

Kankor Widget

ابزار کانکور

جدیدترین تکنالوژی آموزشی در سطح کشور

مقدار حرارت





فهرست مطالب

1	مقدار حرارت
1	حرارت مخصوصه.....
2	ظرفیت حرارتی.....
2	درجه حرارتی تعادل.....
3	انتقال حرارت
4	جریان حرارت Heat convection.....
4	تشعشع حرارت Heat Radiation
5	ذوبان و انجماد
5	قوانین ذوبان
6	قوانین انجماد
6	تبخیر و معیان
7	انبساط حرارتی.....
7	انبساط طولی.....
9	انبساط سطحی.....
10	انبساط حجمی.....
11	قانون تشعشع.....
11	طیف پیوسته

12انواع تشعشع

14قانون وین

15قانون سٹیفان- بولتزمن

17مأخذ

مقدار حرارت

اهداء کننده: ابزار کانکور

منبع: کتابخانه درخت دانش

جواز / دارنده حق چاپ: دامنه عمومی / CC0

مقدار حرارت

قبلاً مطالعه نمودیم که حرارت یک نوع انرژی می‌باشد. مقدار انرژی حرارتی که در یک جسم موجود است به نام مقدار حرارت همان جسم یاد می‌شود، واحد مقدار حرارت عبارت از کالوری (Calorie) است. یک کالوری مقدار حرارت است که درجه حرارت یک گرم آب خالص را یک درجه سانتی گرید بلند ببرد به طور مثال از $14.5^{\circ}C$ به $15.5^{\circ}C$ برای اندازه گیری مقدار حرارت واحد بزرگتر نیز وجود دارد، که این واحد مقدار حرارت کیلوکالوری kcal می‌باشد.

یک کیلو کالوری مقدار حرارت که برای گرم کردن یا سرد ساختن 1kg آب به یک درجه سانتی گرید داده شود. در سیستم MTS واحد مقدار حرارت ترمی Termy است و یک ترمی مقدار حرارتی است که برای بلند بردن درجه حرارت یک تن آب خالص به اندازه یک درجه سانتی گرید ضرورت است. همچنان در محاسبه حرارت از واحد دیگری به نام ژول Joule نیز استفاده می‌کنند، که رابطه بین واحدها فوق الذکر عبارت است از:

$$1J = 0.24Cal \Rightarrow 1cal = 4.2J$$

$$1kcal = 10^3 cal \Rightarrow 1cal = 10^{-3} Kcal$$

$$1T = 10^3 kcal \Rightarrow 1T = 10^6 cal$$

مقدار حرارت وابسته به سه کمیت ذیل است:

1. مقدار ماده‌ای که حرارت داده می‌شود (کثله جسم m).
2. درجه حرارت (T).
3. جنسیت ماده، نوعیت ماده که ارتباط به حرارت مخصوصه دارد (C).

مقدار حرارت یک جسم را از رابطه ذیل دریافت می‌نماییم:

$$Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \Rightarrow Q = m \cdot c \cdot \Delta t \dots\dots\dots(1)$$

حرارت مخصوصه

حرارت مخصوصه یک جسم مقدار حرارت است که درجه حرارت یک گرم آن را یک درجه سانتی گرید بلند ببرد. حرارت مخصوصه به C نشان داده می‌شود و با استفاده از رابطه (۱) می‌توان رابطه ذیل را برای حرارت مخصوصه (C) را دریافت نماییم:

$$C = \frac{Q}{m \cdot \Delta t} \dots\dots\dots(2)$$

واحدهای حرارت مخصوصه $\frac{cal}{g \cdot grad}$, $\frac{Kcal}{Kg \cdot grad}$ می باشد.

