دما: برای مشخص کردن اینکه یک جسم چه مقدار گرم و یا سرد است باید از کمیتی استفاده کنیم که اطلاع دقیق از میزان گرمی و سردی اجسام به ما بدهد که این کمیت دما می باشد

تعریف دما: کمیتی است که میزان گرمی یا سردی اجسام را نشان می دهد.

توضیح دما از نظر میکروسکوپی: همه ی مواد از اتم ها و یا مولکول ها تشکیل شده اند که این اتم ها و مولکول ها همواره در حرکت اند و می دانیم که هر چیزی که حرکت داشته باشد انرژی جنبشی هم دارد پس اتم ها و مولکول ها انرژی جنبشی دارند. و از آنجایی که میانگین انرژی جنبشی ذرات ماده تعیین کننده ی دمای آن است پس هرچه میانگین انرژی جنبشی بیشتر باشد دمای آن جسم نیز بیشتر می باشد

سوال: توضیح دهید چرا با ضربه زدن به فلز با چکش دمای آن بالا می رود و گرمتر می شود؟

جواب: می دانیم که میانگین انرژی جنبشی مولکول ها و اتم های یک جسم تعیین کننده ی دمای جسم می باشند پس وقتی با ضربه زدن به فلز وقتی انرژی جنبشی اتم ها و مولکول های جسم زیاد می شود پس دمای آن نیز بیشتر می شود.

— وسیله ی اندازه گیری دما چیست؟ گفتیم که دما کمیت است و در فیزیک هر چیز قابل اندازه گیری کمیت است. پس دما باید با یک وسیله اندازه گیری شود که آن وسیله دماسنج است

— طریقه ی مدرج کردن دماسنج ها: جیوه ای و الکلی را توضیح دهید:

ابتدا مخزن دماسنج را درون مخلوط آب یخ قرار می دهیم به مایع درون دماسنج نگاه می کنیم می بینیم مرتب سر مایع پایین قرار دارد آنجا را علامت می زنیم و نقطه ی صفر می نامیم بعد دماسنج را در آب در حال جوش قرار می دهیم مرتب گرما مایع درون آن منبسط می شود و بالا می رود هر جا که ایستاد را علامت می زنیم و نقطه ۱۰۰ می نامیم بعد این فاصله را به صد قسمت مساوی تقسیم می کنیم که هر قسمت ۱ درجه ی سلسیوس است.

* برای مشخص کردن دمای یک جسم از سه مقیاس می توانیم استفاده کنیم:

سلسیوس - کلوین - فارنهایت.

$\theta(c)$ $T(K)$ $F(f)$

$T(K) = ۲۷۳ + \theta(c)$

(۱) $F = \frac{۹}{۵}\theta(c) + ۳۲$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

— حساب کنید دمای ذوب یخ و دمای جوش آب چند درجه‌ی کلوین و چند درجه‌ی فارنهایت است؟

ذوب یخ $\theta = 0^\circ C$

$T(K) = 273 + \theta(C) \rightarrow T(K) = 273\,K^\circ$

$F(f) = \frac{9}{5}\theta(C) + 32 \rightarrow F(f) = 32\,K^\circ$

جوش آب $\theta = 100^\circ C$

$T(K) = 273 + \theta(C) \rightarrow T(K) = 273 + 100 = 373\,K^\circ$

$F(f) = \frac{9}{5}\theta(C) + 32 \rightarrow F = \frac{9}{5} \times 100^{20} + 32 = 212\,f^\circ$

— اگر در یک روز از فصل زمستان دمای داخل اتاق $25^\circ C$ و دمای خارج اتاق $5^\circ C$ باشد حساب کنید اختلاف دمای بین داخل و خارج اتاق چند درجه سلسیوس و چند درجه فارنهایت و چند درجه کلوین می‌باشد؟

