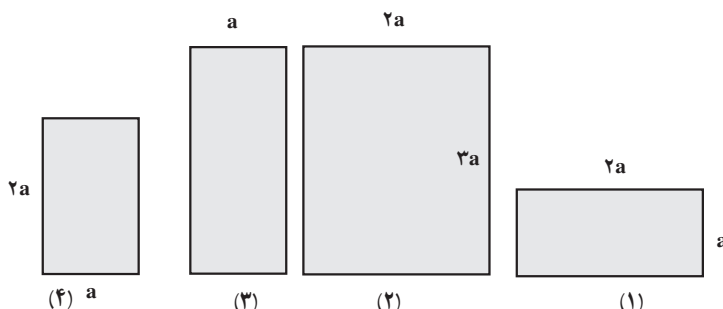


شکل زیر، چهار صفحه‌ی فلزی مستطیلی شکل را به اضلاع  $a, 2a, 3a$  نشان می‌دهد که از مواد یکسانی ساخته شده‌اند. اگر دمای این صفحه‌ها را به یک اندازه افزایش دهیم، مطلوب است:  
 الف) کدام صفحه بیش‌ترین افزایش سطح و کدام صفحه کم‌ترین افزایش سطح را دارد.  
 ب) این صفحه‌ها را از بیش‌ترین افزایش ارتفاع تا کم‌ترین افزایش به ترتیب بنویسید.



**پاسخ:**

الف) صفحه‌ی (۲) بیش‌ترین افزایش و صفحه‌های (۱) و (۴) کم‌ترین افزایش سطح را خواهند داشت.  
 ب) صفحه‌های (۲) و (۳) افزایش طول یکسان، صفحه‌ی (۴)، صفحه‌ی d (۱).

اگر سطحی به مساحت  $A$  با افزایش دمای  $\Delta T$ ، افزایش مساحتی برابر  $\Delta A$  پیدا کرده باشد، داریم:

$$\frac{\Delta A}{A, \Delta T} = \gamma \Rightarrow \text{ضریب انبساط سطحی} \quad (14-9)$$

$$\Delta A = \gamma A, \Delta T \quad (15-9)$$

انبساط حجمی: برای انبساط حجمی نیز می‌توانیم ضریب انبساط حجمی را تعریف کنیم. ضریب انبساط حجمی یک ماده نیز برابر است با افزایش حجم واحد حجم ماده به ازای افزایش دمای یک کلوین. برای ضریب انبساط حجمی نیز کلوین  $\frac{1}{K}$  یا درجه سلسیوس  $\frac{1}{C}$  است. ضریب انبساط حجمی را معمولاً با  $\beta$  نشان می‌دهند. می‌توان نشان داد که ضریب انبساط حجمی یک جامد تقریباً سه‌برابر ضریب انبساط طولی آن است. یعنی  $\beta = 3\gamma$ . در اینجا نیز می‌توانیم بنویسیم:

$$\beta = \frac{\Delta V}{V, \Delta T} \quad (16-9)$$

$$\Delta V = \beta V, \Delta T \quad (17-9)$$

**مثال ۱۳-۶**  
 ابعاد یک تکه فلز آلومینیومی در دمای  $10^\circ C$  برابر  $20 \times 10 \times 10 \text{ cm}$  است. حجم این تکه فلز را در دمای  $90^\circ C$  حساب کنید.  
 حل: با استفاده از جدول (۳-۹) داریم:

$$\beta = 3\gamma = 3 \times 23 \times 10^{-6} = 69 \times 10^{-6} \frac{1}{C}$$

$$V_1 = 20 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3 = 2000 \text{ cm}^3$$

$$\beta = 69 \times 10^{-6} \text{ C}^{-1}$$

از رابطه (۱۷-۹) داریم:

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T = 69 \times 10^{-6} \times 2000 \times 80 = 11.04 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

$$V_2 = \Delta V + V_1 = 11.04 + 2000 = 2011.04 \text{ cm}^3$$

**انبساط حجمی**

**راهنمای تدریس:** با توجه به این که در انبساط حجمی، با افزایش دما، تمام ابعاد جسم منبسط می‌شود، ضریب انبساط حجمی برابر  $\beta = 3\alpha$  و رابطه‌ی مربوط به انبساط حجمی به شرح زیر خواهد بود:

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T$$

در اینجا نیز باید توجه دانش‌آموزان را به این نکته جلب نمایید که در هنگام استفاده از این رابطه  $\Delta V$  و  $V_1$  باید یکای یکسانی داشته باشند.



در دمای  $20^{\circ}\text{C}$ ، حجم یک ظرف مسی درست برابر یک لیتر است. حجم این ظرف در دمای  $100^{\circ}\text{C}$  چقدر است؟ ضریب انبساط حجمی مس  $\beta = 3\alpha = 51 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$  است.

**پاسخ:** حجم ظرف در دمای  $100^{\circ}\text{C}$  برابر  $1/0041$  لیتر است.

انبساط مایع‌ها: بیشتر مایع‌ها نیز با افزایش دما، افزایش حجم پیدا می‌کنند. انبساط مایع‌ها اساس کار دستگاه‌های حیرت‌انگیز را تشکیل می‌دهد. ضریب انبساط حجمی چند مایع مختلف در جدول (۳-۶) داده شده است.

**آزمایش ۳-۶**

وسایل لازم: یک بالون نسبی، قطاری آب که با جوهر رنگی شده باشد. درون سوراخ‌دار همراه با یک توله نسبی بند یا مجرای بسیار نازک، چراغ الکلی، سه پایه و تخته چینی، ظرف نسبی، وزنگ نسبی.

۱- بالون نسبی را از آب رنگی و کثیف و درون همراه با توله نسبی بند را مطابق شکل (۳-۶) اطوری در دهانه بالون جای دهید که هیچ هوایی در بالون نباشد و آب قطاری در توله بالا بماند. ارتفاع آب در توله نسبی را با علامت مشخص کنید.

۲- ظرف نسبی را وزنگ کرده روی دهانه چراغ قرار دهید تا آب آن گرم شود.

۳- بالون نسبی را مطابق شکل (۳-۶) درون آب داغ فرو برده و تماماً غوطه‌ور کنید.

۴- مشاهده‌های این آزمایش را با توجه به انبساط ظرف بالون نسبی و انبساط آب توضیح دهید.

نکته: ۱- انبساط مایع‌ها

در آزمایش (۳-۶) اگر ارتفاع مایع درون توله تازیک به مساحت مقطع  $1\text{cm}^2$  از مقدار  $1\text{cm}^3$  از گدازن بالون در آب داغ به مقدار  $1\text{cm}^3$  در انتهای آزمایش رسیده باشد، مایع قطاری به اندازه  $1\text{cm}^3 = 1\text{cm}^3 - 0.0041\text{cm}^3 = 0.9959\text{cm}^3$  افزایش حجم پیدا کرده است، که به آن انبساط ظاهری مایع می‌گویند.

### انبساط مایع‌ها

**راهنمای تدریس:** برای مایع‌ها، انبساط حجمی تنها

پارامتر انبساطی معنی‌دار است. این موضوع نکته‌ی مهمی است که باید توجه دانش‌آموزان به آن جلب شود. به عبارت دیگر سخن گفتن از انبساط خطی و یا سطحی در خصوص مایع‌ها بی‌معناست. رابطه‌ی  $\Delta V = \beta V_0 \Delta T$  نیز در خصوص مایع‌ها کاربرد دارد.

### آزمایش ۳-۶

**هدف:** نمایش انبساط مایع‌ها و تفاوت انبساط مایع‌ها و جامدها

توصیه می‌شود پیش از انجام این آزمایش ابتدا توجه دانش‌آموزان را به عدددهای درج شده در دو جدول ۳-۶ و ۳-۵ کتاب درسی جلب کنید. همان‌طور که در نگاه اولیه دیده می‌شود ضریب انبساط حجمی مایع‌ها بسیار بزرگ‌تر از ضریب انبساط خطی (و همین‌طور ضریب انبساط حجمی) جامدهاست، بنابراین انتظار می‌رود که دانش‌آموزان پیش از انجام آزمایش و توجه به این نکته‌ی مهم پیش‌بینی کنند که با افزایش دمای مایع درون ظرف شیشه‌ای با وجود این که هم مایع و هم ظرف شیشه‌ای منبسط می‌شوند ولی تراز مایع درون لوله‌ی شیشه‌ای نسبت به حالت اولیه بالاتر خواهد آمد.

در صورتی که براساس توصیه‌ی بالا عمل نمودید شرایط را برای انجام آزمایش فراهم کنید و نتیجه‌ی آزمایش را با پیش‌بینی دانش‌آموزان مقایسه کنید.

ادامه‌ی راهنمای تدریس: در ادامه‌ی تدریس پس از انجام آزمایش، مفهوم انبساط ظاهری را با توجه به آنچه در کتاب‌درسی آمده است برای دانش‌آموزان تعریف کنید.

## فعالیت ۶-۱۰

**پاسخ:** انبساط واقعی مایع از انبساط ظاهری آن بیش‌تر است، زیرا ظرف شیشه‌ای نیز با افزایش دمای مایع، منبسط می‌شود. بنابراین برای آن‌که انبساط واقعی یک مایع را اندازه بگیرند، لازم است انبساط ظرف محتوی مایع را به انبساط ظاهری مایع اضافه نمایند.

