$$\Delta L = L_{۱} \alpha \Delta\theta = (۱۰ \times ۱۰۰۰) \times (۱۲ \times ۱۰^{-۶})(۴۰ - (-۱۰)) = ۱۲ \times ۱۰^{-۲} \times ۵۰ = ۶ mm$$

تست ۸:

یک تیرآهن در اثر افزایش دمای ۵۰ درجهٔ سلسیوس، ۰٫۰۶ درصد به طولش اضافه می‌شود. ضریب انبساط طولی این تیرآهن در SI، کدام است؟

سراسری- ۱۳۹۷

۱) $۱٫۲ \times ۱۰^{-۵}$ ۲) $۱٫۶ \times ۱۰^{-۵}$ ۳) ۶×۱۰^{-۵} ۴) ۸×۱۰^{-۵}

پاسخ: گزینه ۱ با استفاده از رابطهٔ انبساط طولی می توان نوشت: $\text{درصد تغییرات طول} = (\alpha \Delta\theta) \times ۱۰۰ \Rightarrow ۰٫۰۶ = \alpha \times ۵۰ \times ۱۰۰ \Rightarrow \alpha = ۱٫۲ \times ۱۰^{-۵} k^{-۱}$

تست ۹:

در درون یک مکعب فلزی به ضلع $۲۰ cm$ حفره‌ی خالی کروی به شعاع $۵ cm$ وجود دارد. اگر در اثر افزایش دما ضلع مکعب به اندازه‌ی ۰٫۰۰۴ میلی‌متر افزایش یابد، شعاع حفره ..... می‌یابد.

سراسری- ۱۳۸۵

۱) ۰٫۰۰۱ میلی متر کاهش ۲) ۰٫۰۰۱ میلی متر افزایش ۳) ۰٫۰۰۳ میلی متر کاهش ۴) ۰٫۰۰۳ میلی متر افزایش

پاسخ: گزینه ۲

$$\Delta L = L_{۱} \alpha \Delta\theta \Rightarrow \begin{cases} ۰٫۰۰۴ = ۲۰۰ \alpha \Delta\theta \\ \Delta L' = ۵۰ \alpha \Delta\theta \end{cases} \Rightarrow \frac{۰٫۰۰۴}{\Delta L'} = \frac{۲۰۰ \alpha \Delta\theta}{۵۰ \alpha \Delta\theta} \Rightarrow \frac{۰٫۰۰۴}{\Delta L'} = ۴ \Rightarrow \Delta L' = +۰٫۰۰۱$$ میلی لیتر

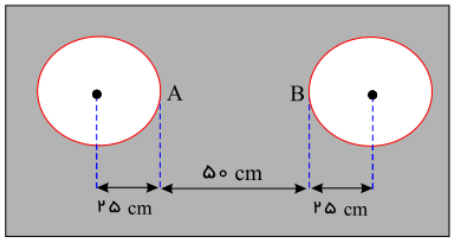
راه دوم : ضلع ۲۰ سانتی‌متری مکعب بر اثر افزایش دما ۰٫۰۰۴ میلی متر افزایش می‌یابد. بنابراین شعاع ۵ سانتی‌متری حفره (از همان مکعب) نیز به اندازه‌ی ۰٫۰۰۱ میلی متر افزایش می یابد.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۲-۳-۴ خوشگل های طولی

تست ۱۰:

در وسط یک صفحه‌ی فلزی نازک که ضریب انبساط سطحی آن $۳٫۶ \times ۱۰^{-۵} K^{-۱}$ است، دو دایره به شعاع های ۲۵ سانتیمتر را در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس خارج نموده‌ایم. اگر دمای صفحه را به آرامی از صفر به ۲۰۰ درجه‌ی سلسیوس برسانیم، فاصله ی AB چند میلی‌متر میشود؟ خارج از کشور- ۱۳۹۵



۱) ۴۹۶٫۴
۲) ۴۹۸٫۲
۳) ۵۰۱٫۸
۴) ۵۰۳٫۶

تست ۱۱:

در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس، مجموع طول میله‌های به هم چسبیده‌ی $L_۱$ و $L_۲$ با طول میله‌ی $L_۳$ برابر است و ضریب انبساط طولی میله‌ها به ترتیب $\alpha_۱$ و $\alpha_۲$ و $\alpha_۳$ است. اگر در هر دمای بالاتر از صفر نیز این تساوی طول برقرار باشد، کدام رابطه درست است؟

خارج از کشور- ۱۳۸۸

۱) $\alpha_۳ = \alpha_۱ + \alpha_۲$
۲) $\alpha_۳ = \frac{\alpha_۱ + \alpha_۲}{۲}$
۳) $\alpha_۳ = \frac{L_۱\alpha_۱ + L_۲\alpha_۲}{L_۳}$
۴) $\alpha_۳ = \frac{|L_۱\alpha_۱ - L_۲\alpha_۲|}{L_۳}$

تست ۱۲:

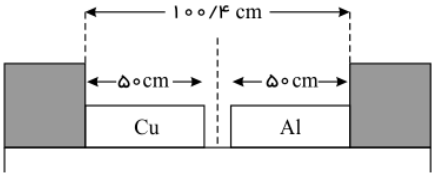
طول دو میله‌ی فلزی A و B در دمای $۲۰^\circ C$ هر یک برابر ۲ متراست. دمای دو میله را چند درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم تا اختلاف طول آن‌ها برابر $۰٫۸mm$ شود؟ $(\alpha_A = ۱۲ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{^\circ C} \ , \ \alpha_B = ۲۰ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{^\circ C})$ خارج از کشور- ۱۳۹۳

۱) ۳۰
۲) ۵۰
۳) ۷۰
۴) ۹۰

تست ۱۳:

دو میلهٔ مسی و آلومینیمی بین دو دیوارهٔ ثابت قرار دارند. دمای دو میله را چند کلوین بالا بریم تا دو میله به یکدیگر برسند؟ ($\alpha_{Al} = ۲٫۳ \times ۱۰^{-۵} \, ۱/K$ و $\alpha_{\text{مس}} = ۱٫۷ \times ۱۰^{-۵} \, ۱/K$)

خارج از کشور- ۱۳۹۸



۱) ۴۷۰
۲) ۳۴۷
۳) ۲۵۰
۴) ۲۰۰

تست ۱۴:

دومیله‌ی فلزی A و B دردمای $۲۰^\circ C$ به ترتیب دارای طول‌های $۵۰cm$ و $۷۰cm$ می‌باشند. دمای دو میله را $۳۰^\circ C$ افزایش می دهیم، باز هم اختلاف طول آنها $۲۰cm$ می‌شود. نسبت ضریب انبساط طولی میله‌ی A به ضریب انبساط طولی میله‌ی B کدام است؟ خارج از کشور- ۱۳۹۳

۱) $\frac{۳}{۷}$
۲) $\frac{۷}{۳}$
۳) $\frac{۵}{۷}$
۴) $\frac{۷}{۵}$

تست ۱۵:

طول یک میلهٔ نازک و بلند فلزی در دمای $10^\circ C$، ۵۰ متر است. اگر دمای این میله را از $10^\circ C$ به $30^\circ C$ برسانیم، طول آن ۲ سانتی‌متر افزایش می یابد. اگر دمای میله را به $100^\circ C$ برسانیم، طول نهایی میله برحسب سانتی‌متر کدام گزینه خواهد بود؟ قلم چی- ۱۳۹۷

۱) ۵۰۰۰ ۲) ۵۰۰۳ ۳) ۵۰۰۶ ۴) ۵۰۰۹

تست ۱۶:

طول یک قطعه ریل در زمستان برابر با $16m$ است. برای این‌که در فاصلهٔ ۸۰۰۸ متری بین دو شهر در تابستان و در دمای $40^\circ C$ آسیبی به ریل‌ها نرسد، باید ۵۰۰تا از این ریل‌ها را پشت سر هم قرار داد. حداقل دمای زمستان چند درجهٔ سلسیوس بوده است؟ (ضریب انبساط طولی فلز ریل‌ها $10^{-5} \times 2 \frac{1}{K}$ است و دما در زمستان را به‌عنوان دمای مرجع در نظر بگیرید.) قلم چی- ۱۳۹۷

۱) -10 ۲) -5 ۳) صفر ۴) -20

تست ۱۷:

شکل روبه‌رو، ورقه‌ای از جنس برنج $(\alpha = 2\times10^{-5}\ 1/^\circ C)$ را نشان می‌دهد که حفره‌ای به قطر ۲ اینچ $(1\ inch \approx 2/5\ cm)$ در آن ایجاد شده است. اگر دمای ورقه را $200^\circ C$ افزایش دهیم، مساحت حفره ..... $(\pi = 3)$

۱) $15\ cm^2$ افزایش می‌یابد. ۲) $0/15\ cm^2$ کاهش می‌یابد.

۳) $0/15\ cm^2$ افزایش می‌یابد. ۴) $15\ cm^2$ کاهش می‌یابد.

۴-۴ سوالات انبساط سطحی

تست ۱۸:

مساحت جانبی یک مکعب فلزی ۰٫۲۵ مترمربع وضریب انبساط خطی آن $2 \times 10^{-5} K^{-1}$ است. اگر دمای این مکعب ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش یابد، سطح جانبی آن تقریبا چند سانتی متر مربع افزایش می یابد؟ خارج از کشور- ۱۳۸۸

۱) ۸ ۲) ۱۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۰۰

پاسخ: گزینه ۲

تست ۱۹:

دمای یک قرص فلزی را ۲۵۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌دهیم، در نتیجه مساحت آن یک درصد افزایش می‌یابد. ضریب انبساط خطی فلز در SI کدام است؟ سراسری- ۱۳۹۳

۱) 2×10^{-5} ۲) 4×10^{-5} ۳) 2×10^{-6} ۴) 4×10^{-6}

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۲۰:

دمای یک میله‌ی مسی را $۱۰۰^\circ C$ افزایش می‌دهیم، طول آن ۰٫۱۷ درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای یک ورقه‌ی مسی را $۱۰۰^\circ C$ افزایش دهیم، مساحت آن چند برابر می‌شود؟ خارج از کشور- ۱۳۹۱

۱) ۱.۰۰۱۷ ۲) ۰٫۰۰۳۴ ۳) ۰٫۳۴۰۰ ۴) ۱٫۰۰۳۴

تست ۲۱:

ضریب انبساط طولی آلومینیم $۲٫۳ \times ۱۰^{-۵} K^{-۱}$ است و روی یک ورقهٔ تخت آلومینیمی، حفره‌ای دایره‌ای‌شکل ایجاد کرده‌ایم که مساحت آن در دمای صفر درجهٔ سلسیوس $۵۰ cm^۲$ است. اگر دمای ورقه را به آرامی به ۸۰ درجهٔ سلسیوس برسانیم، مساحت حفره چند سانتی متر مربع می‌شود؟ سراسری- ۱۳۹۸

۱) ۴۹٫۸۱۶ ۲) ۴۹٫۹۰۸ ۳) ۵۰٫۰۹۲ ۴) ۵۰٫۱۸۴

تست ۲۲: ۶

ورقه‌ی فلزی M به مساحت A و ضریب انبساط طولی α با ورقه‌ی فلزی N به مساحت $۲A$ و ضریب انبساط طولی ۲α، هم‌دما هستند. هرگاه دمای هر دو را به یک اندازه افزایش دهیم، تغییر مساحت ورقه‌ی فلزی N چند برابر تغییر مساحت ورقه‌ی فلزی M خواهد بود؟ قلم چی- ۱۳۹۶

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

تست ۲۳:

اگر دمای یک صفحهٔ فلزی را $۴۰۰^\circ C$ افزایش دهیم، به مساحت آن به اندازهٔ ۰/۰۰۸ مساحت اولیه اضافه می‌شود. ضریب انبساط سطحی فلز در SI کدام است؟ قلم چی- ۱۳۹۸

۱) $۱۰^{-۵}$ ۲) ۲×۱۰^{-۵} ۳) $۱۰^{-۴}$ ۴) ۲×۱۰^{-۴}

۱-۴-۴ سوالات انبساط حجمی

تست ۲۴:

به یک میله آنقدر گرما می‌دهیم تا طول آن یک درصد افزایش یابد. حجم آن تقریباً چند درصد افزایش می‌یابد؟ سراسری- ۱۳۹۱

۱) ۰٫۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

تست ۲۵:

مکعبی به ضریب انبساط طولی $۱۲ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{K}$ در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس قرار دارد. اگر دمای آن به $۱۰۰^\circ C$ برسد، حجم مکعب چند درصد افزایش می‌یابد؟ خارج از کشور- ۱۳۹۴

۱) ۰٫۱۲ ۲) ۰٫۳۶ ۳) ۱۲ ۴) ۳۶

تست ۲۶:

دمای یک قرص فلزی $100K$ افزایش می‌یابد. اگر شعاع اولیهٔ آن $10cm$ و ضخامت اولیهٔ آن $4mm$ باشد، تغییر حجم قرص چند سانتی‌متر مکعب است؟ ($\pi \simeq 3$ ، $\alpha = 5 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$)

خارج از کشور- ۱۳۹۷

۱) ۰٫۱۲ ۲) ۰٫۱۸ ۳) ۱٫۲ ۴) ۱٫۸

تست ۲۷:

دو کرهٔ فلزی A و B داریم که شعاع آن‌ها R_A و $R_B = 2R_A$ است. دمای این دو کره را به یک اندازه افزایش می‌دهیم. اگر افزایش حجم کرهٔ A سه برابر افزایش حجم کرهٔ B باشد، ضریب انبساط خطی کرهٔ A چند برابر ضریب انبساط خطی کرهٔ B است؟

قلم چی- ۱۳۹۶

۱) $\frac{1}{8}$ ۲) ۱۶ ۳) ۲۴ ۴) ۸

تست ۲۸:

ضریب انبساط حجمی فلزی $9 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ F}$ است. ضریب انبساط طولی آن چند $\frac{1}{K}$ است؟

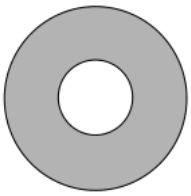
قلم چی- ۱۳۹۸

۱) 3×10^{-6} ۲) 5×10^{-6} ۳) $\frac{5}{3} \times 10^{-6}$ ۴) $\frac{3}{5} \times 10^{-6}$

تست ۲۹:

مطابق شکل یک دیسک به قطر خارجی $60cm$، که از وسط آن دایره‌ای به شعاع ۱۰ سانتی‌متر جدا شده است، از فلزی با ضریب انبساط حجمی $6 \times 10^{-5} (\frac{1}{K})$ ساخته شده است. اگر دمای دیسک را بدون تغییر حالت آن، $100^\circ C$ بالا ببریم مساحت قسمت فلزی چند سانتی‌متر مربع خواهد شد؟

قلم چی- ۱۳۹۷

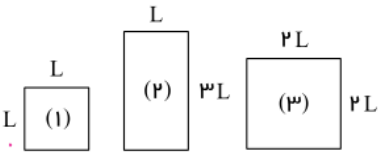


۱) $803/2\pi$
۲) 800π
۳) 400π
۴) $401/6\pi$

تست ۳۰:

شکل زیر سه صفحهٔ فلزی هم‌جنس با اضلاع متفاوت را در یک دما نشان می‌دهد. اگر دمای همهٔ آن‌ها را به اندازهٔ یکسان زیاد کنیم، به ترتیب از راست به چپ ارتفاع و مساحت کدام صفحه نسبت به بقیه بیش‌تر افزایش می‌یابد؟

قلم چی- ۱۳۹۸



۱) (۳) – (۲)
۲) (۱) – (۲)
۳) (۲) – (۳)
۴) (۳) – (۳)

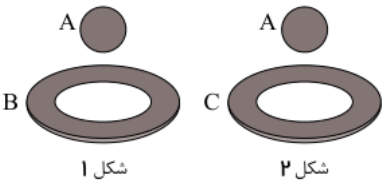
ج : اگر در هر ۳ تای آنها روزنه کوچک هم اندازه‌ای وجود داشته باشد، افزایش قطر ۳ روزنه در اثر افزایش دمای یکسان را با هم مقایسه کنید.

چون جنس هر ۳ قطعه یکسان است و هر ۳ روزنه هم اندازه هستند، افزایش قطر آنها در اثر افزایش دمای یکسان به یک اندازه است.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۳۱:

مطابق شکل توپ فلزی از جنس A و حلقه‌های فلزی از جنس B و C می‌باشد و قطر توپ از قطر داخلی حلقه‌ها بزرگ‌تر است. اگر در شکل (۱) توپ و حلقه تا دمای یکسانی سرد شوند، توپ از حلقه عبور می‌کند و در شکل (۲) اگر توپ و حلقه تا دمای یکسانی گرم شوند توپ از حلقه عبور می‌کند. کدام مقایسه در مورد ضریب انبساط طولی صحیح است؟ (دمای اولیهٔ هر سه قطعه یکسان است.) قلم چی- ۱۳۹۸



۱) $\alpha_A > \alpha_B > \alpha_C$

۲) $\alpha_B > \alpha_C > \alpha_A$

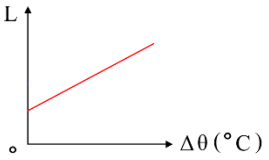
۳) $\alpha_B > \alpha_A > \alpha_C$

۴) $\alpha_C > \alpha_A > \alpha_B$

۲-۴-۴ نمودارهاش

کلاً ممکنه برای هر معادله ای نمودار بگن ! پس یکم ریاضیتو قوی کن!

- ✓ تابع $y = ax$ اگر قرار به رسم باشه و به این صورت رسم بشه که محور عمودی y و محور افقی x باشه، باقی مونده که a باشه ، میشه شیب نمودار.
- ✓ تابع $y = ax + b$ هم همین داستانه با این تفاوت که عرض از مبدا داره و برابر b هستش!



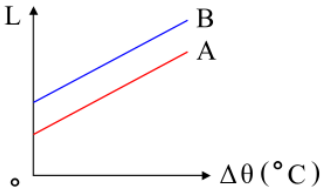
$$L_۲ = L_۱ + L_۱\alpha\Delta T \qquad \Delta L = \alpha L_۱ \Delta T$$

مثلاً اگر بخواهیم نمودار ΔL را بر حسب ΔT رسم کنیم، مابقیش میشه شیب ، یعنی شیب خط : $\alpha L_۱$

یا مثلاً اگر بخواهیم نمودار L را بر حسب ΔT رسم کنیم، $L_۱$ میشه عرض از مبدا و مابقیش میشه شیب ، یعنی شیب خط : $\alpha L_۱$

تست ۳۲:

نمودار طول دو میله‌ی A و B بر حسب تغییرات دما، به‌صورت دو خط موازی مطابق شکل مقابل رسم شده است. اگر ضریب انبساط طولی میله‌های A و B به‌ترتیب α_A و α_B باشد، کدام گزینه‌ی زیر رابطه‌ی بین α_A و α_B را به‌درستی نشان می‌دهد؟ قلم چی- ۱۳۹۵



۱) $\alpha_A = \alpha_B$

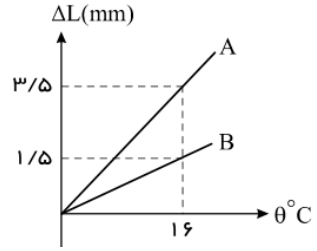
۲) $\alpha_A > \alpha_B$

۳) $\alpha_A < \alpha_B$

۴) بسته به طول اولیه، هر سه حالت ممکن است.

تست ۳۳:

شکل مقابل نمودار تغییرات طول دو میلهٔ A و B که دمای اولیهٔ آن‌ها برابر صفر درجهٔ سلسیوس است را برحسب افزایش دمای آن‌ها نشان می‌دهد، اگر طول دو میله در دمای $۸۰^\circ C$ با یکدیگر برابر شود، اختلاف طول اولیهٔ آن‌ها چند سانتی‌متر بوده است؟ خوشخوان- ۱۳۹۸



۱) ۲۵

۲) ۱۰

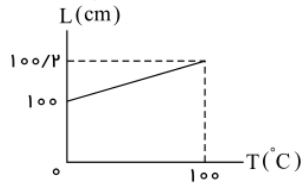
۳) ۲٫۵

۴) ۱

تست ۳۴:

در شکل زیر نمودار تغییرات طول یک میلهٔ فلزی بر حسب دما نشان داده شده است. در دمای $50^\circ F$ طول میله چند سانتی‌متر می شود؟

قلم چی- ۱۳۹۸



۱) ۱۰۰/۰۰۲

۲) ۱۰۰/۲

۳) ۱۰۰/۰۲

۴) ۱۰۰/۱

۳-۴-۴ انبساط خط کش

اگر خط کش را به همراه جسم گرم کنیم، طول خط کش نیز افزایش می یابد و آن چه با خط کش اندازه گیری می کنیم طول واقعی جسم نیست و باید به انبساط خط کش نیز دقت شود.

مثلا با خط کش طول میله مسی شده ۹۰ سانتی متره. اگر دمای خط کش و میله را ۸۰ درجه زیاد کنیم ، خط کش طول میله را چند نشان می دهد؟

۱) طول جدید میله را حساب کن.

۲) هر یک سانتی متر روی خط کش تغییر کرده . پس اندازه یک سانتی متر جدید را روی خط کش حساب کن.

۳) حال طول جدید را بر یکای جدید تقسیم کن.

۴-۴-۴ تغییرات چگالی با دما

افزایش دما حجم اجسام را افزایش می دهد ولی بر جرم آنها تاثیر نمی گذارد. پس طبق رابطه $V=\frac{m}{\rho}$ انتظار داریم که با افزایش دما حجم افزایش و در نتیجه چگالی کاهش یابد. با این حساب رابطه ی چگالی یک جسم بر حسب تغییرات دما به صورت زیر:

$$V_2=V_1(1+\beta\Delta T)\xrightarrow{V=\frac{m}{\rho}}\frac{m}{\rho_2}=\frac{m}{\rho_1}(1+\beta\Delta T)\Rightarrow\rho_2=\frac{\rho_1}{1+\beta\Delta T}\rightarrow\boxed{\frac{\rho_2}{\rho_1}=1-\beta\Delta\theta}\rightarrow\boxed{\Delta\rho=-\rho_1\beta\Delta\theta}$$

و درصد تغییراتش :

$$(\frac{\Delta\rho}{\rho_1})\times100=-\beta\Delta T\times100$$

تست ۳۵:

دمای یک میله‌ی فلزی از θ_1 به θ_2 می‌رسد. اگر طول آن ۰٫۱ درصد افزایش یابد، چگالی آن تقریباً ..... خارج از کشور- ۱۳۹۰

۱) ۰٫۱ درصد کاهش می‌یابد.

۲) ۰٫۳ کاهش می‌یابد.

۳) ۰٫۱ درصد افزایش می‌یابد.

۴) ۰٫۳ درصد افزایش می‌یابد.

تست ۳۶:

یک گلولهٔ سربی به شعاع $1cm$ و جرم $44g$ در دمای 0° قرار دارد. اگر دمای گلوله به $100^\circ C$ برسد، چگالی آن چند کیلوگرم بر متر مکعب و چگونه تغییر می‌کند؟ ($\pi=3$ ، $\frac{1}{k}$ ، $\alpha_{\text{سرب}}=3\times10^{-5}$) خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) ۳۳ ، کاهش می‌یابد.

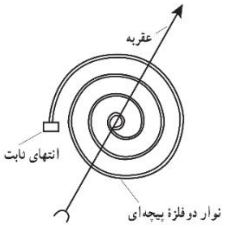
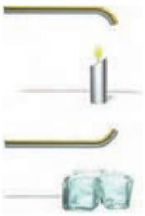
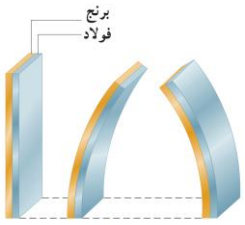
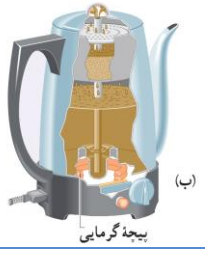
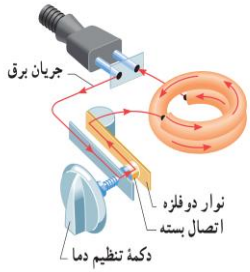
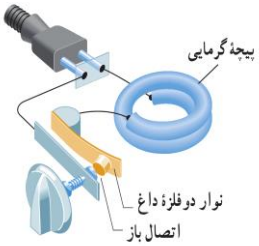
۲) ۳۳ ، افزایش می‌یابد.

۳) ۹۹ ، کاهش می‌یابد.

۴) ۹۹ ، افزایش می‌یابد.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

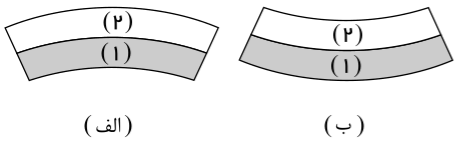
۴-۴-۵ دو دماسنج دیگه! کاربرد انبساط طولی هستن!

دماسنج نواری دو فلزه (بی متال)	  در این دماسنج دو نوار(تیغه) فلزی با ضریب انبساط متفاوت مثل (برنج و آهن) به شکل یک حلزون به هم جوش یا پرچ داده میشوند. فلز باضریب انبساط بیشترکمان خارجی و فلز با ضریب انبساط کمتر کمان داخلی را تشکیل میدهد. به همین دلیل با افزایش دما نوارحلزونی، حلزونی تر میشود و عقربه ساعت به سمت راست می چرخد. اگر داراکم کنیم عکس این اتفاق می افتد. یعنی عقربه به سمت چپ می چرخد . ازهمین ویژگی یعنی خم شدن نوارها برای اندازه گیری دما و ساختن دماسنج ها استفاده میشود.
دماپا(ترموستات)	مشابه دماسنج نواری دو فلزه, دماپا دوتیغه فلزی با طول یکسان وجنس مختلف مثل (برنج و فولاد) است که به طورکامل به هم متصل شده اند. در هنگام گرم شدن تیغه با ضریب انبساط بیشتر کمان خارجی را تشکیل میدهد. (ضریب انبساط حرارتی برنج > ضریب انبساط حرارتی فولاد)   در اثر گرما دادن به تیغه ها ← هرچه آلفا بیشتر ← تغییر طول بیشتر در راستای بزرگ تر شدن ← کمان خارجی در اثر گرما گرفتن از تیغه ها ← هرچه آلفا بیشتر ← تغییر طول کمتر در راستای کوچک تر شدن ← کمان داخلی طرز کار دماپا: دماپا در مدار خیلی از وسیله های الکتریکی مثل یخچال,ابگرمکن و کتری برقی... به کار میرود. کار دماپا قطع و وصل جریان هنگام گرم وسرد شدن مدار است. در شکل سمت راست با عبور جریان الکتریکی از کتری برقی، نوار دو فلزه گرم و به تدریج خم می شود تا جریان قطع شود. (شکل سمت چپ).  

تست ۳۷:

شکل‌های زیر دو تیغهٔ فلزی از جنس آهن و برنج را که به‌طور سرتاسری به‌هم جوش خورده‌اند، نشان می‌دهد. در حالت «الف» به تیغه‌ها گرما داده شده و در حالت «ب» از تیغه‌ها گرما گرفته شده است. جنس تیغهٔ «۱» در حالت «الف» و «ب» به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟

قلم چی- ۱۳۹۷



۱) آهن، برنج

۲) برنج، آهن

۳) آهن، آهن

۴) برنج، برنج

گزینه ۳ باتوجه به اینکه ضریب انبساط طولی فلز برنج از ضریب انبساط طولی آهن بیشتر است، با افزایش دما به مقدار یکسان افزایش طول برنج بیشتر از آهن و با کاهش دما به مقدار یکسان نیز کاهش طول برنج بیشتر از آهن می‌باشد. بنابراین فلز شمارهٔ «۲» در هر دو حالت «الف» و «ب» برنج و فلز شمارهٔ «۱» آهن است.