دمای اتاق
$\theta_2 = 25\,C^\circ$

$T_2(K) = 273 + \theta(C) = 273 + 25 = 298\,K^\circ$

$F_2 = \frac{9}{5}\theta(C) + 32 = \frac{9}{5} \times 25 + 32 = 77\,f^\circ$

دمای بیرون
$\theta_1 = 5\,C^\circ$

$T_1(K) = 273 + \theta(C) = 273 + 5 = 278\,K^\circ$

$f_1(f) = \frac{9}{5}\theta(C) + 32 = \frac{9}{5} \times 5 + 32 = 41\,f^\circ$

اختلاف دمای دو محیط برحسب سلسیوس
$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = 25 - 5 = 20\,C^\circ$

اختلاف دمای دو محیط برحسب کلوین
$\Delta T = T_2(K) - T_1(K) = 298 - 278 = 20\,C^\circ$

اختلاف دمای دو محیط برحسب فارنهایت
$\Delta F = F_2(f) - F_1(f) = 77 - 41 = 36\,f^\circ$

— صفر مطلق را تعریف کنید: هرچه انرژی جنبشی مولکولهای یک جسم کمتر شود دمای جسم نیز کمتر می‌شود طوری که اگر انرژی جنبشی مولکولها به صفر برسد دمای جسم نیز به صفر مطلق می‌رسد و حرکت مولکولهای جسم متوقف می‌شود پس پایین‌ترین دمای ممکن، صفر مطلق است که برابر است با $-273^\circ C$ یا $0\,K^\circ$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

— چرا در رادیاتور شوفاژ منازل از آب استفاده می‌کنند؟ از آنجایی که ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب بالاست پس یک آب داغ طول می‌کشد تا گرمای خود را از دست بدهد. چون برای خنک شدن باید گرمای زیادی از دست بدهد پس محیط را بهتر گرم می‌کند.

— چرا در کیسه‌های آب جوش از آب استفاده می‌کنند؟ از آنجایی که ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب بالاست پس برای اینکه خنک بشود باید گرمای زیادی از دست بدهد

— چرا در شمال کشور که مجاور آب هستند تغییر دماهای شدید نداریم؟ از آنجایی که ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب زیاد است پس در تابستان برای اینکه آب گرم بشود گرمای زیادی از محیط می‌گیرد و در زمستان برای اینکه دمای آب مقدار کمی کم بشود گرمای زیادی به محیط می‌دهد.

تذکر: از آنجایی که ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب بالا است برای اینکه دمایش کمی افزایش یابد به گرمای زیادی احتیاج دارد و برای اینکه دمایش کمی کاهش یابد گرمای زیادی را به محیط می‌دهد.

مثال: اگر بخواهیم دمای ۵۰۰ گرم مس را از ۲۰°C به ۴۰°C برسانیم به چه مقدار گرما احتیاج داریم؟

($C_{\text{مس}} = ۳۸۰ \ J/kg°C$)

$$\begin{cases} m = ۵۰۰g = \frac{۵}{۱۰} kg \\ c = ۳۸۰ \ J/kg°C \\ \theta_1 = ۲۰°C \\ \theta_2 = ۴۰°C \end{cases} \Rightarrow \Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$$

$$\Delta\theta = ۴۰ - ۲۰ = ۲۰$$

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$Q = \frac{۵}{۱۰} \times ۳۸۰ \times ۲۰ = ۳۸۰۰ J$$

مثال: اگر برای گرم کردن ~~۲۰۰~~ ۲۰۰ گرم از یک جسم با دمای ۱۰ درجه‌ی سلسیوس و رساندن آن به دمای ۵۰°C به ۳۳۶۰۰ J گرما احتیاج داشته باشیم ظرفیت گرمایی ویژه‌ی جسم چند $\frac{J}{kg°C}$ می‌باشد؟

$$m = ۲۰۰g = \frac{۲}{۱۰} kg$$

$$\theta_1 = ۱۰°C$$
$$\theta_2 = ۵۰°C \Rightarrow \Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = ۴۰°C$$

$$c = ?$$

$$Q = ۳۳۶۰۰ J$$

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$۳۳۶۰۰ = \frac{۲}{۱۰} \times c \times ۴۰$$

$$c = \frac{۳۳۶۰۰}{۸} = ۴۲۰۰ \ J/kg°C$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

گرما : مقدار انرژی که به دلیل اختلاف دما از جسمی به جسم دیگر انتقال می‌یابد گرما نامیده می‌شود.