## پرسش پیشنهادی ?

در لحظه‌های اولیه‌ی گرم شدن بالون شیشه‌ای در آزمایش ۶-۴ متوجه می‌شویم که سطح مایع در لوله پایین می‌آید ولی پس از آن مایع منبسط می‌شود و در لوله از سطح اولیه هم بالاتر می‌رود. دلایل این مشاهده را توضیح دهید.

**پاسخ:** این موضوع به سریع‌تر بودن انتقال گرما در جامدها نسبت به مایع‌ها باز می‌گردد. به عبارت دیگر با دادن گرما به ظرف شیشه‌ای محتوی آب، ظرف شیشه‌ای سریع‌تر منبسط می‌شود.

## تمرین پیشنهادی



یک بطری شیشه‌ای با حجم  $300 \text{ cm}^3$  از آب  $27^\circ\text{C}$  پر شده است. اگر دمای آب به  $57^\circ\text{C}$  برسد، در هر یک از شرایط زیر چه مقدار آب از بطری بیرون می‌ریزد؟  
الف) انبساط بطری را نادیده بگیریم.  
ب) انبساط بطری شیشه‌ای منظور شود.

**پاسخ:** از رابطه‌ی  $\Delta V = \beta V_0 \Delta T$  استفاده کنید. ضریب انبساط حجمی ظرف شیشه‌ای  $9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  است.

## تغییرات چگالی با دما

**راهنمای تدریس:** برای شروع این قسمت از دانش‌آموزان

بخواهید تا رابطه‌ی چگالی را بیان کنند. با نوشتن این رابطه بر روی تابلوی کلاس و همچنین رابطه‌ی مربوط به انبساط حجمی از آن‌ها بخواهید که در خصوص تغییر چگالی یک جسم با تغییر دما بحث کنند.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{و} \quad \Delta V = \beta V_1 \Delta T$$

از دوره‌ی راهنمایی و هم‌چنین از فصل سوم دانش‌آموزان

به یاد دارند که جرم جسم  $m$ ، از ویژگی‌های ذاتی هر جسم است و با تغییر دما، تغییر نمی‌کند. با توجه به این نکته و هم‌چنین آنچه دانش‌آموزان بیان کرده‌اند به نتیجه‌گیری از این بحث بپردازید.

لازم به توضیح است که این موضوع برای همه‌ی حالت‌های ماده (به جز چند مورد استثنا) صادق است.

## انبساط غیر عادی آب

**راهنمای تدریس:** در این قسمت رفتار غیرعادی آب

بین دمای  $0^\circ$  تا  $4^\circ$  درجه‌ی سلسیوس مورد بررسی قرار می‌گیرد. مطابق آنچه در کتاب درسی مطرح شده است، می‌توانید به موضوع بپردازید. شکل‌های ۶-۸ علاوه بر شکل ۶-۱۳ کتاب درسی می‌تواند آموزنده باشد.

در شکل الف تغییرات جسم بر حسب دما و در شکل ب

**فعالیت ۱۱.۲**  
آزما با دما به اندازه‌ی انبساط ظاهری خود افزایش حجم پیدا کرده است. توضیح دهید اگر پاسخ شما به آن سوال منفی است، تحلیل کنید که انبساط ظاهر مایع‌ها را چگونه اندازه می‌گیرند.

جدول ثبت شده تغییرات انبساط حجمی مایع

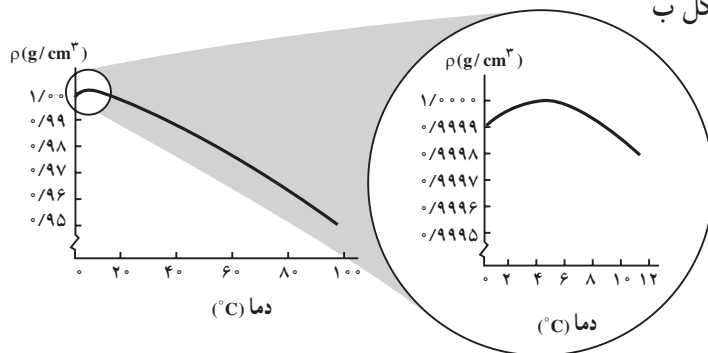
دما	تغییرات انبساط
از صفری	۰
تکثیر شده	۰
دما	۰
تکثیر شده	۰
صفری	۰

تغییرات چگالی با دما: افزایش دما منجر به جرم جسم ایجاد نمی‌کند ولی حجم آن را بیشتر در نوردن استند. افزایش می‌دهد. از این رو انتظار داریم که چگالی  $\rho$  با افزایش دما تغییر کند. با توجه به این که با افزایش دما، در مطرح کردن افزایش می‌دهد، پس نتیجه می‌گیریم که افزایش دما باعث کاهش چگالی می‌شود.

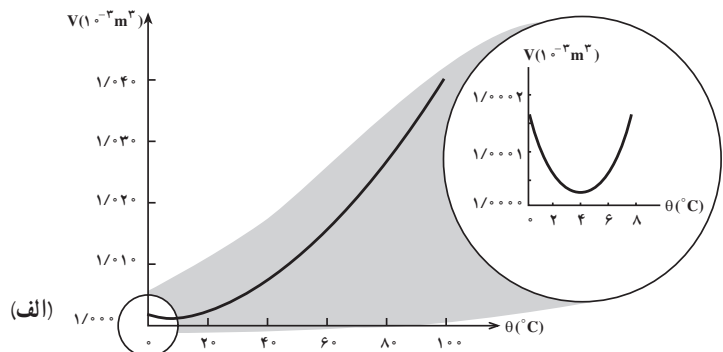
هنگامی که مایع از کتری را در یک ظرف گرم می‌کنند، چگالی قسمت گرم شده کم می‌شود (کنترل از مایع از کتری از ظرف در سطحی چون قسمت گرم شده چگالی کتری دارد. به بالا رانده می‌شود و جای خود را به مایع از کتری سردتر می‌دهد.

انبساط ظاهری آب: جسم پهن‌تر مایع با کم شدن دما کثیف می‌ماند و با رسیدن به نقطه انجماد این کثیف حجم پهن‌تر می‌شود. ولی آب رفتاری متفاوت دارد. به این ترتیب که آب از  $4^\circ\text{C}$  تا  $0^\circ\text{C}$  مانند هر مایع معمولی با کاهش دما کثیف می‌ماند. ولی از  $4^\circ\text{C}$  تا  $0^\circ\text{C}$  این رفتار عوض می‌شود و کثیف دما باعث افزایش حجم آب می‌شود. تغییرات حجم آن نسبت به دما در شکل (۳-۱۳) نشان داده شده است.

تغییرات چگالی بر حسب دما نشان داده شده است. قسمت بزرگ شده در هر دو شکل مربوط به رفتار غیرعادی آب در بازه‌ی دمایی  $0^\circ$  تا  $4^\circ$  درجه سلسیوس است.



شکل ۶-۸





پاسخ: با توجه به نمودارهای الف و ب در شکل ۶-۸ پاسخ این پرسش روشن است.

## فعالیت ۶-۱۱

**تمرین ۶-۵**  
آب در چه دمایی کمترین حجم را دارد؟ در این دما چگالی بیشترین مقدار خود را دارد یا کمترین آن را؟

تغییرات چگالی آب نسبت به دما در شکل (۶-۱۲) نشان داده شده است.

شکل ۶-۱۲ - تغییرات چگالی آب با دما

**فعالیت ۶-۱۳**  
تحقیق کنید که:  
الف - این نوع تغییر فیزیکی حجم و چگالی آب چه تأثیری بر نحوه فرار گرگن لایه‌های آب با دماهای متفاوت در اقیانوس‌ها دارد؟  
ب - این نحوه فرار گرگن چه تأثیری بر محیط زیست اقیانوس‌ها داشته است؟

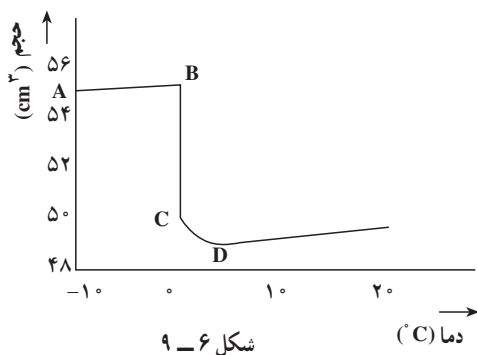
**۶-۱۴ - انتقال گرما**  
دیده‌ام که اختلاف دما باعث انتقال گرما از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایین‌تر می‌شود. این انتقال گرما به سه صورت متفاوت انجام می‌شود که عبارتند از همرفت، رسانایی و تابش. در ادامه به بررسی ساز و کار هر یک از این روش‌ها می‌پردازیم. ولی باید گفته شود که در هر فرآیند انتقال گرما، هر سه این ساز و کارها می‌توانند دخالت داشته باشند.