داستان های انبساط در مایعات

انبساط مایعات

رابطه مثل انبساط حجمی جامداته اما ضریبش فرق داره:

$$\boxed{\Delta V = \beta V_1 \Delta T} \quad | \quad \boxed{V_2 = V_1(1+\beta\Delta T)}$$

β : ضریب انبساط حجمی مایع

افزایش حجم مایعی به حجم یک متر مکعب به ازای افزایش دمای $1\,K$ یا $1^\circ C$ است. واحد آن $\frac{1}{k}$ یا $\frac{1}{^\circ C}$ می باشد.

ضریب انبساط حجمی مایع ها معمولاً خیلی بیشتر از ضریب انبساط حجمی جامدهاست.

چون مایعات شکل معینی ندارند، ضریب انبساط طولی و سطحی برای آن ها تعریف نمی شود.

انبساط ظاهری مایعات:

وقتی به یک ظرف حاوی مقداری مایع گرما می دهیم هم حجم مایع زیاد میشود وهم گنجایش ظرف. یعنی هردو منبسط می شوند. این انبساط همزمان مایع و ظرف باعث میشود افزایش حجمی که از مایع می بینیم واقعی نباشد و یک انبساط ظاهری را نظاره گر باشیم. برای اینکه بدانیم این انبساط ظاهری چقدر است کافی است :

$$\Delta V_L = V_{1L}\beta_L \Delta T \quad | \quad \Delta V_S = V_{1S}(3\alpha_S)\Delta T$$

اگر از همان ابتدا ظرف پر از مایع باشد، داریم : $V_{1L} = V_{1S} = V_1$

$$\Delta V' = \Delta V_L - \Delta V_S = V_1\beta_L\Delta T - V_1(3\alpha_S)\Delta T = V_1(\beta_L - 3\alpha_S)\Delta T$$

$$\boxed{\Delta V' = V_1(\beta_L - 3\alpha_S)\Delta T}$$

در این قسمت مایع به اندازه انبساط ظاهری اش از ظرف بیرون میریزد.

تست ۳۸:

در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس حجم ظرف شیشه‌ای توسط یک لیتر جیوه کاملاً پر شده است. وقتی دمای مجموعه را به ۸۰ درجه‌ی سلسیوس می‌رسانیم، $12cm^3$ جیوه از ظرف خارج می‌شود. اگر ضریب انبساط حجمی جیوه $1/8 \times 10^{-4} K^{-1}$ باشد، ضریب انبساط خطی شیشه در SI چقدر است؟ سراسری- ۱۳۸۶

۱) $1/2 \times 10^{-4}$ ۲) 10^{-4} ۳) 10^{-5} ۴) 3×10^{-5}

تست ۳۹:

ظرفی به حجم $100cm^3$ را به‌وسیله‌ی مایعی به‌طور کامل پُر می‌کنیم و سپس دمای ظرف ومایع را $50^\circ C$ افزایش می‌دهیم. اگرضریب انبساط سطحی ظرف $\frac{2}{3}$ برابر ضریب انبساط حجمی مایع باشد، چند cm^3 مایع از ظرف بیرون می‌ریزد؟ قلم چی- ۱۳۹۶

۱) ۱/۵ ۲) ۱/۲ ۳) ۰/۵ ۴) صفر

تست ۴۰:

در یک روز تابستانی که دمای باک بنزین اتومبیل شخصی $40^\circ C$ است، شخص باک ۵۰ لیتری اتومبیل خود را پر از بنزین می‌کند. اگر در ابتدا بنزین در مخزنی در زیرزمین با دمای $10^\circ C$ نگهداری شود و سپس به باک منتقل شود، پس از هم‌دما شدن باک و بنزین، چند لیتر بنزین از باک بیرون می‌ریزد؟ ($\beta_{\text{بنزین}} = 10^{-3}\frac{1}{K}$ و از افزایش حجم باک صرف نظر کنید.) قلم چی- ۱۳۹۷

۱) ۲ ۲) ۱/۵ ۳) ۱ ۴) ۰/۵

گزینه ۲ از رابطهٔ انبساط حجمی استفاده می‌کنیم و تغییر حجم بنزین را می‌یابیم:

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T \Rightarrow \Delta V = 10^{-3} \times 50 \times (40 - 10) = 1/5L$$

با توجه به این‌که از تغییر حجم باک صرف‌نظر شده است، بنابراین ۱/۵ لیتر بنزین از باک بیرون می‌ریزد.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۴۱:

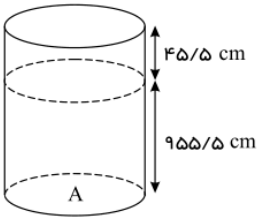
یک مخزن نگه‌داری اسید در یک پالایشگاه به شکل استوانه‌ای به قطر ۵ متر و ارتفاع ۱۰ متر و از فلزی که در برابر خوردگی اسید مقاوم است، ساخته شده است. در دمای $-۱۵^{\circ}C$، فاصلهٔ سطح اسید داخل مخزن تا لبهٔ مخزن، ۴۵٫۵ سانتی‌متر است. اگر ضریب انبساط حجمی اسید $۱ \times ۱۰^{-۳} K^{-۱}$ باشد، تقریباً در چه دمایی برحسب درجهٔ سلسیوس اسید از مخزن شروع به لبریز شدن می‌کند؟ (از انبساط مخزن صرف‌نظر شود.)

۱) ۶۵ ۲) ۵۰ ۳) ۳۵ ۴) ۲۰

پاسخ: گزینه ۳ زمانی که تغییر حجم اسید داخل مخزن برابر حجم خالی فضای بالای مخزن شود سرریز شروع می‌شود. با چشم‌پوشی از انبساط مخزن داریم:

$$\Delta V=\beta V_{۱} \Delta T \Rightarrow ۴۵٫۵ \times A = ۱ \times ۱۰^{-۳} \times ۹۵۵٫۵ \times A \times \Delta T$$
$$\Rightarrow \Delta T \simeq ۴۷٫۶K$$

$$\Delta T = \Delta\theta \Rightarrow ۵۰ = \theta_{۲} - (-۱۵) \Rightarrow \theta_{۲} = ۳۵^{\circ}C$$



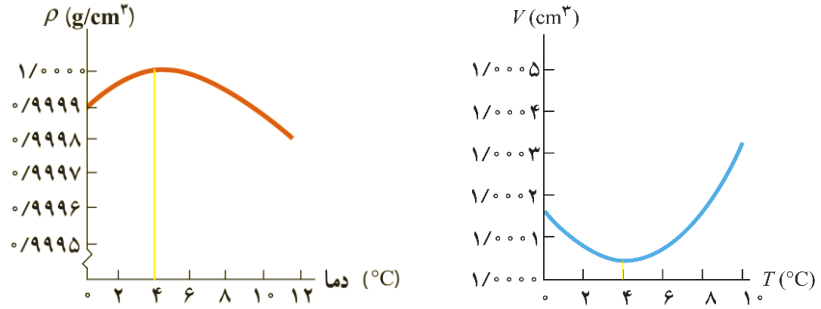
۶-۴-۴ انبساط غیر عادی آب

در زمستان‌های سرد، سطح آب آبگیرها و دریاچه‌های کوچک یخ می‌زند و به تدریج یخ ضخی متر می‌شود؛ اما در ته آبگیرها، دمای آب بالاتر از ۰ درجه سانتی گراد بوده و برای موجودات زنده‌ای آنجا زندگی می‌کنند، نسبتاً گرم و مناسب است.

حجم بیشتر مایع‌ها با کم شدن دما کاهش و در نتیجه چگالی آنها افزایش می‌یابد، ولی رفتار آب در محدوده دمایی ۰ تا ۴ درجه سانتی گراد متفاوت است.

باکاهش دما از $۱۰۰^{o}C$ تا $۴^{o}C$ آب هم مثل هر مایع دیگری حجمش کم میشود، ولی از $۴^{o}C$ تا $۰^{o}C$ رفتار آب غیر عادی میشود و با کاهش دما باعث افزایش حجم آب میشود بنابراین نمودار حجم وچگالی آب بر حسب دما به صورت بالا در می آید.

نمودار حجم برحسب دما و نمودار چگالی برحسب دما را برای آب شیرین به صورت زیر می باشند.

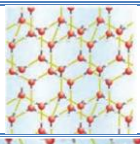


نتیجه ها:

۱)کم ترین حجم و بیشترین چگالی آب در دمای $۴^{o}C$ اتفاق می افتد.

۲)چگالی غیر عادی آب در محدوده $۰^{o}C$ تا $۴^{o}C$ باعث میشود که آب با دمای $۴^{o}C$ (گرمتر) پایین تر از آب $۰^{o}C$ (سردتر) قرار بگیرد به همین دلیل آب از بالا به پایین یخ میزند. (قطب)

توجیه مولکولی رفتار عجیب آب:

آرایش مولکولی آب در بلور یخ به گونه ای است که در بعضی جاها مولکول ها به هم نزدیک یا دورند و بین آن ها فضای خالی وجود دارد.	
در آب $۴^{o}C$ تقریبا تمام ساختار مولکولی بلور از بین می رود و فضای خالی پر و ارایش مولکول ها یکنواخت میشود. نتیجه این اتفاق کاهش حجم و افزایش چگالی است.	
در محدوده $۰^{o}C$ تا $۴^{o}C$ بقایای ساختار مولکولی یخ هنوز وجود دارد و این باعث میشود آب رفتاری غیر عادی داشته باشد.	

فعالیت کتاب :

وقتی آب در یک ظرف روباز یخ می‌بندد معمولاً یک برآمدگی مرکزی ایجاد می‌شود.در این مورد تحقیق کنید.

وقتی آب یخ می‌بندد، آب منبسط می‌گردد. اگر یخ در ظرفی روباز تشکیل شود، چون از اطراف نمی‌تواند انبساط یابد، انبساط آن رو به بالا رخ می‌دهد. ابتدا بخش‌هایی از آب که کنار دیواره ظرف هستند یخ می‌زند و به این ترتیب لایه یخ نازکی روی سطح آب تشکیل می‌شود. با ادامه فرایند یخ زدن، آبی که در میانه ظرف باقی مانده یخ می‌زند و منبسط می‌گردد. در این انبساط، آب میانه ظرف، لایه یخ بالای سرش را به طرف بالا می‌راند و این فرایند تا پایان یخ زدن کل آب ادامه می‌یابد و سرانجام سطح بالایی یخ، چیزی شبیه به یک مخروط کوتاه می‌شود. این فرایند گاهی می‌تواند یک تیزی تشکیل دهد. در این مواقع آب در حال انبساط زیرین، لایه یخ را می‌شکند و بقیه آب از محلّ شکستگی به بالا هدایت می‌شود. هرچه سرعت یخ بستن به حدّ کافی کم باشد، آب بیشتری می‌تواند از طریق این پوسته به بالا فشرده و منجمد شود. وقتی همه آب یخ زد، این پوسته تشکیل تیزی رو به بالای صلبی را می‌دهد. به این تیزی رو به بالا «یخ میخی» می‌گویند.

۷-۴-۴ گرما

گرما: انرژی ایست که به دلیل اختلاف دما بین دوجسم (از جسم گرمتر به جسم سردتر) مبادله میشود.

۱) گرما (Q) انرژی انتقال یافته است. بنابراین یکای آن ژول (J) است.

یکای دیگر گرما کالری است که $1Cal = ۴/۱۸۶J \simeq ۴/۲J$

۲) علت انتقال گرما اختلاف دما است یعنی گرما تازمانی از جسم گرمتر به جسم سردتر منتقل میشود که دمای آنها برابر شود:

اگر دمای دوجسم برابر نباشد: گرما ازجسم گرمتر به جسم سردتر منتقل میشود.

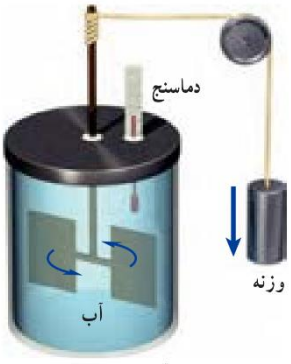
اگر دمای دوجسم برابر باشد: گرمای خالصی بین دو جسم مبادله نمی شود.

۳) مفهوم گرما به نوعی با مفهوم (انتقال یافتن) و (مبادله شدن) مرتبط شده است و اینظور نیست که که اجسام نوعی انرژی به اسم گرما داشته باشند.

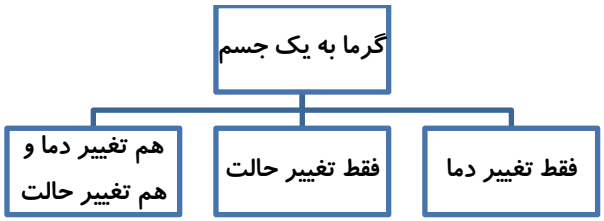
جسم گرما بگیره : $Q > ۰$ | جسم گرما از دست بده : $Q < ۰$

جسم به اندازه Q گرما بگیره: انرژی درونی اش به اندازه Q زیاد میشه

جسم به اندازه Q گرما از دست بده : انرژی درونی اش به اندازه Q کم میشه



نمونه‌ای از آزمایش ژول : در این آزمایش نشان داده می‌شود کار نیروی وزن برابر با مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای آب است.

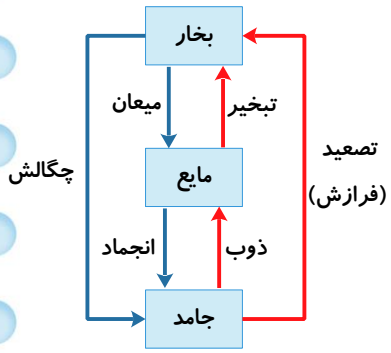


۱) تغییر دما: دمای جسم تغییر کند

۲) تغییر حالت: حالت جسم تغییر کند.

(تمامی مسیرهای به سمت بالا، گرماگیر | تمامی مسیرهای به سمت پایین، گرماده)

۳) هم تغییر دما و هم تغییر حالت.



Physics_Agheli AliAgheli.ir

۸-۴-۴ گرمایی که فقط باعث تغییر دما میشه

در این حالت جسمی به جرم m در اثر مبادله گرمایی (Q) از دمای θ_1 به θ_2 می رسد.

منظور از جرم در این رابطه ، کل جرم اولیه است.

$$Q = mc\Delta\theta = mc(\theta_2 - \theta_1)$$

- ✓ c: گرمای ویژه جسم: مقدار گرمایی که به یک کیلوگرم از جسم داده شود تا دمای آن یک درجه سانتی گراد (یا یک کلوین) افزایش یابد. واحد آن $c:[\frac{J}{Kg.^\circ C}]or[\frac{J}{Kg.K}]$. با تغییر جرم تغییری نمی کند.
- ✓ C : ظرفیت گرمایی: مقدار گرمایی که به یک جسم داده شود تا دمای آن یک درجه سانتی گراد (یا یک کلوین) افزایش یابد. واحد آن $C:[\frac{J}{^\circ C}]or[\frac{J}{K}]$

$$Q = \underset{C}{mc}\,\Delta\theta = C(\theta_2 - \theta_1) \longleftarrow$$

منظور از ظرفیت، این نیست که جسم، توانایی محدودی در مبادله گرما دارد؛ بلکه تا وقتی که اختلاف دما باشد، مبادله گرما ادامه می‌یابد. مقادیر زیاد آب، مانند آب دریاچه‌ها و دریاها، نوسان‌های دمای هوای اطراف خود را متعادل می‌کند؛ زیرا اگر مقدار آب زیاد باشد، می‌تواند گرمای زیادی از محیط بگیرد یا اینکه به محیط بدهد، بی آنکه دمای خودش تغییر محسوسی بکند.

ظرفیت گرمایی اجسامی که از یک نوع مادّه ساخته شده‌اند متناسب با جرم آنهاست.

- ✓ اگر حالت مقایسه ای : $\boxed{\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{m_2 c_2 \Delta\theta_2}{m_1 c_1 \Delta\theta_1}} \xleftarrow{m=\rho V} \boxed{\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\rho_2 V_2 c_2 \Delta\theta_2}{\rho_1 V_1 c_1 \Delta\theta_1}}$
- ✓ جسم گرما بگیره : $Q>0 \Rightarrow \Delta\theta>0 \Rightarrow \theta_2>\theta_1$ | از دست بده : $Q<0 \Rightarrow \Delta\theta<0 \Rightarrow \theta_2<\theta_1$
- ✓ یادت نره که $m = \rho V$

تست ۴۲:

از ۵۰۰ گرم آب ۱۳ درجه سانتی گراد، مقدار ۲۱ کیلوژول گرما میگیریم. چگالی آب چگونه تغییر می کند؟ (گرمای ویژه آب ۴۲۰۰ واحد SI می باشد)

۱) کاهش ۲) افزایش ۳) اول کاهش بعد افزایش ۴) اول افزایش و بعد کاهش

تست ۴۳:

از ۱۰۰ g آب $60^\circ C$، به اندازهٔ ۲۱ kJ گرما می‌گیریم و همین گرما را به ۲۵۰ g الکل $20^\circ C$ می‌دهیم. در پایان، اختلاف دما بین آب و الکل، چند درجهٔ سلسیوس می‌شود؟ ($c_{\text{آب}} = 2c_{\text{الکل}} = 4200 \frac{J}{kg.^\circ C}$)

۱) ۶۰ ۲) ۵۴ ۳) ۵۰ ۴) ۴۸

تست ۴۴:

حجم جسم A، دو برابر حجم جسم B و چگالی آن ۰٫۸ چگالی جسم B است. اگر گرمای ویژه‌ی A، نصف گرمای ویژه‌ی B باشد و به هر دو یک اندازه گرما بدهیم، افزایش دمای جسم A، چند برابر افزایش دمای جسم B می‌شود؟ سراسری- ۱۳۹۶

۱) $\frac{5}{4}$ ۲) $\frac{4}{5}$ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) $\frac{2}{3}$

تست ۴۵:

یک لوله‌ی مسی را بریده و جرم آن را نصف می‌کنیم. ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه‌ی آن به ترتیب چند برابر می‌شوند؟

خارج از کشور- ۱۳۹۶

۱) $\frac{1}{2}$ و ۱ ۲) $\frac{1}{2}$ و $\frac{1}{2}$ ۳) ۱ و $\frac{1}{2}$ ۴) ۱ و ۱

تست ۴۶:

یک نیروگاه هسته‌ای روزانه $10^5 m^3$ آب از رودخانه می‌گیرد و ۲۱۰۰ گیگاژول از گرمای اتلافی خود را به این آب می‌دهد. اگر دمای آب ورودی $25^\circ C$ باشد، دمای آب خروجی چند درجه‌ی سلسیوس است؟

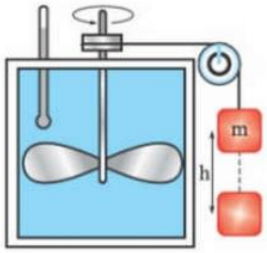
خارج از کشور- ۱۳۹۰

$(C_{آب} = 4200 \frac{J}{kg^\circ C}$ و $\rho_{آب} = 1000 \frac{kg}{m^3})$

۱) ۵۰ ۲) ۲۵٫۵ ۳) ۳۰ ۴) ۷۵

تست ۴۷:

شکل روبه‌رو، آزمایش ژول را نشان می‌دهد. جرم وزنه و جرم آب داخل دستگاه برابر است. اگر وزنه به اندازهٔ ۲/۱m سقوط کند و کار نیروی وزن، برابر گرمای داده‌شده به آب باشد، دمای آب چند درجهٔ سلسیوس افزایش می‌یابد؟ ($g = 10 N/kg$ و $c_{آب} = 4200 \frac{J}{kg.°C}$)



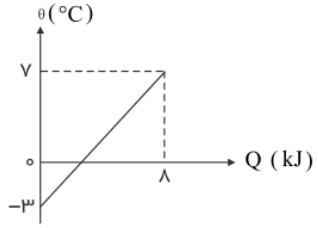
۱) 2×10^{-3} ۲) 4×10^{-3}

۳) 5×10^{-3} ۴) 3×10^{-3}

تست ۴۸:

نمودار تغییرات دما برحسب گرمای داده شده به جسمی به جرم $2kg$ مطابق شکل زیر است. چند کیلوژول گرما لازم است تا دمای این جسم ۳ کلوین افزایش یابد؟

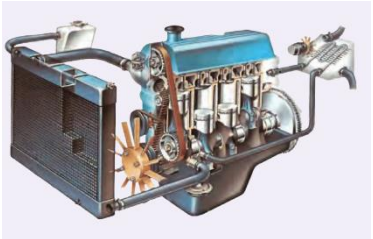
خارج از کشور- ۱۳۹۶



۱) ۶
۲) ۴٫۸
۳) ۳
۴) ۲٫۴

فناوری و کاربرد:

استفاده از آب در دستگاه های گرم کننده و خنک کننده



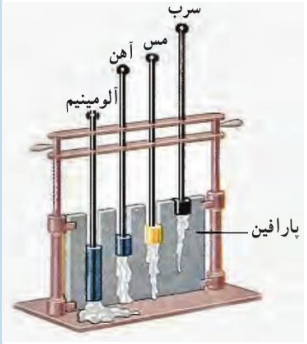
دیدیم که گرمای ویژه آب از سایر مواد بیشتر است. این نشان می‌دهد که وقتی یک کیلوگرم آب به اندازه یک درجه سلسیوس تغییر دما دهد، در مقایسه با سایر مواد، گرمای بیشتری با محیط اطراف خود مبادله می‌کند. از این خاصیت آب برای گرم کردن فضای خانه‌ها به وسیله شوفاژ استفاده می‌شود. آبِ گرم شده در مخزن به وسیله پمپ (تلمبه) و از طریق لوله به رادیاتور می‌رسد. آب در رادیاتور که با هوای سرد در تماس است، سرد می‌شود و بخشی از انرژی درونی خود را از دست می‌دهد و بار دیگر، از طریق لوله‌های برگشت، به مخزن برمی‌گردد و در هر چرخه باز همین عمل تکرار می‌شود. از آب برای خنک کردن موتور خودروها نیز استفاده می‌شود.

بدین منظور، در محفظه سیلندر و سرسیلندر، مسیرهای عبور آب درنظر گرفته شده است که به وسیله تلمبه آب (واتر پمپ)، آب به سرعت در درون این مسیر ها گردش می‌کند و گرما را از موتور به رادیاتور خودرو می‌برد. در اثر عبور هوا از میان پره‌های رادیاتور، هوا با آب درون رادیاتور تبادل گرمایی

Physics_Agheli AliAgheli.ir

می‌کند، آب انرژی خود را از دست می‌دهد و دوباره به موتور برمی‌گردد و این عمل تکرار می‌شود.

پرسش کتاب:



چند گوی فلزی از جنس‌های مختلف، مثلاً از آلومینیم، فولاد، برنج، مس، سرب و ...، را اختیار می‌کنیم که همگی جرم یکسانی داشته باشند. گوی‌ها را توسط ریسمان‌هایی داخل ظرف آبی قرار می‌دهیم که آب آن درحال جوشیدن است و پس از مدتی گوی‌ها را بیرون آورده و آنها را روی یک ورقه پارافین قرار می‌دهیم. به نظر شما کدام گوی، پارافین بیشتری را ذوب می‌کند و علت آن چیست؟

این به گرماهای ویژه گوی‌ها بستگی دارد. اگر به جدول ۴-۳ رجوع کنید گرماهای ویژه سرب، برنج، مس، فولاد و آلومینیم به ترتیب ۹۰۰ و ۴۵۰، ۳۸۶، ۳۸۰، ۱۲۸ در واحد SI است. بنابراین میزان ذوب شدن پارافین از کمترین تا بیشترین به همان ترتیب است. آزمایش اصلی که توسط جان تیندال انجام شد به وسیله وزنه‌های استوانه ای انجام شده که شکل آن به صورت زیر است.

۹-۴-۴ گرمایی که باعث تغییر حالت میشه

برای تغییر حالت : $Q=\pm mL_X$ (گرماگیر: + | گرماده: -)

(m : میزان جرمی از ماده که تغییرحالت میدهد و لزوماً جرم کل نیست)

L_X: گرمای نهان : مقدار گرمایی که به یک کیلوگرم از جسم بدهیم تا در دمای معین تغییر حالت دهد. واحد آن $\frac{J}{Kg}$ می باشد.	
L_f : گرمای نهان ذوب فقط به جنس جسم بستگی دارد.	L_V : گرمای نهان تبخیر با کاهش دما به دلیل محکمتر شدن پیوند مولکول های مایع، L_V افزایش می یابد. L_V به جنس و دما بستگی دارد.
در فرآیندهای ذوب و انجماد: $Q=\pm mL_f$	درفرایندهای تبخیر و میعان: $Q=\pm mL_v$

تست ۴۹:

از ۵۰۰ گرم آب صفر درجه‌ی سلسیوس در فشار یک اتمسفر، $100/8kJ$ گرما می گیریم. اگر گرمای نهان ذوب یخ $336\frac{kJ}{kg}$ باشد، چند درصد آب، منجمد می‌شود؟ سراسری- ۱۳۹۰

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۸۰ ۴) ۶۰

پاسخ: گزینه ۴

$$Q_F=mL_F \Rightarrow 100/8=m\times 336 \Rightarrow m=\frac{100/8}{336}=0/3kg=300g$$

$$\frac{\text{جرم آب منجمد شده}}{\text{جرم کل}}=\frac{300}{500}=0/6=\%60$$

تست ۵۰:

مساحت دریاچه‌ای $۵۰۰Km^۲$ است. در زمستان لایه‌ای از یخ صفر درجه‌ی سلسیوس به ضخامت متوسط $۱۰cm$ سطح دریاچه را می‌پوشاند. دریاچه در بهار چند مگاژول انرژی برای ذوب یخ جذب می‌کند؟ $(L_F = ۳۳۶\frac{kJ}{kg}, \rho_{یخ} = ۰/۹\frac{g}{cm^۳})$ سراسری- ۱۳۹۳

۱) $۱/۵۱۲ \times ۱۰^۷$ ۲) $۱/۵۱۲ \times ۱۰^{۱۰}$ ۳) $۱/۵۱۲ \times ۱۰^{۱۳}$ ۴) $۱/۵۱۲ \times ۱۰^{۱۶}$

پاسخ: گزینه ۲ ۱) ابتدا باید جرم یخ روی دریاچه رامحاسبه کنیم؛

$$\rho_{یخ} = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho_{یخ} V = \rho_{یخ}(Ah) = (۰/۹ \times ۱۰^۳) \times (۵۰۰ \times ۱۰^۶) \times ۰/۱ = ۴۵ \times ۱۰^۹ kg$$

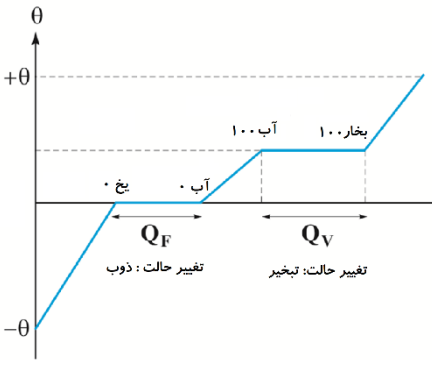
۲) گرمای لازم برای ذوب یخ دریاچه برابر است با:

$$Q_F = mL_F \rightarrow Q_F = ۴۵ \times ۱۰^۹ \times ۳۳۶۰۰۰ = ۱/۵۱۲ \times ۱۰^{۱۶} j$$
$$\Rightarrow Q_F = ۱/۵۱۲ \times ۱۰^{۱۶} \times ۱۰^{-۶} M = ۱/۵۱۲ \times ۱۰^{۱۰} Mj$$

۱۰-۴-۴ گرمایی که هم باعث تغییر دما میشه و هم تغییر حالت! یعنی میکس دو حالت قبل

یخ $-\theta$ —$Q_1 = mc_{یخ}\Delta\theta$→ یخ صفر —$Q_2 = mL_f$ ت.ح : ذوب→ آب صفر —$Q_3 = mc_{آب}\Delta\theta$→ آب ۱۰۰ —$Q_4 = mL_V$ ت.ح: تبخیر→ بخار ۱۰۰

$$Q_{total} = Q_۱ + Q_۲ + Q_۳ + Q_۴$$

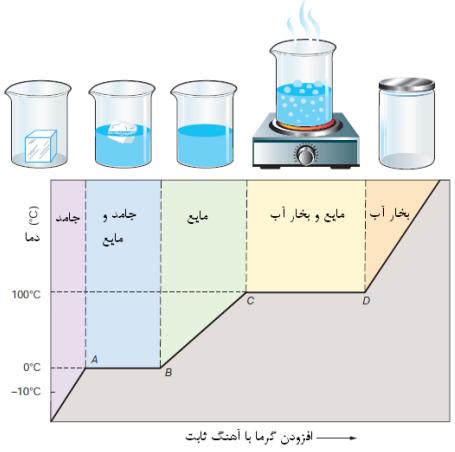


$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = \frac{۱}{mc}Q \xrightarrow{mc=C} \Delta\theta = \frac{۱}{C}Q$$
$$\rightarrow \theta - \theta_o = \frac{۱}{C}Q \rightarrow \theta = \frac{۱}{C}Q + \theta_o$$

پس عرض از مبدا نمودار $\theta - Q$ برابر θ_o و شیب نمودار عکس ظرفیت گرمایی یعنی $\frac{۱}{C} = \frac{۱}{mc}$

از آنجا که در تبادل گرما، ظرفیت گرمایی جسم تغییر نمی کند، نمودار $\theta - Q$ خط راستی است که شیب آن برابر عکس ظرفیت گرمایی جسم است و هرچه ظرفیت گرمایی جسم بیشتر باشد، شیب نمودار $\theta - Q$ آن کم تر است. واضح است ! هرچه ظرفیت گرمایی جسم بزرگ تر باشد، دمای آن، در اثر جذب گرمای معینی ، کم تر تغییر می کند. لذا شیب تغییرات دما بر حسب گرما، کم تر می شود. (ظرفیتش بیشتره دیگه!)