تذکر : گرما همیشه از جسم با دمای بیشتر به جسم با دمای کمتر منتقل می‌شود.

— مقدار گرمایی که به یک جسم منتقل می‌شود به چه عواملی بستگی دارد؟

به جرم جسم ، هرچه جرم جسم بیشتر باشد به گرمای بیشتری احتیاج دارد تا دمایش بالا برود (m)

به اختلاف دما ، هرچه جسم سردتر باشد به گرمای بیشتری احتیاج دارد (مثلاً یک جسم صفر درجه برای اینکه به ۱۰۰ درجه برسد به گرمای زیادی احتیاج دارد ($\Delta\theta$)

به جنس جسم : میزان گرمایی که یک جسم می‌گیرد به جنس جسم نیز بستگی دارد که به آن ظرفیت گرمایی ویژه می‌گویند. (c)

$$Q = mc\Delta\theta \longrightarrow (\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1)$$

اختلاف دما ($^\circ C$)

Q یا مقدار گرمایی که یک جسم می‌گیرد (ژول) (J)

جرم جسم (kg)

ظرفیت گرمایی ویژه جسم ($\frac{J}{kg\,^\circ C}$)

تعریف ظرفیت گرمایی ویژه : مقدار گرمایی که یک کیلوگرم از جسم می‌گیرد تا دمایش یک درجه‌ی سلسیوس افزایش یابد.

$$c = \frac{Q \rightarrow \text{گرما}}{m\Delta\theta}$$

m یا کیلوگرم

$\Delta\theta$ درجه سلسیوس

— ظرفیت گرمایی یک جسم کمیت فرعی است یا اصلی؟ فرعی

— چرا برای خنک کردن موتور اتومبیل در رادیاتور از آب استفاده می‌کنیم؟

چون ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب بالاست پس طبق فرمول روبرو $Q = mc\Delta\theta$

گرمای زیادی از محیط می‌گیرد تا گرم شود پس از موتور اتومبیل گرمای زیادی می‌گیرد و آنرا خنک می‌کند

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال: اگر بخواهیم دمای یک جسم به ظرفیت گرمایی ویژه‌ی $420\ \frac{J}{kg\,^\circ C}$ را $10\,^\circ C$ افزایش دهیم به $4200\ J$ گرما احتیاج داریم جرم جسم را حساب کنید.

$C = 420\ \frac{J}{kg\,^\circ C}$

$\Delta\theta = 10\,^\circ C$

$Q = 4200\ J$

$m = ?$

$Q = mc\Delta\theta$

$4200 = m \times 420 \times 10$

$m = \frac{4200}{4200} = 1\ kg$

انتقال گرما از جسم گرمتر به جسم سردتر به سه روش انجام می‌شود:

۱) رسانش ۲) همرفت ۳) تابش

- رسانش: انتقال گرما از قسمت گرم‌تر یک جسم به قسمت سردتر همان جسم را رسانش می‌گویند.
- انتقال گرما از طریق رسانش را از دید میکروسکوپی توضیح دهید. هرگاه یک سر یک جسم در محیط گرم قرار بگیرد این اتم‌ها (اتم‌های مجاور شان را به ارتعاش بیشتر وادار می‌کنند و در نتیجه گرم می‌شوند به این ترتیب همه‌ی اتم‌های کناری نیز گرم می‌شوند و گرما به انتهای جسم می‌رسد.

البته در فلزات علاوه بر این موضوع، موضوع دیگری نیز در انتقال گرما به این روش کمک می‌کند زیرا فلزات الکترون‌های آزاد دارند و این الکترون‌ها نیز گرما را به انتهای جسم انتقال می‌دهند.

