



# تعیین صفر مطلق به روشی ساده

عضو هیئت علمی دانشگاه خوارزمی  
افسر علیزاده عظیمی



## اشاره

می پنداشت. اگر این نقطه را مبنایی جدید برای سنجش دما در نظر بگیریم، مقیاس دیگری برای دما به دست می آید که مقیاس کلوین نامیده شده و با K نشان داده می شود. حال، رابطه کلوین و سلسیوس را در نظر می گیریم:

$$T(K) = T(C) + 273/15 \quad (1)$$

اگر قانون شارل با مقیاس کلوین بیان شود، چنین خواهیم داشت:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (2)$$

که در آن  $V_1$  و  $T_1$  به ترتیب حجم و دمای اولیه نمونه گاز است و  $V_2$  و  $T_2$ ، حجم و دمای همان نمونه را پس از تغییر کردن در فشار ثابت، نشان می دهد. در این معادله حجم برحسب میلی لیتر، و دما در مقیاس کلوین بیان می شود. آزمایشی که در پی می آید در چهار مرحله نکته‌هایی را برای دانش‌آموزان روشن می کند و به درک بهتر قانون شارل می انجامد.

**کلیدواژه‌ها:** قانون شارل، صفر مطلق، مقیاس کلوین، آزمایشگاه شیمی

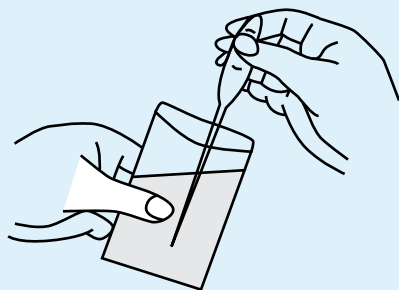
در کتاب‌های دوره متوسطه روش‌های ساده‌ای برای بیان قانون شارل ارائه نشده است. هدف از آزمایشی که در پی می آید رفع این کاستی و تفهیم قانون یاد شده همراه با مفهوم دمای کلوین و صفر مطلق برای دانش‌آموزان است. این آزمایش با وسایلی ساده و ارزان انجام می شود و از این رو حتی در منزل نیز به کمک یک قطره‌چکان امکان انجام آن وجود دارد.

آموزش رسم نمودار حجم بر حسب دما و رسیدن به دمای  $273^\circ\text{C}$  از ویژگی‌های این آزمایش است.

## مقدمه

دما و فشار، هر دو، بر حجم مقدار معینی از گازها اثر می گذارد. شارل، شیمی دان فرانسوی، به رابطه میان دما و حجم به این ترتیب پی برد که «در فشار ثابت در حالی که دما تغییر می کند، می توان حجم یک گاز ۲، مانند هوا، را به دست آورد» و نمودار تغییرات حجم بر حسب دما را رسم کرد. این نمودار نشان می دهد رابطه مستقیمی میان تغییر دما و حجم گاز وجود دارد. اگر خط نمودار ادامه پیدا کند تا به حجم صفر برسد، با محور دما در نقطه  $273/15$  - برخورد خواهد داشت که همان صفر مطلق است و در دمای پایین تر از آن، گاز به حالت مایع در می آید.

کلوین، دانشمند انگلیسی، صفر مطلق را نماینده نقطه صفر معرفی کرد زیرا رسیدن به دماهای پایین تر از آن را غیرممکن



شکل ۱ روش پر کردن قطره‌چکان

## مرحله ۲

قطره‌چکان را وارونه کنید. مخزن را به آرامی فشار دهید تا آب، قطره‌چقاره از آن خارج شود. به دقت تعداد قطره‌ها را بشمارید. از آنجا که هر میلی‌لیتر آب شامل ۲۰ قطره می‌شود، با تقسیم تعداد قطره‌ها بر ۲۰، حجم قطره‌چکان به دست می‌آید. این عدد را در جدول ۱ یادداشت کنید.

## مرحله ۳

### وسایل و مواد مورد نیاز:

قطره‌چکان ۱mL، بشر ۵۰۰mL، دماسنج (۰-۱۰۰°C)،

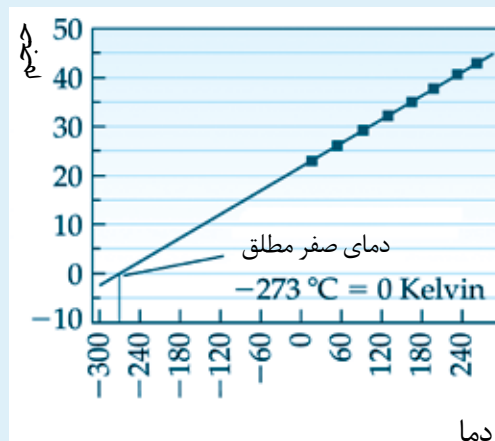
گرم‌کن برقی یا چراغ گاز، تشتک آب یا کاسه‌ای که قطر دهانه آن ۲۰cm باشد.