**فعالیت ۶-۱۳**  
محبت رسانش گرما را از کتاب فیزیک (۱) و آزمایشگاه بخوانید و آنرا در چند سطر خلاصه بنویسید.

**پاسخ:** رفتار غیرعادی آب در بازه‌ی دمایی

۰ تا ۴ درجه سلسیوس سبب می‌شود که دریاچه‌ها به جای آن که از پایین به بالا یخ بزنند، از بالا به پایین یخ بزنند. وقتی آب سطح دریاچه‌ای، مثلاً از ۱۰°C تا نقطه‌ی انجماد سرد شود، چگال‌تر از آب زیرین خود می‌شود و به پایین فرو می‌رود. ولی در دمای پایین‌تر از ۴°C، سرد شدن بیش‌تر موجب آن می‌شود که آب سطح نسبت به آب‌زیرین خود، کم‌چگال‌تر شود، طوری که روی آب می‌ماند تا این که یخ بزند. بنابراین در حالی که آب زیرین هنوز مایع است، آب سطح یخ می‌زند. اگر آب دریاچه‌ها از پایین به بالا یخ می‌زدند، یخی که تشکیل می‌شد در طی تابستان کاملاً نمی‌توانست آب شود، زیرا توسط آب بالای آن عایق‌بندی شده بود. بعد از چند سال، بسیاری از آب‌های سطحی نواحی معتدل زمین در کل سال یخ می‌زدند و در نتیجه نسل آبزیان منقرض می‌شد.

## پرسش پیشنهادی



نمودار شکل ۶-۹ تغییرات حجم بر حسب دما را برای قطعه

یخی که از دمای ۱°C- به دمای ۲°C می‌رسد نشان می‌دهد.

الف) تغییر حجم را در هر یک از قسمت‌های AB, BC, CD بررسی کنید.

بررسی کنید.

ب) درباره‌ی چگالی آب در نقطه‌ی D چه می‌توان گفت؟

پ) با توجه به نمودار توضیح دهید چرا یخ روی آب به حالت شناور می ماند؟

### پاسخ:

الف) در قسمت AB تغییر حجم اندکی افزایش، در قسمت BC کاهش چشم گیر حجم، در قسمت CD کاهش ملایم حجم، در قسمت D به بعد افزایش ملایم حجم.  
 ب) بیشترین چگالی را دارد (چون حجم آن کمینه است).  
 پ) چون چگالی یخ نسبت به آب کم تر است.

## ۶-۴- انتقال گرما

و آزمایشگاه با شیوه‌ی انتقال گرما به روش رسانش با جزئیات  
 بیش تری آشنا شده اند می توانید مبحث را با دانستنی های قبلی  
 دانش آموزان شروع کنید و در ادامه فعالیت ۶-۱۲ را نیز در  
 همین راستا انجام دهند.

راهنمای تدریس: از آنجا که دانش آموزان در دوره‌ی  
 راهنمایی، شیوه های انتقال گرما بین دو نقطه از یک محیط مادی  
 و غیرمادی آشنا شده اند و هم چنین در فصل دوم فیزیک (۱)

## فعالیت ۶-۱۲

همان طور که گفته شد انجام این فعالیت در جهت آشنا شدن معلم با دانستنی های قبلی دانش آموزان در خصوص  
 انتقال گرما - در این فعالیت رسانش - است.

**رسانش**

با انجام این فعالیت به یاد آورید که رسانش گرما در مواد مختلف متفاوت است. از مادهای عالی مخصوص در دیوارها و سقف بناها استفاده می کنند تا از انتشار ریزشوی گرما در زمستان و تابستان در زمستان و تابستان آن در تابستان جلوگیری کنند. اکنون می دانید که مفرط رسانشهای خوب گرما هستند.

در حالی که مادهای از فلز هستند، خوب از دست آجو و جز اینها رسانشهای چندان خوبی نیستند.

وای محاسبه آهنگ انتشار گرما در یک ماده، بعضی مقدار گرمایی که در واحد زمان از هر سطح فرضی در آن می گذرد، می نامند. به طول  $l$  و به سطح مقطع  $A$  از یک ماده معین در نظر می گیریم. فرض کنید که یک سر آن ماده سرد را با دما  $t_1$  در دمای ثابت  $t_2$  اتصال پیدا و سرد دیگر آن سر سرد را در دمای ثابت  $t_3$  اتصال پیدا قرار داده باشیم. آهنگ انتشار گرما به عامل های زیر بستگی دارد:

۱- اختلاف دما،  $t_1 - t_2 - t_3$  هر چه اختلاف دما بیشتر باشد، گرما با آهنگ بالاتری در ماده انتشار می کند.

۲- طول ماده: هر چه طول ماده بیشتر باشد، آهنگ انتشار گرما کمتر می شود.

۳- سطح مقطع ماده: هر چه سطح مقطع ماده بیشتر باشد آهنگ انتشار گرما بیشتر می شود.

در نتیجه  $Q$ ، گرمایی که در  $t$  ثانیه در یک ماده انتشار می کند برابر است با:

$$Q = K \frac{A \Delta t}{l} \quad (1A-12)$$

در این معادله مساحت سطح مقطع ماده و طول آن است.  $K$  اختلاف دمای دو سر ماده است. ثابت تناسب  $K$  رسانندگی گرمایی نام دارد.

یکای رسانندگی گرمایی  $W / (m \cdot K)$  یا  $J / (s \cdot m \cdot K)$  است.

رسانندگی گرمایی چند ماده مختلف در جدول (۶-۱۲) درج شده است.

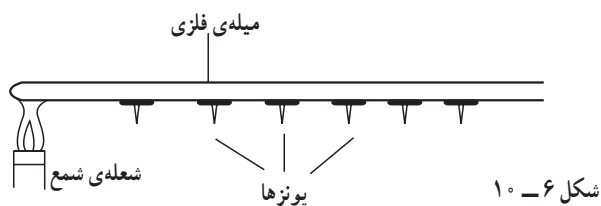
جدول ۶-۱۲: رسانندگی گرمایی مادهای مختلف

ماده	رسانندگی گرمایی $(W / (m \cdot K))$	ماده	رسانندگی گرمایی $(W / (m \cdot K))$
سرب	۳۵	پارافین	۰.۰۳۳
نقره	۴۰۰	پلاستیک	۰.۰۲
مس	۳۸۵	شیشه	۰.۰۱
آلومینوم	۲۳۵	پشم سنگ	۰.۰۴
		پشم شیشه	۰.۰۳
		پشم پشم	۰.۰۲
		پشم پشم	۰.۰۱
		پشم پشم	۰.۰۰۵

### رسانش

راهنمای تدریس: پس از انجام فعالیت ۶-۱۲ و آگاهی  
 نسبی از دانستنی های قبلی دانش آموزان در خصوص مبحث  
 انتقال گرما، فعالیت پیشنهادی زیر را انجام دهید.

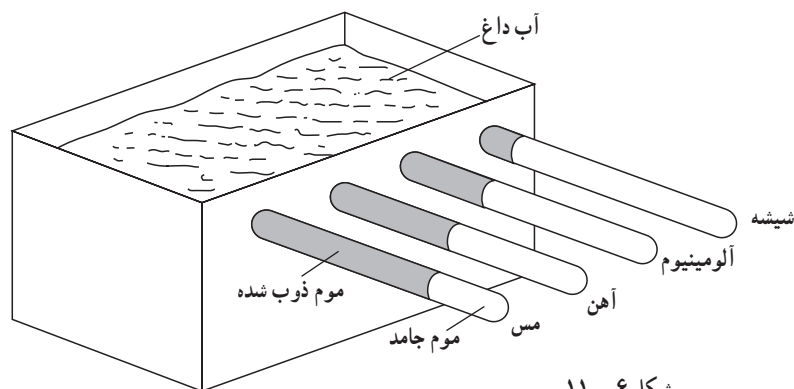
چند میله‌ی فلزی آهنی با قطر متفاوت (حداقل سه میله)، تعدادی پونز، مقداری موم و یک شمع یا شعله‌ی گاز تهیه کنید. در طول هر کدام از میله‌های فلزی (به ترتیب)، تعدادی پونز را با موم بچسبانید و یک سر میله را مطابق شکل ۶-۱۰ روی شعله‌ی شمع یا اجاق قرار دهید. این آزمایش را برای میله‌های با قطر دیگر به طور همزمان و به طور مشابه انجام دهید. مشاهدات خود را بیان کرده و دلیل آن را تا حد امکان شرح دهید.



شکل ۶-۱۰

در صورت امکان همین آزمایش را با چند میله‌ی فلزی مسی یا آلومینیومی انجام دهید و با نتایج آزمایش میله‌ی آهنی مقایسه کنید. در غیر این صورت فعالیت پیشنهادی بعد را انجام دهید.

چهار میله‌ی کاملاً مشابه از جنس‌های مس، آهن، آلومینیوم و شیشه را موم اندود کنید، و آن‌ها را مطابق شکل ۶-۱۱ از درون سوراخ‌هایی در دیواره‌ی یک ظرف عبور دهید. سپس مقداری آب جوش به درون ظرف بریزید. نتیجه‌ی مشاهده‌ی خود را با بیان دلیل آن بنویسید و به کلاس درس ارائه دهید.



شکل ۶-۱۱

میله نیز بستگی دارد. در نتیجه انرژی گرمایی  $Q$  که در مدت  $t$  ثانیه در یک میله شارش می‌کند برابر است با

$$Q = K \frac{A \Delta \theta}{L}$$

که در آن  $k$  ثابت تناسب و رسانندگی گرمایی نامیده

می‌شود.