شیب غیرافقی نمودار $\theta - Q$: تغییر دما | شیب افقی نمودار $\theta - Q$: تغییر حالت



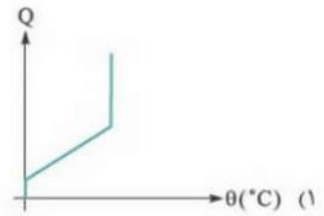
✓ اگر دمای آب برابر دمای نقطه جوش آن باشد، آب بخار نمی شود، زیرا آب در نقطه ی جوشش هنگامی می جوشد و بخار می شود که گرما دریافت کند.

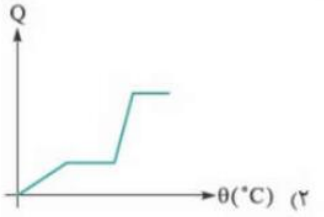
Physics_Agheli AliAgheli.ir

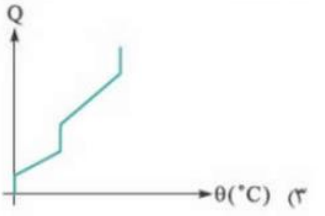
✓ هنگام جوشیدن آب دمای آن بالا نمی رود، در تمام مدت عمل تبخیر و جوشیدن، دمای مایع ثابت و برابر نقطه ی جوش مایع است.

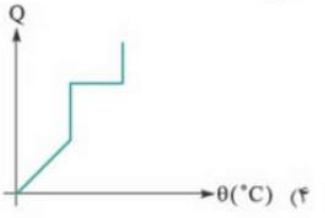
تست ۵۱:

کدام نمودار دربارهٔ تبدیل یخ صفر درجهٔ سلسیوس به بخار ۱۰۰ درجهٔ سلسیوس است؟

۱) 

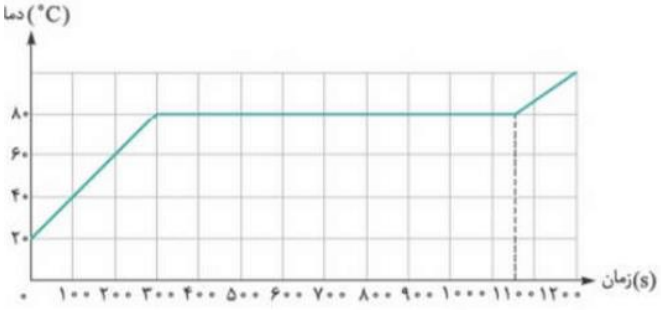
۲) 

۳) 

۴) 

تست ۵۲:

نمودار زیر، مربوط به جسمی به جرم ۵۰ g است که ابتدا در حالت جامد بوده و توسط یک گرمکن ۱۰ واتی، گرم شده است. گرمای ویژه و گرمای نهان ذوب آن، به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟



۱) $۳۴۰\,kJ/kg\,,۱۰۰\,\frac{J}{kg.\,^\circ C}$

۲) $۱۷۰\,kJ/kg\,,۱۰۰\,\frac{J}{kg.\,^\circ C}$

۳) $۳۴۰\,kJ/kg\,,۱۰۰۰\,\frac{J}{kg.\,^\circ C}$

۴) $۱۷۰\,kJ/kg\,,۱۰۰۰\,\frac{J}{kg.\,^\circ C}$

تست ۵۳:

اگر گرمای ویژه‌ی آب و یخ به ترتیب $۴۲۰۰\,\frac{J}{kg\cdot K}$ و $۲۱۰۰\,\frac{J}{kg\cdot K}$ و همچنین $L_F = ۳۳۵۰۰۰\,\frac{J}{kg}$ باشد، چند کیلوژول گرما لازم است تا ۲۰۰ گرم یخ (۵−) درجه‌ی سلسیوس به آب ۵۰ درجه‌ی سلسیوس تبدیل شود؟ سراسری- ۱۳۹۵

۱) ۱۱٫۳۲ ۲) ۱۱۱٫۱ ۳) ۱۱۳٫۲ ۴) ۱۱۱۱۰۰

پاسخ: گزینه ۲

$$\text{یخ } -۵^\circ C \xrightarrow{Q_۱} \text{یخ } ۰^\circ C \xrightarrow{Q_۲} \text{آب } ۰^\circ C \xrightarrow{Q_۳} \text{آب } ۵۰^\circ C$$

$$Q_T = Q_۱ + Q_۲ + Q_۳ = mc_{\text{یخ}}\Delta\theta + mL_F + mC_{\text{آب}}\Delta\theta$$

$$Q_T = \frac{۲}{۱۰} \times ۲۱۰۰ \times ۵ + \frac{۲}{۱۰} \times ۳۳۵۰۰۰ + \frac{۲}{۱۰} \times ۴۲۰۰ \times ۵۰$$

$$Q_T = ۱۱۱۱۰۰J = ۱۱۱٫۱KJ$$

تست ۵۴:

حداقل گرمایی که یک کیلوگرم یخ ۱۰− درجه‌ی سلسیوس رابه آب تبدیل می‌کند چند کیلوژول است؟ خارج از کشور- ۱۳۸۸

$$(c_{\text{یخ}} = ۲۱۰۰\,\frac{J}{kg\cdot K} \quad , \quad L_f = ۳۳۴ \times ۱۰^۳\,\frac{J}{kg})$$

۱) ۳۵۵ ۲) ۴۳۶ ۳) ۵۴۲ ۴) ۶۴۳

پاسخ: گزینه ۱

$$-۱۰C_{\text{یخ}} \xrightarrow[Q_۱]{} ۰^\circ C_{\text{یخ}} \xrightarrow[Q_۲]{} ۰^\circ C_{\text{آب}}$$

$$Q_۱ + Q_۲ = mC\Delta\theta + mL = ۱ \times ۲۱۰۰ \times [۰ - (-۱۰)] + ۱ \times ۳۳۴ \times ۱۰^۳$$

$$= ۲۱ \times ۱۰^۳ + ۳۳۴ \times ۱۰^۳ = ۳۵۵ \times ۱۰^۳ J = ۳۵۵\,kJ$$

تست ۵۵:

به مقداری یخ با دمای صفر درجه‌ی سلیسوس گرما می‌دهیم تا تبدیل به آب ۲۰ درجه‌ی سلیسیوس شود. چند درصد گرمای داده شده صرف ذوب یخ شده است؟ $(L_F = ۳۳۶\frac{J}{g}\ ,\ C_{آب} = ۴٫۲\frac{J}{g^\circ C})$ خارج از کشور- ۱۳۸۷

۱) ۵۵ ۲) ۶۰ ۳) ۷۵ ۴) ۸۰

تست ۵۶:

اگر ۹۰ درصد گرمایی را که ۸۰۰ گرم آب ۵۰ درجهٔ سلسیوس از دست می‌دهد تا به آب صفر درجهٔ سلسیوس تبدیل شود، به یک قطعه یخ صفر درجهٔ سلسیوس بدهیم، چند گرم از یخ ذوب می‌شود؟ خارج از کشور- ۱۳۹۸

$(C_{آب} = ۴۲۰۰\ J/kg\cdot K$ و $L_f = ۳۳۶۰۰۰\ J/kg)$

۱) ۵۰۰ ۲) ۴۵۰ ۳) ۵۰ ۴) ۴۵

تست ۵۷:

در یک چاله ۱ کیلوگرم آب صفر درجه سلسیوس قرار دارد. اگر بر اثر تبخیر سطحی قسمتی از آب تبخیر شود و بقیه آن یخ ببندد، جرم آب یخ زده چند گرم می شود؟ (Lv = ۲۲۶۸۰۰۰ J/kg و Lf= ۳۳۶۰۰۰ J/kg)

۱) ۶۰۰ گرم ۲) ۸۰۰ گرم ۳) ۶۰ گرم ۴) ۸۰ گرم

تست ۵۸:

درون ظرفی m گرم آب $0^\circ C$ وجود دارد. در اثر تبخیر سطحی، ۲۰گرم از آب، تبخیر شده و مابقی به یخ تبدیل می‌شود. m چندگرم است؟ ($L_V = ۲۲۶۸\frac{kJ}{kg}$، $L_F = ۳۳۶\frac{kJ}{kg}$ و از تبادل گرما با محیط صرف‌نظر شود.)

۱) ۱۳۵ ۲) ۱۵۵ ۳) ۱۲۰ ۴) ۱۶۰

تست ۵۹:

در یک روز زمستانی بخار آب موجود در اتاقی روی شیشهٔ پنجره قطره‌قطره به شکل مایع در می‌آید. اگر دمای شیشه حدود $0^\circ C$ باشد، برای آنکه $50g$ آب روی شیشه تشکیل شود، دمای شیشه چند درجهٔ سلسیوس افزایش می‌یابد؟ (فرض این است که تمام گرما صرف گرم کردن شیشه می‌شود، ظرفیت گرمایی شیشه $12/6kJ/K$ و $L_V = 2268J/g$)

۱) ۹ ۲) ۴/۵ ۳) ۸ ۴) ۴

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۶۰:

دمای بدن شخصی به جرم $۵۰kg$ با تعریق به اندازهٔ $۱/۱^\circ C$ کاهش یافته است. اگر گرمای نهان تبخیر عرق شخص در دمای بدن (۳۷°) برابر $۲/۵\times۱۰^۶ J/kg$ و گرمای ویژهٔ بدن شخص حدود $۳۲۰۰J/kg^\circ C$ باشد، شخص چند سی‌سی آب بنوشد تا حجمی از آب را که با عرق کردن از دست داده است جبران کند؟ $(\rho_{آب}=۱g/cm^۳)$

۱) ۶۴/۳ ۲) ۷۰/۴ ۳) ۷۳/۸ ۴) ۷۴/۸

۱۱-٤-٤ این ثابت ها

گرمای ویژه (c)	مقدار گرمایی که به یک کیلوگرم از جسم داده شود تا دمای آن یک درجه سانتی گراد (یا یک کلوین) افزایش یابد. واحد آن $c:[\frac{J}{Kg.^\circ C}]or[\frac{J}{Kg.K}]$ با تغییر جرم تغییری نمی کند. فقط به جنس ماده سازنده جسم بستگی دارد و برای هرماده عددی مشخص است.
ظرفیت گرمایی ($C=mc$)	مقدار گرمایی که به یک جسم داده شود تا دمای آن یک درجه سانتی گراد (یا یک کلوین) افزایش یابد. واحد آن $C:[\frac{J}{^\circ C}]or[\frac{J}{K}]$ علاوه بر جنس به جرم ماده سازنده هم بستگی دارد و بسته به جرم ماده تغییر می کند.
گرمای نهان ذوب (L_f)	مقدار گرمایی که به یک کیلوگرم از جسم بدهیم تا در دمای معین ذوب دهد. واحد آن $\frac{J}{Kg}$ می باشد. فقط به جنس جسم بستگی دارد.
گرمای نهان تبخیر (L_V)	مقدار گرمایی که به یک کیلوگرم از جسم بدهیم تا در دمای معین بخار دهد. واحد آن $\frac{J}{Kg}$ می باشد. با کاهش دما به دلیل محکمتر شدن پیوند مولکول های مایع، L_V افزایش می یابد. L_V به جنس و دما بستگی دارد. ✓ هرچه دمای مایع بالاتر باشد (L_V) آن کمتر است یعنی با افزایش دما L_V کاهش می یابد زیرا با افزایش دما انرژی جنبشی متوسط مولکول ها زیاد میشود و در نتیجه مولکول ها خودشان پر انرژی هستند و برای جدا شدن از مایع انرژی کمتری باید دریافت کنند.
توضیحات مشترک (L_f) و (L_V)	✓ گرمای نهان ذوب (L_f) به جنس ماده بستگی دارد اما گرمای نهان تبخیر (L_V) به جنس ماده و دمای آن بستگی دارد. چون فرایند ذوب و انجماد فقط در دمای ذوب رخ می دهند اما تبخیر و میعان ممکن است در هردمایی رخ بدهند. ✓ تبدیل مایع به بخار انرژی بیشتری می خواهد تا تبدیل جامد به مایع به همین دلیل گرمای نهان تبخیر (L_V) یک ماده همیشه بزرگتر از گرمای نهان ذوب (L_f) آن ماده است.
گرمای ویژه مولی (c_m)	گرمای ویژه ی مولی مقدار گرمایی است که باید به یک مول از ماده بدهیم تا درشرایط فیزیکی تعیین شده دمایش ۱K افزایش یابد. یکای گرمای ویژه مولی J/mol.K است. و از رابطه $c_m=\frac{C}{n}$ نتیجه می گیریم که گرمای ویژه ی مولی ظرفیت گرمایی یک مول ماده است.

نکته ۱۰: اگر به چند جسم و جرم مختلف گرمای Q بدهیم و دمای آنها به اندازه $\Delta\theta$ تغییر کند می توانیم برای آن چندجسم ظرفیت گرمایی کل را محاسبه کنیم. به این صورت که ظرفیت گرمایی کل برابر است با مجموع ظرفیت گرمایی تک تک جسم ها. $Q = mc_t\Delta\theta = C_t\Delta\theta$

نکته ۱۱: تبدیل مهم در محاسبات:

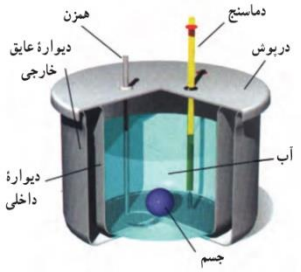
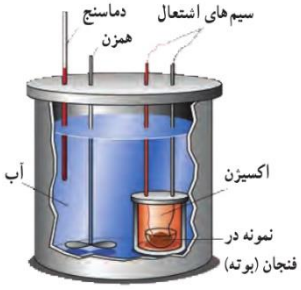
$$L_F = ۸۰\times ۴۲۰۰\frac{J}{kg} \mid L_V = ۵۴۰\times ۴۲۰۰\frac{J}{kg} \mid c_w = ۴۲۰۰\frac{J}{Kg.^oC} \mid c_i = \frac{۱}{۲}\times ۴۲۰۰\frac{J}{Kg.^oC}$$

$$\left.\begin{array}{l} c_{ice} = ۲۱۰۰ = \frac{۱}{۲}A \\ c_{Water} = ۴۲۰۰ = A \\ l_f = ۳۳۶۰۰۰ = ۸۰A \end{array}\right.$$

$$L_F = ۸۰\times c_w \quad \mid L_V = ۵۴۰\times c_w \quad \mid c_w = c_w \quad \mid c_i = \frac{۱}{۲}\times c_w$$

۱) واحد جرم در تمامی روابط بالا، متناسب با واحد مخرج L_f ، L_V و c باشد

۱۲-۴-۴ گرما سنج

تعریف	گرماسنج که به آن کالری متر نیز می‌گویند شامل ظرفی است درپوش‌دار که به خوبی عایق‌بندی گرمایی شده است. مجموعه ای شامل فلاسک، مخزن و دماسنج است.	(الف)
محاسبه	این ظرف در آزمایش‌های گرماسنجی مانند تعیین گرمای ویژه اجسام، به کار می‌رود. در گرماسنج مقداری آب با جرم معین می‌ریزیم و پس از هم‌دما شدن آب و گرماسنج، دمای آب را اندازه می‌گیریم. سپس جسمی را که می‌خواهیم گرمای ویژه‌اش را پیدا کنیم و جرم و دمای اولیه آن معلوم است، درون گرماسنج قرار می‌دهیم. آنگاه به کمک همزن آب را به هم می‌زنیم تا مجموعه سریع‌تر به دمای تعادل برسد. $Q_{Water} + Q_{Jesm} + Q_{Garmasanj} = ۰ \rightarrow m_w c_w(\theta - \theta_{۱w}) + m_j c_j(\theta - \theta_{۱j}) + C(\theta - \theta_{۱G}) = ۰$	
بمبی	گرماسنج بمبی نوعی گرماسنج است که از آن برای تعیین ارزش غذایی مواد با اندازه‌گیری انرژی آزاد شده آنها در حین سوختن استفاده می‌شود. نمونه‌ای که جرم آن به دقت اندازه‌گیری شده است در ظرف سربسته‌ای که محتوی اکسیژن است (که اصطلاحاً به آن بم بگفته می‌شود) قرار داده می‌شود. سپس این محفظه در آب یک گرماسنج قرار داده می‌شود و توسط جریان الکتریکی عبوری از یک سیم نازک، نمونه داخل آن سوزانده می‌شود. با اندازه گیری تغییر دمای آب، انرژی حاصل از احتراق ماده موردنظر را به دست می‌آورند که تقریباً معادل انرژی آزاد شده از آن ماده است.	

تست ۶۱:

گرماسنجی مسی به جرم ۱ kg مفروض است. درون این گرماسنج ۲ kg آب و یک همزن فلزی به جرم ۲۰۰ g در دمای ۱۰ °C به حالت تعادل قرار دارند. قطعهٔ فلزی به جرم ۰/۵ kg و دمای ۷۲ °C را به درون گرماسنج می‌اندازیم و سپس آب درون گرماسنج را توسط همزن، هم می‌زنیم. پس از برقراری تعادل دمای مجموعه ۱۲ °C می‌شود. گرمای ویژهٔ قطعه فلز در SI چه‌قدر است؟ ($c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰\frac{J}{kg.K}$ ، $c_{\text{مس}} = ۴۰۰\frac{J}{kg.K}$ و $c_{\text{همزن}} = ۱۰۰۰\frac{J}{kg.K}$)

۱) ۳۰۰ ۲) ۴۵۰ ۳) ۶۰۰ ۴) ۹۰۰

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۶۲:

دو کره‌ی فلزی هم جنس در نظر بگیرید که شعاع‌های مساوی دارند ولی درون یکی از آنها حفره‌ای خالی وجود دارد. اگر به دو کره انرژی گرمایی مساوی بدهیم، شعاع آنها در مقایسه با هم چگونه تغییر می‌کند؟ سراسری- ۱۳۸۴

۱) برای هر دو کره افزایش شعاع برابر است.

۲) برای کره‌ای که حفره دارد افزایش شعاع کمتر است.

۳) برای کره‌ای که حفره دارد افزایش شعاع بیشتر است.

۴) بستگی به محل و شعاع حفره ممکن است افزایش شعاع کره‌ی حفره‌دار بیشتر یا کمتر از کره‌ی توپر باشد.

تست ۶۳:

دو کره‌ی مسی A و B با شعاع و دمای اولیه‌ی مساوی درنظر بگیرید که درون کره‌ی A حفره‌ای توخالی وجود دارد. اگر دمای آن‌ها را به یک اندازه بالا ببریم، کدام رابطه بین افزایش شعاع کره‌ها و همچنین گرمای گرفته شده توسط کره‌ها برقرار است؟ سراسری- ۱۳۸۷

۱) $\Delta R_B = \Delta R_A$ و $Q_B > Q_A$

۲) $\Delta R_B < \Delta R_A$ و $Q_B > Q_A$

۳) $\Delta R_B > \Delta R_A$ و $Q_B < Q_A$

۴) $\Delta R_B = \Delta R_A$ و $Q_B < Q_A$

تست ۶۴:

از یک ورق مسی، دو صفحه‌ی دایره‌ای شکل به مساحت‌های S_1 , $S_2 = 2S_1$ بریده و جدا کرده‌ایم. حال اگر به اولی گرمای Q_1 و به دومی گرمای $Q_2 = 2Q_1$ را بدهیم و بر اثر افزایش گرما شعاع آنها به ترتیب ΔR_1 و ΔR_2 باشد، $\frac{\Delta R_2}{\Delta R_1}$ چقدر است؟ سراسری- ۱۳۹۲

۱) $\sqrt{2}$

۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

۳) 2

۴) $\frac{1}{2}$

تست ۶۵:

دو کره‌ی فلزی هم‌جنس A و B، اولی توپر به شعاع $20cm$ و دیگری توخالی که شعاع خارجی آن $20cm$ و شعاع حفره‌ی داخلی $10cm$ است. اگر به دو کره، به یک اندازه گرما بدهیم و تغییر حجم کره‌ی A برابر ΔV_A و تغییر حجم فلز به کار رفته در کره‌ی B برابر ΔV_B باشد، نسبت $\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}$ کدام است؟ سراسری- ۱۳۹۶

۱) $\frac{7}{8}$

۲) 1

۳) 2

۴) $\frac{8}{7}$

تست ۶۶:

به دو کرهٔ فلزی توپر A و B که جرم مساوی دارند و حجم کرهٔ B، ۴ برابر حجم کرهٔ A است، گرمای مساوی می‌دهیم. اگر گرمای ویژهٔ A نصف گرمای ویژهٔ B و ضریب انبساط خطی A نصف ضریب انبساط خطی B باشد، تغییر حجم کرهٔ A چند برابر تغییر حجم کرهٔ B است؟ سراسری- ۱۳۹۹

۱) ۴ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

تست ۶۷:

دو کره‌ی فلزی همجنس A و B، اولی توپر و شعاع آن $۲۰cm$ است. دومی تو خالی و شعاع خارجی آن $۲۰cm$ و شعاع حفره‌ی داخلی آن $۱۰cm$ است. اگر به دو کره به یک اندازه گرما بدهیم و تغییر دمای آنها به ترتیب $\Delta\theta_A$ و $\Delta\theta_B$ باشد، نسبت $\frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A}$ کدام است؟ خارج از کشور- ۱۳۹۵

۱) ۱ ۲) $\frac{۸}{۷}$ ۳) $\frac{۵}{۴}$ ۴) ۲

۴-۵ حفظیات تغییر حالات ماده

گذار از یک حالت (فاز) به یک حالت (فاز) دیگر را یک تغییر حالت (گذار فاز) می‌نامند. تبدیل جامد به مایع را ذوب، تبدیل مایع به بخار را تبخیر و تبدیل مایع به جامد را انجماد و تبدیل بخار به مایع را چگالش بخار به مایع یا میعان می‌نامیم. امکان دارد که تغییر حالت از جامد به بخار و وارون آن از بخار به جامد نیز به طور مستقیم و بدون گذر از حالت مایع صورت گیرد. تغییر حالت از جامد به بخار، تصعید و تغییر حالت وارون آن، یعنی از بخار به جامد چگالش بخار به جامد گفته می‌شود. برای مثال، نفتالین در دمای اتاق به طور مستقیم از جامد به بخار تبدیل می‌شود، یا در صبح‌های بسیار سرد زمستان، برفکی که روی گیاهان و یا روی شیشه پنجره می‌نشیند، بخار آبی است که به طور مستقیم به بلورهای یخ تبدیل شده است.

۴-۵-۱ تغییر حالت جامد- مایع

دیدیم که اگر به جسم جامدی گرما دهیم، دمای آن افزایش می‌یابد. اگر عمل گرما دادن را برای جامدهای خالص و بلورین ادامه دهیم، وقتی دمای جسم به مقدار مشخصی برسد، افزایش دما متوقف می‌شود و دما ثابت باقی می‌ماند. در این حالت، جسم شروع به ذوب شدن می‌کند و به مایع تبدیل میشود. این دمای ثابت را نقطه ذوب یا دمای گذار جامد به مایع می‌نامند، که به جنس جسم و فشار وارد بر آن بستگی دارد. به استثنای چند مورد خاص، حجم جامدهای بلوری هنگام ذوب شدن افزایش می‌یابد؛ زیرا حجمی که بلور با آرایش منظم مولکول‌ها در حالت جامد اشغال می‌کند، نسبت به این حجم در حالت مایع که آرایش مولکولی نامنظمی دارد، کمتر است. برخلاف جامدهای خالص و بلورین، جامدهای بی شکل مانند شیشه و جامدهای ناخالصی مانند قیر نقطه ذوب کاملاً مشخصی ندارند. در واقع وقتی این مواد را گرم می‌کنیم، پیش از ذوب شدن خمیر یشکل می‌شوند. این مواد در گستره‌ای از دما به تدریج ذوب می‌شوند. معمولاً افزایش فشار وارد بر جسم سبب بالا رفتن نقطه ذوب جسم می‌شود. اما در برخی مواد مانند یخ، افزایش فشار به کاهش نقطه ذوب می‌انجامد که این در مورد یخ بسیار ناچیز است.

عمل ذوب، فرایندی گرماگیر است؛ یعنی به جسم جامدی که به دمای ذوب خود رسیده باشد باید گرما بدهیم تا به مایع تبدیل شود، زیرا مولکول‌های جامد باید از ساختار صلب قبلی خود رها شوند. این گرما، دمای جسم را تغییر نمی‌دهد؛ بلکه سبب تغییر حالت آن می‌شود. ذوب شدن یک قالب یخ و تبدیل آن به آب مثالی مشهور از این دست است.

انجماد یک مایع و تبدیل آن به یک جامد، عکس فرایند ذوب شدن است و لازمه این فرایند گرفتن گرما از مایع است تا مولکول‌ها بتوانند در یک ساختار جدید قرار گیرند. در اینجا نیز تغییر حالت بدون تغییر دما رخ می‌دهد. گرمای منتقل شده برای تغییر حالت جسم از جامد به مایع یا از مایع به جامد، با جرم جسم نسبت مستقیم دارد.

گرمای نهان ذوب و نقطه ذوب مواد مختلف، متفاوت است .

Physics_Agheli AliAgheli.ir

فعالیت کتاب:

برف و یخ دو شکل آشنای حالت جامد آب هستند، اما با وجود این، ظاهر متفاوتی دارند. دلیل این امر را تحقیق کنید.

هوا شامل بخار آب است. وقتی دمای هوا در ابتدا بالای نقطه انجماد آب باشد و هوا خنک شود همان پدیده میعان رخ می‌دهد و بخار به شکل باران، مه و شبنم تبدیل می‌شود. با سردتر شدن هوا، این آب به شکل تگرگ یخ می‌زند. اما اگر در ابتدا دما زیر نقطه انجماد آب باشد، بخار آب مستقیماً از حالت گازی به حالت جامد می‌رود (عکس پدیده تصعید). در این صورت بلورهای یخ معلق در هوا ضمن حفظ تقارن شش وجهی خود، به آرامی رشد می‌کند و تشکیل دانه‌های برف را می‌دهند. (فرایند مشابهی موجب تشکیل برفک در یخچال می‌شود.)

