

## پودمان ۳

# تعیین مشخصات مواد شیمیایی



ثابت‌های فیزیکی از قبیل نقطه ذوب، نقطه جوش و چگالی از جمله متغیرهایی هستند که برای شناسایی و تشخیص مواد به کار برده می‌شوند.

## واحد یادگیری ۳

### انجام آزمایش‌های تعیین مشخصات مواد شیمیایی

#### مقدمه

نمک آشپزخانه و شکر را در نظر بگیرید، هر دو سفید رنگ هستند و در آب حل می‌شوند. با این همه کاملاً با هم تفاوت دارند. نمک از یون‌های مثبت و منفی درحالی‌که شکر از مولکول‌ها تشکیل شده است. ترکیب‌های مولکولی گستره وسیعی از دماهای ذوب و جوش از خود نشان می‌دهند، بنابراین قدرت نیروهایی که مولکول‌ها را به یکدیگر متصل نگه می‌دارد گستره وسیعی دارد. این نیروها با ساختار درونی یک مولکول تعیین می‌شود.

یکی از روش‌های شناسایی ترکیب‌های آلی تعیین خواص فیزیکی آنهاست. از مهم‌ترین خواص فیزیکی مواد می‌توان نقطه جوش<sup>۱</sup> (bp)، نقطه ذوب<sup>۲</sup> (mp) و چگالی<sup>۳</sup> (d) را نام برد که در این پودمان با روش‌های اندازه‌گیری آن در آزمایشگاه آشنا می‌شوید.

#### استاندارد عملکرد

انجام آزمایش‌های تعیین مشخصات مواد شیمیایی طبق دستور کار آزمایشگاه

پس از گذراندن این واحد یادگیری هنرجویان به شایستگی‌های زیر دست می‌یابند:

#### شایستگی‌های فنی:

- ۱ نقطه ذوب یک ماده را اندازه‌گیری کنند،
- ۲ نقطه جوش یک ماده را اندازه‌گیری کنند،
- ۳ چگالی یک ماده را اندازه‌گیری کنند.

#### شایستگی‌های غیرفنی:

- ۱ حرفه‌ای: حضور منظم و به موقع، وقت‌شناسی، انجام وظایف و کارهای سپرده شده، پیروی از قوانین آزمایشگاهی
- ۲ مدیریت منابع: مدیریت مؤثر زمان، استفاده از مواد و تجهیزات با روش‌های صحیح
- ۳ کار گروهی: حضوری فعال در فعالیت‌های گروهی، انجام کارها و وظایف سپرده شده
- ۴ مستندسازی: گزارش نویسی فعالیت‌های آزمایشگاهی
- ۵ محاسبه و کاربست ریاضی

۱- Boiling Point

۲- Melting Point

۳- Density

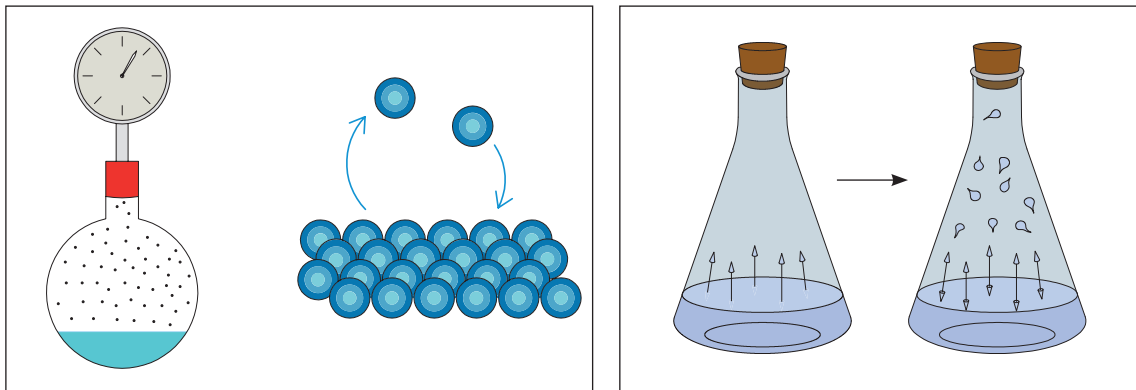
## ۳-۱- اندازه‌گیری نقطه جوش

آیا شرایط کار، نگهداری و حمل و نقل مایعاتی چون آب، الکل، گلیسرین، بنزین و نفت یکسان است؟ کدام ویژگی این مایعات می‌تواند در شرایط کار با آنها مؤثر باشد؟ در مورد پاسخ در کلاس بحث کنید.

بحث گروهی ۱



**فشار بخار:** مایعی را در ظرف سربسته که هوای داخل آن تخلیه شده است، در نظر بگیرید شکل (۱-۳). مولکول‌های مایع دائماً در حال حرکت هستند و وقتی که به سطح مایع می‌رسند می‌توانند از سطح مایع خارج شوند و در فضای بالای آن قرار گیرند. این فرایند برگشت پذیر است، زیرا مولکول‌هایی که به صورت بخار درآمده‌اند دوباره بر اثر برخورد به یکدیگر یا بر اثر برخورد با جداره ظرف، انرژی خود را از دست می‌دهند و وارد مایع می‌شوند. تا اینکه سامانه به حالت تعادل جنبشی برسد، به عبارت دیگر در هر لحظه تعداد معینی از مولکول‌های مایع تبخیر می‌شوند و در همان لحظه همان تعداد از مولکول‌های تبخیر شده وارد محلول می‌شوند.



شکل ۳-۱- نمایش فشار بخار مایع

۱. کدام یک از مایعات الکل، گلیسرین، آب، استون زودتر به جوش می‌آید؟ بر چه مبنایی این تشخیص را می‌دهید؟

پرسش ۱



مولکول‌ها در حالت گازی به سرعت حرکت کرده، دائماً به دیواره ظرف برخورد می‌کنند و منجر به وارد کردن فشار به دیواره ظرف می‌شوند. میزان این فشار در یک دمای معین را فشار بخار تعادل جسم مایع در آن درجه می‌نامند. با ازدیاد دما، انرژی جنبشی متوسط مولکول‌ها افزایش می‌یابد و فرار آنها از حالت مایع به حالت گازی آسان می‌شود. سرعت برگشت مجدد مولکول‌ها به حالت مایع نیز افزایش می‌یابد و به زودی در دمای بالاتر تعادل برقرار می‌شود.