*ادامه‌ی راهنمای تدریس:* با انجام فعالیت‌های

پیشنهادی بالا دانش‌آموزان باید به جمع‌بندی زیر برسند:

آهنگ شارش گرما از مقطع یک میله، با مساحت سطح مقطع  $A$ ، اختلاف دمای دو طرف میله،  $\Delta \theta$ ، نسبت مستقیم دارد و با طول میله،  $L$ ، نسبت وارون خواهد داشت، هم‌چنین به جنس

## تمرین پیشنهادی



یک سر یک شمش مسی به طول ۴m و سطح مقطع  $20 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$  روی شعله‌ی اجاقی به دمای  $48^\circ \text{C}$  و سر دیگر آن در مجاورت هوا با دمای  $3^\circ \text{C}$  قرار دارد. در هر دقیقه چند کیلو ژول انرژی از طریق رسانش در میله منتقل می‌شود؟

**پاسخ:** مساحت سطح مقطع شمش برابر است با

$$A = 15 \times 20 = 300 \text{ cm}^2 = 0.03 \text{ m}^2$$

بنابراین، شارش انرژی در مدت یک دقیقه برابر است با

$$Q = K \frac{At\Delta\theta}{L} = 400 \times \frac{0.03 \times 60 \times 45}{4} = 81000 \text{ J} = 81 \text{ kJ}$$

## تمرین پیشنهادی



ابعاد یک درب چوبی  $2 \text{ m} \times 0.8 \text{ m} \times 4 \text{ cm}$  است. اگر دمای هوای درون اتاق  $2^\circ \text{C}$  و دمای بیرون  $1^\circ \text{C}$  باشد،

(الف) گرمای شارش شده از درون اتاق به بیرون در هر ثانیه چند ژول است؟  
(ب) هرگاه یک پنجره‌ی مربعی شکل شیشه‌ای به ضلع  $0.5 \text{ m}$  و ضخامت  $0.5 \text{ cm}$  روی درب کار گذاشته شود، انتقال گرما را در همان مدت حساب کنید.

**پاسخ:**

(الف) مساحت درب برابر است با

$$A = 2 \times 0.8 = 1.6 \text{ m}^2$$

با توجه به جدول ۶-۶ گرمای شارش شده برابر است با

$$Q = K \frac{At\Delta\theta}{L} = 0.08 \times \frac{1.6 \times 1 \times 3}{4 \times 10^{-2}} = 96 \text{ J}$$

(ب) برای مساحت پنجره‌ی شیشه‌ای داریم

$$A_1 = 0.5 \times 0.5 = 0.25 \text{ m}^2$$

گرمای شارش شده از پنجره‌ی شیشه‌ای برابر است با

$$Q_1 = K_1 \frac{A_1 t \Delta\theta}{L_1} = 1 \times \frac{0.25 \times 1 \times 3}{0.5 \times 10^{-2}} = 1500 \text{ J}$$

مساحت قسمت چوبی درب هنگامی که روی آن پنجره‌ی شیشه‌ای نصب شده برابر است با

$$A_2 = A - A_1 = 1.6 - 0.25 = 1.35 \text{ m}^2$$

گرمای شارش شده از قسمت چوبی درب برابر است با

$$Q_2 = K_2 \frac{A_2 t \Delta\theta}{L_2} = 0.08 \times \frac{1.35 \times 1 \times 3}{4 \times 10^{-2}} = 81 \text{ J}$$

یعنی گرمای شارش شده‌ی کل در حالت اخیر عبارت است از

$$Q' = Q_1 + Q_2 = 1500 + 81 = 1581 \text{ J}$$



## همرفتی

**راهنمای تدریس:** از آنجا که در روش همرفتی مولکول‌ها جابه‌جا می‌شوند، این روش تنها در شاره‌ها (مایع‌ها و گازها) امکان‌پذیر است. برای شروع این قسمت انجام فعالیت زیر پیشنهاد می‌شود.

**مثال ۲-۱۳**

یک سر یک مبدل آهنی ۳ جری را در آب جوش و سر دیگر آن را در یک محفظه آب و یخ قرار می‌دهیم. اگر شعاع مقطع مبدل ۹ سانتی‌متر باشد، چه مقدار انرژی در هر دقیقه از طریق رسانش در مبدل منتقل می‌شود؟

حل: مساحت سطح مقطع مبدل برابر است با:

$$A = \pi r^2 = \pi (9 \text{ cm})^2 = 254.47 \text{ cm}^2$$

با به کار بردن معادله (۱۸-۳) و با استفاده از مقدار  $k$  برای آهن از جدول (۳-۴) داریم:

$$Q = \frac{kA\Delta T}{L} = \frac{79 \text{ W/m}\cdot\text{K} \cdot 254.47 \text{ cm}^2 \cdot (100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C})}{0.01 \text{ m}} = 2.0 \times 10^6 \text{ W}$$

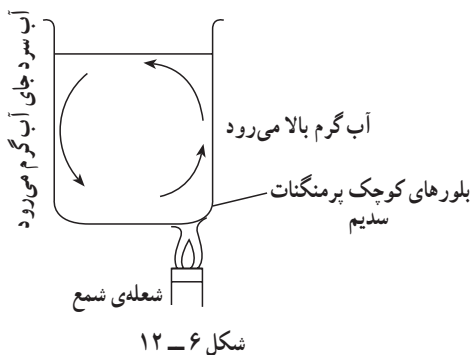
همرفتی: در سبب انبساط مایع‌ها داریم که اگر در یک نقطه درون مایع به آن گرما بدهیم، دمای آن نقطه بالا می‌رود و با افزایش دما حجم مایع در اطراف آن نقطه زیاد و چگالی کم می‌شود. کمترین چگالی باعث بالا رفتن مایع با دمای زیادتر شده و مایع با دمای کمتر جای آن را می‌گیرد. این حرکت مایع باعث انتقال گرما به همه نقاط ظرف می‌شود.

جریان همرفتی را می‌توانیم به سادگی با انجام آزمایش زیر مشاهده کنیم. لولهٔ شیشه‌ای مستطیلی شکلی را که در شکل (۱۲-۶) نشان داده شده است بر آب می‌کنیم و با یک چراغ الکلی با انرژی آنرا در نقطه A گرم می‌کنیم. اگر چند قطره مایع رنگی از نقطه A به درون لوله بریزیم، حرکت مایع را به خوبی می‌توانیم مشاهده کنیم. همراه با این حرکت، مایع در همه‌جای لوله گرم می‌شود.

جریان همرفتی در هوا نیز وجود دارد. در یک روز آفتابی زمین و سطحها با دریافت انرژی از نور خورشید گرم می‌شوند و دمای لایهٔ هوایی مجاور خود را زیاد می‌کنند. هوای با دمای زیادتر به بالا می‌رود و هوای با دمای کمتر جای آن را می‌گیرد. این جریان هوایی رو به بالا در برخی نقاط می‌تواند بسیار شدید باشد.



شکل ۱۲-۶ - نمایش جریان همرفتی



بشری را تقریباً تا لبه از آب با دمای کم پر کنید و بر روی سه پایه قرار دهید. هنگامی که سطح آب آرام شد تعدادی بلور کوچک پرمنگنات پتاسیم را در یک طرف بشر بیندازید (شکل ۱۲-۶). با استفاده از شعله‌ی شمع یا چراغ، بشر را درست در زیر بلورها به آرامی گرم کنید. ملاحظه خواهیم کرد که رگه‌های بنفش رنگ به همراه آب گرم روی بلورها بالا می‌آیند، سپس در طرف دیگر بشر پایین می‌روند و آب درون بشر به چرخش در می‌آید. این جریان آب، جریان همرفتی نامیده می‌شود.

## فعالیت پیشنهادی

کمک دانش‌آموزان انجام دهید. پس از آن دانش‌آموزان باید بتوانند با جمع‌بندی کتاب درسی در خصوص این روش برسند و هم‌چنین بتوانند جریان همرفتی در یک شاره (مایع یا گاز) را به کمک تغییر چگالی توضیح دهند. از آنجا که پیش از این

**ادامه‌ی راهنمای تدریس:** آزمایشی که در شکل ۱۵-۶ کتاب درسی آمده است در واقع همان هدف فعالیت پیشنهادی را دنبال می‌کند. با توجه به امکانات مدرسه هر کدام را که مناسب می‌دانید برای شروع تدریس مبحث همرفتی انتخاب کنید و به

علت تغییر چگالی به وجود می‌آید و در این جریان تمام ذره‌های ماده جابه‌جا می‌شوند و انرژی گرمایی را با خود می‌برند.

دانش‌آموزان یاد گرفته‌اند که با افزایش دمای یک شماره چگالی آن کاهش می‌یابد (به جز چند مورد استثنا)، لذا باید بتوانند در این قسمت توضیح دهند که در جریان همرفتی حرکت مایع یا گاز به

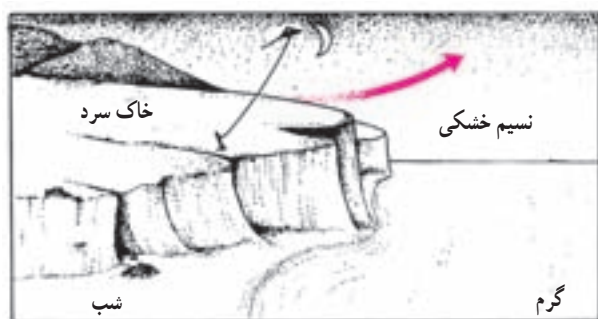
## فعالیت ۶-۱۳

برای انجام دقیق‌تر و کامل‌تر این فعالیت توجه دانش‌آموزان را به دانستنی همرفتی طبیعی هوا جلب نمایید.