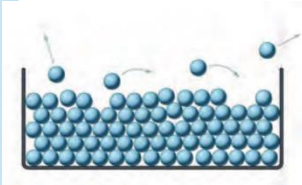
فعالیت کتاب:

تحقیق کنید وجود ناخالصی در مایع چه تأثیری بر نقطه انجماد آن دارد.

وجود ناخالصی موجب فروافتادن نقطه انجماد می شود. برای توضیح این پدیده به قطعه یخی فکر کنید که روی آن لایه نازکی از آب وجود دارد. در سطح جدایی لایه آب و یخ، دائماً تعدادی مولکول از آب به یخ می‌پیوندند و تعدادی مولکول نیز از یخ به آب می‌پیوندد. وجود تعادل در این دو فرایند سبب می‌شود مقدار آب و مقدار یخ ثابت بماند. حال اگر مقداری نمک طعام روی این قطعه یخ بپاشیم. مولکول‌های نمک در لایه آب به یون‌های مثبت و منفی تجزیه می‌شوند. مولکول‌های آب دور هر دو یون جمع می‌شوند و اصطلاحاً یون‌ها را هیدراته می‌کنند. در نتیجه هیدراته شدن یون‌ها، تعداد مولکول‌هایی که از آب به یخ می‌پیوندند کاهش می‌یابد، در حالی که تعداد مولکول‌هایی که از یخ به آب می‌پیوندند تغییری نکرده است. به عبارتی، تعادل قبلی برهم می‌خورد و از یخ کاسته و بر لایه آب افزوده می‌شود و آن قدر آب موجود در لایه آب زیاد می‌شود تا دوباره تعادل برقرار گردد. در پیوستن مولکول‌های آب از یخ به آب، انرژی مولکول‌ها افزایش می‌یابد، زیرا مولکول‌های آب در حالت مایع نسبت به حالتی که در ساختار بلورین و صلب یخ قرار دارند، دارای انرژی بیشتری هستند. این افزایش انرژی مولکول‌ها، با گرفتن گرما از لایه آب تأمین می‌شود و در نتیجه دمای لایه آب پایین می‌آید و به دنبال آن دمای یخ که در تماس با این لایه آب است نیز کاهش می‌یابد. اصطلاحاً گفته می‌شود نقطه انجماد آب به دلیل وجود نمک "فرو می‌افتد".

با پاشیدن نمک بیشتر روی یخ، مقدار بیشتری از یخ ذوب می‌شود و دمای آب و یخ بیشتر کاهش می‌یابد. البته برای این کاهش، حدّی وجود دارد؛ برای نمک طعام ($NaCl$) این دمای حدّی ۲۱- درجه سانتی گراد و برای کلسیم کلراید ($CaCl_2$) این دمای حدی ۵۵-درجه سانتی گراد است. به همین دلیل برای جاده‌های یخ بسته از کلسیم کلراید استفاده می‌کنند.

۲-۵-۴ تغییر حالت مایع بخار



دیدیم که به تبدیل مایع به بخار تبخیر می‌گویند. خشک شدن لباس خیسی که روی بند رخت آویخته شده است، یا خشک شدن سریع یک زمین خیس در هوای گرم تابستان مثال‌هایی از نوعی تبخیر هستند که به آن تبخیر سطحی گفته می‌شود. تا پیش از رسیدن به نقطه جوش مایع، تبخیر به طور پیوسته‌ای از سطح مایع رخ می‌دهد. در پدیده تبخیر سطحی، تندی برخی از مولکول‌های مایع به حدّی می‌رسد که می‌توانند از سطح مایع فرار کنند. تجربه نشان می‌دهد آهنگ رخ دادن این فرایند به عواملی از جمله دما و مساحت سطح مایع بستگی دارد.

فعالیت کتاب:

الف) بررسی کنید از دیدگاه مولکولی، افزایش دما و افزایش مساحت سطح مایع چگونه بر آهنگ تبخیر سطحی مایع اثر می‌گذارد؟

تبخیر سطحی با افزایش دما زیاد می‌شود. در واقع مولکول‌ها برای آنکه بتوانند از سطح آزاد مایع فرار کنند باید انرژی جنبشی لازم برای فرار از چنگ کشش سطحی را داشته باشند و بدیهی است که این با افزایش دما بیشتر می‌شود. وانگهی کشش سطحی آب نیز با افزایش دما کم می‌شود که این هم به تبخیر ساده‌تر آب می‌انجامد. در جدول ۴-۵ نیز این بستگی به دما به وضوح نمایان است. افزایش مساحت نیز موجب افزایش تبخیر سطحی می‌شود. چرا که هر چه مساحت سطح آزاد بیشتر شود بدیهی است که مولکول‌های بیشتری برای فرار از سطح آزاد مایع وجود خواهد داشت.

ب) با بررسی تبخیر سطحی در شرایط مختلف سعی کنید از راه تجربه، عامل یا عامل‌های دیگری را پیدا کنید که بر آهنگ تبخیر سطحی مؤثر باشند.

دانش آموزان مثلاً می‌توانند سطح آزاد مایع را در معرض نسیم یا باد طبیعی و یا مصنوعی (مثلاً باد پنکه) قرار دهند و بدین ترتیب دریابند که آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد. همچنین اگر بتوان شرایطی را فراهم کرد که فشار هوا بر سطح آزاد مایع کاهش یابد و ظرف در محیطی با خلأ نسبی قرار گیرد، آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.

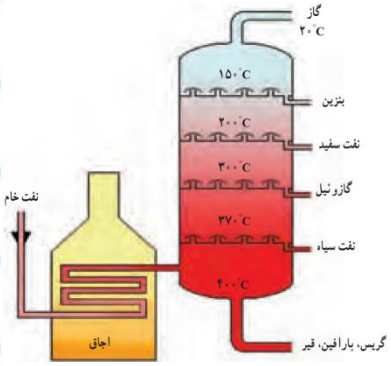
پ) تحقیق کنید کوزه‌های سفالی چگونه می‌توانند آب داخل خود را خنک کنند.

آبی که از دیواره‌های متخلخل کوزه به بیرون تراوش کرده بخار می‌شود و ضمن تبخیر از کوزه و آب داخل آن، گرمای لازم (گرمای نهان تبخیر) گرفته می‌شود. حال اگر نسیمی بوزد این عمل تشدید می‌شود. زیرا همان طور که گفتیم در حین تبخیر، مولکول‌های آب از آن جدا می‌شوند تا به هوای مجاور خود بروند. مقداری انرژی صرف می‌شود تا این مولکول‌ها از جاذبهٔ مولکول‌های سطح آب رها شوند. بسیاری از این مولکول‌ها، مثلا با برخورد با مولکول‌های هوا، به سطح آب باز می‌گردند. اما اگر هوا با یک نسیم حرکت کند این مولکول‌های آزاد شده از محل دور می‌شوند و نمی‌توانند انرژی را برگردانند که به این در قسمت (ب) نیز پرداختیم. اگر این از دست دادن انرژی سریع باشد، دمای آب پیش از آنکه انرژی قابل توجهی از محیط به آب انتقال یابد، فرو می‌افتد. بنابراین اگر یک کوزه متخلخل در سایه قرار داده شود، وزش یک نسیم می‌تواند آب داخل کوزه را با جدا کردن مولکول‌های بخار شده از آبی که از دیواره کوزه به بیرون تراویده است خنک کند. عرق کردن بدن و یا خیساندن لباس و پوشیدن آن و سپس قرار گرفتن در زیر سایه و محلی بادگیر نیز به طور مشابه می‌تواند باعث خنک شدن شخص شود.

وقتی مایعی را روی اجاقی قرار می‌دهیم، با گرم کردن مایع به دمای مشخصی می‌رسیم که در آن حباب‌های گاز از درون مایع بالا میی‌آیند، که نشانه‌ای از آغاز فرایندی موسوم به جوشیدن است. به این دمای مشخص، نقطه جوش می‌گویند. در مورد آب، به محض اینکه حباب‌ها بالا می‌آیند به آب کمی سردتر می‌رسند و پیش از رسیدن به سطح آزاد آب با صدای تیزی فرو می‌پاشند و در آنجا دوباره به مایع تبدیل می‌یشوند. ولی وقتی دمای آب همچنان بالا برود، حباب‌ها می‌توانند بیشتر بالا بروند تا می‌گویند «غلغل کردن» اینکه سرانجام به سطح آزاد آب می‌رسند و در آنجا با صدای دیگری که به آن رسیده است و «جوش کامل» فرو می‌پاشند (شکل ۴-۲۶). در این حالت است که می‌گوییم آب به آهنگ تبخیر به بیشترین مقدار خود می‌رسد. دماسنجی که مخزن آن درون آب قرار دارد دمای ثابتی را نشان می‌دهد که برای آب خالص در فشارجوّ متعارف (۱atm)، ۱۰۰ درجه سانتی گراد است. در جوشیدن، کلّ مایع در فرایند تبخیر شرکت می‌کند. به فرایند تبخیر تا پیش از رسیدن به نقطهٔ جوش تبخیر سطحی و به فرایند تبخیر در نقطه جوش، اصطلاحاً جوشیدن می‌گویند، در حال یکه هر دو فرایند، تبخیرند.

فعالیت کتاب:

از تفاوت نقطه جوش اجسام مختلف در صنعت، استفاده زیادی می‌شود. تحقیق کنید چگونه از این ویژگی برای جدا کردن محصولات نفتی استفاده می‌شود؟



اجزای تشکیل دهنده یک محلول چند جزئی مانند نفت خام نقطه‌های جوش متفاوتی دارند، به طوری که سنگین‌ترین آنها بالاترین نقطه جوش و سبک‌ترین آنها کمترین نقطه جوش را دارند. وقتی نفت خام را چنان حرارت دهیم که ناگهان همه اجزای آن تبدیل به بخار گردد و سپس آنها را سرد کنیم تا به مایع تبدیل شوند، اجزای مختلف نفت خام با نقاط جوش مختلف را می‌توان در یک ستون تقطیر از هم جدا کرد. سبک‌ترین محصولات با پایین‌ترین نقطه جوش از بالای ستون و سنگین‌ترین محصولات با بالاترین نقطه جوش از پایین ستون خارج می شود.

فعالیت کتاب:

گرمای نهان تبخیر آب با افزایش دمای آن کاهش می‌یابد. چرا؟

این مورد را می‌توان با نیروهای بین مولکولی که در فصل ۳ معرفی شدند توضیح داد. همان طور که دیدیم نیروهای چسبندگی مولکولی به فاصله بین مولکول‌ها بستگی دارند. با افزایش دما و کاهش چگالی، فاصله بین مولکولی در حالت مایع افزایش و نیروی چسبندگی بین مولکول‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه تفاوت بین انرژی‌های درونی جسم در حالت‌های مایع و بخار کاهش می‌یابد. به بیانی بسیار ساده شده، با افزایش دما، مولکول‌ها ساده‌تر می‌توانند از سطح آزاد مایع بگریزند و به گرمای کمتری برای این امر نیاز است و بالعکس.

پرسش کتاب:

الف) چرا غذا در دیگ زودپز، زودتر پخته می‌شود؟

این مثالی از افزایش نقطه جوش آب با افزایش فشار وارد بر سطح آزد مایع است. در درون دیگ زودپز، با افزایش بخار آب، فشار وارد بر روی سطح مایع درون دیگ و در نتیجه نقطه جوش افزایش می‌یابد و بنابراین مواد درون زودپز در دمای بالاتر و سریع‌تر پخته می‌شود.

ب) دلیل دیرتر پخته شدن تخم مرغ در ارتفاعات چیست؟ کوهنوردان برای رفع این مشکل چه کاری انجام می‌دهند؟

در ارتفاعات، فشار هوا پایین‌تر است و بنابراین نقطه جوش پایین می‌آید. مثلاً در قله دماوند نقطه جوش آب حدود ۸۰ درجه سانتی گراد و در قله اورست نقطه جوش آب در حدود۷۲ درجه سانتی گراد است. البته این دما برای پختن تخم مرغ که به دمای ۷۰ درجه سانتی گراد نیاز دارد کافی است ولی زمان پختن را طولانی می‌کند. معمولاً گفته می‌شود کوه نوردان از نمک استفاده می‌کنند، ولی خوب است بدانید که افزودن ۲۰۰g نمک (حدود یک لیوان) در

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۱ لیتر آب حداکثر ۲ درجه سانتی گراد بر نقطه جوش آب می‌افزاید.

تبدیل بخار به مایع نیز در طبیعت رخ می‌دهد و گاهی قطره‌های مایعی از بخار روی سطوح جامد تشکیل می‌شود. به این پدیده، میعان گفته می‌شود. در واقع میعان، وارون فرایند تبخیر است. بنابراین، بخار گرما از دست می‌دهد و به مایع تبدیل می‌شود. یکی از عواملی که موجب می‌شود در هوایی که رطوبت آن زیاد است، احساس گرمای بیشتری بکنیم، همین میعان بخار آب روی بدنمان است.

فعالیت کتاب

در مورد ایجاد شبنم صبحگاهی روی گیاهان تحقیق کنید.

به بیان ساده شده‌ای می‌توان گفت که با برخورد مولکول‌های بخار آب با سطح برگ که در صبحگاهان دمای پایین‌تری از دمای بخار آب دارند، بخار آب مایع می‌شود. اما پاسخ تفصیلی آن نیاز به معرفی برخی مفاهیم دارد. مقدار بخار آب موجود در هوا اغلب به صورت رطوبت نسبی در مقایسه با حدّ اشباع داده می‌شود. برای مثال، رطوبت نسبی ۵۰ درصد به معنی آن است که مقدار بخار، نصف حدّ اشباع است. مثلا در یک دوش آب گرم در محیطی بسته، رطوبت نسبی ممکن است به ۱۰۰ درصد برسد و پس از آن وقتی بخار آب اضافی به هوا داده شود، مقداری از این بخار به قطرات آب تبدیل می‌شود. باید توجه کرد که حدّ اشباع برای هوای سردتر، پایین‌تر است (یعنی هرچه دما کمتر باشد، هوا بخار کمتری را می‌تواند در حالت اشباع خود جای دهد) و بنابراین میعان بخار آب بیشتر رخ می‌دهد. به همین دلیل است که آینهٔ سرد حمام باعث چگالش بخار آب به صورت مایع بر روی آن می‌شود. در پدیده شبنم صبحگاهی هم پدیده مشابهی رخ می‌دهد.

فعالیت کتاب

در فرایندهای تغییر حالت (تغییر فاز) دما تغییر نمی‌کند، اما انرژی درونی ماده تغییر می‌کند. در این باره تحقیق کنید.

معمولاً این از آن پرسش‌هایی است که ذهن دانش آموزان را به شدت درگیر می‌کنند. چرا که در جایی عنوان می‌شود وقتی به مخلوط آب و یخ گرما می‌دهیم دماسنج درون ظرف آب و یخ تغییر دمایی نشان نمی‌دهد و از طرفی گفته می‌شود که با گرم شدن، انرژی درونی ماده افزایش می‌یابد. ولی باید توجه کرد اینها دو امکان متفاوت برای افزایش انرژی درونی ماده هستند و با هم تناقضی ندارند و افزایش درونی حتماً با افزایش دما همراه نیست. البته در اینجا بحث‌هایی وجود دارد که به راستی انرژی درونی چیست. بسیاری از کتاب‌ها در کنار انرژی درونی به انرژی گرمایی می‌پردازند و بیان می‌دارند انرژی درونی مجموع انرژی پتانسیل و انرژی گرمایی است. ولی در هر حال باید توجه داشت که بررسی این موضوع بدون توجه به منحنی‌های انرژی پتانسیل ممکن نیست، که البته پیشتر به معرفی آنها در این کتاب راهنمای معلم پرداختیم.

در اینجا یادآوری می‌کنیم که این منحنی‌ها می‌توانند نیروهای بین اتمی و بین مولکولی را توضیح دهند که با نیروهای بین مولکولی در فصل ۳ آشنا شدیم. در نتیجه افزایش دما، نقطه تعادل در این منحنی‌ها به سمت راست انتقال می‌یابد و به دلیل نامتقارن بودن شکل منحنی انرژی پتانسیل، فاصله بین مولکول‌ها افزایش می‌یابد. همچنین می‌توان گفت با افزایش دما از عمق چاه پتانسیل که نمود قدرت پیوند مولکولی است کاسته می‌شود.

با افزایش دما سرانجام به وضعیتی می رسیم که جدا شدن یک مولکول آب از سطح یخ ساده می‌شود. پس گرما، نه صرف افزایش دمای یخ، بلکه صرف کم شدن قدرت پیوند بین مولکول می‌شود. برای دانش آموزان می‌توان به همین توضیح ساده اکتفا کرد که پیش از آنکه گرما صرف جنبش مولکول‌ها شود باید بتوانند یک مولکول را بکند. (بنابراین اینکه گرما را لزوما معادل انرژی درونی بگیریم نادرست است.) پس از این وضعیت است که گرما به جنبش مولکول‌ها می‌انجامد.

۳-۵-٤ یک سری نکته

- ✓ نقطه انجماد و ذوب یک جسم یکسان است.
- ✓ نقطه جوش و میعان یک جسم یکسان است.
- ✓ ناخالصی:

ناخالصی مثل نمک می تواند سبب کاهش دمای انجماد آب شود و انجماد کامل را تا دمای ۱۸- درجه سانتی گراد پایین ببرد.

ناخالصی باعث کاهش نقطه ذوب می شود. (پاشیدن نمک در روزهای برفی در خیابان ها)

ناخالصی باعث بالا رفتن نقطه جوش می شود.

- ✓ افزایش بخار:

افزایش فشار وارد بر جسم سبب بالا رفتن نقطه ی ذوب جسم می شود. البته یخ در این مورد استثناست. یعنی افزایش فشار وارد بر یخ نقطه ی ذوب آن را کاهش می دهد.

افزایش فشار باعث بالا رفتن نقطه جوش می شود. (دلیل استفاده از زودپز برای زودتر پختن غذا)

- ✓ بر خلاف جامدهای بلورین، جامدهای بی شکل مثل شیشه و قیر نقطه ذوب کاملاً مشخص ندارند و ابتدا به شکل خمیر در می آیند و در گستره ای از دما و به تدریج ذوب می شوند.
- ✓ معمولاً حجم جامد های بلورین هنگام ذوب افزایش می یابد زیرا حجمی که بلور با آرایش منظم مولکول ها در حالت جامد اشغال می کند در مقایسه با حجم همین مقدار ماده در حالت مایع که دارای آرایش مولکولی نامنظم است کمتر است البته آب و یخ استثناست.

- ✓ نقطه ۳ گانه ، نقطه ای است که در آن سه حالت یخ، آب و بخار در حال تعادلند. دمای این نقطه ۰/۰۱ درجه سانتی گراد است.
- ✓ فشار بخار موجود در نقطه ۳ گانه ۶۱۲ پاسکال است.
- ✓ تفاوت یخ و برف : یخ از انجماد آب ولی برف از چگالش بخار حاصل می شود. در انجماد زمان کافی برای تشکیل بلور وجود دارد اما چگالش برف سریع رخ می دهد.
- ✓ تبخیر سطحی: مایع در هر دمایی تبخیر می شود ، این فرایند را تبخیر سطحی گویند.

  آهنگ تبخیر سطحی به عوامل مختلفی مانند دمای مایع و مساحت سطح آن بستگی دارد.

  تبخیر سطحی عرق بدن سبب خنک شدن می شود.
- ✓ جوشیدن: با دادن گرما به مایع و بالا رفتن دما، در دمای خاصی حباب های گاز درون مایع شکل می گیرند و از مایع خارج می شوند. به این پدیده جوشیدن مایع و به این دما، نقطه ی جوش می گویند.

  دما در حین جوشیدن تغییر نمی کند.

  در جوشیدن کل مایع در فرایند تبخیر شرکت می کند.

  نقطه جوش با افزایش فشار، بالا می رود، ناخالصی سبب افزایش نقطه جوش می شود.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۴-۵-۴ توان گرمایی

توان مقدار انرژی در واحد زمان است. گاهی گرمای لازم برای گرم کردن اجسام توسط یک گرمکن با توان P تامین میشود.

بین P و Q رابطه روبرو برقرار است. $P=\frac{Q}{t}\Rightarrow Q=Pt$

ولخرجی یا خساست؟! مسئله این است...	
وسیله گرمایی تمام جونشو وسط میذاره و تمام گرماشو به مایع میده : $Q_{\text{مایع}}=Q_{\text{گرمکن}}$	وسیله گرمایی کم میذاره! یعنی مقداری از گرماشو به مایع میده : $Q_{\text{مایع}}=$ درصد گرمایی که مایع میگیرد $\times Q_{\text{گرمکن}}=\frac{x}{۱۰۰}\times P.t$

نکته۱۲: اگر نمودار $\theta-t$ بدهند ؛ باید به توان ربطش بدهیم!

نکته۱۳: در این رابطه برای گرما می توان نوشت : $P=\frac{Q}{t}=\frac{mc\Delta\theta}{t}=\frac{mL_f}{t}=\frac{mL_V}{t}=\frac{mc\Delta\theta+mL_f+\dots}{t}$

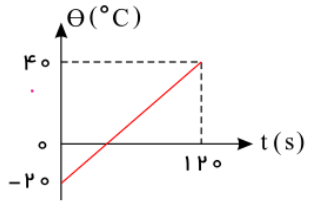
تست۶۸:

یک گرمکن برقی درمدت ۲۴ ثانیه، دمای ۶۰ گرم مایعی را از ۳۰ درجه‌ی سلسیوس به ۵۰ درجه‌ی سلسیوس می‌رساند. اگر توان این گرمکن ۳۰۰ وات باشد و گرمای ویژه مایع $۱۵۰۰\frac{J}{kg\cdot K}$ باشد، چند درصد گرمای تولیدی به مایع فوق رسیده است؟ خارج از کشور- ۱۳۹۳

۱) ۱۶ ۲) ۲۵ ۳) ۷۵ ۴) ۸۴

تست۶۹:

نمودار تغییرات دمای جسم جامدی به جرم ۱۰۰ گرم، برحسب زمان مطابق شکل است. اگر گرمای ویژه‌ی جسم $۴۰۰\frac{J}{kg\cdot{}^\circ C}$ باشد، جسم در هر ثانیه چند ژول گرما گرفته است؟ سراسری- ۱۳۹۱



۱) ۱۰
۲) ۱۲
۳) ۲۰
۴) ۲۴

تست۷۰:

یک گرمکن با توان گرمایی ثابت، در مدت ۱۰ دقیقه، ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه را به آب صفر درجه تبدیل می‌کند. این گرمکن همین آب را تقریباً در مدت چند دقیقه به بخار آب ۱۰۰ درجه تبدیل می‌کند؟ سراسری- ۱۳۸۹

$\left(c=۴/۲\frac{kJ}{kg\cdot{}^\circ C}\ ,\ L_V=۲۲۵۶\frac{kJ}{kg}\ ,\ L_F=۳۳۴\frac{kJ}{kg}\right)$

۱) ۴۰ ۲) ۲۶ ۳) ۵۶ ۴) ۸۰

تست ۷۱:

در گرماسنجی که ظرفیت گرمایی آن ناچیز است، ۵۰۰ گرم یخ با دمای $-۶^\circ C$ وجود دارد. اگر یک گرم‌کن الکتریکی که توان آن ۷۵۰ وات و بازده آن ۸۰ درصد است درون یخ قرار گیرد. پس از ۱۲۲٫۵ ثانیه چند گرم یخ در گرماسنج باقی می‌ماند؟ خارج از کشور- ۱۳۹۶

$(C_{\text{یخ}} = ۲۱۰۰ \frac{J}{kg \cdot K} \ , \ L_f = ۳۳۶۰۰۰ \frac{J}{kg})$

۱) ۳۰۰ ۲) ۲۵۴ ۳) ۲۰۰ ۴) ۱۵۰

پاسخ: گزینه ۱ ابتدا نمودار تحلیلی بررسی وضعیت یخ $(-۶^\circ C)$ موجود در گرماسنج را می‌نویسیم:

$$-۶^\circ C \text{ یخ } m \xrightarrow{Q_1} ۰^\circ C \text{ یخ } (۰^\circ C \text{ یخ } m' \xrightarrow{Q_2} ۰^\circ C \text{ آب})$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = mc_{\text{یخ}}\Delta\theta + m'L_f \quad (۱)$$

باتوجه به آن که مقدار گرمایی که توسط یخ جذب می‌شود (Q) با مقدار گرمای تولیدی توسط گرمکن در مدت ۱۲۲٫۵ ثانیه برابر است، داریم:

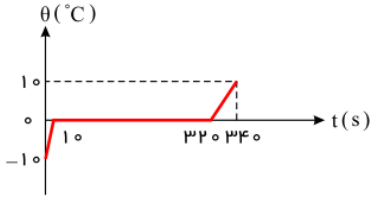
$$R_a = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}} \times ۱۰۰ \Rightarrow R_a = \frac{Q}{P_{\text{کل}} \times t} \times ۱۰۰ \Rightarrow \frac{۸۰}{۱۰۰} = \frac{Q}{۷۵۰ \times ۱۲۲٫۵} \Rightarrow Q = ۷۳۵۰۰J$$

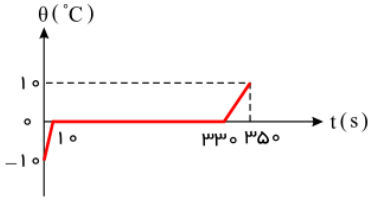
$$(۱) \xrightarrow[L_f = ۱۶۰C_{\text{یخ}}]{۷۳۵۰۰ = ۳۵C_{\text{یخ}}} ۳۵C_{\text{یخ}} = ۰٫۵ \times C_{\text{یخ}}(۰ - (-۶)) + m' \times ۱۶۰C_{\text{یخ}} \Rightarrow m' = ۰٫۲kg = ۲۰۰g$$

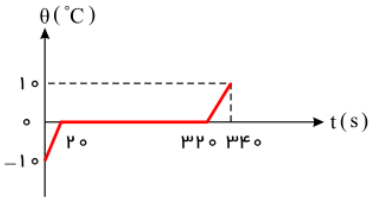
جرم یخ باقی‌مانده در گرماسنج $= m - m' = ۵۰۰ - ۲۰۰ = ۳۰۰g$

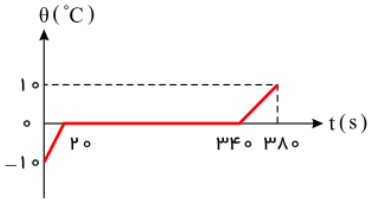
تست ۷۲:

به ۲۰۰g یخ $-۱۰^\circ C$ با آهنگ ثابت $۲۱۰J/s$ گرما می‌دهیم تا به آب $۱۰^\circ C$ تبدیل شود. کدام نمودار، تغییرات دما را بر حسب زمان درست نشان می‌دهد؟ $(C_{\text{آب}} = ۲C_{\text{یخ}} = ۴۲۰۰J/kg^\circ C$ و $L_f = ۳۳۶۰۰۰J/kg)$ خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱)


۲)


۳)


۴)


۴-۵-۵ یک سری حفظیات

تست ۷۳:

کدام عبارت درباره‌ی تبخیر سطحی یک مایع، نادرست است؟ سراسری- ۱۳۸۸

۱) تبخیر سطحی مایع در هر دمایی اتفاق می‌افتد.
۲) با افزایش دما، آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.
۳) با افزایش فشار هوا، آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.
۴) با افزایش سطح آزاد مایع، تبخیر سطحی آن نیز افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۳ با افزایش فشار هوا آهنگ تبخیر سطحی کاهش می‌یابد بنابراین گزینه‌ی «۳» نادرست است.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۷۴:

مقداری آب را که در فشار یک اتمسفر قرار دارد، به‌تدریج سرد می‌کنیم و هم‌زمان فشار محیط را افزایش می‌دهیم. در این صورت، آب در دمای ..... درجهٔ سلسیوس منجمد می‌شود.

خارج از کشور- ۱۳۹۷

۱) صفر ۲) ۴ ۳) پایین‌تر از صفر ۴) بین ۴ درجه و صفر

پاسخ: گزینه ۳ با افزایش فشار نقطهٔ ذوب یخ کاهش می‌یابد، همچنین نقطهٔ انجماد هم کاهش می‌یابد.