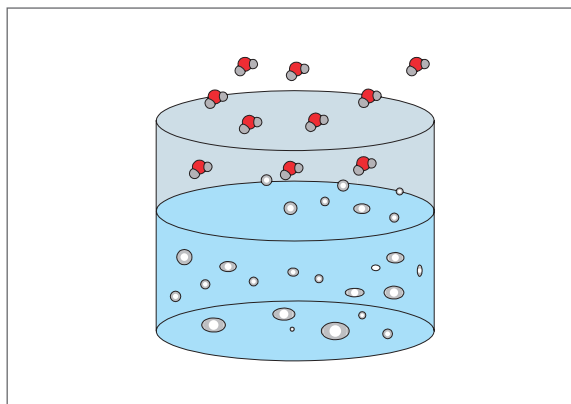
## فشار بخار یک مایع به چه عواملی بستگی دارد؟

اکنون نمونه‌ی مایعی را در نظر بگیرید که در یک دمای معین در ظرف سرگشاده‌ای قرار دارد و مولکول‌های فاز بخار در بالای مایع می‌توانند از محوطه‌ی ظرف خارج شوند. بخاری که در بالای این نمونه است از مولکول‌های هوا و نمونه تشکیل شده است. طبق قانون فشارهای جزئی دالتون، فشار کل (خارجی) در حجم ثابت در بالای مایع برابر با فشارهای جزئی نمونه و هوا است:

$$P_{\text{کل}} = P_{\text{هوا}} + P_{\text{نمونه}}$$

فشار جزئی نمونه برابر با فشار بخار تعادل آن در دمای معین است. اگر دما بالا رود (بدین ترتیب فشار بخار تعادل نمونه زیاد می‌شود)، تعداد مولکول‌های نمونه در فضایی که در بالا و نزدیک مایع است افزایش می‌یابد و در نتیجه مقداری از هوا جابه‌جا می‌شود. در دمای بالا فشار جزئی نمونه درصد بیشتری از فشار کل را تشکیل می‌دهد. با ازدیاد بیشتر دما این عمل ادامه می‌یابد تا فشار بخار تعادل با فشار خارجی برابر شود و در این حال تمام هوا کاملاً از ظرف خارج می‌شود. تبخیر بیشتر باعث جابه‌جا شدن مولکول‌های گازی نمونه خواهد شد. در این حد سرعت تبخیر به مقدار زیادی افزایش می‌یابد (که با تشکیل حباب در مایع آشکار می‌شود) و این مرحله را عموماً شروع جوشش می‌دانند.

**نقطه‌ی جوش** (b.p): دمایی که در آن فشار بخار مایع برابر فشار محیط شود، دمای جوش آن مایع در آن فشار نامیده می‌شود. دمای جوش یک مایع خالص تا زمانی که تمام مایع تبخیر شود ثابت می‌ماند.



شکل ۲-۳- آب در حال جوش

از آنجا که نقطه‌ی جوش مشاهده شده مستقیماً به فشار خارجی بستگی دارد، لذا باید در گزارش نقطه‌ی جوش، فشار خارجی هم قید شود (مثلاً نقطه‌ی جوش ۱۵۲ درجه‌ی سلسیوس در فشار ۷۵۲ میلی‌متر جیوه). معمولاً نقطه‌ی جوش استاندارد را در فشار اتمسفر ۷۶۰ mmHg تعیین می‌کنند.

دمای جوش استاندارد: دمای جوش استاندارد هر مایع، دمایی است که در آن فشار بخار مایع برابر  $760 \text{ mmHg}$  باشد.

## عوامل مؤثر بر دمای جوش

چه عواملی دمای جوش مایع خالص را افزایش یا کاهش می‌دهد؟

بحث گروهی ۲



جدول ۱-۳- جرم مولکولی و دمای جوش چند هیدروکربن

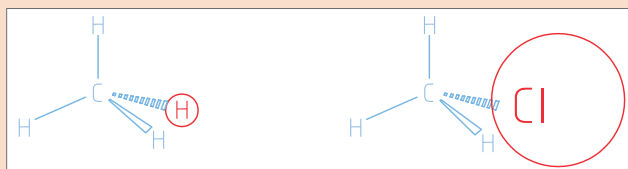
نوع ماده	متان $\text{CH}_4$	اتان $\text{C}_2\text{H}_6$	پروپان $\text{C}_3\text{H}_8$	بوتان $\text{C}_4\text{H}_{10}$
دمای جوش $^\circ\text{C}$	-۱۶۱/۵	-۸۹	-۴۲	-۱
جرم مولکولی	۱۶	۳۰	۴۴	۵۸

در جدول (۱-۳) جرم مولکولی و دمای جوش چند هیدروکربن گازی نشان داده شده است چه ارتباطی بین دمای جوش و جرم مولکولی این ترکیبات مشاهده می‌کنید؟

پرسش ۲

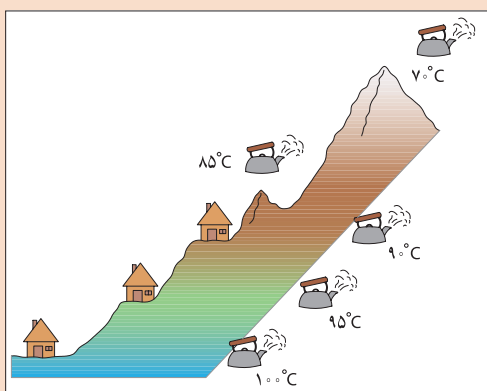


نتیجه: بین جرم مولکولی و دمای جوش.....



نقطه جوش کدام یک بالاتر خواهد بود؟ علت را توضیح دهید.

فکر کنید ۲



به شکل روبه‌رو توجه کنید، چرا نقطه جوش آب در قسمت‌های مختلف متفاوت است؟ به نظر شما چه عاملی در دمای جوش مؤثر بوده است؟

بحث گروهی ۳



فکر کنید ۳



آب در  $120^{\circ}\text{C}$  به جوش می آید.

شکل روبه‌رو نحوه عملکرد دیگ زودپز را نشان می‌دهد. بررسی کنید چرا در این وسیله زمان پختن غذا کوتاه می‌شود؟

در یک آزمایش دمای جوش آب خالص برابر  $100$  درجه سلسیوس و در همان شرایط، دمای جوش محلول‌های سدیم کلرید با مقدارهای مختلف نمک طعام مطابق جدول زیر به دست آمده است :

سدیم کلرید (گرم بر لیتر)	۵/۸۵	۱۱/۷۰	۱۷/۵۵
نقطه جوش (درجه سلسیوس)	۱۰۰/۱	۱۰۰/۲	۱۰۰/۳

چرا نقطه جوش محلول سدیم کلرید با آب خالص تفاوت دارد؟

پرسش ۳



مهم‌ترین عوامل مؤثر در دمای جوش را می‌توان چنین نام برد:

- جرم مولکولی: هرچه جرم مولکولی مواد بزرگ‌تر باشد، دمای جوش آن نیز بالاتر خواهد بود.
  - نیروهای بین مولکولی: دمای جوش مواد با نیروهای بین مولکولی آن رابطه مستقیم دارد.
  - فشار محیط: هرچه فشار محیط بیشتر باشد، دمای جوش ماده نیز بالاتر خواهد بود. بنابراین در مناطق کوهستانی که فشار محیط کمتر از سطح دریاست، دمای جوش نیز کمتر خواهد بود.
  - ناخالصی: ناخالصی‌ها موجب افزایش دمای جوش می‌شوند.
- روش‌های اندازه‌گیری دمای جوش به مقدار نمونه‌ای که در اختیار دارید بستگی دارد. برای مقادیر کم از روش لوله مویین و برای مقادیر زیاد از روش تقطیر ساده می‌توان استفاده کرد.