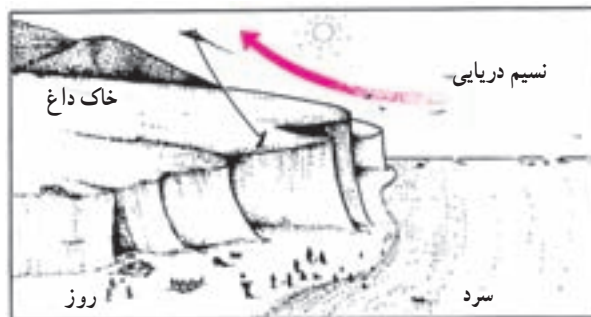
### دانستنی

#### همرفتی طبیعی هوا

نسیم و باد اغلب به این علت ایجاد می‌شوند که دمای ناحیه‌ای از هوا بیش‌تر می‌شود در حالی که دمای ناحیه‌ی مجاور آن ثابت می‌ماند. برای مثال، هوا در شهرها و در مکان‌های صنعتی که دمای آن بیش‌تر از هوای منطقه‌های غیر شهری است بالا می‌رود و هوای این منطقه‌ها جای آن را می‌گیرد و به این ترتیب باد ایجاد می‌شود. در ساحل اغلب بین خشکی و دریا اختلاف دما وجود دارد. تغییر دمای آب دریا به دلیل گرمای ویژه‌ی بالای آب، بین شب و روز اندک است، اما دمای خشکی در آفتاب بیش‌تر از دمای دریاست و در شب کم‌تر از آن می‌شود. در روز که دمای خاک زیاد شده است دمای هوای اطراف خاک را بیش‌تر می‌کند، هوا بالا می‌رود و نسیم‌های دریایی را به وجود می‌آورد (شکل ۶-۱۳-الف). در شب، هوای اطراف دریا بالا می‌رود و هوای سردتر از خشکی جای آن را می‌گیرد و به این ترتیب نسیم‌های خشکی به وجود می‌آیند (شکل ۶-۱۳-ب).



(ب)



(الف)

شکل ۶-۱۳

## تابش

**راهنمای تدریس:** پس از اشاره به آنچه در کتاب درسی در خصوص این روش آمده است می‌توانید فعالیت پیشنهادی زیر را نیز برای مقایسه‌ی تابش گرمایی از سطوح تیره و براق انجام دهید.

**فعالیت ۱۴-۶**  
در باره جهت وزش نسب از خشکی به طرف دریا و برعکس در ساعت‌های مختلف سیاه‌روز تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

**مقاله آزاد**

و آلودگی هوا: در بعضی شرایط خاص بین زمین و لایه‌های هوای گرم‌تر که معمولاً همراه با دود و آلودگی‌های دیگر هوای شهری به بالا صعود کرده است. بک لایه‌های سرد قرار می‌گیرد. در این وضعیت لایه‌ای آلوده و با دمای زیادتر به دلیل وجود آلاینده‌ها در آن قسمت عمده انرژی خورشیدی را می‌گیرد و مانع نفوذ آن به لایه‌های ساکن زمین می‌شود. در نتیجه هوای آلوده شهری دیگر امکان بالارفتن پیدا نمی‌کند. این پدیده را آلودگی هوا می‌نامند.

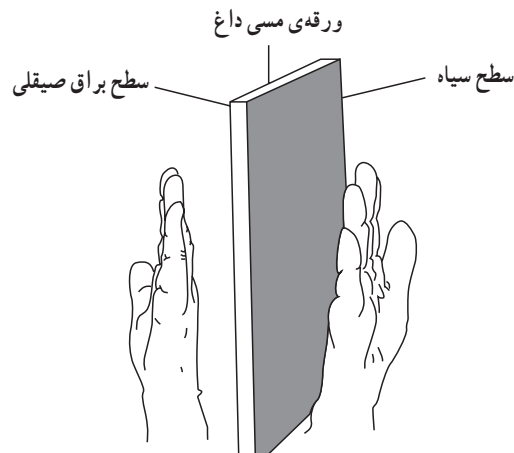
این پدیده ازهای زمین‌بازی و سلامتی افراد دارد. کودکان، سالمندان و کسانی که از بیماری‌های تنفسی رنج می‌برند در چنین شرایطی بهتر است درون خانه‌ها بمانند.

تابش: همه‌ی ما تجربه‌ی گرم شدن در نور خورشید را داریم. این نور برای رسیدن به ما از خلاء می‌گذرد. این نوع انتقال گرما را که نیاز به محیط مادی ندارد، تابش می‌نامند. سرعت انتقال گرما از طریق تابش بسیار زیاد است. اگر در مقابل نعله بایستید، گرمای آتش را روی پوست خود احساس می‌کنید. در این هنگام، اگر شخصی بین شما و نعله قرار گیرد، در همان لحظه که نعله پنهان می‌شود، احساس گرما روی پوست شما نیز از بین می‌رود و باز هنگامی که شخص کنار رود احساس گرما با همان سرعت بازمی‌گردد.

همه‌ی جسمها، در حال تابش از سطح خود هستند. در نتیجه همه‌ی جسمها تابش جسمهای دیگر را که در اطراف آنها قرار دارند دریافت می‌کنند. از این تابش دریافتی بخشی را جذب می‌کنند آنگاه باعث زیادتر شدن دمای آنها می‌شود و بخش دیگری را باز می‌تابانند. آن جسمهایی که سطح صیقلی‌تری دارند بازتابش بیشتری انجام می‌دهند و بخش کوچکی از تابش دریافتی را جذب می‌کنند.

۱۴۴

یک ورقه‌ی مسی ضخیم اختیار کنید و یک طرف آن را به رنگ سیاه و طرف دیگر آن را تا آن جایی که امکان دارد صیقلی کنید و آن را توسط یک گیره فلزی روی پایه‌ای فلزی سوار کنید و به آن گرما دهید. از دانش‌آموزان بخواهید که پشت دست‌های خود را مطابق شکل ۱۴-۶ در دو طرف ورقه و نزدیک سطوح آن قرار دهند و احساس خود را بیان کنند.



شکل ۱۴-۶

## ۵-۶ قانون گازها

**راهنمای تدریس:** از آن جا که دانش آموزان در فصل پنجم با ویژگی گازها آشنا شده‌اند در ابتدای این بخش ضمن مروری بر ویژگی گازها به کمک دانش آموزان، رفتار گازهای کامل را بیان کنید و سعی نمایید تا دانش آموزان به خوبی به تفاوت گازهای واقعی و گازهای کامل توجه کنند. پس از آن قانون گازهای کامل را به صورتی که در کتاب درسی آمده است بررسی کنید. لازم به توضیح است که دانش آموزان در کتاب شیمی سال اول با قانون‌های بویل - ماریوت و شارل - گی لوساک آشنا شده‌اند.

**قانون گازها**

دیده که گازها هم مانند مایعات و جامدات با زیاد شدن دما افزایش حجم پیدا می‌کنند. اگر بخوانیم آن افزایش حجم صورت بگیرد باید فشار بیش‌تری و گاز وارد کنیم. دانشمندی چون بویل، ماریوت، شارل و گی لوساک با انجام آزمایش‌های متعدد و دقیق، رابطه بین حجم و فشار، حجم و دما، فشار و دمای گازها را مورد بررسی قرار دادند.

پسند این بررسی‌ها را می‌توان چنین بیان کرد:

برای مقدار جسی از یک گاز کامل، کمیت  $\frac{PV}{T}$  همی حاصل ضربت فشار گاز در حجم آن تقسیم بر دمای گاز و حسب کثرت همواره ثابت است. یعنی اگر در یک فرآیند، حجم و فشار و دمای مقدار معینی از یک گاز کامل را از  $V_1$  و  $P_1$  و  $T_1$  به  $V_2$  و  $P_2$  و  $T_2$  برسانیم داریم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad (14-6)$$

دما در این رابطه بر حسب کثرت است. یکاهای فشار در دو طرف رابطه و همین‌طور یکاهای حجم در دو طرف باید یکسان باشند.

گازهای واقعی معمولاً به طور کامل از این قانون پیروی نمی‌کنند.

آزمایش‌ها نشان می‌دهند که رفتار یک گاز واقعی، حوجه فشار آن کم‌تر باشد، بیش‌تر به رفتار گاز کامل نزدیک است. گازهای واقعی در دماهای کم‌تر از دمای نقطه جمان دیگر به حالت گاز نیستند و مایع می‌شوند.