## روش کار

- بشر را آب بریزید و دماسنج را چنان در آن قرار دهید که مخزن آن با کف بشر تماس نداشته باشد. سپس بشر را روی گرم‌کن برقی بگذارید.
- وقتی دمای آب به ۱۲°C رسید، قطره‌چکان را به مدت ۳ دقیقه در بشر نگه دارید تا دمای درون قطره‌چکان به دمای آب بشر برسد. سپس هوای درون قطره‌چکان را خارج کنید.
- قطره‌چکان را روی آب تشتک به‌طور شناور بگذارید. در این حال، مقداری آب به درون قطره‌چکان کشیده می‌شود. پس از یک دقیقه که مقدار آب درون قطره‌چکان ثابت ماند، آن را بیرون بیاورید. این مقدار آب، هم حجم با گاز یا هوایی است که وقتی قطره‌چکان به دمای اتاق رسید، آن را خارج کردید. با دستمال سطح بیرونی قطره‌چکان را خشک کنید.

## مرحله ۴

در این مرحله حجم قطره‌چکان در دمای ۱۰°C بالاتر از دمای اتاق تعیین می‌شود. برای این کار مانند مرحله ۲ عمل کنید: قطره‌چکان را از تشتک آب بردارید و آهسته، وارونه کنید. با فشار دادن مخزن قطره‌چکان، آب آن را خارج کنید و به دقت تعداد قطره‌های آب را بشمارید. این تعداد را به تعداد قطره‌های اولیه بیفزایید و سپس حجم قطره‌چکان در این مرحله را به‌دست



## طرح کلی

در دماهای مختلف حجم یک گاز، مانند هوا، تعیین می‌شود. مرحله نخست برای تعیین حجم یک قطره‌چکان طراحی شده است که با پر و خالی کردن آن از آب انجام می‌گیرد. سپس افزایش حجم همان قطره‌چکان پس از گرم شدن در دماهای مختلف اندازه‌گیری و یادداشت می‌شود. برای سرعت بخشیدن به نتیجه‌گیری از آزمایش، بهتر است داده‌ها در جدولی مانند جدول ۱ ثبت شود.

تغییرات دما و حجم هوا				
حجم کل بر حسب mL	مجموع قطره‌های اولیه و قطره‌های حاصل از انبساط	تعداد قطره‌های خارج شده از قطره‌چکان	تعداد قطره‌های آب خارج شده از قطره‌چکان کامل‌پر	دما (°C)
$V_1 + V_2$	$V_1 + V_2$ (mL)	گرماده معادل حجم هوای منبسط شده $V_1$ (mL)	آب معادل حجم اولیه قطره‌چکان $V_1$ (mL)	
				دمای اتاق
				+۱۰°C
				+۲۰°C
				+۳۰°C

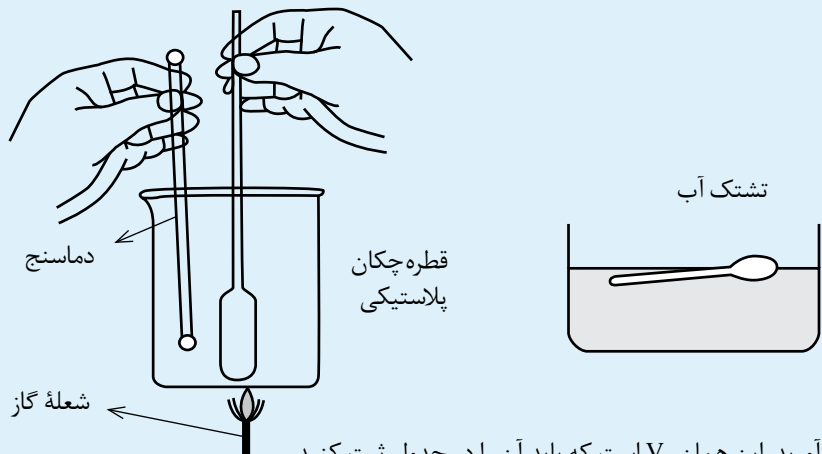
جدول ۱

## مرحله ۱

مواد و وسایل مورد نیاز: بشر ۵۰۰mL، قطره‌چکان پلاستیکی ۱mL، آب

## روش کار

- با توجه به شکل ۱ بشری محتوی آب را به‌طور مایل در دست چپ بگیرید و با دست راست، قطره‌چکان را به حال شناور در آب نگه دارید.
- مخزن قطره‌چکان را فشار دهید و آن را از آب پر کنید. برای این کار قطره‌چکان را به‌طور عمودی نگه دارید به‌طوری‌که مخزن آن در پایین قرار گیرد و لوله آن روبه بالا باشد. سپس چند بار به مخزن ضربه بزنید تا قطره‌های چسبیده به لوله، وارد آن شوند. قطره‌چکان را دوباره در آب ببرید. این کار را چند بار تکرار کنید تا قطره‌چکان کاملاً پر شود.