اندازه‌گیری نقطه جوش به روش میکرو

فعالیت آزمایشگاهی ۱



▶ نمایش فیلم اندازه‌گیری نقطه جوش

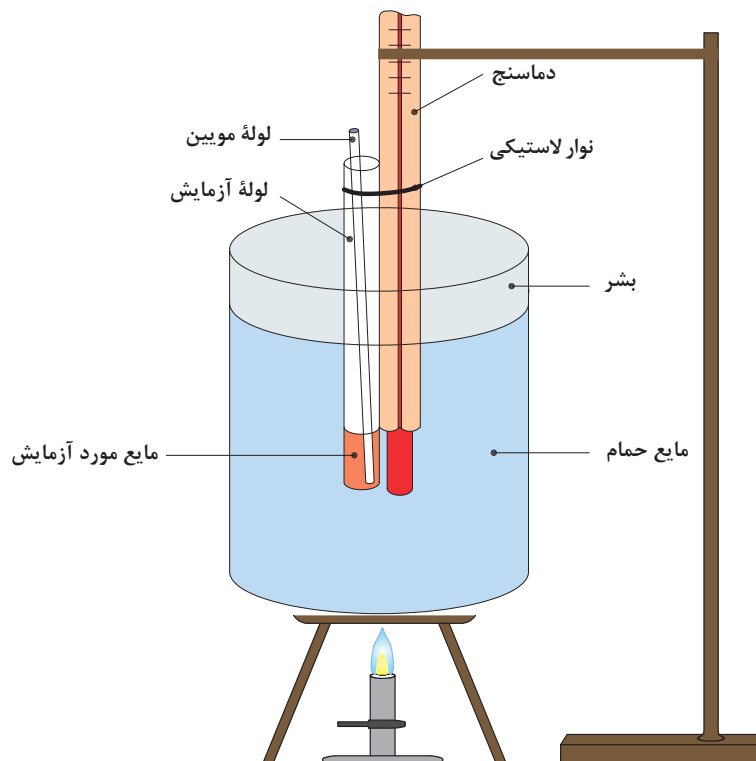
مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
گلیسرین یا پارافین، آب مقطر، اتانول، استون	بشر $250\text{ mL}$ ، لوله مویین، همزن شیشه‌ای چراغ گازی یا گرم‌کن برقی

### روش کار:

- ۱ حدود  $\frac{2}{3}$  بشر را از مایع گلیسرین یا پارافین پر کنید.
  - ۲ یک لوله موئین انتخاب کنید، یک سر آن را روی حرارت شعله ببندید و آن را از طرفی که باز است، داخل یک لوله آزمایش کوچک ۱۰ سانتی متری کاملاً خشک به نحوی قرار دهید که سر بسته آن بالا باشد.
  - ۳ در لوله آزمایش فوق یک میلی لیتر از مایع مورد آزمایش بریزید.
  - ۴ این مجموعه (لوله آزمایش، مایع و لوله موئین) به یک دماسنج طوری بسته شود که مخزن دماسنج در مقابل مایعی که در لوله آزمایش است، قرار گیرد.
  - ۵ مجموعه را به یک سر گیره وصل کنید و آن را به صورت معلق در حمام مایع قرار دهید و به ملایمت گرما دهید.
- گرما باید به اندازه‌ای باشد که هر دقیقه دمای حمام ۳ تا ۴ درجه سلسیوس افزایش یابد.
- ۶ گرما دادن را تا خارج شدن سریع حباب‌ها از لوله موئین ادامه دهید. در این هنگام گرما دادن را قطع کنید، سپس اجازه دهید تا خروج حباب‌ها کند شده و قطع شود. پس از خروج آخرین حباب، مایع از لوله موئین بالا می‌رود. در این لحظه دما را به عنوان نقطه جوش ثبت کنید.

هنگام کار با موادی که فشار بخار بالایی دارند، از تهویه مناسب محیط کار اطمینان حاصل کنید.

نکات ایمنی ۱



شکل ۳-۳- سامانه اندازه‌گیری نقطه جوش به روش میکرو



۱. چرا مایع در لوله موئین بالا می‌رود؟
۲. علت استفاده از مایع حمام برای گرم کردن نمونه چیست؟
۳. توضیح دهید چگونه از طریق دمای جوش به خالص بودن ماده آلی پی می‌بریم؟

در اندازه‌گیری نقطه جوش به روش میکرو، چون مقدار مایع اندک است، در صورت افزایش ناگهانی گرما احتمال بخار شدن آن زیاد است و در نتیجه در مشاهده دمای جوش دچار خطا خواهید شد.

**ضرب تصحیح:** به علت اینکه فشار هوا در آزمایشگاه‌ها ممکن است فشار استاندارد (760 mmHg) نباشد، دمای اندازه‌گیری شده باید تصحیح شود تا بتوان دمای به‌دست‌آمده را با دمای جوش استاندارد مقایسه کرد. برای این کار به ازای هر 10 mmHg اختلاف فشار باید مطابق جدول ۲-۳ اعداد به‌دست‌آمده در آزمایش تصحیح شود. (تغییرات دمایی اعلام شده در جدول با توجه به اینکه فشار محیط آزمایش بیشتر یا کمتر از فشار استاندارد باشد، ممکن است به دمای جوش اضافه یا از آن کم شود).

ضرب تصحیح دمای جوش خوانده شده و تبدیل آن به دمای جوش استاندارد، چند مایع در جدول (۲-۳) نشان داده شده است.