---

**مثال ۱۴-۶**

حجم نمونه موتور یک اتومبیل  $125 \text{ cm}^3$  است. این نمونه جاری مخلوطی از هوا و بنزین در فشار یک اتمسفر است. اکنون اگر حجم نمونه را بر دمای ثابت به  $125 \text{ cm}^3$  برسانیم، فشار آن چقدر می‌شود؟

حلی چون دما ثابت است داریم:

در نتیجه رابطه (۱۴-۶) به صورت زیر درمی‌آید:

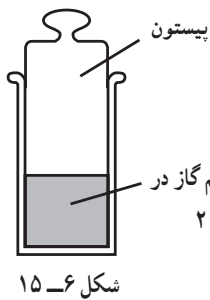
$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (14-6)$$

از این رابطه را حدود  $250$  سال پیش بویل انگلیسی و ماریوت فرانسوی به طور مستقل از یک‌دیگر بدست آوردند و به قانون بویل - ماریوت مشهور است.

## تمرین پیشنهادی



شکل ۱۵-۶ مقداری گاز به حجم  $100 \text{ cm}^3$  را در دمای  $20^\circ \text{C}$  نشان می‌دهد.



با فرض ثابت ماندن فشار گاز،

(الف) در چه دمایی حجم گاز دو برابر می‌شود؟

(ب) در چه دمایی حجم گاز به  $50 \text{ cm}^3$  می‌رسد؟

**پاسخ:** (الف) با استفاده از رابطه  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$  داریم  $T_2 = 586 \text{ K}$ .

(ب)  $T_2 = 146 / 5 \text{ K}$

## تمرین پیشنهادی



بادکنکی محتوی ۴ لیتر هوای  $20^\circ \text{C}$  است. اگر بادکنک را به عمق ۱۵ متری زیر سطح دریاچه‌ای ببریم، حجم

آن به  $1/6$  لیتر می‌رسد. دمای آب در این عمق چقدر است؟ فشار در سطح دریاچه  $10^5 \text{ Pa}$  است.

**پاسخ:** ابتدا فشار کل را در عمق ۱۵ متری دریاچه به کمک رابطه  $P_2 = \rho gh + P_1$  به دست می‌آوریم که

برابر  $10^5 \times 1.5 / 2$  خواهد شد. سپس با استفاده از رابطه  $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$  داریم  $T_2 = 293 \text{ K}$ .

همان‌طور که دیده می‌شود این مقدار با دمای اولیه‌ی هوا برابر است. اگر مسئله را بخواهیم دقیق‌تر حل کنیم

باید از مقدار دقیق  $P$  هنگام محاسبه‌ی فشار در عمق ۱۵ متری دریاچه استفاده کنیم.



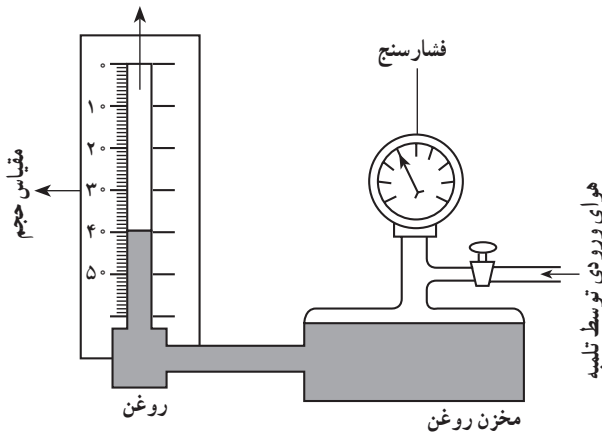
### قانون بویل - ماریوت

شکل ۶-۱۶ یکی از انواع دستگاه‌هایی را نشان می‌دهد که برای بررسی قانون بویل - ماریوت مورد استفاده قرار می‌گیرد. این دستگاه شامل ستونی از هواست که در بالای ستونی از روغن محبوس است. فشار لازم توسط یک تلمبه به روغن درون مخزن وارد می‌شود. یک فشارسنج، فشار هوای بالای روغن داخل مخزن را اندازه می‌گیرد. این فشار به دلیل وجود ستون قائم روغن کمی بیش‌تر از فشار هوای محبوس در لوله است، اما به دلیل ناچیز بودن می‌توان از آن چشم‌پوشی کرد.

ابتدا هوا به درون مخزن پمپ می‌شود تا این که فشارسنج به پیشینه‌ی درجه‌ی خود برسد. شیر را می‌بندیم و طول ستون هوای محبوس و هم‌چنین فشار P را یادداشت می‌کنیم. سپس شیر را باز می‌کنیم و اجازه می‌دهیم کمی هوا خارج شود، بعد دوباره آن را می‌بندیم و یک دسته اندازه‌گیری دیگر را یادداشت می‌کنیم. این کار را تا جایی ادامه می‌دهیم تا فشارسنج دوباره فشار جو را نشان دهد. با رسم نمودار تغییرات فشار گاز برحسب حجم به این نتیجه می‌رسیم که PV برابر مقدار ثابتی است، زیرا تغییرات حجم و فشار وارون یکدیگرند. توجه کنید که برای به دست آوردن حجم گاز، باید طول ستون هوای محبوس را در سطح مقطع لوله‌ای که هوا در آن محبوس است ضرب کنیم.

در یک آزمایش نوعی مقادیر جدول ۶-۱۱ حاصل شده و نمودار تغییرات فشار برحسب حجم در شکل ۶-۱۷ آمده است.

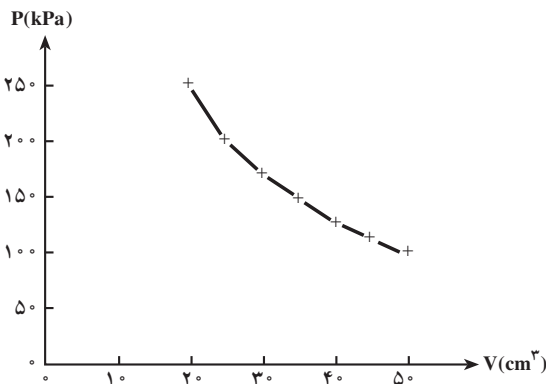
هوای محبوس (با جرم و دمای ثابت)



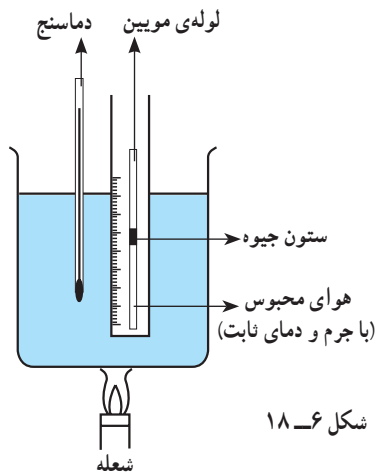
شکل ۶-۱۶

جدول ۶-۱۱

فشار (kPa)	حجم (cm <sup>3</sup> )
۱۰۰	۵۰
۱۱۱	۴۵
۱۲۵	۴۰
۱۴۳	۳۵
۱۶۷	۳۰
۲۰۰	۲۵
۲۵۰	۲۰



شکل ۶-۱۷

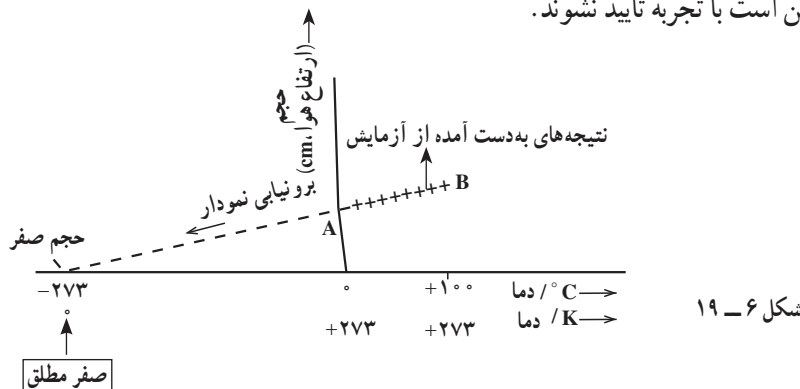


### قانون شارل - گی لوساک

شکل ۱۸-۶ یک دستگاه ساده را برای اثبات قانون شارل - گی لوساک نشان می‌دهد. این دستگاه شامل یک لوله‌ی مویین است که انتهای پایین آن بسته است.

به کمک ستون کوچکی از جیوه مقداری هوا در لوله محبوس شده است. یک خط کش مدرج به لوله وصل می‌شود تا طول ستون هوای محبوس را بتوان به آسانی یادداشت کرد. لوله‌ی مویین و خط کش مدرج در بشر پر از آبی در کنار دماسنج قرار داده می‌شوند. ابتدا دمای آب و طول ستون هوا

یادداشت می‌شود. سپس آب را تا حدود  $10^{\circ}\text{C}$  گرم می‌کنند. پس از مدتی گرمای آب به هوای محبوس منتقل می‌شود. در این حال دمای هوا و طول ستون آن را یادداشت می‌کنند. این عمل را چندین بار تکرار می‌کنند. چون قطر داخلی لوله ثابت است، حجم هوای محبوس  $V$  با طول ستون هوا متناسب است. با افزایش دما، جیوه به طرف بالای لوله حرکت می‌کند، در نتیجه فشار اعمال شده بر هوای محبوس همواره ثابت است. نمودار شکل ۱۹-۶ نتایج حاصل از یک آزمایش نوعی را نشان می‌دهد. همان طور که دیده می‌شود تغییرات حجم برحسب دما یک خط راست است، یعنی نسبت  $\frac{V}{T}$  مقدار ثابتی است. به طوری که نمودار نشان می‌دهد در  $^{\circ}\text{C}$  حجم نمونه‌ای از هوا صفر نیست. اگر خط راست  $AB$  را به سمت دماهای پایین تر ادامه دهیم در نقطه‌ای با محور دما برخورد می‌کند. به نظر می‌رسد این نقطه دمایی را نشان می‌دهد که در آن حجم هوا صفر می‌شود. فرایند ادامه دادن یک نمودار فراتر از گستره‌ی نتیجه‌های تجربی، برونیابی نامیده می‌شود. از این فرایند برونیابی باید با احتیاط استفاده شود، زیرا همه‌ی مشخصه‌های به دست آمده ممکن است با تجربه تأیید نشوند.