- به چه موادی رسانای خوب گرما می‌گویند؟ جامدهایی که یک یا چند الکترون آزاد در لایه‌ی آخر خود دارند به دلیل سست بودن این الکترون‌ها، گرما را به خوبی هدایت می‌کنند به همین خاطر به آن‌ها رسانای گرما می‌گویند مانند: نقره، مس، .....
- به چه مواد رسانای ضعیف گرما (عایق) می‌گویند؟ موادی که الکترون‌های لایه‌ی خارجی آن‌ها پیوند محکمی با اتم دارند و آزادانه حرکت نمی‌کنند که بتوانند گرما را منتقل کنند مانند پشم، چوب، شیشه، هوا.....
- دقت کنید که هوا رسانای ضعیف گرما است (عایق است) و یکی از دلایل اینکه موادی مانند پشم و پر... عایق گرما هستند این است که بین آن‌ها هوا وجود دارد.
- آب نیز رسانای ضعیف گرما است (عایق گرما است)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

- چرا کشاورزان دانه های گندم را در فصل پاییز می کارند؟

زیرا برف رسانای ضعیف گرما است و وقتی هوا خیلی سرد است برفی که روی دانه های گندم قرار دارد مانع این می شود که گرمای زمین به بیرون منتقل شود.

- چرا در زمستان و هوای خیلی سرد سطح آب دریاها یخ می زند اما ماهی ها در داخل آب زنده اند؟

زیرا آبی که در سطح دریا یخ می زند، این یخ رسانای ضعیف گرما است و مانع این می شود که آب زیرین گرمای خود را به راحتی از دست بدهد.

- آیا اجسام عایق به طور کامل از عبور گرما جلوگیری می کنند؟ خیر عایق فقط آهنگ انتقال گرما را کند می کند یعنی باعث می شود گرما خیلی دیر عبور کند.

آهنگ رسانش گرما: آهنگ رسانش گرما در یک جسم به عوامل زیر بستگی دارد:

۱) جنس جسم (رسانندگی گرمایی) K

۲) مساحت مقطع (مساحتی از جسم که با محیط گرم در تماس است) A

۳) طول جسم که بین محیط گرم و سرد قرار دارد مثلاً برای پنجره، ضخامت پنجره و برای یک میله که یک سر آن در محیط گرم قرار دارد طول میله می باشد. L

۴) اختلاف دمای گرم و سرد. $\Delta T = (T_H - T_L)$

$$H = \frac{Q}{t} = \frac{KA\Delta T}{L} \qquad \Delta T = T_H - T_L$$

مثال: حساب کنید در یک روز زمستانی که دمای بیرون $2^\circ C$ و دمای داخل اتاق $20^\circ C$ آهنگ رسانش گرما از دیواری که ابعاد آن 2^m و 3^m می باشد و ضخامت آن $10\,cm$ است چند J/s است؟ $(K = 0.6\ J/s\,m\,^\circ C)$

$\Delta\theta$ برابر

$$H = \frac{KA\Delta T}{L}$$

$\theta_L = 2^\circ C$, $\theta_H = 20^\circ C$ $\Rightarrow \Delta\theta = 18^\circ C$

$L = \frac{10}{100}\,m = 0.1\,m$ $\quad A = 6\,m^2$

$$H = \frac{0.6 \times 6 \times 18}{0.1} = 648\ J/s$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال: اگر اختلاف دمای بین محیط بیرون و داخل اتاق $20^\circ C$ باشد حساب کنید از یک پنجره‌ی شیشه‌ای به ابعاد $1^m, 2^m$ و ضخامت $5mm$ در هر ثانیه چند ژول گرما تلف می‌شود؟

$\Delta\theta = 20^\circ C$

$A = 1 \times 2 = 2m^2$

$L = 5mm = 5 \times 10^{-3} m$

$Q = ?$

$t = 1$

$H = \frac{Q}{t} = \frac{KA\Delta T}{L}$ $\Delta\theta$ $(K = 5 \frac{J}{Smc})$

$\frac{Q}{1} = \frac{5 \times 2 \times 20}{5 \times 10^{-3}} = 40 \times 10^{+3} J$

مثال: اگر در یک روز زمستانی دمای بیرون اتاق $5^\circ C$ و دمای درون اتاق $30^\circ C$ باشد حساب کنید آهنگ رسانش گرما از یک پنجره به ابعاد $1^m, 2^m$ و به ضخامت $5mm$ چه مقداری باشد؟ همچنین حساب کنید در مدت $30min$ (۳۰ دقیقه) چند ژول گرما تلف می‌شود. $K = 5 \frac{J}{Smc}$