جدول ۲-۳- دمای جوش نرمال و ضرب تصحیح دمای جوش

نمونه	دمای جوش نرمال (°C)	تغییرات دما با تغییر فشار (°C) / 10 mmHg $\Delta T$
استون	۵۶/۱	۰/۳۹
آب	۱۰۰/۰	۰/۳۷
نیتروبنزن	۲۱۰/۹	۰/۴۸
کینولین	۲۳۷/۵	۰/۵۹
بنزوفنون	۳۰۵/۹	۰/۶
اتانول	۷۸/۴	۰/۳۷

## ۲-۳- اندازه‌گیری نقطه ذوب

در تصویرهای زیر سه ماده آلی «سالیسیلیک اسید»، «استتاریک اسید» و «اوره» را مشاهده می‌کنید. چگونه می‌توانید با یک آزمایش از بین آنها اوره را تشخیص دهید؟





### نقطه ذوب جسم خالص

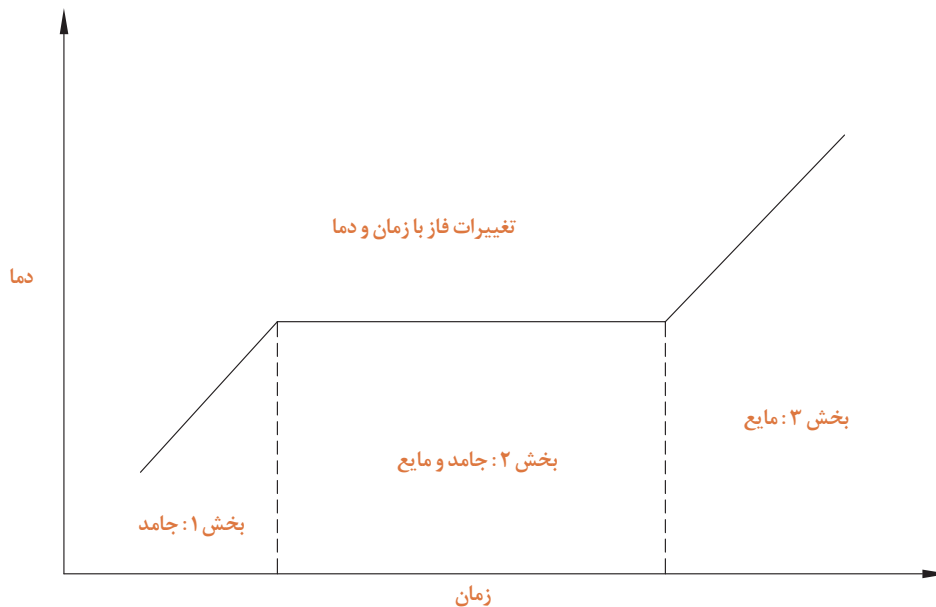
نقطه ذوب یک جسم خالص دمایی است که در آن فازهای مایع و جامد بدون تغییر دما در حال تعادل با یکدیگر باشند. چنانچه در نقطه ذوب به مخلوط فازهای جامد و مایع یک جسم خالص گرما داده شود، افزایشی در دما صورت نمی‌گیرد تا تمام جامد به مایع تبدیل شود (ذوب شود)، چنانچه گرما از چنین مخلوطی دور شود، دما کاهش نمی‌یابد تا تمام مایع به جامد تبدیل شود (منجمد شود)، بنابراین نقطه ذوب و انجماد یک جسم خالص یکسان است.

پرسش ۵



چرا نقطه ذوب مواد اهمیت دارد؟ در چه صنایعی این ویژگی از اهمیت بیشتری برخوردار است؟

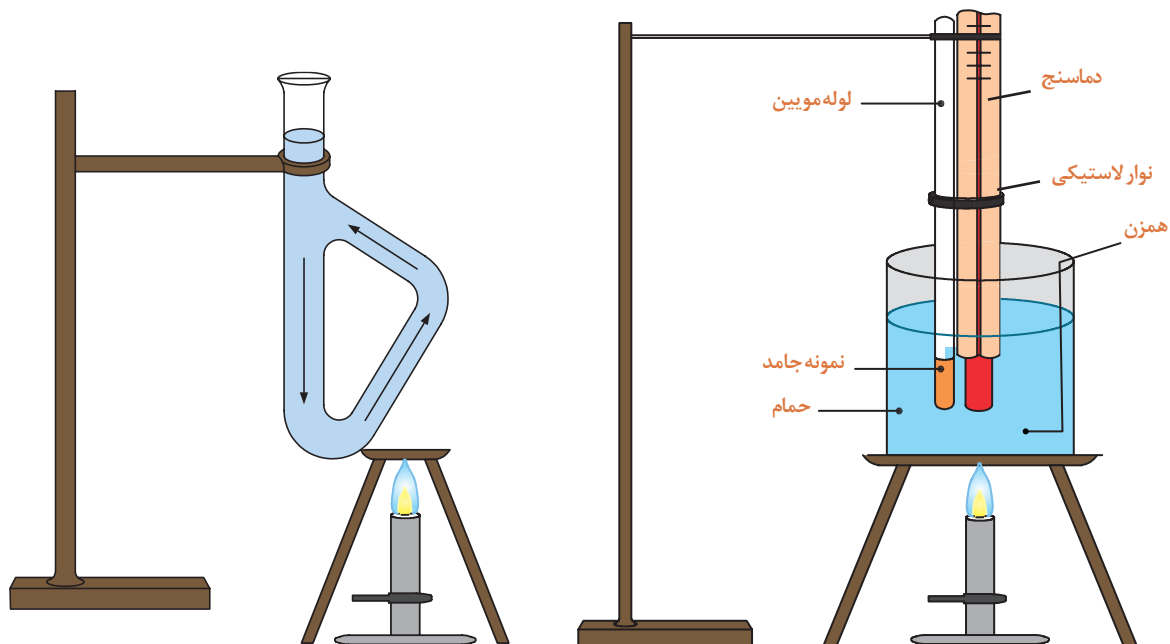
شکل (۳-۴) نمودار تغییرات فاز با زمان و دما را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار در دمای پایین (زیر نقطه ذوب) ترکیب به حالت جامد وجود دارد و افزایش گرما موجب افزایش دمای آن می‌شود. (بخش ۱). هنگامی که نقطه ذوب فرا می‌رسد، اولین مقدار جزئی مایع ظاهر می‌شود، بین حالت‌های جامد و مایع تعادل برقرار می‌شود. با ادامه گرما دادن، در طی مدت فرایند ذوب دما تغییر نمی‌کند و ماده به هر دو شکل جامد و مایع در حال تعادل وجود دارد و گرمای اضافه شده باعث تبدیل جامد به مایع می‌شود (بخش ۲). پس از ذوب آخرین قسمت ماده جامد، گرمایی که به ماده داده می‌شود موجب افزایش دمای مایع می‌شود. (بخش ۳).



شکل ۳-۴- تغییرات فاز با زمان و دما

## تعیین نقطه ذوب

برای تعیین نقطه ذوب از دو روش می‌توان استفاده کرد. یک روش استفاده از حمام‌های مایع (برای دماهای نسبتاً پایین) به صورت حمام بشر یا لوله تیل<sup>۱</sup> است شکل‌های ۳-۵ و ۳-۶. روش دیگر استفاده از دستگاه‌های برقی برای دماهای نسبتاً بالا شکل‌های ۳-۷ است.