تست ۷۵:

کدام مطلب زیر درست است؟

سراسری- ۱۳۸۵

۱) برای لباس‌های آتش‌نشانی پوشش براق مناسب‌تر است.

۲) هنگامی که درِ یخچال را باز می‌کنید، هوای سرد از بالای آن بیرون می‌آید.

۳) در کشورهای با آب و هوای گرم، رنگ تیره برای نمای بیرون ساختمان‌ها مناسب‌تر است.

۴) اگر در هوای سرد یک قطعه فلز و یک قطعه چوب خشک را لمس کنیم، فلز گرمتر به نظر می‌رسد.

پاسخ: گزینه ۱ گزینهٔ ۱ صحیح است زیرا لباس براق جذب گرمای کمتری دارد.

گزینهٔ ۲ هوای سرد چگالی بیشتری دارد و در قسمت پایین یخچال قرار می‌گیرد پس نادرست است.

گزینهٔ ۳ رنگ تیره جذب کنندهٔ بهتری است و در هوای گرم مناسب نیست پس نادرست است.

گزینهٔ ۴ رسانش گرمایی فلز بیشتر از چوب است و گرما را سریعتر از دست ما می‌گیرد و منتقل می‌کند و سردتر به نظر می‌رسد، پس نادرست است.

٦-٥-٤ تبدیل انرژی ها به هم

- اگر انرژی جنبشی به گرما تبدیل شود : $Q = K$
- اگر انرژی پتانسیل گرانشی به گرما تبدیل شود : $Q = U$

تست ۷۶:

یک گلوله‌ی سربی به جرم ۲۰ گرم با سرعت $۴۰۰\frac{m}{s}$ به یک قطعه چوب برخورد می‌کند و درون آن متوقف می‌شود. اگر ۵۰ درصد انرژی جنبشی گلوله صرف گرم کردن خودش شود و گرمای ویژه سرب $۱۲۵\frac{J}{kg \cdot K}$ باشد، دمای گلوله چند کلوین افزایش می‌یابد؟

سراسری- ۱۳۹۱

۱) ۳۲۰ ۲) ۵۹۳ ۳) ۶۴۰ ۴) ۹۱۳

پاسخ: گزینه ۱ نصف انرژی جنبشی گلوله موقع برخورد، صرف گرم کردنِ خودِ گلوله می‌شود. پس:

$$\frac{۱}{۲}K = Q \Rightarrow \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۲}\cancel{m}V^۲ = \cancel{m}c\Delta\theta \Rightarrow \frac{۱}{۴} \times ۴۰۰^۲ = ۱۲۵ \times \Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = ۳۲۰^\circ C = ۳۲۰K$$

تست ۷۷:

یک قطعه یخ صفر درجه به جرم ۵۵٫۵ کیلوگرم روی یک سطح افقی با سرعت اولیه‌ی $۶\,m/s$ شروع به حرکت می‌کند و پس از لغزیدن در مسافتی متوقف می‌شود. اگر همه‌ی گرمای حاصل از اصطکاک به یخ برسد، تقریباً چند گرم از یخ ذوب می‌شود؟ $(L_F = ۳۳۳\ kJ/kg)$

خارج از کشور- ۱۳۸۵

۱) ۳ ۲) ۳۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۳۰۰

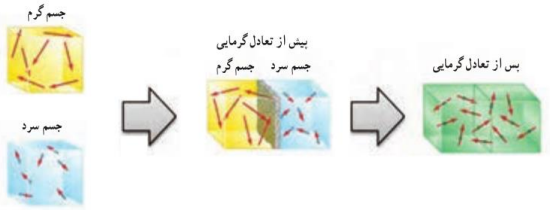
پاسخ: گزینه ۱

انرژی جنبشی قطعه یخ به گرما تبدیل شده و موجب ذوب شدن یخ می‌شود، بنابراین داریم:

$$\frac{۱}{۲}mv^۲ = m'L_F \Rightarrow \frac{۱}{۲} \times ۵۵٫۵ \times ۶^۲ = m' \times ۳۳۳ \times ۱۰^۳ \Rightarrow m' = ۰٫۰۰۳\,kg \Rightarrow m' = ۳\,g$$

جرم یخ ذوب‌شده در مقایسه با جرم قالب یخ ناچیز است و بنابراین می‌توان از تغییرات جرم یخ در ضمن صفر شدن سرعت آن صرف‌نظر کرد.

۴-۵-۷ تعادل گرمایی (دو دسته دارد: بدون تغییر حالت | با تغییر حالت)

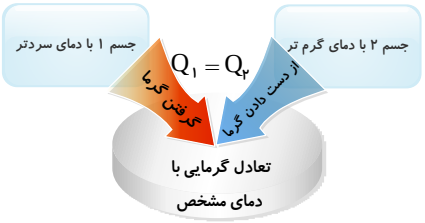


وقتی دو جسم سرد و گرم در تماس با یکدیگر قرار می‌گیرند، از دیدگاه میکروسکوپی، آنچه که اتفاق می‌افتد کاهش انرژی‌های پتانسیل و جنبشی مربوط به حرکت‌های کاتوره‌ای اتم‌ها، مولکول‌ها و سایر اجزای میکروسکوپی داخل جسم گرم، و افزایش همین انرژی‌ها در داخل جسم سرد است تا آنکه دو جسم به تعادل گرمایی برسند.

وقتی دو یاچند جسم با دمای متفاوت در کنار هم قرار می گیرند تا جایی که هم دما شوند با هم گرما مبادله می کنند به این حالت تعادل گرمایی گفته میشود و این دمای مشترک را با دمای تعادل (θ_e) می نامند.

- گرما همواره به صورت خودبه خودی از جسم گرمتر به جسم سرد انتقال پیدا میکند.(جسم گرم تر گرما میدهد وجسم سردتر گرما می گیرد)
- برای رسیدن به حالت تعادل بعضی از اجسام گرما می گیرند و بعضی از اجسام گرما از دست می دهند طبق قانون پایستگی انرژی:

گرمایی که اجسام گرم از دست می دهند = گرمایی که اجسام سرد می گیرند $\rightarrow Q_1 = |Q_2|$



- براساس قانون پایستگی انرژی جمع جبری گرما های مبادله شده بین اجسام درحال تعادل گرمایی برابر صفر است.

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \ldots\ldots = 0$$

۴-۵-۸ تعادل گرمایی بدون تغییر حالت

در این حالت چون حالت جسم عوض نمیشود فقط با رابطه $Q = mc\Delta\theta$ کار داریم. بنابراین اگر دوجسم با دما وجرم های متفاوت را درکنار هم قرار دهیم به چنین رابطه ای می رسیم.

$$Q_1 = |Q_2| \Rightarrow m_1c_1(\theta_e - \theta_1) = m_2c_2(\theta_2 - \theta_e)$$

- در این حالت جسم گرم با دمای θ_2 گرمای Q_2 را ازدست میدهد و به دمای θ_e میرسد جسم سرد هم باگرفتن گرمای Q_1 دمای θ_1 به θ_e $(\theta_e > \theta_1)$ می رسد واگر بیشتر دوجسم هم داشته باشیم همین روش را ادامه میدهیم.

$$\underbrace{Q_1 + Q_2 + \ldots\ldots}_{garmai\ k\ ajsame\ sard\ migiran} = \underbrace{|Q_1'| + |Q_2'| + \ldots\ldots}_{garmai\ k\ ajsame\ garm\ az\ dast\ midan}$$

$$\Rightarrow m_1c_1(\theta_e - \theta_1) + m_2c_2(\theta_e - \theta_2) + \ldots\ldots = m_1'c_1'(\theta_1' - \theta_e) + m_2'c_2'(\theta_2' - \theta_e) + \ldots\ldots$$

- رابطه ی سریع برای محاسبه دمای تعادل

این رابطه به شرطی درست است که تغییر حالت نداشته باشیم

$$\theta_e = \frac{m_1c_1\theta_1 + m_2c_2\theta_2 + \ldots\ldots}{m_1c_1 + m_2c_2 + \ldots}$$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۹-۵-۴ دمای تعادل

تست ۷۸:

چند لیتر آب ۸۰ درجه‌ی سلسیوس را با ۴۰ لیتر آب ۱۰ درجه‌ی سلسیوس مخلوط کنیم تا به دمای تعادل تقریبی ۴۰ درجه‌ی سلسیوس برسند؟

۱) ۲۵ ۲) ۳۰ ۳) ۴۵ ۴) ۵۰

پاسخ: گزینه ۲

$$m_1 c\Delta\theta = m_2 c\Delta\theta' \xrightarrow[m=\rho V]{\rho=\frac{m}{V}} \rho V_1 \Delta\theta = \rho V_2 \Delta\theta \Rightarrow V_1 \times ۴۰ = ۴۰ \times ۳۰ \Rightarrow V_1 = ۳۰ Lit$$

تست ۷۹:

یک قطعه‌ی ۱۰۰ گرمی از مس با دمای ۸۱ درجه‌ی سلسیوس را در ظرف عایقی که حاوی ۲۰۰ گرم آب با دمای ۱۵ درجه‌ی سلسیوس است، می‌اندازیم. اگر گرمای ویژه‌ی مس و آب به ترتیب $۴۰۰ J/kg\cdot K$ و $۴۲۰۰ J/kg\cdot K$ باشد، دمای تعادل چند درجه‌ی سلسیوس می‌شود؟

۱) ۱۸ ۲) ۲۰ ۳) ۲۳ ۴) ۲۸

پاسخ: گزینه ۱

$$\theta_e = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2} = \frac{۱۰۰ \times ۴۰۰ \times ۸۱ + ۲۰۰ \times ۴۲۰۰ \times ۱۵}{۱۰۰ \times ۴۰۰ + ۲۰۰ \times ۴۲۰۰}$$

$$\theta_e = \frac{۳۲۴ + ۱۲۶۰}{۴ + ۸۴} = ۱۸^\circ C$$

تست ۸۰:

یک کرهٔ مسی به جرم ۵۰۰g و دمای ۸۰ °C را به آرامی، درون ۱ لیتر آب خالص با دمای ۱۴ °C می‌اندازیم. تا رسیدن به دمای تعادل، گرمای مبادله شده بین کرهٔ مسی و آب چند ژول است؟ ($c_{\text{مس}} = ۴۰۰ \frac{J}{kg.^\circ C}$، $c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg.^\circ C}$ و $\rho_{\text{آب}} = ۱ \frac{g}{cm^3}$ و اتلاف گرما ناچیز است.)

۱) ۱۲۶۰۰ ۲) ۱۰۵۰۰ ۳) ۸۴۰۰ ۴) ۶۳۰۰

پرسش ۲ کتاب :

الف) منظور از این جمله که چیست؟ «دماسنج‌ها دمای خودشان را اندازه گیری می‌کنند.»

در واقع دماسنج‌ها، دمای تعادل خود با محیط را اندازه می‌گیرند. پس، دماسنج دمای خود را که در تعادل با محیط است اندازه می‌گیرد.

ب) در یک کلاس درس میز، صندلی ، دانش‌آموز، تخته، شیشه پنجره و ... وجود دارد. در یک روز زمستانی، دمای کدام یک از آنها بیشتر از دمای هوای اتاق است؟ دمای کدا میک کمتر از دمای هوای اتاق است؟

دمای بدن دانش آموز بیشتر از دمای بقیه اجسام است. دمای شیشه پنجره که در تماس با هوای سرد بیرون است از دمای بقیه اجسام کمتر است.دمای اجسامی مثل میز، صندلی و تخته، با دمای هوای اتاق تقریبا یکسان است، گرچه ممکن است در تماس دست خود با آنها، دماهای متفاوتی را احساس کنیم که این به خوب یا بد بودن رسانش گرمایی آن اجسام مربوط می‌شود.

پ) در شکل صفحه قبل میانگین انرژی جنبشی ذرات دو جسم چگونه تغییر کرده است؟

با کاهش دمای جسم گرم، میانگین انرژی جنبشی ذرات آن کاهش می‌یابد و با افزایش دمای جسم سرد، میانگین انرژی جنبشی ذرات آن افزایش می‌یابد. درصورتی که دو جسم از یک جنس باشند، هنگام برقراری تعادل گرمایی و هم دما شدن دو جسم، میانگین انرژی جنبشی ذرات آنها با هم مساوی است.

۱۰-۵-٤ جدول مهم مسائل تعادل

وضعیت تعادل مشخص	دمای تعادل نداریم، تغییر حالت هم نداریم: مثل آب و آب | مثل آب و فلز راه ۱: در تعادل هر ماده حالت خودش را حفظ می کند (تغییر حالت نداریم) و دمای تعادل ؟ : $Q_1 = \|Q_2\|$ راه ۲: فرمول تستی دمای تعادل ۱) اگر این کلمات رو دیدی : $\|Q_w\| = \|Q_i\|$ ⟵ تمام یخ به طور کامل ذوب ⟵ تعادل : آب صفر ۲) اگر این کلمات رو دیدی : $\|Q_w\| > \|Q_i\|$ زوره آب بیشتره ⟵ تعادل : آب θ درجه $(\theta > ۰)$ • دمای آب رو خواستی : باقی زور را حساب کن و حل کن : $Q = \|Q_w\| - \|Q_i\| = (m_w + m_i)c_w\theta_e$ • دمای تعادل مشخص بود و مقدار جرمی رو خواستی زورها برابر هم قرار بده. ۳) اگر این کلمات رو دیدی : $\|Q_w\| < \|Q_i\|$ زوره یخ بیشتره و همه ی یخ ذوب نمیشه ⟵ (اینقدر یخ ذوب میشه | چقدر آب داریم؟) آب ⟵ $m - baghi(zowb\ nashode)$ یخ ۰ $\xrightarrow{meghdari\ zowb}$ m مقدار یخ $-\theta$ $Q_i = mc_i\Delta\theta + \quad (m - baghi)L_f$ $\|Q_w\| = \|Q_i\|$

۱۱-۵-٤ سه نکته

تبدیل خوب	$L_F = ۸۰ \times ۴۲۰۰ \frac{J}{kg}$ | $L_V = ۵۴۰ \times ۴۲۰۰ \frac{J}{kg}$ | $c_w = ۴۲۰۰ \frac{J}{Kg.^oC}$ | $c_i = \frac{۱}{۲} \times ۴۲۰۰ \frac{J}{Kg.^oC}$ $L_F = ۸۰ \times c_w$ | $L_V = ۵۴۰ \times c_w$ | $c_w = c_w$ | $c_i = \frac{۱}{۲} \times c_w$
برسون به ۸۰	هر مقدار آب ۸۰ درجه سانتی گراد، یخ صفر درجه هم جرم خود را به طور کامل ذوب می کند و پس از آن دمای تعادل صفر است. نکته: اگر دمای آب ۸۰ درجه سانتی گراد نبود، آن را به ۸۰ تبدیل می کنیم با این شرط که $m\theta$ ثابت بماند.
دمای تعادل یخ و آب (یخ صفر | هم وزن)	اگر مقداری یخ صفر درجه را در آب θ درجه که دارای وزن برابر با یخ باشد، مخلوط کنیم، دمای تعادل:

دمای آب	دمای تعادل	توضیحات
$\theta < ۸۰^oC$	$\theta_e = ۰$	تمام یخ ذوب نمی شود: جرم یخ ذوب شده $m' = \frac{\theta}{۸۰} \times m_i$
$\theta = ۸۰^oC$	$\theta_e = ۰$	تمام یخ ذوب جرم آب باقی مانده $= ۲m$
$\theta > ۸۰^oC$	$\theta_e = \frac{\theta - ۸۰}{۲}$	

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۴-۶ مسائل حالت مشخص

۴-۶-۱ یکی

تست ۸۱:

در ظرفی ۲۰۰ گرم یخ -5 درجه‌ی سلسیوس وجود دارد. حداقل چند گرم آب ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس در ظرف وارد کنیم تا یخی در ظرف باقی نماند؟ (فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت می‌گیرد.)

$(c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{kg \cdot K} \ , \ c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K} \ , \ L_F = 336000 \frac{J}{kg})$

۱) ۵ ۲) ۱۶۰ ۳) ۱۶۵ ۴) ۲۰۰

تست ۸۲:

ظرفی حاوی $100g$ یخ صفر درجه‌ی سلسیوس است. حداقل چند گرم آب $50^\circ C$ باید داخل آن بریزیم تا تمام یخ ذوب شود؟

($L_F = 334000 \frac{J}{kg}$ و $c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K}$ و از مبادله‌ی گرمای آب و یخ با محیط صرف‌نظر کنید.)

۱) ۸۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۴۰ ۴) ۱۶۰

۴-۶-۲ آب بیشتر

تست ۸۳:

درون یک کیلوگرم آب با دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس، چند گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس بیاندازیم، تا پس از تعادل گرمایی، آب با دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس حاصل شود؟ ($C_{H_2O} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K}$ ، $L_F = 336 \frac{kJ}{kg}$ ، تبادل گرمایی فقط بین آب و یخ انجام می‌شود)

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۲۵ ۴) ۱۷۵

۴-۶-۳ یخ بیشتر

تست ۸۴:

حداقل چند گرم یخ $-20^\circ C$ را داخل ۲۰۰ گرم آب صفر درجه بیندازیم تا تمام آب یخ ببندد؟

$(c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{kg \cdot K}, L_f = 3/36 \times 10^5 \frac{J}{kg})$

۱) ۱۶۰ ۲) ۳۶۰ ۳) ۱۲۰۰ ۴) ۱۶۰۰

تست ۸۵:

در ظرفی که عایق گرما است، یک قطعه یخ صفر درجه‌ی سلسیوس وجود دارد. اگر ۸۰۰ گرم آب ۵۰ درجه‌ی سلسیوس در ظرف بریزیم، پس از برقراری تعادل گرمایی، ۱۰۰ گرم یخ در ظرف باقی می‌ماند. جرم اولیه‌ی یخ چند گرم بوده است؟ (فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت می‌گیرد. $C_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kgK}$ و $L_F = ۳۳۶۰۰۰ \frac{J}{kg}$)

۱) ۳۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۶۰۰

تست ۸۶:

در ظرفی یک قطعه یخ صفر درجهٔ سلسیوس وجود دارد. اگر ۸۰۰ گرم آب ۲۰ درجهٔ سلسیوس در ظرف وارد کنیم و فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت گیرد، پس از برقراری تعادل گرمایی، $\frac{۱}{۳}$ جرم قطعه یخ در ظرف باقی می‌ماند. جرم اولیهٔ قطعه یخ چند گرم بوده است؟ ($L_f = ۳۳۶۰۰۰ J/kg$ و $C_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ J/kg \cdot K$)

سراسری- ۱۳۹۸

۱) ۲۰۰ ۲) $\frac{۸۰۰}{۳}$ ۳) ۳۰۰ ۴) ۶۰۰

تست ۸۷:

چند گرم آب ۵۰ درجهٔ سلسیوس را روی ۴۵۰ گرم یخ صفر درجهٔ سلسیوس بریزیم تا پس از برقراری تعادل گرمایی، ۵۲۰ گرم آب صفر درجهٔ سلسیوس در ظرف ایجاد شود؟ (اتلاف گرما ناچیز است و $L_f = ۳۳۶۰۰۰ \frac{J}{kg}$ و $C = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg \cdot K}$)

سراسری- ۱۳۹۹

۱) ۷۰ ۲) ۲۶۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۳۲۰

۴-۶-۴ گرما دادن یا گرفتن

تست ۸۸:

یک کیلوگرم یخ و ۴ کیلوگرم آب در فشار یک جوّ در تعادل حرارتی قرار دارند. به این مجموعه ۵۴۶ کیلوژول گرما می‌دهیم. بعد از رسیدن به تعادل، دمای آب به چند درجه‌ی سلسیوس می‌رسد؟ $\left(L_F = ۳۳۶ \frac{kJ}{kg}, c = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg \cdot K}\right)$

خارج از کشور- ۱۳۸۹

۱) ۰ ۲) ۱۰ ۳) ۴۰ ۴) ۱۰۰

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۸۹:

درون $۲kg$ آب $۴۰^\circ C$ مقداری یخ $-۵^\circ C$ می‌اندازیم. اگر این آب $۲۹۴kJ$ گرما از دست بدهد تا سیستم به دمای تعادل برسد، جرم یخ چند گرم بوده است؟ $(L_F = ۳۳۶\frac{kJ}{kg}\ ,\ C_{یخ} = ۲۱۰۰\frac{J}{kg\cdot K}\ ,\ C_{آب} = ۴۲۰۰\frac{J}{kg\cdot K})$

خارج از کشور- ۱۳۹۵

۱) ۴۰۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۸۰۰ ۴) ۱۲۰۰

تست ۹۰:

به $۲۰۰g$ یخ $-۱۰^\circ C$، مقداری گرما با آهنگ $۱/۰۵\frac{kJ}{\min}$ به مدت ۱۲ دقیقه می‌دهیم. دمای نهایی چند درجهٔ سلسیوس است؟ $(C_{یخ} = ۲۱۰۰\frac{J}{kg^\circ C}, L_f = ۳۳۶\frac{kJ}{kg}, C_{آب} = ۴۲۰۰\frac{J}{kg^\circ C})$

۱) صفر ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۱۵

تست ۹۱:

به $۵۰۰g$ یخ $-۲۰^\circ C$ مقداری گرما با آهنگ $۱۰/۵\frac{kJ}{min}$ در مدت ۲۰ دقیقه می‌دهیم. دمای نهایی آب حاصل، چند درجهٔ سلسیوس است؟ $(c_{آب} = ۲c_{یخ} = ۴۲۰۰\frac{J}{kg.^\circ C}$ و $L_f = ۳۳۶۰۰۰\frac{J}{kg})$

سراسری- ۱۳۹۹

۱) صفر ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۱۵

۵-۶-۴ فلز بیاد:

۱) فلز بیاد، با تغییر دمای فلز : دمای آب بره بالا

۲) فلز بیاد ، با تغییر دمای فلز یخ ذوب شه

۳) فلز بیاد، با تغییر دمای فلز ، آب بخار بشه

۴) فلز بیاد، آب و یخ رو ذوب کنه !

تست ۹۲: (آب و یخ در حال تعادلند)

یک قطعه مس به جرم $۳kg$ با دمای $۱۱/۱^\circ C$ را به داخل ظرف عایق بندی شده‌ای حاوی مخلوط به حالت تعادل رسیده‌ی آب و یخ می‌اندازیم. هنگامی که تعادل مجدد برقرار می‌شود، دمای مس، صفر درجه‌ی سلسیوس است. چند گرم یخ در این فرآیند ذوب شده است؟ $(L_F = ۳۳۳\frac{kJ}{kg}\ ,\ c_{Cu} = ۴۰۰\frac{J}{kg\cdot K})$

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

پاسخ: گزینه ۴

گرمای گرفته شده توسط یخ = گرمای داده شده توسط مس

$$m_{Cu}c\Delta\theta = mL_F \Rightarrow ۳\times ۴۰۰\times (۱۱/۱) = m'\times ۳۳۳۰۰۰ \Rightarrow m' = \frac{۴}{۱۰۰}kg = ۴۰g$$

تست ۹۳:

درون ظرفی $۴۰۰g$ مخلوط آب و یخ در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس در حالت تعادل قرار دارد. اگر فلزی به جرم $۲۰۰g$ ودمای $۱۰۵^\circ C$ را داخل آب بیندازیم، بعد از برقراری تعادل، دمای آب به $۵^\circ C$ می‌رسد. جرم یخ چند گرم بوده است؟

$$(c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰\frac{J}{kg^\circ C} \ , \ c_{\text{فلز}} = ۸۴۰\frac{J}{kg^\circ C} \ , \ L_F = ۳۳۶\frac{kJ}{kg})$$

۱) ۲٫۵ ۲) ۵ ۳) ۲۵ ۴) ۵۰

پاسخ: گزینه ۳ روش اول: گرمایی که فلز از دست می‌دهد تا دمای آن از $۱۰۵^\circ C$ به $۵^\circ C$ برسد برابر است با:

$$Q_۱ = m_۱c_۱\Delta\theta_۱ = ۰٫۲ \times ۸۴۰ \times (۵ - ۱۰۵) \rightarrow Q_۱ = -۰٫۲ \times ۸۴۰ \times ۱۰۰$$

اگر جرم یخ اولیه را m بنامیم، چون جرم مخلوط آب و یخ برابر $۴۰۰g$ بوده است. جرم آب اولیه برابر $(۰٫۴ - m)$ کیلوگرم بوده است.

گرمایی که یخ صفر درجه دریافت کرده تا ابتدا ذوب شود وسپس به دمای $۵^\circ C$ برسد برابر است با:

$$Q_۲ = mL_F + mc\Delta\theta \rightarrow Q_۲ = m \times ۳۳۶ \times ۱۰^۳ + m \times ۴۲۰۰ \times ۵ = m \times ۳۵۷ \times ۱۰^۳$$

وگرمایی که آب $۰^\circ C$ دریافت کرده تا به دمای $۵^\circ C$ برسد:

$$Q_۳ = (۰٫۴ - m) \times ۴۲۰۰ \times ۵$$

کافی است مجموع گرماها را برابر صفر قرار دهیم:

$$Q_۱ + Q_۲ + Q_۳ = ۰$$
$$(-۰٫۲ \times ۸۴۰ \times ۱۰۰) + (m \times ۳۵۷ \times ۱۰^۳) + [(۰٫۴ - m) \times ۴۲۰۰ \times ۵] = ۰ \rightarrow m = ۰٫۰۲۵kg = ۲۵g$$

روش دوم: اگر جرم یخ صفر درجه در مخلوط را m و جرم آب صفر درجه در مخلوط را m' فرض کنیم، می توان گفت:

ابتدا m ذوب و به آب صفر تبدیل شده و سپس دمای $(m + m')$ که برابر ۴۰۰ گرم است به آب $۵^\circ C$ می‌رسد. یعنی:

$$mL_F + (m + m')c\Delta\theta = (mc\Delta\theta)_{\text{فلز}}$$
$$m \times ۳۳۶۰۰۰ + ۴۰۰ \times ۴۲۰۰ \times (۵ - ۰) = +۲۰۰ \times ۸۴۰(۱۰۵ - ۵)$$
$$m \times ۸۰ + ۲۰۰۰ = ۲۰ \times ۲(۱۰۰) \rightarrow m = ۲۵g$$

تست ۹۴:

ظرفی که عایق گرما است، محتوی ۸۰ گرم آب ۱۱٫۵ درجه‌ی سلسیوس است. یک قطعه مس به جرم ۴۲۰ گرم و دمای ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس را در آب می‌اندازیم. اگر فقط بین آب و مس تبادل گرما صورت گیرد و $c_{(\text{آب})} = ۴۲۰۰\frac{J}{kg \cdot K}$ و $c_{(\text{مس})} = ۳۸۰\frac{J}{kg \cdot K}$ باشد، تا برقراری تعادل گرمایی، دمای آب چند کلوین افزایش می‌یابد؟

۱) ۲۸٫۵ ۲) ۴۰ ۳) ۳۱۳ ۴) ۳۰۱٫۵

پاسخ: گزینه ۱ باتوجه به اینکه در این مسئله تغییر حالت نداریم. به کمک رابطه‌ی زیر می توان دمای تعادل مجموعه را به دست آورد:

$$Q_۱ + Q_۲ = ۰ \Rightarrow |Q_{H_۲O}| = |Q_{Cu}| \Rightarrow (mc\Delta\theta)_{H_۲O} = (mc\Delta\theta)_{Cu}$$

$$\Rightarrow ۸۰ \times ۴۲۰۰ \times (\theta_e - ۱۱٫۵) = ۴۲۰ \times ۳۸۰ \times (۱۰۰ - \theta_e) \Rightarrow \theta_e = ۴۰^\circ C$$

دمای آب از $۱۱٫۵^\circ C$ به $۴۰^\circ C$ رسیده است، از طرفی می دانیم میزان افزایش دما برحسب درجه‌ی سلسیوس و کلوین با هم برابر است. بنابراین برای محاسبه‌ی تغییر دمای آب می توان نوشت:

$$\Delta\theta_{\text{آب}} = ۴۰ - ۱۱٫۵ = ۲۸٫۵^\circ C \xrightarrow[\text{کلوین و سلسیوس برابر است}]{\text{تغییر دما بر حسب}} \Delta T_{\text{آب}} = ۲۸٫۵K$$

تذکر: بسیاری از دانش‌آموزان پس از محاسبه‌ی θ_e، گزینه‌ی ۲ را انتخاب می‌کنند. مراقب باشید که به سادگی نمره‌ی منفی نگیرید.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۹۵:

گرمای ویژه‌ی آلومینیم بیش از ۲ برابر گرمای ویژه‌ی مس است. اگر $1kg$ آلومینیوم $20^\circ C$ و $1kg$ مس $20^\circ C$ را با هم داخل مقداری آب $100^\circ C$ بیندازیم، پس از برقراری تعادل:

خارج از کشور- ۱۳۹۱

۱) افزایش دمای آلومینیم و مس یکسان است.