شکل ۲ روش قرار دادن قطره چکان در آب گرم و شنا کردن آن در تشتک آب

آورید. این همان  $V_p$  است که باید آن را در جدول ثبت کنید. برای دماهای دیگر، نخست قطره چکان را خالی کنید و با تکرار آنچه در بالا گفته شد  $V_p$  و  $V_g$  را- برای نمونه، در دمای  $20^\circ\text{C}$  و  $30^\circ\text{C}$  درجه سلسیوس بالاتر از دمای اتاق- نیز به دست آورید.

**محاسبه**

برای نمونه فرض می کنیم دمای اتاق  $20^\circ\text{C}$  باشد. اگر دمای آب،  $10^\circ\text{C}$  از دمای اتاق بالاتر رود، چنین خواهیم داشت:

$$T_1 = 20^\circ\text{C}$$

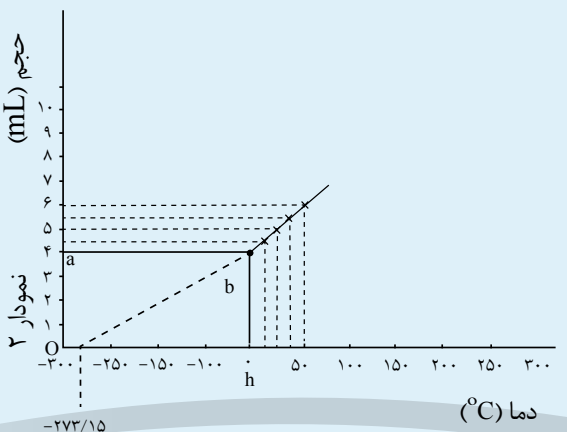
$$T_2 = 10^\circ\text{C}$$

$$T = T_1 + T_2 = 20 + 10 = 30^\circ\text{C}$$

$n_1$  = تعداد کل قطره های آب در دمای اتاق  
 $n_2$  = تعداد قطره های آب در دمای بالاتر از دمای اتاق  $10^\circ\text{C}$  (برای نمونه)

$$V = \frac{n_1 + n_2}{20}$$

حجم هوا- که همان حجم آب افزوده شده به حجم اولیه قطره چکان است- برحسب mL روی محور  $Y$  و دماهای در نظر گرفته شده برحسب درجه سلسیوس روی محور  $X$  نشان داده می شود.



- پرسش ها**
- از روی نمودار خطی رسم شده، حجم هوا را در دمای  $60^\circ\text{C}$  و  $25^\circ\text{C}$  درجه سلسیوس به دست آورید.
  - دمای صفر مطلق را روی نمودار مشخص کنید.
  - شیب نمودار را در دمای صفر درجه سلسیوس به دست آورید سپس بگویید دمای  $0^\circ\text{C}$  برابر با چند کلوین است.
  - از برخورد خط نقطه چین با محور  $x$  چه دمایی به دست می آید؟ حجم هوا را در این نقطه تعیین کنید.
  - از رابطه میان دمای سلسیوس و کلوین تعیین کنید دمای  $50^\circ\text{C}$  برابر با چند کلوین است.
  - با توجه به رابطه زیر، درصد خطای آزمایش یا مقدار عددی صفر مطلق را به دست آورید.

$$\text{درصد خطا} = \frac{-(273/15) - \text{صفر مطلق به دست آمده از راه آزمایش}}{-273/15}$$

۷. چرا آب به درون قطره چکان گرم شده کشیده می شود؟

**منابع**

- Buell, ph.; Jirad, J. Chemistry Fundamentals, Prentice Hall, 2003.
- علیزاده عظیمی، افسر؛ جبل عاملی، مهین؛ سردشتی، لیدا، آزمایش های شیمی دبیرستانی به روش نیمه میکرو برای دوره کامل متوسطه و المپیاد شیمی، انتشارات مستکران، ۱۳۹۲.
- روسو، تام، راهنمای آزمایشگاه شیمی، ترجمه افسر علیزاده عظیمی و مهین جبل عاملی و بیژن نهضتی، انتشارات فاطمی، ۱۳۸۱.

توصیه می شود دماها را از  $300^\circ\text{C}$  تا  $30^\circ\text{C}$  در نظر بگیرید