شکل ۳-۶- دستگاه تیل

شکل ۳-۵- بشر حمام



شکل ۳-۷- دو نمونه دستگاه الکتریکی برای اندازه‌گیری نقطه ذوب

## اندازه‌گیری نقطه ذوب چند ماده به کمک حمام مایع

فعالیت  
آزمایشگاهی ۲



نمایش فیلم اندازه‌گیری نقطه ذوب با حمام مایع

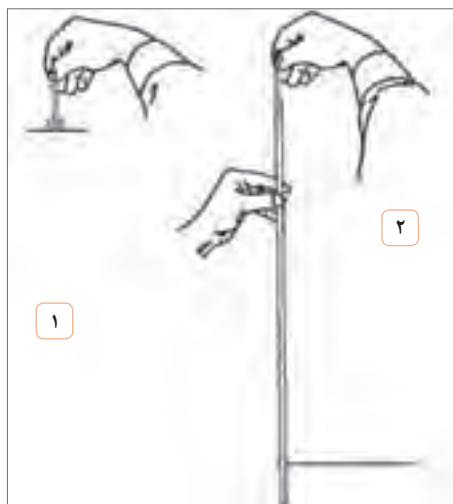
مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
ماده جامد (اوره، بنزوئیک اسید، سالیسیلیک اسید، استانیلید) مایع پارافین یا گلیسرین	بشر ۱۰۰ mL، لوله موئین با قطر ۲ میلی‌متر دماسنج با دقت $0.1^{\circ}\text{C}$ ، نوار لاستیکی، توری و سه پایه فلزی لوله توخالی بلند، شیشه ساعت، هاون، لوله تیل همزن شیشه‌ای، چوب پنبه سوراخ‌دار، چراغ گاز

### روش کار:

- یک سر لوله موئین به قطر حدود ۱-۲ میلی‌متر و طول ۵-۱۰ سانتی‌متر را روی شعله چراغ گاز در حالی که به صورت دورانی حرکت می‌دهید، تا حد سرخ شدن گرم کنید تا بسته شود.
- حدود ۰/۱ گرم از نمونه مورد آزمایش در داخل هاون ریخته و نرم کنید.
- لوله موئین را از نمونه پودر شده تا ارتفاع ۲ mm پر کنید. برای این کار سر آزاد لوله موئین را داخل پودر نرم شده فرو ببرید و از درون لوله توخالی بلند رها کنید. این کار را چند بار تکرار کنید تا ماده جامد پودر شده به ارتفاع ۲ میلی‌متر داخل لوله موئین شود. (مطابق شکل ۸-۳)

\* برای محافظت خود از روپوش آزمایشگاه، دستکش مناسب و عینک ایمنی استفاده کنید.  
\* هنگام کار با شعله گاز، موارد ایمنی را رعایت کنید.

نکات ایمنی ۲

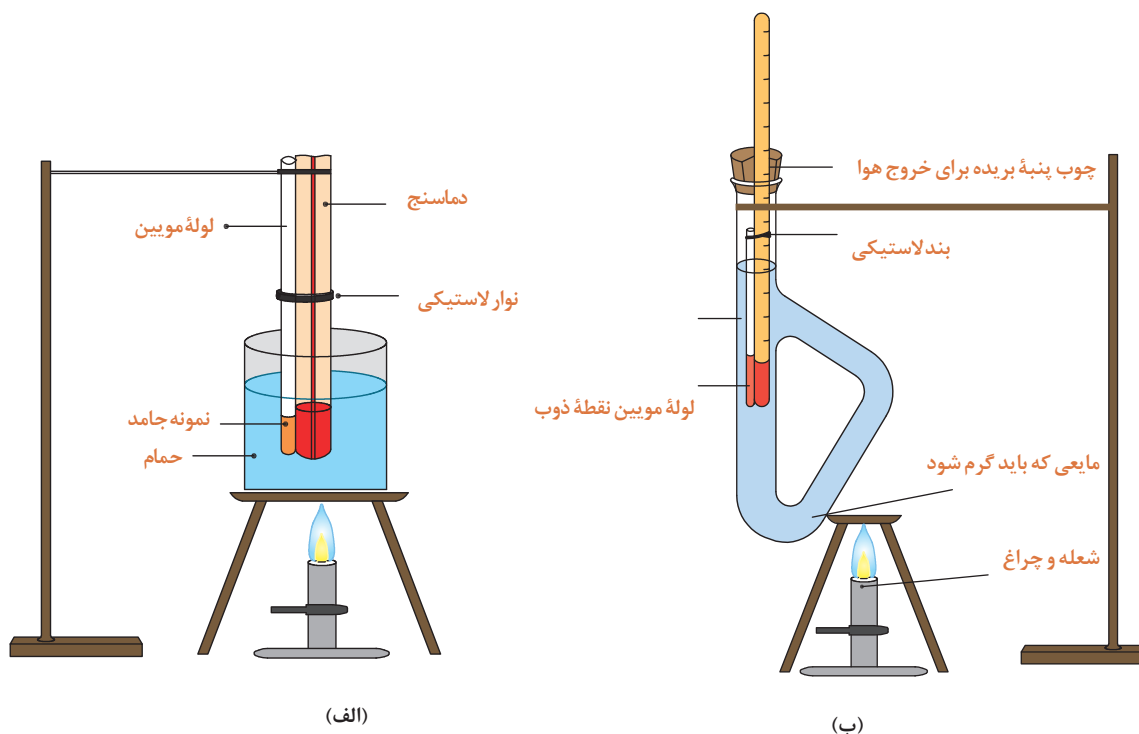


شکل ۸-۳- پر کردن و متراکم کردن گرد در لوله موئین.

۴ لوله مویین را به وسیله یک نخ یا نوار لاستیکی باریک طوری به دماسنج متصل کنید که گرد موجود در لوله مویین در مجاورت حباب دماسنج قرار گیرد. (شکل ۹-۳) (نخ یا نوار لاستیکی باید از جنسی باشد که بتواند دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس را تحمل کند).

۵ دماسنج را به کمک چوب پنبه سوراخ داری که یک طرف آن دیدن درجه های دماسنج و خروج هوا برش باریکی داده شده است، در داخل حمام گلیسرین یا پارافین مطابق شکل (۹-۳) الف و ب قرار دهید.

۶ به کمک چراغ گاز و هم زدن متوالی مایع به وسیله همزن، به آرامی دمای مایع حمام را بالا ببرید. با مشاهده دقیق لوله مویین، نقطه ذوب ماده را ثبت کنید.