۲) تغییر دمای مس بیشتر از آلومینیم است.

۳) گرمایی که مس و آلومینیوم می‌گیرند، یکسان است.

۴) گرمایی که مس می‌گیرد، بیش تر از گرمایی است که آلومینیوم می‌گیرد.

پاسخ: گزینه ۱ دمای اولیه‌ی مس و آلومینیم یکسان است. پس از وارد شدن این دو فلز به آب $100^\circ C$، تعادل گرمایی برقرار شده و دمای آن‌ها برابر دمای تعادل (θ_e) می‌شود. بنابراین می‌توان گفت تغییر دمای آلومینیم و مس یکسان است.

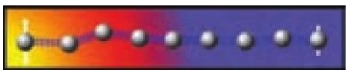
$$\Delta\theta_{Al} = \Delta\theta_{Cu} = \theta_e - 20$$

از طرفی طبق رابطه‌ی $Q = mc\Delta\theta$ و با توجه به این که گرمای ویژه‌ی آلومینیوم بیش‌تر از مس است. در طول این فرایند فلز آلومینیوم مقدار بیشتری گرما جذب می‌کند.

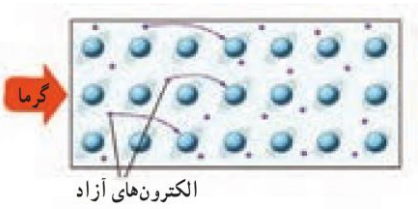
رسانش

قاشق فلزی در ظرف غذا روی اجاق روشن رو با دست بگیری چی میشه؟

- ✓ در نافلزات (شیشه، چوب و ...): رسانش گرمایی به دلیل ارتعاش اتم ها و گسترش این ارتعاش ها در طول آن هاست. به جهت نبود الکترون های آزاد، رساناهای گرمایی خوبی نیستند. بنابراین از چوب در دیوارها و سقف بناها استفاده می شوند.



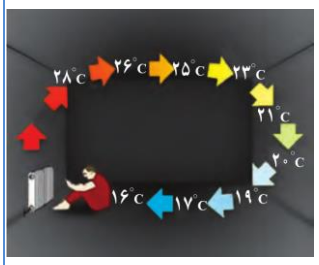
- ✓ در فلزات: افزون بر ارتعاش های اتمی، اکترون های آزاد نیز در انتقال گرما نقش دارند. بنابراین رساناهای گرمای بهتری هستند. در واقع چون الکترون ها بسیار کوچک اند و به سرعت حرکت می کنند با برخورد با سایر الکترون ها و اتم ها سبب رسانش گرما می شوند.



- ✓ در رساناهای فلزی سهم الکترون های آزاد در رسانش گرما بیش تر از اتم هاست.
- ✓ برای اندازه گیری رسانندگی گرمایی مواد برای اجسام فلزی از میله و برای اجسام نافلزی از تیغه یا بره استفاده می کنند.
- ✓ این نوع انتقال نیاز به محیط مادی دارد، چون برخورد ذرات است که انرژی را منتقل می کند. در این روش انرژی ذرات منتقل می شود، نه خود ذرات!
- ✓ در همه حالت های ماده انجام می شود، اما در این حالت رسانای گرمایی خوبی نیستند (آب و هوا عایق گرمایی هستند). فلزها به دلیل داشتن الکترون آزاد استثنا هستند و در حالت مایع هم رسانای گرمایی خوبی هستند (مثل جیوه در دمای اتاق)

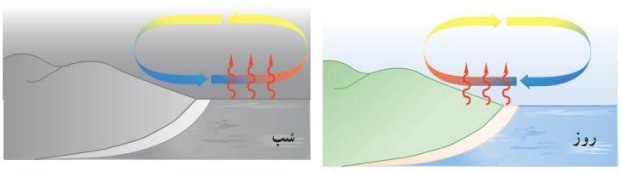
همرفت

وقتی ظرف بزرگی از آب را روی اجاق می‌گذاریم چگونه همه آب آن در مدت نه چندان زیادی گرم می‌شود؟ بخاری چگونه هوای داخل اتاق را گرم می‌کند؟ انتقال گرما در مایعات و گازها که معمولاً رساناهای گرمایی خوبی نیستند عمدتاً به روش همرفت، یعنی همراه با جابه جایی بخشی از خود ماده، انجام می‌گیرد. همان طور که در کتاب علوم هشتم دیدید 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. در همرفت، بر خلاف رسانش گرمایی، انتقال گرما با انتقال بخش‌هایی از خود ماده صورت می‌گیرد و وقتی شاره در تماس با جسمی گرم‌تر از خود قرار گیرد، فاصله متوسط مولکول‌ها در بخشی از شاره که در تماس با جسم گرم است، افزایش می‌یابد؛ بدین ترتیب حجم آن زیاد می‌شود، در نتیجه چگالی این قسمت از شاره کاهش می‌یابد؛ چون اکنون چگالی این شاره انبساط یافته کمتر از شاره سردتر اطراف خود است. نیروی شناوری (بنا به اصل ارشمیدس) موجب بالا رفتن آن می‌شود. آن گاه مقداری از شاره سردتر اطراف آن، جایگزین شاره گر متر می‌شود که بالا رفته است و این فرایند به همین ترتیب ادامه می‌یابد. گرم شدن هوای داخل اتاق به وسیله بخاری و رادیاتور شوفاژ گرم شدن آب درون قابلمه، جریان‌های باد ساحلی ، انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن و ... همگی بر اثر پدیده همرفت رخ می‌دهند. همه این مثال‌ها نمونه‌هایی از همرفت طبیعی است.

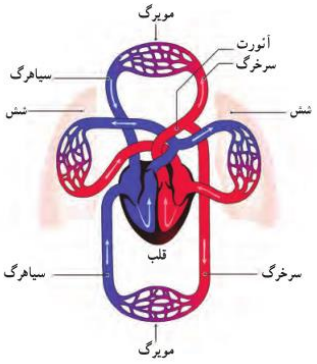
شکل ۱۴ـ۲۹ گرم شدن آب درون قابلمه به روش همرفت



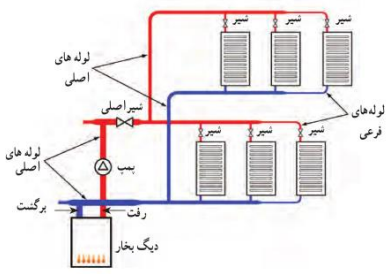
شکل ۱۴ـ۳۰ روز : زمین ساحل گرم‌تر از آب دریاست. پدیدهٔ همرفت موجب نسیمی از سوی دریا به سمت ساحل می‌شود. شب : زمین ساحل سردتر از آب دریاست. پدیدهٔ همرفت موجب نسیمی از سوی ساحل به سمت دریا می‌شود.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

نوع دیگری از همرفت، همرفت واداشته است که در آن شاره به کمک یک تلمبه (طبیعی یا مصنوعی) به حرکت واداشته می‌شود تا با این حرکت، انتقال گرما صورت پذیرد. سیستم گرم کننده مرکزی در ساختمان‌ها



شکل ۴ ـ ۳۲ طرحی از دستگاه گردش خون که در آن قلب همچون تلمبه‌ای باعث همرفت واداشتهٔ خون می‌شود.



شکل ۴ ـ ۳۱ طرحی از سیستم گرم‌کنندهٔ مرکزی در ساختمان‌ها

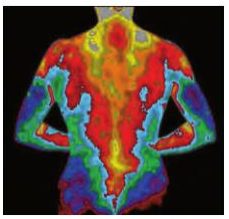
سیستم خنک کننده موتور اتومبیل و نیز گرم و سرد شدن بخش‌های مختلف بدن بر اثر گردش جریان خون در بدن جانوران خونگرم مثال‌هایی عینی از انتقال گرما به روش همرفت واداشته هستند.

تابش

همه ما تجربه گرم شدن در آفتاب را داریم. با نزدیک کردن دستمان به اجسام گرمی مانند رادیاتور گرم شوفاژ، یا زیر لامپ رشته‌ای روشن نیز تجربه مشابهی خواهیم داشت. آیا با نزدیک کردن دستتان به زیر لامپ رشته‌ای، گرما با روش رسانش، یا همرفت به دستتان می‌رسد؟ می‌دانید که هوا رسانای خوبی نیست و چون دست شما زیر لامپ قرار دارد، انتقال گرما به روش همرفت نیز نمی‌تواند رخ داده باشد. خورشید، لامپ داغ، کتری، رادیاتور شوفاژ و ... از خود پرتوهایی گسیل می‌کنند که دست ما با جذب کردن آنها گرم می‌شود. این پرتوها از نوع امواج الکترومغناطیسی هستند که در سال‌های بعد خواهید دید شامل امواج رادیویی، تابش فروسرخ، نور مرئی، تابش فرابنفش، پرتوهای x و پرتوهای y است. هر کدام از این امواج چشمه‌های تولید کنندهٔ مربوط به خود را دارد. ما در این بخش، به تابش الکترومغناطیسی گسیل شده از مواد بر اثر دمای آنها سروکار داریم. در واقع هر جسم در هر دمایی تابش الکترومغناطیسی گسیل می‌کند. به این نوع تابش، تابش گرمایی می‌گویند. نشان داده می‌شود که تابش گرمایی در دماهای زیر حدود عمدتاً به صورت تابش فروسرخ است که نامرئی است. برای آشکارسازی تابش‌های فروسرخ از ابزاری موسوم به دمانگار استفاده می‌کنیم و به تصویر به دست آمده از آن دمانگاشت می‌گوییم.

شکل ۴-۳۳ تصویر دمانگاشتی از بدن یک شخص را نشان می‌دهد. توجه کنید که رنگ‌ها نمادین است و ناحیه‌های گر متر با رنگ قرمز و ناحیه‌های سردتر با رنگ آبی مشخص شده است. تابش گرمایی از سطح هر جسم علاوه بر دما به مساحت، میزان صیقلی بودن و رنگ سطح آن جسم بستگی دارد (شکل ۴-۳۴). سطوح صاف و درخشان با رنگ‌های روشن تابش گرمایی کمتری دارند، در حالی که تابش گرمایی سطوح تیره، ناصاف و مات بیشتر است.

تابش گرمایی در پدیده‌های زیستی نیز کاربردهای فراوانی دارد که در اینجا به دو نمونه از آنها اشاره می‌شود.



شکل ۴ـ۳۳ تصویری دمانگاشت از بدن یک فرد. سطح بدن یک فرد معمولی در محیطی با دمای $22^{\circ}C$ به دلیل تابش گرمایی با آهنگی در حدود $100\,W$ گرما از دست می‌دهد در حالی که در همین شرایط به دلیل همرفت و رسانش در هوای مجاور سطح بدن، در مجموع با آهنگی در حدود $100\,W$ گرما از دست می‌دهد.

شکل ۴ـ۳۴ درون مکعب لسلی، آب داغ می‌ریزند. تابش گرمایی از چهار وجه مکعب که رنگ‌های متفاوتی دارند، با هم فرق دارد.

الف) شکارِ تابش فروسرخ: نوعی از مارهای زنگی اندام‌هایی حفره‌ای بر روی پوزه خود دارند که نسبت به تابش فروسرخ حساس‌اند (شکل ۴ـ۳۵). این مارها اغلب در سیاهی شب شکار می‌کنند. در واقع اندام‌های حفره‌ای به آنها کمک می‌کند که طعمه‌های خونگرم خود را به واسطه تابش فروسرخ شان در تاریکی و سرمای شب مشاهده کنند.

ب) کلم اسکانک: کلم اسکانک(شکل ۴-۳۶) یکی از چندین گیاهی است که می‌تواند دمایش را تا بیشتر از دمای محیط بالا ببرد. این نوع کلم به خاطر بالا رفتن دمایش، انرژی خود را از طریق تابش فروسرخ از دست می‌دهد و می‌تواند برف اطرافش را در زمستان آب کند.

از تابش گرمایی می‌توان به عنوان مبنایی برای اندازه‌گیری دمای اجسام استفاده کرد. به روش‌های اندازه‌گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، تف‌سنجی و به ابزارهای اندازه گیری دما به این روش، تف‌سنج می‌گویند. تف‌سنج بر خلاف سایر دماسنج‌ها بدون تماس با جسمی که می‌خواهیم دمای آن را اندازه بگیریم، دمای جسم را اندازه می‌گیرد. تف‌سنجی، به خصوص در اندازه‌گیری دماهای بالای اهمیت ویژه ای دارد. تف سنجِ تابشی و تف سنجِ نوری، تفسنج‌هایی برای اندازه‌گیری این C دماها هستند و تف سنجِ نوری به عنوان دماسنج معیار برای اندازه‌گیری این دماها انتخاب شده است.

شکل ۴ـ۳۶ کلم اسکانک برف اطراف خود را آب کرده است.

شکل ۴ـ۳۵ اینها اندام‌های حفره‌ای هستند که گرما را آشکار می‌کنند.

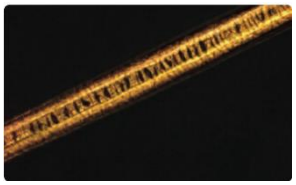
پرسش کتاب:

برخی آشپزها برای آنکه سیبزمینی زودتر آپیز شود، ابتدا چند سیخ کوچک فلزی درون سیب زمینی فرو می‌کنند و بعد آن را در آب انداخته و روی اجاق قرار می‌دهند. علت این کار آشپزها چیست؟

یک سیخ کوچک فلزی، انرژی گرمایی را از طریق رسانش به درون سیب زمینی انتقال می‌دهد. چون فلز انرژی گرمایی را بهتر به درون سیب زمینی انتقال می‌دهد، بنابراین زمان لازم برای پخت سیب زمینی کاهش می‌یابد. البته نشان داده شده است که سیخ‌های کوچک بیش از ۱ تا ۲ دقیقه زمان متعارف برای پختن سیب زمینی را کاهش نمی‌دهند، ولی اگر سر آزاد سیخ سنگین و یا پهن باشد، این عمل به مراتب تأثیرگذارتر است.

فعالیت کتاب:

موهای خرس قطبی توخالی هستند. تحقیق کنید این موضوع چه نقشی در گرم نگه داشتن بدن خرس در سرمای قطب دارد؟



موهای سفید خرس قطبی، فقط قسمت‌های مرئی و فروسرخ نور خورشید را مانند یک فیبر نوری، پس از بازتاب‌های مکرر درون مو به پوست منتقل می‌کند. در آنجا نور جذب پوست می‌شود و بدین ترتیب دمای بدن خرس افزایش می‌یابد. اما گرمای حاصل در پوست نسبتا حفظ می‌شود، زیرا موها توخالی هستند و مانند لوله‌های توخالی رساننده ضعیف گرما هستند.

تست ۹۶:

خارج از کشور- ۱۳۸۵

کدام عبارت درست نیست؟

۱) افزایش دمای یک لوله مسی، حجم فضای داخلی آن را زیاد می‌کند.

۲) تابش، سریعترین راه انتقال گرما از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر است.

۳) انتقال گرما از طریق همرفت، تنها راه انتقال گرما در خلأ است.

۴) ضریب انبساط طولی یک جسم جامد تقریباً نصف ضریب انبساط سطحی آن است.

پاسخ: گزینه ۳ تنها را ه انتقال گرما در خلأ تابش است، برای انتقال گرما به روش همرفت نیاز به محیط مادی سیال (مایع و گاز) داریم.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

الگو یادآوری

۱

دما و دماسنجی

دما

دما کمیتی است که میزان سردی و گرمی اجسام را مشخص می‌کند.
اگر دو جسم در تعادل گرمایی با جسم سومی باشند آن دو نیز در تعادل گرمایی هستند. (پایهٔ دماسنجی)
عامل جابه‌جا شدن گرما اختلاف دماست نه اختلاف انرژی درونی.

دماسنجی

تغییر خواص فیزیکی در اثر گرما اساس دماسنجی (مانند حجم یک مایع، فشار گاز در حجم ثابت، مقاومت الکتریکی یک سیم و غیره که به آن‌ها کمیت دماسنجی گویند.)

درجه‌بندی سلسیوس θ_C » دمای ذوب یخ $0^\circ C$ »

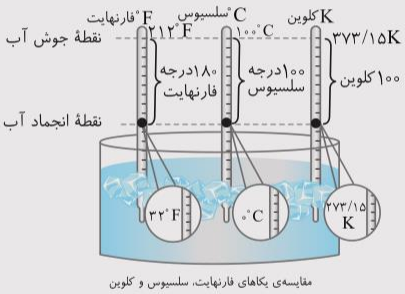
دمای جوش آب $100^\circ C$

درجه‌بندی فارنهایت θ_F » دمای انجماد آب $32^\circ F$ »

دمای جوش آب $212^\circ F$ درجه

رابطهٔ بین درجه‌بندی سلسیوس و فارنهایت »

$$\frac{\theta_C}{100}=\frac{\theta_F-32}{180} \rightarrow \boxed{\theta_F=\frac{9}{5}\theta_C+32}$$



مقایسه‌ی یکاهای فارنهایت، سلسیوس و کلوین

رابطهٔ بین تغییر دما در دماسنج فارنهایت و سلسیوس » $1^\circ C=\frac{9}{5}{}^\circ F$ » $\boxed{\Delta\theta_C=\frac{5}{9}\Delta\theta_F}$

رابطهٔ کلی دماسنجی بین دو درجه‌بندی $\frac{x-a}{b-a}=\frac{x'-a'}{b'-a'}$

a و a' دمای محیط اول در دو درجه‌بندی، b و b' دمای محیط دوم در دو درجه‌بندی

x و x' دمای محیطی که در دو درجه‌بندی اندازه‌گیری می‌شود.

درجه‌بندی کلوین » صفر کلوین برابر $-273/15^\circ C$ » که کمترین دمای ممکن است.

عدد تغییر دما در درجه‌بندی کلوین و سلسیوس یکسان است. $\boxed{\Delta T=\Delta\theta}$

رابطه دماسنجی کلوین با درجه‌بندی سلسیوس (سانتی‌گراد) $\boxed{T=273+\theta^\circ C}$

دماسنج‌ها

دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی ساده‌ترین و متداول‌ترین دماسنج‌ها هستند.

کمیت دماسنجی در این دماسنج‌ها ارتفاع مایع درون دماسنج است.

دماسنج‌های معیار

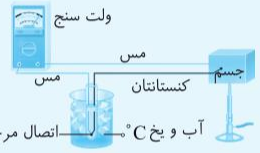
۱ دماسنج گازی

۲ دماسنج مقاومت پلاتینی

۳ تف‌سنج (پیرومتر)

اساس کار آن مبتنی بر تابش گرمایی است.

دماسنج ترموکوپل



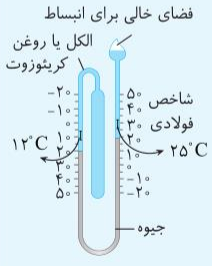
کمیت دماسنجی آن، ولتاژ است.

دقت آن از دماسنج‌های معیار کمتر است.

گسترهٔ دماسنجی آن می‌تواند از $-270^\circ C$ تا $1372^\circ C$ باشد.

از دو سیم غیرهم‌جنس مانند مس و کنستانتان ساخته می‌شود.

مزیت آن کوچک بودن محل اتصال و سریع بودن در رسیدن به تعادل گرمایی با جسم است.



دماسنج کمینه و بیشینه: تعیین کمینه و بیشینه دمای یک محل

قسمت پایین شاخص فولادی نشان‌گر دما است.

شاخهٔ سمت راست دمای بیشینه و شاخهٔ سمت چپ دمای کمینه را نشان می‌دهد.

الگو یادآوری

۲

انبساط گرمایی

جامدها

انبساط طولی ← L_1 طول اولیه و ΔT تغییر دما $\Delta L = L_1 \alpha \Delta T \leftarrow \Delta T = \Delta\theta$

ضریب انبساط طولی: مقدار تغییر طول جسم به طول یک متر به ازای $1K$ تغییر دما

درصد تغییرات: $\frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = \frac{L_1 \alpha \Delta\theta}{L_1} \times 100 = \alpha \Delta\theta \times 100$

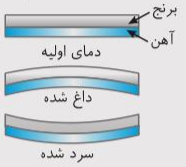
از اختلاف ضریب انبساط طولی در موارد زیر استفاده می‌شود.

دماسنج نواری دوفلزه

از یک نوار دوفلزه پیچه‌ای استفاده شده است.

ترموستات (دماپا)

دو فلز با ضریب انبساط مختلف با طول یکسان به هم پرچ شده‌اند.
از ترموستات در یخچال‌ها، موتورخانه‌ها و آب‌گرم‌کن‌ها استفاده می‌شود.



انبساط سطحی ← $\Delta A = A_1 2\alpha \Delta T$ ضریب انبساط سطحی تقریباً دو برابر ضریب انبساط طولی است.

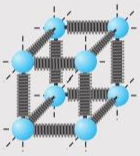
درصد تغییرات $2\alpha\Delta\theta \times 100$

انبساط حجمی ← $\Delta V = V_1 \beta \Delta T$ ضریب انبساط حجمی جامد $\beta \approx 3\alpha$

درصد تغییرات $3\alpha\Delta\theta \times 100$

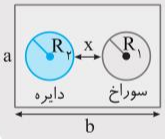
تغییر چگالی ← در جسم جامد همگن $\rho_2 = \frac{\rho_1}{1+\beta\Delta T}$ و $\rho_2 = \rho_1(1-\beta\Delta T)$

دیدگاه مولکولی ← نیروهای بین اتمی در جامدها شبیه فنر هستند و هر اتم به این فنرها متصل است. با افزایش دما دامنهٔ نوسان‌ها افزایش می‌یابد و جسم منبسط می‌شود.



نکاتی در مورد انبساط

در انبساط تمام نقاط جسم از هم دور می‌شوند.
اگر روی یک صفحه، سوراخی باشد با انبساط صفحه، دهانهٔ سوراخ نیز بازتر می‌شود.



در شکل روبه‌رو با دادن گرما، x، R_1، R_2، a و b و ... افزایش می‌یابد.

مایع‌ها

افزایش حرکت کاتوره‌ای اتم‌ها و مولکول‌ها در اثر افزایش دما سبب دور شدن مولکول‌ها از هم و افزایش حجم مایع می‌شود.

$\beta \leftarrow \Delta V = V_1 \beta \Delta T$ ضریب انبساط حجمی مایع

ضریب انبساط حجمی در مایع‌ها از ضریب انبساط حجمی جامدها بیشتر است.

در صورت گرم شدن ظرف لبریز از مایع، مایع از آن سرریز می‌شود.

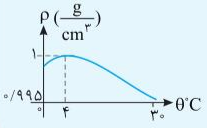
مقدار مایع سرریز شده = انبساط ظرف − انبساط واقعی مایع

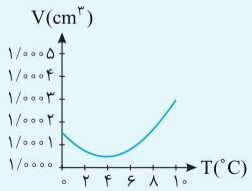
تغییر چگالی ← $\rho_2 = \frac{\rho_1}{1+\beta\Delta T}$ ، $\rho_2 = \rho_1(1-\beta\Delta T)$

انبساط غیرعادی آب

از $0^\circ C$ تا $4^\circ C$ حجم آب به جای افزایش، کاهش می‌یابد.
کمترین حجم و بیشترین چگالی آب در $4^\circ C$ ← این امر سبب یخ بستن آب دریاچه‌ها از سطح آن‌ها می‌شود.

نمودارها





Physics_Agheli
AliAgheli.ir

الگو یادآوری

۳

گرما

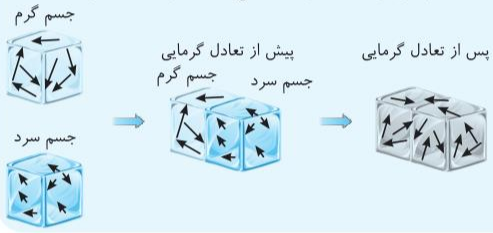
گرما » مقدار انرژی که به‌دلیل اختلاف دما بین دو جسم مبادله می‌شود.
یکای گرما در SI ژول و یکای فرعی آن کالری است. $1\,cal \approx 4/2\,J$

انرژی درونی » مجموع انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی تمام مولکول‌های ماده

تعادل گرمایی » هرگاه دمای دو جسم که با هم در تبادل گرمایی هستند برابر شود، مبادله گرما متوقف می‌شود. به این حالت **تعادل گرمایی** و به این دمای مشترک **دمای تعادل** گویند.

از دیدگاه میکروسکوپی در تماس دو جسم سرد و گرم، انرژی‌های پتانسیل و جنبشی حرکت کاتوره‌ای اتم‌ها، مولکول‌ها و سایر اجزای میکروسکوپی درون جسم گرم کاهش و به همین اندازه برای جسم سرد افزایش می‌یابد تا دو جسم به تعادل گرمایی برسند.

دماسنج با جسمی که دمای آن را اندازه‌گیری می‌کند به تعادل گرمایی می‌رسد بنابراین دماسنج دمای خود را نشان می‌دهد.



گرماسنجی

گرمای ویژه
مقدار گرمایی که باید به یک کیلوگرم جسم داده شود تا دمای آن $1^\circ C$ (یا $1\,K$) افزایش یابد.
به جنس جسم بستگی دارد.
یکای آن در SI » $J/kg.K$
گرمای ویژهٔ آب از اغلب اجسام بیشتر است.
این امر سبب استفاده از آب در رادیاتورهای اتومبیل و گرم‌کردن فضای خانه‌ها به وسیلهٔ شوفاژ می‌شود.

رابطهٔ گرماسنجی » $Q = mc\Delta T$
c گرمای ویژه
m جرم جسم
ΔT تغییر دما
اگر جسم گرما بگیرد $Q > 0$ و اگر جسم گرما از دست بدهد $Q < 0$

دمای تعادل
بدون اتلاف گرما » $Q_1 + Q_2 + Q_3 + \cdots = 0 \Rightarrow Q_T = 0$
با اتلاف گرما » $Q_1 + Q_2 = Q_{\text{اتلاف}}$ » $Q_{\text{اتلاف}}$ منفی
بدون تغییر حالت $m_1c_1(\theta_e - \theta_1) + m_2c_2(\theta_e - \theta_2) + \cdots = 0 \rightarrow \theta_e = \dfrac{m_1c_1\theta_1 + m_2c_2\theta_2 + \cdots}{m_1c_1 + m_2c_2 + \cdots}$

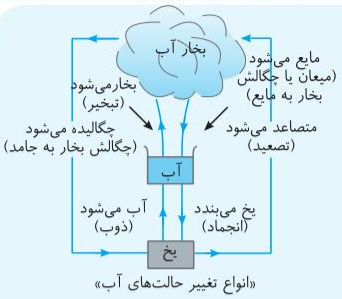
گرماسنج
کالری‌متر یا گرماسنج: ظرفی فلزی و درپوش‌دار با عایق‌بندی گرمایی خوب که در آزمایش‌های گرماسنجی مانند تعیین گرمای ویژهٔ اجسام کاربرد دارد.
ظرفیت گرمایی: حاصل‌ضرب جرم جسم در گرمای ویژهٔ جسم $C = mc$ » یکای آن J/K یا $J/^\circ C$

الگو یادآوری ۴

حالت‌های ماده

ذوب

- تبدیل جامد به مایع « فرایند ذوب گرماگیر است.
- نقطهٔ ذوب: دمایی که در آن جسم جامد شروع به ذوب شدن می‌کند.
- در مدت عمل ذوب دما ثابت می‌ماند.
- معمولاً در جامدهای بلوری به استثناء یخ هنگام ذوب حجم افزایش می‌یابد.
- جامدهای بی‌شکل مانند شیشه و قیر نقطهٔ ذوب کاملاً مشخصی ندارند.
- افزایش فشار سبب افزایش نقطهٔ ذوب می‌شود در حالی که در مورد یخ سبب کاهش نقطهٔ ذوب می‌شود.
- در قلهٔ کوه‌ها به دلیل کاهش فشار هوا نقطهٔ ذوب بالا رفته و برف می‌تواند در دمایی بالاتر از $0^\circ C$ نیز به‌صورت جامد باقی بماند.