$\Delta\theta = \theta_H - \theta_L$

$\Delta\theta = 25^\circ C$

$\theta_L = 5^\circ C$

$\theta_H = 30^\circ C$

$A = 2m^2$

$L = 5mm = 5 \times 10^{-3} m$

$H = ?$

$t = 30min = 30 \times 60 = 1800 S$

$Q = ?$

$H = \frac{KA\Delta T}{L}$ $\Delta\theta$

$H = \frac{5 \times 2 \times 25}{5 \times 10^{-3}} = 50 \times 10^3 \frac{J}{S}$

$H = \frac{Q}{t} \rightarrow 50 \times 10^3 = \frac{Q}{1800}$

$Q = 50 \times 10^3 \times 1800 = 90000 \times 10^3$

$Q = 9 \times 10^7 J$

همرفت:

انتقال گرما به روش همرفت را توضیح دهید: قسمتی از مایع و یا گاز گرم شود حجمش زیاد می‌شود زیرا منبسط می‌شود و طبق فرمول $\rho = \frac{m}{V}$ چگالی‌اش کم می‌شود یعنی سبک‌تر می‌شود و بالا می‌آید و هوا یا مایع سرد و سنگین‌تر است جای آن را می‌گیرد.

پس انتقال گرما از طریق جابجا شدن خود ماده (قسمت گرم و سرد) همرفت می‌گویند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تابش: انتقال گرما و انرژی که به وسیله‌ی امواج الکترومغناطیس صورت می‌گیرد تابش گرمایی نامیده می‌شود در این نوع انتقال گرما هرچه جسم گرمتر باشد تابش بیشتری انجام می‌دهد.

انبساط گرمایی: می دانیم که هرچه جسمی را گرمتر کنیم جنبش مولکولهای آن بیشتر می‌شود و در نتیجه جسم منبسط می‌شود می‌توان مثالهایی را بیان کرد:

اگر درپوش فلزی شیشه‌ی مربا را گرم کنیم زودتر و راحت‌تر باز می‌شود.

اگر دو لیوان که در داخل هم گیر کرده باشند داشته باشیم داخل لیوان داخلی آب سرد بریزیم و روی لیوان بیرونی آب گرم بریزیم به راحتی باز می‌شود.

و مثالهای دیگر -----

می‌توان گفت همه‌ی اجسام بر اثر افزایش دما منبسط می‌شوند اما این آهنگ انبساط برای اجسام مختلف متفاوت است.

از خاصیت انبساط گرمایی برای ساختن ترموستات استفاده می‌کنند که ترموستات در وسایلی مانند یخچال و سماور برقی و اتو ..... به کار می‌رود

هرگاه دما بالا رود (به اندازه‌ی تنظیم شده برسد) فلز ترموستات منبسط می‌شود در نتیجه خم می‌شود و این وسیله‌ی برقی خاموش می‌شود دوباره که سرد می‌شود طول آن به حد اولیه می‌رسد و دوباره دستگاه روشن می‌شود.

انبساط طولی: اگر جسمی فقط طول داشته باشد طول آن بر اثر افزایش دما منبسط می‌شود:

$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta$ ← تغییرات دما

ΔL: افزایش طول

L_1: طول اولیه

α: ضریب انبساط طولی

$L_2 = L_1 + \Delta L$

نکته: واحد ΔL و L_1 باید یکی باشد.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

انبساط سطحی: اگر جسمی طول و عرض داشته باشد (مساحت)، مساحت آن بر اثر افزایش دما منبسط می‌شود:

$$\Delta A = A_1 \times 2\alpha \times \Delta\theta \longrightarrow \text{تغییرات دما}$$

A_1: مساحت اولیه — ΔA: افزایش مساحت

$$A_2 = A_1 + \Delta A$$

انبساط حجمی: هرگاه جسمی حجم داشته باشد حجم آن بر اثر افزایش دما افزایش می‌یابد:

$$\Delta V = V_1 \times \beta \times \Delta\theta \longrightarrow \text{تغییرات دما}$$