شکل ۹-۳

۱. اگر لوله مویین را به صورت ثابت روی شعله چراغ نگهدارید چه اشکالی ایجاد می شود؟
۲. چرا برای اندازه گیری دمای ذوب، جسم را باید به صورت پودر در آورد؟
۳. چگونه می توان به وسیله آزمایش سریع پی برد که انتهای لوله مویین بسته است؟

پرسش ۶



تحقیق کنید!



۱. مایع مناسب برای حمام چه خصوصیتی باید داشته باشد؟
۲. چرا در این آزمایش از آب نمی توان به عنوان مایع حمام استفاده کرد؟

### اندازه‌گیری نقطه ذوب به کمک دستگاه برقی

فعالیت  
آزمایشگاهی ۳



معمولاً دستگاه‌های الکتریکی از یک گرم‌کننده الکتریکی که مجهز به همزن است تشکیل می‌شود و جسم به آرامی گرم‌ا داده می‌شود. در این دستگاه‌ها به کمک وسایل نوری و با بزرگ‌نمایی، امکان مشاهده نمونه به راحتی فراهم می‌آید.

در حین کار از مواد و وسایل به‌طور صحیح استفاده نمایید.

▶ نمایش فیلم طرز کار با دستگاه اندازه‌گیری نقطه ذوب

نکات ایمنی ۳



- \* محل اتصال دستگاه به پریز برق را با دست مرطوب نگیرید.
- \* دقت کنید در حین کار با دستگاه آب و مواد شیمیایی بر روی آن نریزید.

مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
ماده جامد (اوره، بنزوئیک اسید، سالیسیک اسید، استانیلید)	لوله موئین با قطر بیرونی ۲ میلی‌متر دماسنج با دقت $0.1^{\circ}\text{C}$ لوله توخالی بلند هاون همزن شیشه‌ای

#### روش کار :

۱. نمونه جامد را مطابق روش پیشین پودر کنید و داخل لوله موئین بریزید.
۲. برای انجام دادن آزمایش با دستگاه، به راهنمای استفاده از دستگاه مراجعه کنید.
۳. عمل گرم‌ا دادن را به آرامی انجام دهید.
۴. دست‌کم ۲ الی ۳ بار نقطه ذوب جسم اندازه‌گیری شود و دقت کنید که تفاوت‌ها بسیار ناچیز باشند.
۵. نتایج حاصل از دو روش آزمایش را با هم مقایسه کنید و درباره دقت اندازه‌گیری هر روش بحث کنید.

فکر کنید ۵



۱. خطاهای احتمالی در این آزمایش کدام‌اند؟
۲. چگونه می‌توان خطاهای موجود در آزمایش را کاهش داد؟
۳. علت تفاوت دمای ذوب واقعی و دمای ذوب اندازه‌گیری شده را بیان کنید.

### ۳-۳- اندازه گیری چگالی ۱



چرا چوب پنبه روی آب شناور می ماند در حالی که سکه فلزی در آب فرو می رود؟

بحث گروهی ۴



فعالیت  
آزمایشگاهی ۴



۱. چند مایع مختلف مانند آب، روغن مایع و شربت غلیظ آلبالو را به آرامی در یک لیوان بریزید، چه مشاهده می کنید؟
۲. از سه مایع بند ۱ هر کدام ۱۰ میلی لیتر برداشته و وزن کنید. کدام جرم بیشتر و کدام کمتر دارند؟ از این مقایسه چه نتیجه ای می توان گرفت؟
۳. در همان ظرفی که سه مایع را ریخته ایم، یک کلیپس کاغذ، یک تکه مداد شمعی و چوب بیندازید. هر کدام از قطعات جامد در کجا قرار می گیرند؟
۴. از این مقایسه چه نتیجه ای می توان گرفت؟

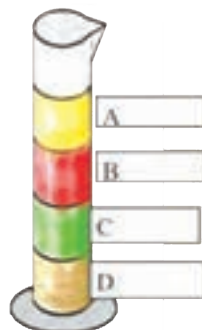
از فعالیت انجام شده می توان نتیجه گرفت مواد مختلف با حجم های مساوی بر حسب سنگینی، طوری روی هم قرار می گیرند که سنگین ترین ها در پایین تر و سبک ترین ها در بالاتر خواهند بود. به عبارت دیگر می توان گفت اگر جرم حجم های مساوی از مواد را با هم مقایسه کنید، آن ماده ای که جرم بیشتر دارد سنگین تر است و برعکس.

پرسش ۷



جرم بر حسب گرم	یک میلی لیتر از مایعات
۱/۳۸	
۱/۲	
۰/۹۳	
۱/۱	

جرم ۱ میلی لیتر از هر یک از مواد A تا D در جدول داده شده است:  
مواد A تا D را مشخص کنید.



چگالی یا جرم حجمی عبارت است از جرم واحد حجم که این مقدار از تقسیم جرم به حجم جسم، طبق معادله زیر به دست می‌آید:

$$d = \frac{m}{v} \quad \text{یا} \quad \text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$$

یکای چگالی در سامانه SI کیلوگرم بر مترمکعب و در سامانه C.G.S گرم بر سانتی‌متر مکعب است. برای یافتن چگالی مواد مختلف، از هر کدام یک سانتی‌متر مکعب تهیه کنید و جرم هریک را با ترازو اندازه بگیرید.

۱. اگر یک قطعه فلز به جرم ۷۲ گرم ۹ سانتی‌متر مکعب حجم داشته باشد، چگالی فلز را بر حسب  $\text{g/cm}^3$  به دست آورید.
۲. چگالی فلز آلومینیم  $2/73 \text{g/cm}^3$  است. اگر قطعه فلز آلومینیم به جرم ۳ گرم داشته باشید، این فلز چه حجمی باید داشته باشد؟

پرسش ۸



چگالی برخی از مواد در جدول (۳-۳) آمده است.

جدول ۳-۳- جرم واحد حجم اجسام

چگالی ( $\text{g/cm}^3$ )	نام ماده
۱۱	سرب
۰/۹۲	یخ
۰/۵۶	چوب بلوط
۲/۶	شیشه
۰/۲۴	چوب پنبه
۱	آب خالص

بر اساس جدول (۳-۳) عبارت‌های زیر را کامل کنید :  
 ..... و ..... و ..... روی آب قرار می‌گیرند و ..... و ..... در آب فرو می‌روند.

پرسش ۹





(۱)



(۲)



(۳)

۱. در مورد تصویر شماره «۱» یک جمله علمی بیان کنید.

.....

.....