«انواع تغییر حالت‌های آب»

گرمای نهان ذوب

- نسبت گرمای لازم برای تغییر حالت جسم از جامد به مایع در دمای ذوب به جرم جسم را گرمای ذوب (یا گرمای نهان ذوب گویند)
- $L_F = Q/m \leftarrow \boxed{Q = mL_F}$ « L_F به جنس جسم بستگی دارد.

انجماد

- تبدیل مایع به جامد « فرایند انجماد گرماده است. « نقطه انجماد و ذوب یک جسم یکسان است.
- ناخالصی مانند نمک می‌تواند سبب کاهش دمای انجماد آب شود و انجماد کامل را تا دمای $-18^\circ C$ پایین ببرد.
- $Q = -mL_F$

تفاوت یخ و برف

- یخ از انجماد آب و برف از چگالش بخار حاصل می‌شود. در انجماد زمان کافی برای تشکیل بلور وجود دارد اما چگالش برف سریع رخ می‌دهد.

تبخیر و جوشیدن

- تبدیل مایع به بخار را تبخیر گویند. تبخیر گرماگیر است.

تبخیر سطحی

- مایع در هر دمایی تبخیر می‌شود این فرایند را تبخیر سطحی گویند.
- آهنگ تبخیر سطحی به عوامل مختلفی مانند دمای مایع و مساحت سطح آن بستگی دارد.
- تبخیر سطحی عرق بدن سبب خنک شدن می‌شود.

جوشیدن

- با دادن گرما به مایع و بالا رفتن دما، در دمای خاصی حباب‌های گاز درون مایع شکل می‌گیرند و از مایع خارج می‌شوند. به این پدیده جوشیدن مایع و به این دما، نقطهٔ جوش گویند.
- دما در حین جوشیدن تغییر نمی‌کند.
- در جوشیدن کل مایع در فرایند تبخیر شرکت می‌کند.
- نقطه جوش با افزایش فشار، بالا می‌رود، ناخالصی سبب افزایش نقطه جوش می‌شود.

گرمای تبخیر

- نسبت گرمای لازم برای تبخیر مایع، به جرم مایع را گرمای تبخیر مایع (یا گرمای نهان تبخیر مایع) گویند و با (L_V) نمایش می‌دهند. (J/kg) $L_V = Q/m \leftarrow \boxed{Q = mL_V}$
- با کاهش دما به‌دلیل محکم‌تر شدن پیوند مولکول‌های مایع، L_V افزایش می‌یابد. L_V به جنس و دما بستگی دارد.

میعان

- میعان « وارون فرایند تبخیر « گرماده است « $Q_V = -mL_V$
- نقطهٔ جوش و نقطه میعان یک جسم یکسان است.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

الگو یادآوری ۵

انتقال گرما

رسانش
- ارتعاش اتم‌ها و الکترون‌های آزاد در ناحیهٔ گرم شدهٔ جسم موجب انتقال بخشی از انرژی آن‌ها به اتم‌ها و الکترون‌های مجاور می‌شود و به این روش انتقال گرما رسانش گویند.
- در رساناهای فلزی، الکترون‌های آزاد نقش اساسی دارند.
- در نارساناها مانند شیشه رسانش گرمایی به دلیل ارتعاش اتم‌ها و گسترش این ارتعاش در طول آن‌هاست و به جهت نبود الکترون آزاد، این اجسام رسانای گرمایی خوبی نیستند.

همرفت
- انتقال گرما در شاره‌ها به روش همرفت صورت می‌گیرد.

طبیعی
- هوای سرد در کنار بخاری گرم شده بالا می‌رود و هوای سرد چگال‌تر جای آن را می‌گیرد.
- آب درون کتری به همین روش روی شعلهٔ اجاق گرم می‌شود.
- روز: زمین ساحل گرم‌تر از آب دریا، نسیم همرفتی از سوی دریا به سوی ساحل
- شب: زمین ساحل سردتر از آب دریا، نسیم همرفتی از سوی ساحل به سمت دریا

واداشته
- شاره به کمک یک تلمبه طبیعی (قلب جانوران خونگرم) یا تلمبه مصنوعی (واتر پمپ اتومبیل) به چرخش واداشته می‌شود تا با این چرخش انتقال گرما صورت پذیرد.

تابش گرمایی
- هر جسم می‌تواند از خود تابش الکترومغناطیسی گسیل کند که شدت و بسامد این تابش به دمای جسم بستگی دارد و آن را تابش گرمایی گویند.
- این انتقال گرما به محیط مادی نیاز ندارد و در خلأ منتشر می‌شود.
- سریع‌ترین روش انتقال گرما بوده و سرعت آن در خلأ برابر $c=3\times10^{8}\,m/s$ است.
- تابش گرمایی در دماهای زیر حدود $500^{\circ}C$ عمدتاً به‌صورت تابش فروسرخ است.
- برای آشکارسازی تابش‌های فروسرخ از دستگاه دمانگار استفاده می‌شود « تصویر حاصل از دمانگار را دمانگاشت گویند.
- تابش گرمایی علاوه بر دما به مساحت، میزان صیقلی بودن و رنگ سطح جسم بستگی دارد.
- تابش سطح‌های صیقلی با رنگ‌های روشن کم و از سطح تیره، ناصاف و مات بیشتر است.
- برای آزمایش تأثیر سطح و رنگ از مکعب لسلی استفاده می‌شود.
- یکی از کاربردهای تابش گرمایی دماسنج تف‌سنج است و به روش اندازه‌گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، تف‌سنجی گویند.
- دو نوع تف‌سنج تابشی و نوری داریم که تف‌سنج تابشی جزء دماسنج‌های معیار است.

نمونه پدیده‌های زیستی
- شکار تابش فروسرخ: اندام حفره‌ای روی پوزهٔ برخی مارهای زنگی که نسبت به تابش فروسرخ حساس است سبب می‌گردد که مار طعمه‌های خونگرم مانند موش را در تاریکی تشخیص دهد.
- کلم اسکانک: می‌تواند دمایش را با دمای محیط بالاتر ببرد و انرژی خود را با تابش فروسرخ از دست داده و برف پیرامونش را در زمستان آب کند.

- پرتوسنج (رادیومتر): وسیله‌ای است که از یک حباب شیشه‌ای تشکیل شده است که درون آن چهار پرهٔ فلزی قائم قرار دارد که می‌توانند حول یک محور (سوزن عمودی) بچرخند. دو وجه هر چهارپره، یک در میان سفید و سیاه است. وقتی این وسیله کنار یک چشمه نور قرار گیرد، پره‌ها حول محور شروع به چرخیدن می‌کنند.

یادداشت ها :

Physics_Agheli AliAgheli.ir

....

"راه حل صحیح موفقیت این است که اشتیاق شما به پیروزی بیشتر از ترس شما از شکست باشد".

انیشتین

چـــی مــــرور کنیــم؟!

شماره تمرین های مهم کتاب درسی	در فصل: آخر فصل:
شماره سوالات جزوه برای مرور	
شماره سوالات مجموعه تست برای مرور	
شماره سوالات کتاب برای مرور	

Physics_Agheli

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک

استعداد درخشان کارشناسی ارشد

عضو بنیاد ملی نخبگان

طراح قلم چی

مدرس رتبه های برتر سخت ترین کنکور قرن (۱۱۴ ، ۳۱۴، ۷۳۷، ۷۶۴ و ...)

۱) محاسبات ریاضی از قبیل مخرج مشترک، طرفین وسطین ، جمع و ضرب کسرها و ....

محاسبات		
مثال جبری	مثال عددی	اصول
$\frac{5}{a}-\frac{3}{a}+\frac{7}{a}=\frac{5-3+7}{a}=\frac{9}{a}$	$\frac{5}{8}+\frac{2}{8}-\frac{1}{8}=\frac{5+2-1}{8}$ $=\frac{6}{8}=\frac{3}{4}$	برای جمع و تفریق کسرهای هم‌مخرج صورت کسر را با هم جمع و یا از هم تفریق کرده و مخرج را بدون تغییر می‌نویسند.
$\frac{a}{b}+\frac{c}{d}=$ b.d= مخرج مشترک $=\frac{a.d}{b.d}+\frac{c.b}{b.d}$ $=\frac{a.d+c.b}{b.d}$	$\frac{1}{2}+\frac{2}{3}-\frac{3}{4}=$ ۱۲= مخرج مشترک $=\frac{1.6}{2.6}+\frac{2.4}{3.4}-\frac{3.3}{4.3}$ $=\frac{6}{12}+\frac{8}{12}-\frac{9}{12}=\frac{5}{12}$	برای جمع و تفریق کسرهای غیر هم‌مخرج باید ابتدا کوچک‌ترین مخرج مشترک را تعیین کرد. کوچک‌ترین مخرج مشترک عددی است که بر تمام مخرج کسرها قابل تقسیم باشد. صورت و مخرج هر کسر را در خارج قسمت مخرج مشترک بر مخرج کسر مربوطه باید ضرب کرد. سپس عمل جمع و تفریق کسر را انجام داد.
$\frac{a}{b}.\frac{c}{d}=\frac{a.c}{b.d}$	$\frac{3}{5}.\frac{2}{7}=\frac{3.2}{5.7}=\frac{6}{35}$	برای ضرب یک کسر در کسر دیگر باید صورت‌ها را در هم و مخرج‌ها را در هم ضرب کرد.
$\frac{a}{b}:\frac{c}{d}=\frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}}=\frac{a.d}{b.c}$	$\frac{3}{4}:\frac{3}{5}=\frac{\frac{3}{4}}{\frac{3}{5}}=\frac{3.5}{4.3}$ $=\frac{5}{4}=1\frac{1}{4}$	برای تقسیم یک کسر به کسر دیگر باید کسر اول را در معکوس کسر دوم ضرب کرد.
اصول علائم		
$a.x=ax$ $(-a).(-x)=ax$	$2.5=10$ $(-2).(-5)=10$	هر گاه دو فاکتور علائم یکسان داشته باشند حاصل‌ضرب آنها مثبت است.
$a.(-x)=-ax$ $(-a).x=-ax$	$3.(-8)=-24$ $(-3).8=-24$	هر گاه دو فاکتور علائم مخالف داشته باشند حاصل‌ضرب آنها منفی است.
$\frac{a}{b}=\frac{a}{b}$ $\frac{-a}{-b}=-\frac{a}{b}$	$\frac{15}{3}=15:3=5$ $\frac{-15}{-3}=(-15):(-3)=5$	هر گاه مخرج و صورت یا مقسوم و مقسوم علیه علائم یکسان داشته باشند حاصل قسمت علامت مثبت دارد.
$\frac{a}{-b}=-\frac{a}{b}$ $\frac{-a}{b}=-\frac{a}{b}$	$\frac{15}{-3}=15:(-3)=-5$ $\frac{-15}{3}=(-15):3=-5$	هرگاه مخرج و صورت یا مقسوم و مقسوم علیه علامت مخالف داشته باشند حاصل قسمت علامت منفی دارد.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

اصول علائم

اصول	مثال عددی	مثال جبری
عمل ضرب (. و :) باید قبل از عمل جمع (+ و -) انجام گیرد.	$۸.۴-۱۸.۳=۳۲-۵۴=-۲۲$ $\frac{۱۶}{۴}+\frac{۲۰}{۵}-\frac{۱۸}{۳}=۴+۴-۶=۲$	$۴a.b-c.۳d$ $=۴ab-۳cd$

محاسبه پرانتز

پرانتزهایی را که قبل از آنها علامت جمع قراردارد می‌توان حذف کرد. علائم اعداد بدون تغییر باقی می‌ماند.	$۱۶+(۹-۵)$ $=۱۶+۹-۵$ $=۲۰$	$a+(b-c)$ $=a+b-c$
پرانتزهایی که قبل از آنها علامت منفی قرار دارد فقط وقتی می‌توان حذف کرد که علائم همه اعداد داخل پرانتز را تغییر داد.	$۱۶-(۹-۵)$ $=۱۶-۹+۵$ $=۱۲$	$a-(b-c)$ $=a-b+c$
عبارت پرانتز در یک فاکتور ضرب می‌شود، در این حالت هر عامل در فاکتور ضرب می‌شود.	$۷.(۴+۵)$ $=۷.۴+۷.۵=۶۳$	$a.(b+c)$ $=ab+ac$
عبارت پرانتز در یک عبارت پرانتز دیگر ضرب می‌شود، در این حالت هر عامل یک پرانتز در عوامل پرانتز دیگر ضرب می‌شود.	$(۳+۵).(۱۰-۷)$ $=۳.۱۰+۳.(-۷)+۵.۱۰+۵$ $.(-۷)$ $=۳۰-۲۱+۵۰-۳۵=۲۴$	$(a+b).(c-d)$ $=ac-ad+bc-bd$
عبارت پرانتز بر یک مقدار (عدد، حروف، عبارت پرانتز) تقسیم می‌شود در این حالت هر عامل پرانتز بر مقدار فوق تقسیم می‌شود.	$(۱۶-۴):۴$ $=۱۶:۴-۴:۴$ $=۴-۱=۳$	$(a+b):c=a:c+b:c$ $\frac{a-b}{b}=\frac{a}{b}-۱$
خط تقسیم به صورت پرانتز عبارت صورت و مخرج را در بر می‌گیرد.	$\frac{۳+۴}{۲}=(۳+۴):۲$	$\frac{a+b}{۲}.h=(a+b).\frac{h}{۲}$
در محاسبات ضرب و جمع باید ابتدا محاسبات پرانتز انجام و سپس عمل جمع اجرا شود.	$۸.(۳-۲)+۴.(۱۶-۵)$ $=۸.۱+۴.۱۱$ $=۸+۴۴=۵۲$	$a.(۳x-۵x)-b.(۱۲y-۲y)$ $=a.(-۲x)-b.۱۰y$ $=-۲ax-۱۰by$

به توان رساندن

توان‌هایی که با پایه یکسان در هم ضرب می‌شود، باید نماها را با هم جمع و پایه را ثابت نگه‌داشت.	$۳^۲.۳^۳=۳.۳.۳.۳.۳$ $=۳^۵$ یا $۳^۲.۳^۳=۳^{(۲+۳)}=۳^۵$	$x^۴.x^۲=x.x.x.x.x.x$ $=x^۶$ یا $x^۴.x^۲=x^{(۴+۲)}=x^۶$

به توان رساندن		
مثال جبری	مثال عددی	اصول
$\frac{m^{۳}}{m^{۳}}=\frac{m.m}{m.m.m}=\frac{۱}{m}=m^{-۱}$ یا $m^{۲}:m^{۳}=m^{(۲-۳)}=m^{-۱}$	$\frac{۴^{۳}}{۴^{۲}}=\frac{۴.۴.۴}{۴.۴}=۴$ یا $۴^{۳}:۴^{۲}=۴^{(۳-۲)}=۴^{۱}=۴$	توان‌هایی که با پایه یکسان بر هم تقسیم می‌شود باید نماها را از هم کسر کرده و پایه را ثابت نگه‌داشت.
$a.۱۰^{۲}=a.۱۰۰=۱۰۰a$ یا $b.۱۰^{-۱}=b.\frac{۱}{۱۰}=۰.۱b$	$۶.۱۰^{۳}=۶.۱۰۰۰$ $=۶۰۰۰$ یا $۷.۱۰^{-۲}=۷.\frac{۱}{۱۰۰}=۰.۰۷$	اگر فاکتور در یک توان ضرب می‌شود باید ابتدا توان محاسبه شود. محاسبه توان قبل از عمل ضرب صورت می‌گیرد.
$(m+n)^{۰}=۱$	$\frac{۱۰^{۴}}{۱۰^{۴}}=۱۰^{(۴-۴)}=۱۰^{۰}=۱$	هر توان با نمای صفر برابر یک است.
تبدیلات ریشه گرفتن		
$\sqrt[۳]{a.b}=\sqrt[۳]{a}.\sqrt[۳]{b}$	$\sqrt{۹.۱۶}=\sqrt{۱۴۴}=۱۲$ یا $\sqrt{۹.۱۶}=\sqrt{۹}.\sqrt{۱۶}=۳.۴=۱۲$	هرگاه زیر ریشه یک حاصل‌ضرب باشد می‌توان ریشه را از حاصل‌ضرب اعداد و یا ضرب حاصل ریشه‌ها به دست آورد.
$\sqrt[۳]{a-b}=\sqrt[۳]{(a-b)}$	$\sqrt{۹+۱۶}=\sqrt{۲۵}=۵$ $\sqrt{۵^{۲}-۴^{۲}}=\sqrt{۲۵-۱۶}=\sqrt{۹}$ $=۳$	هرگاه زیر ریشه حاصل جمع و یا حاصل تفریق باشد باید فقط از حاصل آنها ریشه گرفت.
$\sqrt{a}=a^{\frac{۱}{۲}}$	$\sqrt[۳]{۲۷}=۲۷^{\frac{۱}{۳}}=۳^{۳.\frac{۱}{۳}}=۳$	ریشه گرفتن را به صورت توان هم می‌توان نوشت.
تغییر شکل معادله‌ها		
$y-c=d$ $y-c+c=d+c$ $y=d+c$	$y-۵=۹$ $y-۵+۵=۹+۵$ $y=۹+۵=۱۴$	با افزودن عدد یکسان به دو طرف معادله عدد مجهول در سمت راست ظاهر می‌شود.
$x+a=b$ $x+a-a=b-a$ $x=b-a$	$x+۷=۱۸$ $x+۷-۷=۱۸-۷$ $x=۱۱$	با تفریق عدد یکسان از دو طرف معادله عدد مجهول در سمت راست ظاهر می‌شود.
$a.x=b$ $\frac{a.x}{a}=\frac{b}{a}$ $x=\frac{b}{a}$	$۶.x=۲۳$ $\frac{۶.x}{۶}=\frac{۲۳}{۶}$ $x=\frac{۲۳}{۶}=۳\frac{۵}{۶}$	با تقسیم دو طرف معادله بر عدد یکسان عدد مجهول معادله به دست می‌آید.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تغییر شکل معادله‌ها

مثال جبری	مثال عددی	اصول
$\frac{y}{c}=d$ $\frac{y.c}{c}=d.c$ $y=d.c$	$\frac{y}{۳}=۷$ $\frac{y.۳}{۳}=۷.۳$ $y=۲۱$	با ضرب کردن دو طرف معادله در عدد یکسان عدد مجهول معادله به دست می‌آید.
$\sqrt{x}=a+b$ $(\sqrt{x})^۲=(a+b)^۲$ $x=a^۲+۲ab+b^۲$	$\sqrt{x}=۴$ $(\sqrt{x})^۲=۴^۲$ $x=۱۶$	با به توان رساندن دو طرف معادله عدد مجهول معادله به دست می‌آید.
$x^۲=a+b$ $\sqrt{(x)^۲}=\sqrt{a+b}$ $x=\pm\sqrt{a+b}$	$x^۲=۳۶$ $\sqrt{x^۲}=\sqrt{۳۶}$ $x=\pm۶$	با ریشه گرفتن دو طرف معادله عدد مجهول معادله به دست می‌آید.

توان‌های ده

مقادیر بزرگ‌تر از عدد یک با توان مثبت نشان داده می‌شود. مقادیر کوچکتر از عدد یک، با توان منفی نشان داده می‌شود.

مقدار	۰٫۰۰۱	۰٫۰۱	۰٫۱	۱	۱۰	۱۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰
توان ده	$۱۰^{-۳}$	$۱۰^{-۲}$	$۱۰^{-۱}$	$۱۰^{۰}$	$۱۰^{۱}$	$۱۰^{۲}$	$۱۰^{۳}$	$۱۰^{۴}$	$۱۰^{۵}$	$۱۰^{۶}$

مثال: تبدیل اعداد به حاصل‌ضرب توان ده.

$۴۳۰۰=۴٫۳.۱۰۰۰=۴٫۳.۱۰^۳ ; ۱۴۶۳۸=۱٫۴۶۳۸.۱۰۰۰۰=۱٫۴۶۳۸.۱۰^۴$

$۰٫۰۷=\frac{۷}{۱۰۰}=۷.۱۰^{-۲}$

۱) تبدیل واحد

هرگاه در اندازه گیری ها بااندازه های بسیار بزرگ تر یا بسیار کوچک تر از یکاهای اصلی آن کمیت مواجه شویم، از پیشوند هایی استفاده میکنیم.

هرپیشوند توان معینی از ۱۰ را نشان می دهد که به صورت یک عامل ضرب به کار می رود.

نوع پیشوند	پیشوند	نماد	ضریب	ضریب به صورت توان ده
پیشوند های بزرگ ساز	ترا	T	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	$۱۰^{۱۲}$
	گیگا (جیگا)	G	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	$۱۰^{۹}$
	مگا	M	۱,۰۰۰,۰۰۰	$۱۰^{۶}$
	کیلو	k	۱,۰۰۰	$۱۰^{۳}$
	هکتو	h	۱۰۰	$۱۰^{۲}$
	دکا	da	۱۰	$۱۰^{۱}$
پیشوند های کوچک ساز	دسی	d	۰/۱	$۱۰^{-۱}$
	سانتی	c	۰/۰۱	$۱۰^{-۲}$
	میلی	m	۰/۰۰۱	$۱۰^{-۳}$
	میکرو	μ	۰/۰۰۰,۰۰۱	$۱۰^{-۶}$
	نانو	n	۰/۰۰۰,۰۰۰,۰۰۱	$۱۰^{-۹}$
	پیکو	p	۰/۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۱	$۱۰^{-۱۲}$
	فمتو	f	۰/۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۱	$۱۰^{-۱۵}$

تذکر: به بزرگ یا کوچک بودن حروف نمادها توجه کنید.

الف : معمولی

$$۱۲\mu g = \cdots g \rightarrow ۱۲\mu g(\frac{۱۰^{-۶} g}{۱\mu g}) = ۱۲ \times ۱۰^{-۶} g$$

$$۷MN = \cdots N \rightarrow ۷MN(\frac{۱۰^{۶} N}{۱MN}) = ۷ \times ۱۰^{۶} N$$

$$۱/۲kPa = \cdots Pa \rightarrow ۱/۲kPa(\frac{۱۰^{۳} Pa}{۱kPa}) = ۱۲۰۰ Pa$$

$$۲۷mm = \cdots m \rightarrow ۲۷mm(\frac{۱۰^{-۳} m}{۱mm}) = ۰/۰۲۷ m$$

ب: توانی

$$۱۵(cm)^{۲} = \cdots m^{۲} \rightarrow ۱۵(cm)^{۲}(\frac{۱۰^{-۲} m}{۱cm})^{۲} = ۱۵ \times ۱۰^{-۴} m^{۲}$$

$$۶ \times ۱۰^{-۴} m^{۳} = \cdots (mm)^{۳} \rightarrow ۶ \times ۱۰^{-۴} m^{۳}(\frac{۱mm}{۱۰^{-۳} m})^{۳} = ۶ \times ۱۰^{۵} (mm)^{۳}$$

ج: کسری

$$۱/۲\frac{km}{min} = \cdots \frac{m}{s} \rightarrow ۱/۲\frac{km}{min}(\frac{۱۰^{۳} m}{۱km})(\frac{۱min}{۶۰ s}) = ۲۰\frac{m}{s}$$

$$۳\frac{kN}{m^{۲}} = \cdots \frac{N}{(cm)^{۲}} \rightarrow ۳\frac{kN}{m^{۲}}(\frac{۱۰^{۳} N}{۱kN})(\frac{۱۰^{-۲} m}{۱cm})^{۲} = ۰/۳\frac{N}{(cm)^{۲}}$$

د: دوطرف پیشوند

$$۱/۲ \times ۱۰^{۴}\mu g = \cdots hg \rightarrow ۱/۲ \times ۱۰^{۴}\mu g(\frac{۱۰^{-۶} g}{۱\mu g})(\frac{۱hg}{۱۰^{۲} g}) = ۱/۲ \times ۱۰^{-۴} hg$$

$$۴(cm)^{۳} = \cdots (mm)^{۳} \rightarrow ۴(cm)^{۳}(\frac{۱۰^{-۲} m}{۱cm})^{۳}(\frac{۱mm}{۱۰^{-۳} m})^{۳} = ۴ \times ۱۰^{-۶} \times \frac{۱}{۱۰^{-۹}}(mm)^{۳} = ۴ \times ۱۰^{۳}(mm)^{۳}$$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۲) نماد گذاری علمی

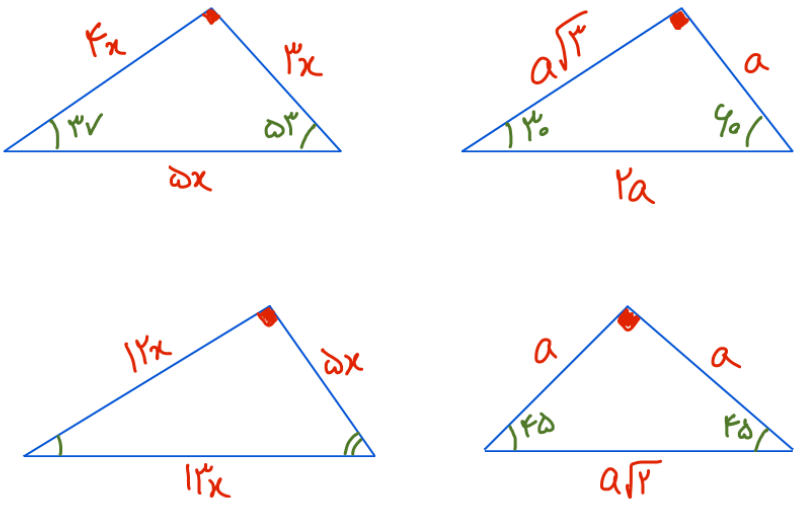
۱۸۰۰۰

۰/۰۱۲

۳) تبدیل واحد مهم چگالی

۴) چگالی های معروف

۵) مثلث های معروف



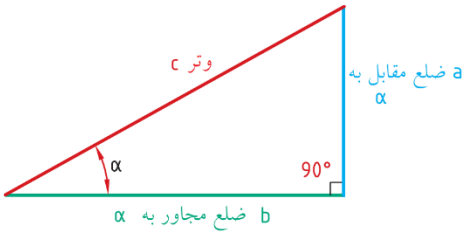
۶) روابط مثلثاتی

برای تعریف توابع مثلثاتی از یک مثلث قائم‌الزاویه استفاده می‌کنیم (شکل ۲۰ـ۱).

c = وتر

a = ضلع مقابل به زاویه α

b = ضلع مجاور به زاویه α



شکل ۲۰-۱

در مثلث شکل ۲۰ـ۱

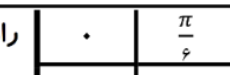
$$\text{سینوس } \alpha = \frac{\text{ضلع مقابل زاویه } \alpha}{\text{وتر}} \rightarrow \sin\alpha = \frac{a}{c}$$

$$\text{کسینوس } \alpha = \frac{\text{ضلع مجاور زاویه } \alpha}{\text{وتر}} \rightarrow \cos\alpha = \frac{b}{c}$$