β: ضریب انبساط حجمی — V_1: حجم اولیه — ΔV: افزایش حجم

$$\beta = 3\alpha$$

$$V_2 = V_1 + \Delta V$$

مثال: یک میله‌ی آهنی به طول $50\,cm$ در دمای $5^\circ C$ قرار دارد اگر دمای آن را به $50^\circ C$ برسانیم طول آن چه مقدار افزایش می‌یابد؟ $\left(\alpha_{\text{آهن}} = 12\times10^{-6}\,\frac{1}{K}\right)$

$$\Delta\theta = 50 - 5 = 45^\circ C$$

$$\Delta L = L_1 \times \alpha \times \Delta\theta \quad (\Delta\theta = \Delta T)$$

$$\Delta L = 50 \times 12\times10^{-6} \times 45 = 27000\times10^{-6} = 0/027\,cm$$

مثال: طول یک میله‌ی مسی در دمای $2^\circ C$، $2\,m$ می‌باشد اگر در اثر گرما دمای آن به $40^\circ C$ برسد طول آن به چند متر می‌رسد؟ $\left(\alpha = 17\times10^{-6}\,\frac{1}{K}\right)$

$\theta_1 = 2^\circ C$
$\theta_2 = 40^\circ C$
$L_1 = 2\,m$
$L_2 = ?$

$$\Delta L = L_1 \times \alpha \times \Delta\theta$$
$$\Delta L = 2\times17\times10^{-6}\times38$$
$$\Delta L = 1292\times10^{-6} = 0/001292\,m$$
$$L_2 = L_1 + \Delta L \rightarrow L_2 = 2 + 0/001292 = 2/001292\,m$$

مثال: طول و عرض یک ورقه‌ی آهنی $40\,cm$ و $20\,cm$ می‌باشد اگر دمای اولیه‌ی آن $5^\circ C$ باشد حساب کنید در دمای $55^\circ C$ مساحت آن چه مقدار منبسط می‌شود؟ $\left(\alpha_{\text{آهن}} = 12\times10^{-6}\right)$

$$A_1 = 20\times40 = 800\,cm^2$$
$$\theta_1 = 5^\circ C$$
$$\theta_2 = 55^\circ C \rightarrow \Delta\theta = 50^\circ C$$

$$\Delta A = A_1 \times 2\alpha \times \Delta\theta$$
$$\Delta A = 800\times2\times12\times10^{-6}\times50$$
$$\Delta A = 960000\times10^{-6} = 0/96\,cm^2$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

ابعاد یک ورقه‌ی مسی در دمای $2^\circ C$ برابر $20\,cm$ و $5\,cm$ می‌باشد حساب کنید مساحت آن در دمای $22^\circ C$ چه مقدار می‌شود؟ $\alpha = 17\times10^{-6}\,\frac{1}{K^\circ}$

$A_1 = 5\times20 = 100\,cm^2$

$\theta_1 = 2^\circ C$

$\theta_2 = 22^\circ C$ $\rightarrow \Delta\theta = 22-2 = 20$

$A_2 = ?$

$\Delta A = A_1\, 2\alpha\, \Delta\theta$

$\Delta A = 100\times2\times17\times10^{-6}\times20 = 68000\times10^{-6}$

$\Delta A = 0/068\,cm^2$

$A_2 = A_1 + \Delta A = 100 + 0/068 = 100/068\,cm^2$

مثال یک ظرف استوانه‌ای به مساحت مقطع $20\,cm^2$ و ارتفاع $10\,cm$ در دمای $5^\circ C$ قرار دارد. اگر دمای آن $20^\circ C$ افزایش یابد حجم آن چه مقدار افزایش می‌یابد؟ $\alpha_{\text{آلومینیوم}} = 23\times10^{-6}\,\frac{1}{K^\circ}$

$\begin{cases} A = 20\,cm^2 \\ h = 10\,cm \end{cases} \Rightarrow V = A\times h = 200\,cm^3$

$\theta_1 = 5^\circ C$

$\Delta\theta = 20^\circ C$

$\Delta V = ?$

$\Delta V = V_1\, 3\alpha\, \Delta\theta$

$\Delta V = 200\times3\times23\times10^{-6}\times20$

$\Delta V = 27600\times10^{-6} = 0/1276\,cm^3$

دانلود از اپلیکیشن پادرس