۲. به چه دلیل وقتی هوای درون بالن را گرم می کنند، بالن بالا می رود؟

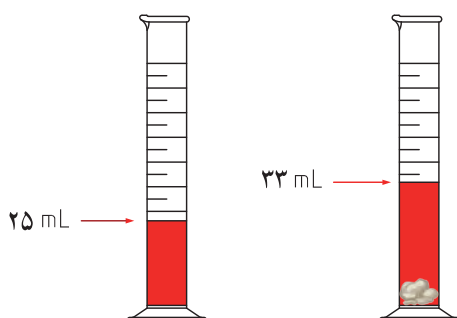
۳. چرا کشتی ها با وجود وزن بالایی که دارند، در آب فرو نمی روند؟

### تعیین چگالی جامدها:

▶ نمایش فیلم تعیین چگالی مایعات

الف. اگر جامدی دارای شکل هندسی مشخص باشد: حجم آن را با اندازه گیری ابعاد جسم محاسبه می کنند و جرم آن را به کمک ترازو به دست می آورند، سپس با توجه به معادله  $d = \frac{m}{V}$  چگالی آن را تعیین می کنند. ب. اگر جامد شکل هندسی مشخصی نداشته و در آب حل نشود: در این حالت تعیین حجم جسم به طور غیرمستقیم و طبق قانون ارشمیدس<sup>۱</sup> صورت می گیرد.

نکته: جامد باید چگالی بزرگ تری نسبت به آب داشته باشد تا نمونه جامد در آب معلق نباشد. در یک استوانه مدرج حجم مشخصی ( $V_1$ ) از آب ریخته و جرم آن را اندازه گیری کنید ( $m_1$ ). جسم جامد را در آب وارد کنید. جرم استوانه حاوی آب و جسم جامد را با ترازو تعیین کنید ( $m_2$ ). از مقدار  $m_2$  مقدار عددی  $m_1$  را کم کنید و مقدار جرم جسم  $m$  به دست می آید. با داشتن  $V_2$  و  $V_1$  نیز می توان حجم نمونه را به دست آورد. اگر  $m_1 = 60$  گرم و  $m_2 = 100$  گرم باشد، خواهیم داشت:



۱. قانون ارشمیدس: هر سیالی به جسمی که در آن قرار گرفته، نیروی شناوری وارد می کند. اندازه این نیرو برابر وزن سیال جابه جا شده است.



$$m_2 - m_1 = 100 - 60 = 40 \text{ g}$$

$$v_2 - v_1 = 33 - 25 = 8 \text{ mL}$$

$$d = \frac{m}{v} = \frac{40}{8} = 5 \text{ g/mL}$$

اگر جسم جامد مورد نظر، مانند سدیم کلرید، در آب حل پذیر باشد، می توان به جای آب از مایع دیگری مانند نفت یا روغن استفاده کرد.

تعیین چگالی مواد جامد با شکل هندسی منظم

فعالیت  
آزمایشگاهی ۵



وسایل لازم	مواد لازم
خط کش میلی متری ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم	مکعب هایی از جنس های آهن، سرب، مس، روی، چوب و پلاستیک

روش کار :

- ۱ با کمک خط کش به طور دقیق اندازه های مکعبی که در اختیار دارید را اندازه بگیرید و با استفاده از رابطه (ارتفاع × عرض × طول = حجم) حجم آن را محاسبه کنید. (V سانتی متر مکعب)
- ۲ با کمک ترازو جرم مکعب مورد نظر را اندازه بگیرید. (m گرم)
- ۳ با استفاده از معادله  $d = \frac{m}{v}$  چگالی مکعب را محاسبه کنید.
- ۴ مراحل کار را با مکعب از جنس دیگر نیز انجام دهید و نتایج به دست آمده را در جدول زیر ثبت کنید.

آلومینیم	روی	سرب	مس	آهن	چوب	جنس مکعب
						چگالی (گرم بر سانتی متر مکعب)



## تعیین چگالی مواد جامد با شکل نامنظم

مواد لازم	وسایل لازم
روی یا آلومینیم دانه‌ای آب	استوانه مدرج ۱۰ میلی لیتری پی‌ست (آب فشان) ترازو

### روش کار:

- ۱ استوانه ۱۰ mL تمیز و خشک را انتخاب کنید و آن را به وسیله آب فشان تا انطباق سطح مقعر آب بر یکی از خط‌های درجه‌بندی استوانه، مثلاً در مقابل عدد ( $V_1 = 5\text{mL}$ ) پر کنید.
- ۲ جرم استوانه حاوی آب را به دست آورید ( $m_1$  گرم).
- ۳ روی یا آلومینیم دانه‌ای را به آرامی و به‌طور مایل در استوانه وارد کنید. با انگشت به استوانه مدرج ضربه بزنید تا حباب‌های هوا خارج شود. انحنای جدید آب را روی درجه‌بندی استوانه بخوانید. در این حالت حجم آب را  $V_2$  یادداشت کنید.
- ۴ دوباره جرم استوانه و محتویات آن را به‌طور دقیق تعیین کنید ( $m_2$  گرم).

برای تعیین چگالی داریم:

$m_1$ (g)	جرم (استوانه خالی + حجم معین آب):
$m_2$ (g)	جرم (استوانه خالی + حجم آب پس از اضافه کردن فلز روی یا آلومینیم دانه‌ای):
$V_1$ (mL)	حجم آب در استوانه:
$V_2$ (mL)	حجم آب پس از اضافه کردن روی یا آلومینیم دانه‌ای:
$(m_2 - m_1)$ (g)	جرم فلز:
$(V_2 - V_1)$ (mL)	حجم فلز:

$$d = \frac{m_2 - m_1}{V_2 - V_1} \text{ g/mL}$$

### تعیین چگالی مایعات

▶ نمایش فیلم تعیین چگالی با پیکنومتر

پیکنومتر ظرفی است با حجم مشخص برای اندازه‌گیری چگالی مایعات. در پیکنومتر دارای سوراخی برای خروج مایعات اضافی است. حجم پیکنومتر بر روی آن و دمایی که در آن حجم اندازه‌گیری شده، ثبت شده است؛ همچنین بر روی گلو و در پیکنومتر عددی حک شده است. این دو عدد مشابه برای آن است که در پیکنومتر با پیکنومترهای دیگر جابه‌جا نشود.



با اندازه‌گیری پیکنومتر در دو حالت پر و خالی و به کمک رابطه زیر، جرم ویژه مایع مورد نظر به دست می‌آید.