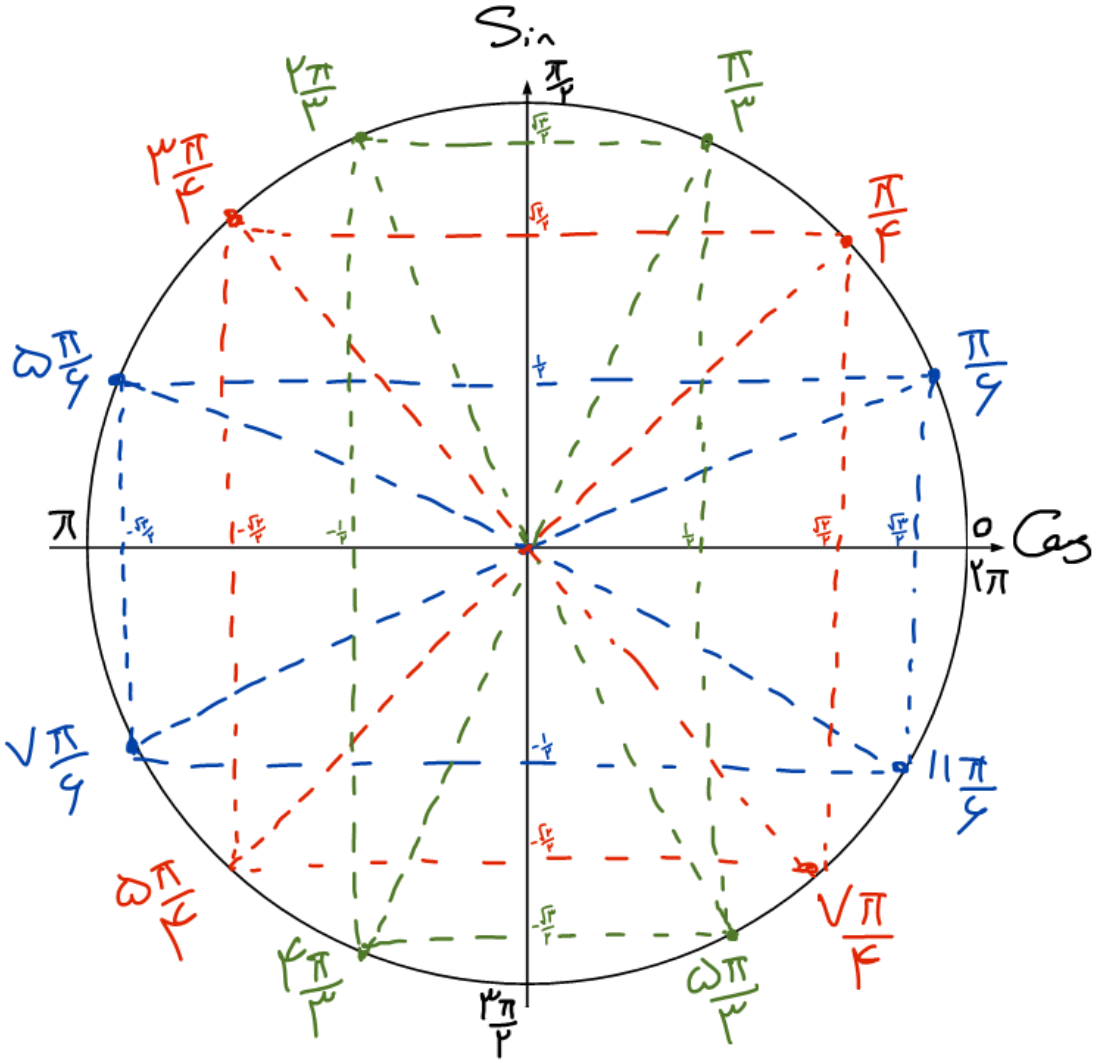
$$\text{تانژانت } \alpha = \frac{\text{ضلع مقابل زاویه } \alpha}{\text{ضلع مجاور زاویه } \alpha} \rightarrow \tan\alpha = \frac{a}{b}$$

$$\text{کتانژانت } \alpha = \frac{\text{ضلع مجاور زاویه } \alpha}{\text{ضلع مقابل زاویه } \alpha} \rightarrow \cot\alpha = \frac{b}{a}$$

۷) مقادیر مثلثاتی

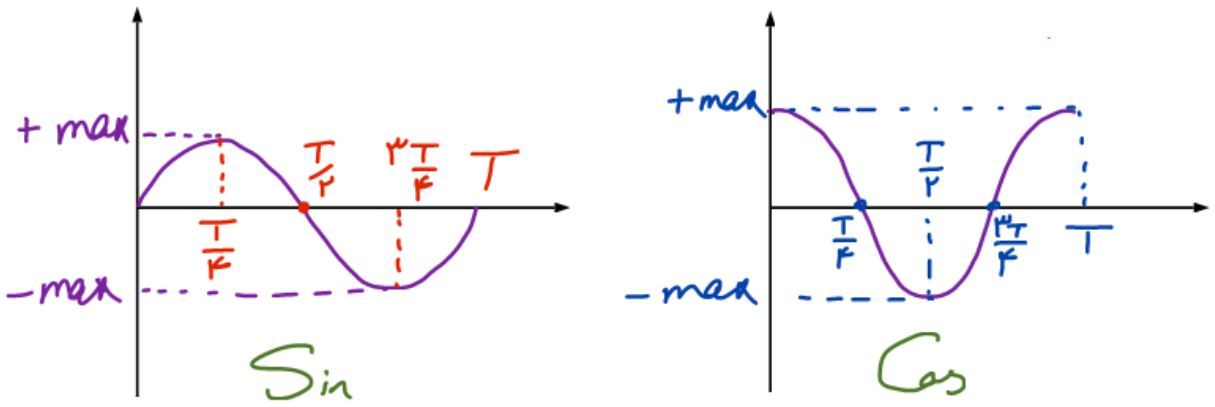
رادیان	۰	$\frac{\pi}{۶}$	$\frac{\pi}{۴}$	$\frac{\pi}{۳}$	$\frac{\pi}{۲}$	π	$\frac{۳\pi}{۲}$	۲π		
درجه	۰°	۳۰°	۴۵°	۶۰°	۹۰°	۱۸۰°	۲۷۰°	۳۶۰°	فرمول ها در مثلث	$r^۲ = x^۲ + y^۲$
$sin\theta$	۰	$\frac{۱}{۲}$	$\frac{\sqrt{۲}}{۲}$	$\frac{\sqrt{۳}}{۲}$	۱	۰	-۱	۰	$sin\theta = \frac{y}{r}$	$-۱ \le sin\theta \le ۱$
$cos\theta$	۱	$\frac{\sqrt{۳}}{۲}$	$\frac{\sqrt{۲}}{۲}$	$\frac{۱}{۲}$	۰	-۱	۰	۱	$cos\theta = \frac{x}{r}$	$-۱ \le cos\theta \le ۱$
$tan\theta$	۰	$\frac{\sqrt{۳}}{۳}$	۱	$\sqrt{۳}$	∞	۰	∞	۰	$tan\theta = \frac{y}{x}$	$tan\theta \in \mathbb{R}$
$cot\theta$	∞	$\sqrt{۳}$	۱	$\frac{\sqrt{۳}}{۳}$	۰	∞	۰	∞	$cot\theta = \frac{x}{y}$	$cot\theta \in \mathbb{R}$

$$\text{Sin}\,۳۷ = ۰.۶ \xrightarrow{۳۷+۵۳=۹۰} \text{Cos}\,۵۳ = ۰.۶$$
$$\text{Sin}\,۵۳ = ۰.۸ \xrightarrow{۳۷+۵۳=۹۰} \text{Cos}\,۳۷ = ۰.۸$$

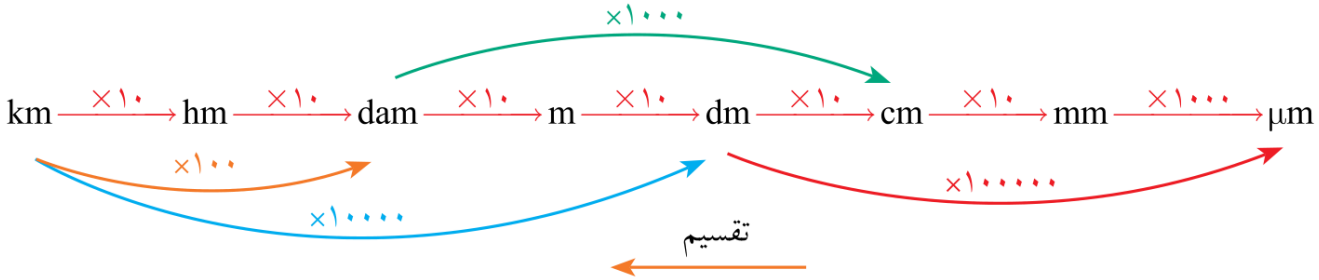


Physics_Agheli AliAgheli.ir

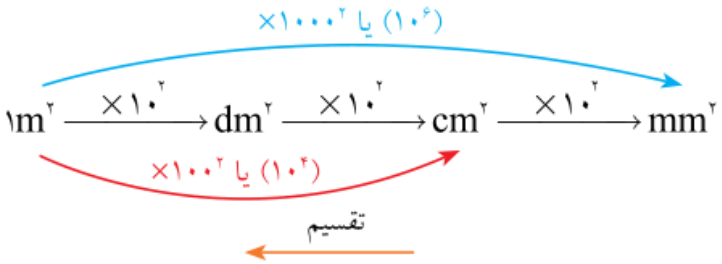
۸) دو نمودار مهم سینوس و کسینوس



۹) یکای طول

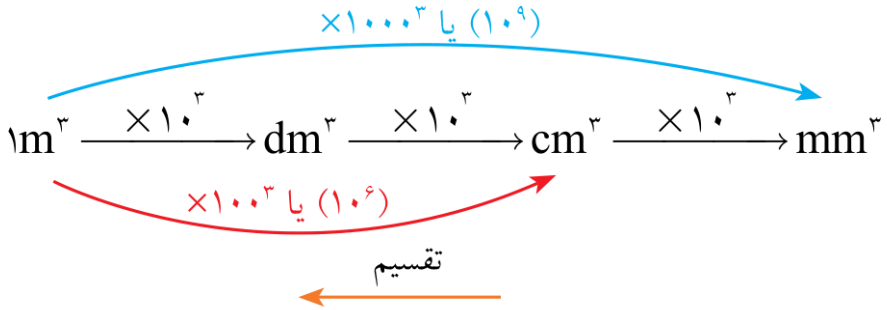


۱۰) یکای سطح



$$1m^2 = 10^2 dm^2 = 10^4 cm^2 = 10^6 mm^2$$

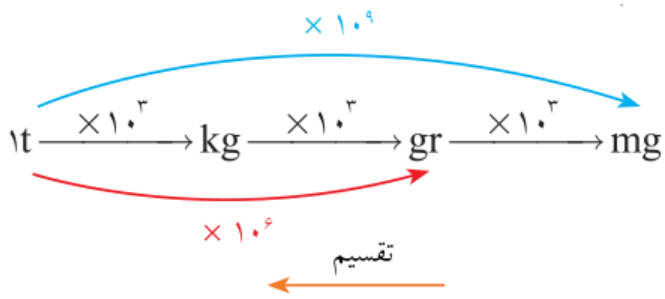
۱۱) یکای حجم



$$1m^3 = 10^3 dm^3 = 10^6 cm^3 = 10^9 mm^3$$

۱۲) یکای اندازه گیری مایعات

$$1l = 1dm^3 = 1000cm^3 = 1000ml = 1000cc$$



$$1t = 10^{3}kg = 10^{6}gr = 10^{9}mg$$

چگالی:

$\frac{gr}{Cm^3} = \frac{Kg}{lit} \xrightarrow{\times 10^3} \frac{gr}{lit} = \frac{Kg}{m^3}$ (برگشت: $\times 10^{-3}$)

فشار:

$1atm = 1bar = 10^5 pa = 76 Cm\,Hg = 1m\,H_2O$

$1Cm\,Hg \xrightarrow{\times 1360} Pa \quad (\rho_{Hg} = 13600 \frac{kg}{m^3})$

$1Cm\,Hg \xrightarrow{\times 1350} Pa \quad (\rho_{Hg} = 13500 \frac{kg}{m^3})$

$1torr = 1mm\,Hg$

زمان:

(هر ساعت) $h \xrightarrow{\times 3600} S$ ثانیه

$min \xrightarrow{\times 60} S$

$h \xrightarrow{\times 60} min$

بار الکتریکی:

$1C = 1A.S$ (کولن = آمپر × ثانیه)

$1A.h = 3600 A.S = 3600 C$ (آمپر ساعت)

توان و انرژی:

$\text{توان} = \frac{\text{انرژی}}{\text{زمان}} \rightarrow \text{وات} = \frac{J}{S}$

$\dot{J} = \omega . S$

$1Kwh \xrightarrow{\times (36 \times 10^5)} j$

$1ev \xrightarrow{\times (1.6 \times 10^{-19})} j$

سرعت:

$\frac{km}{h}$	$\frac{m}{s}$
18	5
36	10
54	15
72	20
90	25
108	30

(x2, x3 روی ستون‌ها)

$\frac{km}{h} \xrightarrow{\div 3.6} \frac{m}{s}$ (برگشت: $\times 3.6$)

مغناطیس:

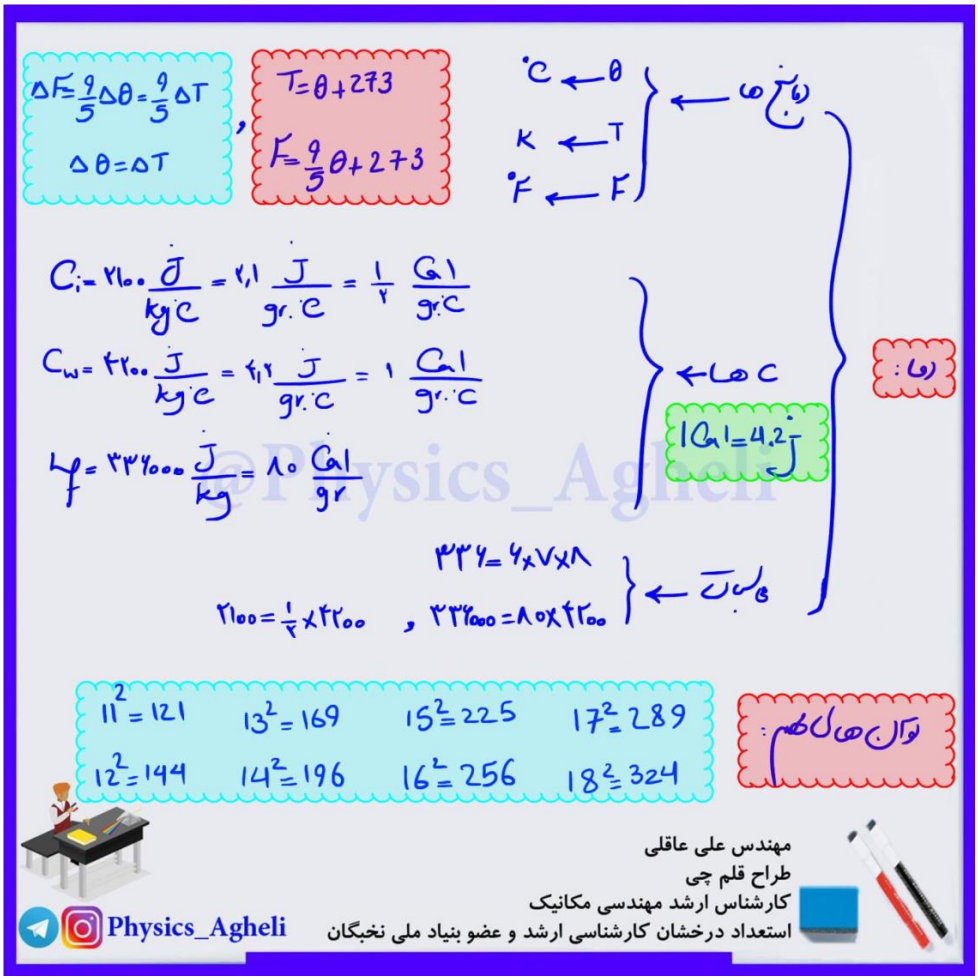
$1G = 10^{-4} T$ (تسلا) و $1T = 10^4 G$ (گاوس)

جرم:

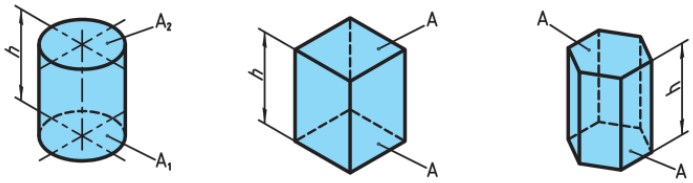
$1ton = 10^3 kg$

مهندس علی عاقلی
طراح قلم چی
کارشناس ارشد مهندسی مکانیک
استعداد درخشان کارشناسی ارشد و عضو بنیاد ملی نخبگان

@Physics_Agheli
Physics_Agheli



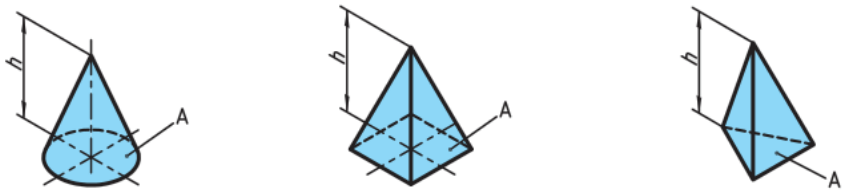
۱۴) محاسبه احجام منشوری : استوانه، منشور ۴ و ۶ ضلعی



ارتفاع × مساحت قاعده = حجم

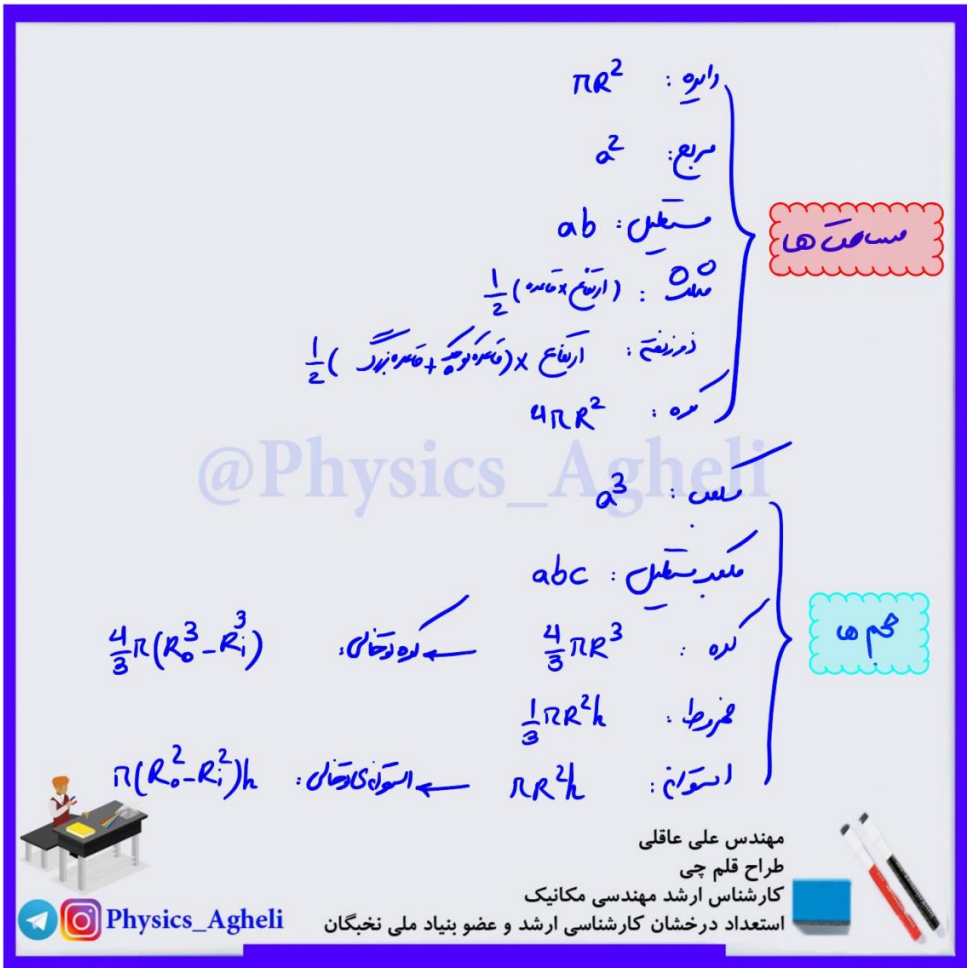
$$V = A \times h$$

۱۵) محاسبه احجام هرمی:



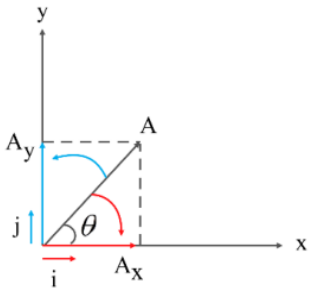
$$\text{حجم} = \frac{\text{مساحت قاعده} \times \text{ارتفاع}}{3}$$

$$V = \frac{A \times h}{3}$$



۱۶) بردار شناسی

بردار A را به صورت زیر در نظر می گیریم:



$$\left.\begin{array}{l}\text{Cos}\,\theta = \dfrac{A_x}{A} \rightarrow A_x = A\,\text{Cos}\,\theta \\ \text{Sin}\,\theta = \dfrac{A_y}{A} \rightarrow A_y = A\,\text{Sin}\,\theta\end{array}\right\} \rightarrow \vec{A} = \vec{A_x}i + \vec{A_y}j \rightarrow \left|\vec{A}\right| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} \quad , m = tg\theta = \frac{A_y}{A_x}$$

هر i و j داری که دیدی واسه به دست آوردن اندازش کافیه مولفه i و j رو به توان دو برسونی و زیر رادیکال جمعش کنی:

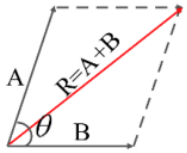
$$v = ai + bj \rightarrow |v| = \sqrt{a^2 + b^2}$$

exp :

$$v = 4i + 3j \rightarrow |v| = \sqrt{4^2 + 3^2} = \sqrt{25} = 5$$

۱۷) برآیند بردارها

اگر زاویه بین دو بردار θ باشد، می توان نوشت:



$$|\vec{R}| = \sqrt{|\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2 + 2|\vec{A}||\vec{B}|\cos\theta}$$

$$\theta \to \begin{cases} 0 \to R_{Max} = |\vec{A}| + |\vec{B}| \\ 90 \to |\vec{R}| = \sqrt{|\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2} \\ 180 \to R_{Min} = ||\vec{A}| - |\vec{B}|| \end{cases}$$

۱۸) اعداد فیثاغورثی

اعداد فیثاغورسی یا سه‌تایی فیثاغورسی شامل سه عدد طبیعی به صورت (a,b,c) هستند که مجموع مربع‌های دو تا از آن‌ها برابر با مربع سومی باشد.

۱) مجموعه ی ۱ :

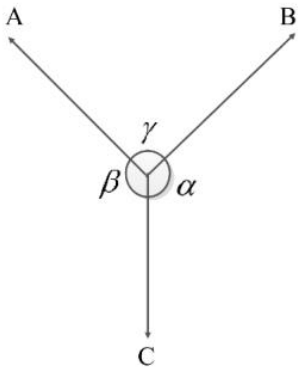
$3n, 4n \to 5n$

۲) مجموعه ی ۲ :

$5n, 12n \to 13n$

۱۹) رابطه سینوس ها

اگر برآیند سه بردار صفر باشد:



$$\frac{A}{\sin\alpha} = \frac{B}{\sin\beta} = \frac{C}{\sin\gamma}$$

۲۰) تجزیه بردار

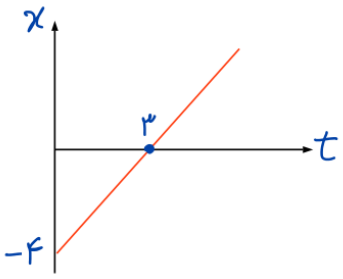
Physics_Agheli AliAgheli.ir

۲۱) داستان شیب : ص یا ن

۲۲) درجه ۱ :

رسم نمودار $y = ۲x - ۴$:

یافتن معادله :



۲۳) معادله سهمی

۳ روش برای یافتن معادله سهمی از نمودار

۱)

۲)

۳)

معادله درجه ۲ ریاضی بلدی رسم کنی؟ $y = ax^2 + bx + c$

اولین قدم : عرض از مبدا : c

بعدش: ریشه ها با استفاده از یکی از روش هایی که بلدیم. (اتحاد، تستی و دلتا)

بعدش: راس سهمی : $x = -\frac{b}{2a}$

در نهایت: تقعر یا گودی نمودار: a : $a > 0$ یا $a < 0$

گوشزد ۱: روش دلتا و دلتا پریم و تعیین علامت :

$$\text{Roots}: \begin{cases} b \rightarrow \Delta = b^2 - 4ac \rightarrow x_1, x_2 = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} \\ b' = \frac{b}{2} \rightarrow \Delta' = b'^2 - ac \rightarrow x_1, x_2 = \frac{-b' \pm \sqrt{\Delta'}}{a} \end{cases}$$

۱) تابع درجه یک:

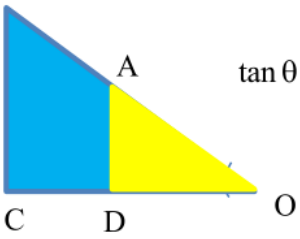
x		$x_1 = -\frac{b}{a}$	
$y = ax + b$	مخالف علامت a	0	موافق علامتa

۲) تابع درجه دو:

x	$-\infty$		x_1		x_2	$+\infty$
$y = ax^2 + bx + c$	موافق علامت a		0	مخالف علامت	0	موافق علامت a

۲۴) مثلث های معروف

مثلث مادر و بچش:

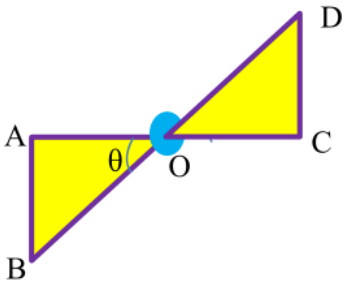


$$\tan\theta = \frac{BC}{CO} = \frac{AD}{DO}$$

mother baby

مثلث پروانه

$$\tan\theta = \frac{AB}{AO} = \frac{DC}{CO}$$



Physics_Agheli AliAgheli.ir

۲۵) مشتق یاد بگیریم

$$\left.\begin{array}{l} y=x^{۲} \rightarrow y'=۲x^{۲-۱}=۲x^{۱} \\ y=x^{۳} \rightarrow y'=۳x^{۳-۱}=۳x^{۲} \\ y=۲x^{۴} \rightarrow y'=۲\times ۴x^{۴-۱}=۸x^{۳} \end{array}\right\} \rightarrow \boxed{y=ax^{n} \rightarrow y'=nax^{n-۱}}$$

$$\left.\begin{array}{l} y=x^{۲}+۲x+۳ \rightarrow y'=۲x+۲+۰ \\ y=x^{۳}+۳x^{۲}+۴x+۴ \rightarrow y'=۳x^{۲}+۶x+۴+۰ \\ y=۳x^{۴}+۲x^{۳}+۵x^{۲}+۱۰x+۷ \rightarrow y'=۱۲x^{۳}+۶x^{۲}+۱۰x+۱۰+۰ \end{array}\right\} \boxed{\begin{array}{l} y=c \rightarrow y'=۰ \\ y=۲x \rightarrow y'=۲ \end{array}}$$

جمع بندی ۱: این جمع بندی از نوع ریاضیاتیه!

مفهوم هندسی	عملگر ریاضی	کجا صفر میشه
شیب	مشتق اول	در قله و دره ها و جاهای افقی
گودی یا تقعر	مشتق دوم	بین دو گودی یا تقعر (نقطه عطف)
مساحت	انتگرال (نمیخواد یادش بگیری)	نمیخواد

۲۶)