از نمودار حجم - دما در این آزمایش نمی‌توان دریافت که در زیر  $^{\circ}\text{C}$  چه روی می‌دهد. با برونیابی نمودار فرض کرده‌ایم که هوا در دماهای زیر  $^{\circ}\text{C}$  همانند دماهای بالای  $^{\circ}\text{C}$  منبسط یا منقبض می‌شود.

## حل تمرین های فصل ششم

**تمرین های فصل ششم**

۱- هنگامی درجه بندی سلسون را با استفاده از کتاب فیزیک (۱) و آزمایشگاه بررسی کنید.  
 ۲- دمای زیر را بر حسب درجه سلسون مشخص کنید:  
 الف-  $214^{\circ}\text{C}$     ب-  $273^{\circ}\text{C}$     ج-  $273^{\circ}\text{K}$   
 ۳- هنگامی که با دماسنج جویای دمای آب را اندازه می گیرید، موقع خواندن دما باید مخزن دماسنج عموداً درون آب باشد. وقتی وقتی دماسنج دمای آب را اندازه می گیرید، دماسنج را از محل تماس با آب بیرون می آورید. چه اتفاقی در دما را می خواند. چه تفاوتی بین دماسنج برآنگهی و دماسنج جویای معمولی وجود دارد که این روش اندازه گیری را توصیه می کند؟  
 ۴- هنگامی که  $1$  کیلوگرم آب را با گرمکن طوطور در آب به مدت  $2$  دقیقه گرم می کنید، دمای آب  $3^{\circ}\text{C}$  بالا می رود.  
 الف- توان متوسط گرمکن را حساب کنید.  
 ب- اگر همین گرمکن آب را به مدت  $9$  دقیقه گرم کند، دمای آنرا چندتر افزایش خواهد داد؟  
 ۵- دمای یک قطعه فلز  $10$  کیلوگرمی را توسط یک گرمکن  $20$  واتر در  $10$  دقیقه از  $10^{\circ}\text{C}$  به  $30^{\circ}\text{C}$  رساندیم. این آزمایش برای گرمای روزانه فلز چه مقداری را ارائه می دهد؟ حسن می زند که این توان از مقدار واقعی برای گرمای روز بیشتر است یا کمتر؟ توضیح دهید.  
 ۶- چه روش های پیشنهاد می کنید که نسبتاً یک آزمایش اندازه گیری ظرفیت گرمایی گرمکن و با یک آزمایش اندازه گیری گرمای روز از دقت بیشتری برخوردار باشد؟ توضیح دهید.  
 ۷- اگر گرمکنی به جرم  $900$  گرم از مس ساخته شده است، یک قطعه  $20$  گرمی از یک ماده نامعلوم همراه با  $20$  گرم آب به درون گرمکن ریخته می شود. دمای این مجموعه  $30^{\circ}\text{C}$  است. در این هنگام  $1000$  گرم آب  $10^{\circ}\text{C}$  به گرمکن اضافه می شود، دمای تعادل  $27^{\circ}\text{C}$  می شود. گرمای ویژه ماده نامعلوم را محاسبه کنید.  
 ۸- به یک جسم چانه  $20$  کیلوگرمی توسط یک گرمکن  $100$  واتر گرمای  $1000$  جولی منتقل می شود. تغییرات دمای این جسم با زمان در شکل (۱۶-۳) نشان داده شده است.

شکل ۱۶-۳

۱- به فصل دوم کتاب فیزیک (۱) و آزمایشگاه مراجعه کنید.

۲- باید از رابطه ی تبدیل  $\theta(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273$  استفاده شود.

۳- این مسئله به تفاوت در ساختمان دماسنج های پزشکی به دماسنج های معمولی باز می گردد. همان طور که دانش آموزان در فصل دوم فیزیک (۱) و آزمایشگاه دیده اند بالای مخزن جیوه در دماسنج پزشکی، تنگ شدگی ایجاد شده است تا جیوه پس از بالا رفتن از لوله ی دماسنج، نتواند به مخزن بازگردد. تنها پس از چند بار تکان دادن به این گونه دماسنج ها می توان جیوه را به مخزن آن برگرداند.

$$Q = mc\Delta\theta = (1\text{kg})(4200\text{ J/kg}^{\circ}\text{C})(3^{\circ}\text{C}) = 12600\text{ J} \quad \text{۴- الف)}$$

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{12600\text{ J}}{5 \times 60\text{ s}} = 420\text{ W}$$

$$Q = Pt = (420\text{ W})(9 \times 60\text{ s}) = 22680\text{ J} \quad \text{ب)}$$

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 22680\text{ J} = (1\text{kg})(4200\text{ J/kg}^{\circ}\text{C})\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 54^{\circ}\text{C}$$

$$\left. \begin{aligned} Q &= Pt \\ Q &= mc\Delta\theta \end{aligned} \right\} \Rightarrow (50\text{ W}) \times (11\text{ s}) = (0.06\text{ kg}) \times c \times (2^{\circ}\text{C})$$

$$\Rightarrow c = 458\text{ J/kg}^{\circ}\text{C} \quad \text{۵-}$$

از آن جا که مقداری از گرمای داده شده به قطعه فلز، تلف می شود بنابراین مقدار به دست آمده برای  $c$  کوچک تر از مقدار واقعی است.

۶- تا آن جایی که امکان دارد باید گرماسنج به خوبی عایق بندی شده باشد تا اتلاف گرما از طریق آن به حداقل ممکن برسد. هم چنین از دماسنج هایی با دقت بالا برای اندازه گیری دما استفاده شود.

۷- اگر ظرفیت گرمایی گرماسنج را با  $A$ ، دمای تعادل را با  $\theta_e$ ، دمای آب درون گرماسنج را با  $\theta_1$  و دمای آبی که به گرماسنج ریخته می شود را با  $\theta_2$  نشان دهیم خواهیم داشت.

$$A(\theta_e - \theta_1) + m_1 c_w (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_x (\theta_e - \theta_2) + m_3 c_w (\theta_e - \theta_2) = 0$$

$$A = mc = (0 / 2 \text{ kg})(380 \text{ J/kg}^\circ\text{C}) = 76 \text{ J/}^\circ\text{C}$$

$$(76 \text{ J/}^\circ\text{C})(52 - 30) + (50 \times 10^{-3} \text{ kg})(4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C})(52 - 30)$$

$$+ (80 \times 10^{-3} \text{ kg}) \times c_x \times (52 - 30) + (0 / 1 \text{ kg})(4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C})(52 - 70) = 0$$

با حل این معادله  $c_x$  به دست می آید.

الف - چه زمانی طول می کشد تا این جامد به نقطه ذوب خود برسد؟  
 ب - با استفاده از نمودار گرمای ویژه جامد و گرمای نهان ویژه ذوب آن را محاسبه کنید.  
 ۸ - گرمکنی در هر ثانیه ۲۰۰ ژول انرژی فراهم می کند. چه مدت زمان طول می کشد تا این گرمکن ۱ کیلوگرم آب ۱۰۰°C را به بخار آب ۱۰۰°C تبدیل کند؟ این گرمکن در همین مدت زمانی چه مقدار بخار ۱۰۰°C را به آب ۱۰۰°C تبدیل می کند؟  
 ۱۰ - یک گرمکن که با آهنگ ثابت ۵۰۰ وات انرژی تولید می کند، به طور کلی در یک قطعه بخار بزرگ با دمای ۱۰۰°C گداخته شده است. در مدت ۱۲۲۰ ثانیه ۲ کیلوگرم آب با دمای ۱۰۰°C تولید می شود. گرمای نهان ویژه ذوب بخار را حساب کنید.  
 ۱۱ - یک گرمکن ۵۰۰ واتی غوطه ور در آب به طور کلی در ۱۰۰ گرم آب درون یک گرماسنج قرار داده می شود.  
 الف - این گرمکن در مدت یک دقیقه دمای آب و گرماسنج را از ۲۰°C به ۲۵°C می رساند. ظرفیت گرمایی گرماسنج را حساب کنید.  
 ب - چه مدت طول می کشد تا دمای آب درون گرماسنج از ۲۵°C به نقطه جوش (۱۰۰°C) برسد؟  
 ب - چه مدت طول می کشد تا ۲۰ گرم آب درون این گرماسنج به بخار تبدیل شود؟  
 ۱۲ - با استفاده از مدارهای ضرب تناسب طولی در جدول (۳-۶)، انبساط تراشه با طول اولیه ۲۵ متر، در اثر افزایش دمای آن از ۱۰°C تا ۲۰°C را حساب کنید.  
 ۱۳ - با استفاده از جدول (۳-۶) حساب کنید که چه مقدار افزایش دما باعث می شود که طول یک خط کش ۱/۵ میلی متری و نیز ۱/۱ میلی متری افزایش یابد.  
 ۱۴ - در روزی که دما ۱۰°C است برای بنجرهای نیشداری به طول ۶۰۰ سانتی متری، واری بین نیش نیشداری، فاصله کوچکی به اندازه ۱/۴۵ میلی متر بین نیشه و چارچوب منظور شد. روزی که دما ۲۵°C است مشاهده می شود که این فاصله از بین رفته است. با جستجویی از انبساط چارچوب بنجر، ضرب تناسب نیشه را حساب کنید.  
 ۱۵ - از نیشه بنجرهای به عرض ۲ متر و ارتفاع ۱ متر و ضخامت ۴۰۰۰ :  
 الف - در یک روز زمستانی که دمای بیرون ۱۰°C و دمای درون اتاق ۲۰°C است چه مقدار گرما در هر ثانیه به خارج منتقل می کند؟  
 ب - چه مقدار انرژی در طول یک روز به این ترتیب تلف می شود؟