$T =$  دمای نمونه  $^{\circ}\text{C}$

$m =$  جرم پیکنومتر خالی و خشک - جرم پیکنومتر پر = جرم نمونه (g)

$V =$  حجم نمونه (mL)

طبق معادله زیر چگالی به دست می‌آید:

$$d_{T(^{\circ}\text{C})} = \frac{m}{V} \text{ g/cm}^3$$

### تعیین چگالی یک مایع با پیکنومتر

فعالیت  
آزمایشگاهی ۷



مواد لازم	وسایل لازم
آب	پیکنومتر
الکل	ترازو
استون	حمام آب گرم
	دماسنج

### روش کار:

- پیکنومتر را با آب مقطر و سپس با استون به خوبی شستشو دهید و در دمای اتاق خشک کنید.
- جرم پیکنومتر را با ترازو تعیین کنید ( $m_1$ ).
- در صورت لزوم در پیکنومتر را تمیز کنید.
- دمای نمونه را به  $5-10^{\circ}\text{C}$  درجه سلسیوس کمتر از دمای آزمایش برسانید.
- پیکنومتر را پر کنید.
- در صورت وجود حباب، لازم است آنها را با تلنگرزدن به دیواره پیکنومتر یا هر روش دیگری خارج کنید. سپس در پیکنومتر را به آرامی بگذارید.
- مایعات خارج شده را با نوک دستمال کتان بدون کرک یا کاغذ صافی پاک کنید. در طول زمان انبساط مایع درون پیکنومتر نیز لازم است مایعات خارج شده را هر چند وقت پاک کنید.
- پیکنومتر را به مدت ۲۰ دقیقه در حمام آب با دمای مورد نظر و دقت دمایی  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$  درجه سلسیوس قرار دهید.
- پیکنومتر را از حمام خارج کنید و دیواره خارجی آن را با استون خالص شسته توسط دستمال کتان بدون کرک پاک کنید.
- جرم پیکنومتر و مایع درون آن را اندازه‌گیری کنید ( $m_2$ ).
- با کمک روابط زیر مقدار چگالی نمونه مورد آزمایش را به دست آورید:

$$T = \text{دمای نمونه}, \quad V = \text{حجم نمونه (cm}^3\text{)}, \quad m = m_2 - m_1$$

$$d_{T(^{\circ}\text{C})} = \frac{m}{V} \text{ g/cm}^3$$

از قراردادن پیکنومتر در آون با دمای بیش از  $50^{\circ}\text{C}$  درجه سلسیوس اکیداً خودداری کنید.

نکات ایمنی ۴





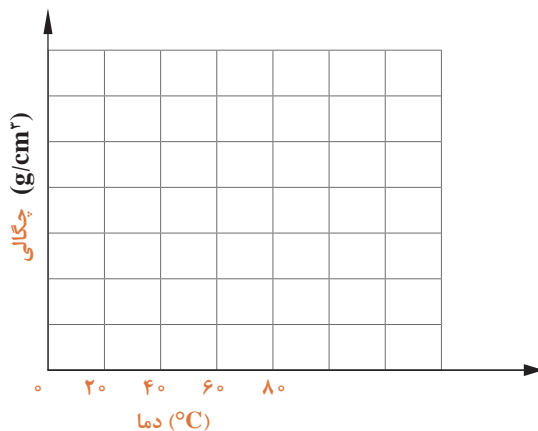
بررسی اثر دما بر چگالی مایعات

مواد لازم	وسایل لازم
الکل آب گلیسرین	پیکنومتر شیشه‌ای ترازو حمام آب گرم دماسنج

۱ با یک نمونه مایع در دماهای مختلف اندازه‌گیری چگالی را انجام دهید و نتایج آن را در جدول زیر ثبت نمایید.

دما °C	۰	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰
چگالی $\text{g/cm}^3$					

۲ منحنی تغییرات چگالی را برحسب دما رسم کنید. (برای رسم این منحنی‌ها دستکم از ۵ نقطه استفاده کنید).



۳ با توجه به نتایج آزمایش و رسم نمودار، اثر دما بر چگالی را بیان کنید.



۱. دو کاربرد چگالی را بنویسید.
۲. چرا چگالی گاز و مایع در دما و فشار معین گزارش می‌شود؟
۳. چرا برای تعیین چگالی مواد ابزار اندازه‌گیری باید دقت زیادی داشته باشد؟

## ارزشیابی شایستگی تعیین مشخصات

<p><b>شرح کار:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- انتخاب وسایل و مواد لازم</li> <li>- آماده کردن دستگاه یا سوار کردن سامانه آزمایشگاه</li> <li>- انجام دادن آزمایش طبق دستور کار</li> </ul> <p>- ثبت گزارش آزمایش</p> <p>- رعایت نکات ایمنی در هر مرحله از کار</p>																									
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>انجام آزمایش های تعیین مشخصات مواد شیمیایی طبق دستور کار آزمایشگاه</p> <p><b>شاخص ها:</b></p> <p>انجام دادن کار طبق دستور کار</p> <p>گزارش نتیجه آزمایش به طور دقیق</p> <p>رعایت نکات ایمنی مربوط به کار</p>																									
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b></p> <p><b>شرایط:</b> مکان آزمایشگاه</p> <p><b>زمان:</b> یک جلسه آموزشی</p> <p>دستگاه های مورد نیاز ، ابزارآلات شیشه ای ، لوازم ایمنی</p> <p><b>ابزار و تجهیزات:</b> دستگاه نقطه ذوب، ترازو، پیکنومتر، زمان سنج، ابزارآلات آزمایشگاهی</p>																									
<p><b>معیار شایستگی:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th> <th>مرحله کار</th> <th>حداقل نمره قبولی از ۳</th> <th>نمره هنرجو</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td> <td>اندازه گیری نقطه ذوب</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>اندازه گیری نقطه جوش</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>اندازه گیری چگالی</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ایمنی : استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: دقت در انجام کار توجهات زیست محیطی : انجام کار با حداقل ریخت و پاش شایستگی های غیر فنی : مدیریت منابع ، مستندسازی، اخلاق حرفه ای ، کار گروهی</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">میانگین نمرات</td> <td>*</td> </tr> </tbody> </table> <p>* کمترین میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.</p>		ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو	۱	اندازه گیری نقطه ذوب	۱		۲	اندازه گیری نقطه جوش	۱		۳	اندازه گیری چگالی	۱			شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ایمنی : استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: دقت در انجام کار توجهات زیست محیطی : انجام کار با حداقل ریخت و پاش شایستگی های غیر فنی : مدیریت منابع ، مستندسازی، اخلاق حرفه ای ، کار گروهی	۲		میانگین نمرات			*
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو																						
۱	اندازه گیری نقطه ذوب	۱																							
۲	اندازه گیری نقطه جوش	۱																							
۳	اندازه گیری چگالی	۱																							
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ایمنی : استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: دقت در انجام کار توجهات زیست محیطی : انجام کار با حداقل ریخت و پاش شایستگی های غیر فنی : مدیریت منابع ، مستندسازی، اخلاق حرفه ای ، کار گروهی	۲																							
میانگین نمرات			*																						