۸ - الف) ۳۰۰ s

$$\left. \begin{aligned} Q &= mc\Delta\theta \\ Q &= Pt \end{aligned} \right\} \Rightarrow (1000 \text{ W}) \times (300 \text{ s}) = (0 / 5 \text{ kg}) \times c \times (80 - 20) \quad (\text{ب})$$

$$\Rightarrow c = 10000 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$Q = mL_F \Rightarrow (1000 \text{ W})(1000 \text{ s}) = (0 / 5 \text{ kg})L_F$$

$$\Rightarrow L_F = 10000 \text{ J/kg}$$

۹ - قسمت اول :

گرمای مورد نیاز برای تبدیل مورد نظر برابر است با

$$Q = mL_V = (0 / 1 \text{ kg})(2256 \times 10^3 \text{ J/kg}) = 225600 \text{ J/kg}$$

$$Q = Pt \Rightarrow 225600 = (200 \text{ W})t \Rightarrow t = 1128 \text{ s}$$

قسمت دوم :

$$Q = mL_F$$

$$(225600 \text{ J/kg}) = m(334 \times 10^3 \text{ J/kg}) \Rightarrow m = 0 / 675 \text{ kg}$$



$$Q = mL_F \Rightarrow Pt = mL_F \quad -10$$

$$(\Delta \cdot W)(132 \text{ s}) = (2 \text{ kg})L_F \Rightarrow L_F = 3/3 \times 10^5 \text{ J/kg}$$

$$Q = Pt = (\Delta \cdot W)(t) = 3000 \text{ J} \quad (11 - \text{الف})$$

$$Q = A\Delta\theta + mc\Delta\theta$$

$$3000 \text{ J} = A \times (\Delta^\circ \text{C}) + (0/1 \text{ kg})(4200 \text{ J/kg}^\circ \text{C})(\Delta^\circ \text{C})$$

$$A = 180 \text{ J/}^\circ \text{C}$$

$$Q = A\Delta\theta + mc\Delta\theta \quad (\text{ب})$$

$$= (180 \text{ J/}^\circ \text{C})(75^\circ \text{C}) + (0/1 \text{ kg})(4200 \text{ J/kg}^\circ \text{C})(75^\circ \text{C})$$

$$= 45000 \text{ J}$$

$$Q = Pt \Rightarrow (45000 \text{ J}) = (\Delta \cdot W)t \Rightarrow t = 900 \text{ s}$$

$$Q = mc\Delta\theta + mL_V \quad (\text{ب})$$

$$= (20 \times 10^{-3} \text{ kg})(4200 \text{ J/kg}^\circ \text{C})(8^\circ \text{C}) + (20 \times 10^{-3} \text{ kg})(2256 \times 10^3 \text{ J/kg})$$

$$= 6720 \text{ J} + 45120 \text{ J} = 51840 \text{ J}$$

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta\theta = (12 \times 10^{-6} \text{ C}^{-1})(25 \text{ m})(4^\circ \text{C}) \quad -12$$

$$= 12 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta\theta \Rightarrow 1/1 \times 10^{-3} \text{ m} = (19 \times 10^{-6} \text{ C}^{-1})(0/5 \text{ m})\Delta\theta \quad -13$$

$$\Delta\theta = 115^\circ \text{C}$$

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta\theta \quad -14$$

$$(1/35 \times 10^{-3} \text{ m}) = \alpha \times 6 \text{ m} \times 25^\circ \text{C} \Rightarrow \alpha = 0/9 \times 10^{-5} \text{ C}^{-1}$$

$$Q = K \frac{At\Delta\theta}{L} \quad (15 - \text{الف})$$

$$= (1 \text{ J/s.m.K}) \frac{(2 \text{ m} \times 1 \text{ m}) \times (1 \text{ s}) \times (2^\circ \text{C})}{(4 \times 10^{-3} \text{ m})} = 10^4 \text{ J}$$

(ب) هر شبانه روز برابر 86400 ثانیه است. بنابراین

$$Q = (86400 \text{ s})(10^4 \text{ J/s}) = 8/64 \times 10^8 \text{ J}$$

(ب) هر سال 3/1536 \times 10^7 s است. بنابراین

$$Q = K \frac{At\Delta\theta}{L} = (1 \text{ J/s.m.K}) \frac{(2 \text{ m} \times 1 \text{ m}) \times (3/1536 \times 10^7 \text{ s}) \times (8^\circ \text{C})}{(4 \times 10^{-3} \text{ m})}$$

$$= 126144 \times 10^6 \text{ J}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{(10 \text{ cm}^3)}{(293 \text{ K})} = \frac{(20 \text{ cm}^3)}{T_2} \quad -16$$

$$T_2 = 586 \text{ K} = 313^\circ \text{C}$$

ب- اگر در طول سال دمای داخل اتاق به طور متوسط  $18^{\circ}\text{C}$  بالاتر از دمای بیرون باشد چه مقدار انرژی توسط رمانتس از همین یک پنجره تلف می‌شود؟

۱۶- گازی در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  دارای حجم  $100\text{cm}^3$  است. این گاز را باید تا چه دمای گرم کنیم تا حجم آن در فشار ثابت  $200\text{cm}^3$  شود؟ این گاز در همین فشار در چه دمای دارای حجم  $500\text{cm}^3$  خواهد شد؟

۱۷- هوا با فشار یک اتمسفر درون استوانه‌ای یک دستگاه باد دوچرخه به طول  $200\text{cm}$  محبوس است.

الف- اگر طول استوانه را در دمای ثابت به  $300\text{cm}$  افزایش دهیم، فشار هوای محبوس چه قدر خواهد شد؟

ب- برای آن که در دمای ثابت فشار هوای محبوس  $3$  اتمسفر شود، طول استوانه را چه قدر باید کاهش دهیم؟

۱۸- تار یک تومپل حاوی مقدار معینی هواست. هنگامی که دمای هوا  $17^{\circ}\text{C}$  است فشار اندازه‌گیری شده در تار  $4$  اتمسفر بیش از فشار جو است. پس از یک تومپل‌زنی بسیار سریع، فشار هوای تار دوباره اندازه‌گیری می‌شود. مشاهده می‌شود که فشار  $4/3$  اتمسفر بیش از فشار جو است. دمای هوای درون تار در این وضعیت چه قدر است (حجم تار را ثابت بگویید)؟

۱۹- در شکل ۶-۱۸، نواره هرون از پشمی دان مصری عهد باستان نشان داده شده است. فرض کنید که ظرف B در ابتدا پر و ظرف C خالی است. توضیح دهید چرا آب از لوله D فوران می‌کند؟



شکل ۶-۱۸

برای حالت دوم داریم

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{(100 \cdot \text{cm}^3)}{(293\text{K})} = \frac{(500 \cdot \text{cm}^3)}{T_2}$$

$$T_2 = 1466 / 5 = 293.2\text{K} = 20^{\circ}\text{C}$$

۱۷- الف) اگر سطح مقطع دستگاه باد دوچرخه را A فرض کنیم داریم

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow (1 \text{ atm})(24 \text{ cm} \times A) = P_2 (30 \text{ cm} \times A)$$

$$P_2 = 0.8 \text{ atm}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow (1 \text{ atm})(24 \text{ cm} \times A) = (3 \text{ atm})(AL) \quad (\text{ب})$$

$$L = 8 \text{ cm}$$

۱۸- توجه کنید فشار هوای درون تار به صورت پیمانه‌ای داده شده است که باید هنگام جای گذاری در رابطه

فشار هوا به آن اضافه شود.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{3 \text{ atm}}{290 \text{ K}} = \frac{3 / 3 \text{ atm}}{T_2}$$

$$T_2 = 319 \text{ K} = 46^{\circ}\text{C}$$

۱۹- با ورود آب به ظرف C، هوای درون آن و لوله‌ای اتصال به ظرف B (که در ابتدا پر است) فشرده می‌شود و همین امر سبب افزایش فشار هوای روی آب درون ظرف B می‌شود به طوری که این فشار از فشار هوای بالای لوله‌ی D بیش تر است و سبب فوران آب از لوله‌ی D می‌شود.