ظرفیت حرارتی

عبارت از توانای یک جسم در ذخیره نمودن مقدار انرژی حرارتی بین دو درجه حرارت می باشد، یعنی ظرفیت حرارتی نشان می دهد که یک جسم چقدر حرارت را بین دو درجه حرارت ذخیره می کند. که اکثراً ظرفیت حرارتی به A نشان داده می شود و به صورت عموم ظرفیت حرارتی عبارت از حاصل ضرب کتله جسم در حرارت مخصوصه آن است یا به عباره دیگر نسبت مقدار حرارت و درجه حرارت را ظرفیت حرارتی می نامند.

$$A = \frac{Q}{\Delta t}, \quad Q = m \cdot c \cdot \Delta t \Rightarrow A = \frac{m \cdot c \cdot \Delta t}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow A = m \cdot c \dots\dots\dots(3)$$

واحد ظرفیت حرارتی $\frac{cal}{grad}$, $\frac{Kcal}{grad}$ می باشد

درجه حرارتی تعادل

هرگاه دو جسم که درجه حرارت آن ها متفاوت باشند در مجاورت همدیگر قرار گیرند یا با هم مخلوط شوند. پس از یک مدت درجه حرارت هر دو جسم یکسان می شود، که این درجه حرارت به نام درجه حرارت تعادل و این حادثه را به نام تعادل حرارتی یاد می نمایند که تابع قوانین ذیل است:

- A. جسم گرم حرارت را از دست می دهد و جسم سرد آن را می گیرد.
- B. پس از یک مدت درجه حرارت آن ها یکسان می شود.
- C. مقدار حرارت از دست رفته مساوی به مقدار حرارت گرفته شده $Q_1=Q_2$.

اگر درجه حرارت تعادل به θ نشان داده شود، مقدار حرارت گرفته شده مساوی است به:

$$Q = m_1 \cdot c_1 \cdot (\theta - t_1) \dots\dots\dots(4)$$

و مقدار حرارت از دست رفته:

$$Q_2 = m_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - \theta) \dots\dots\dots(5)$$

باشد پس می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= Q_2 \Rightarrow m_1 \cdot c_1 \cdot (\theta - t_2) = m_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - \theta) \\
 m_1 \cdot c_1 \cdot \theta - m_1 \cdot c_1 \cdot t_1 &= m_2 \cdot c_2 \cdot t_2 - m_2 \cdot c_2 \cdot \theta \\
 m_1 \cdot c_1 \cdot \theta + m_2 \cdot c_2 \cdot \theta &= m_1 \cdot c_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot c_2 \cdot t_2 \\
 \theta \cdot (m_1 + m_2) &= m_1 \cdot c_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot c_2 \cdot t_2 \\
 \theta &= \frac{m_1 c_1 t_1 + m_2 c_2 t_2}{m_1 + m_2} \dots\dots\dots(6)
 \end{aligned}$$

انتقال حرارت

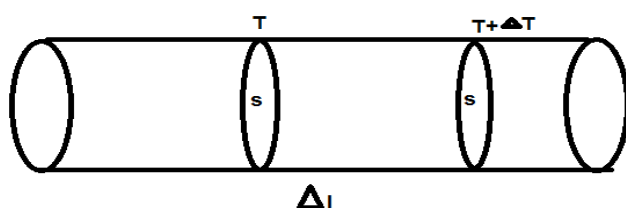
در صورتیکه انرژی حرارتی دو محیط از هم فرق داشته باشد، یک مقدار انرژی بین او محیط‌ها تبادل می‌شود، که این تبادل انرژی را انتقال حرارت یاد می‌کنند، که به صورت عموم حرارت بین محیط‌های متفاوت به سه طریقه هدایت، جریان و تشعشع انتقال می‌نماید، که ذیلاً هر یک از سه پروسه‌های مذکور را مورد مطالعه قرار می‌دهیم.

1) هدایت حرارت (Heat Conduction)

یک انجام میله فلزی را به جسم داغی تماس می‌دهیم در این حالت دیده می‌شود که بعد از مدت زمانی میله گرم شده و این گرمی به انجام دیگر آن نیز احساس می‌شود، به عبارت دیگر حرارت از جسم داغ به یک انجام میله فلزی و از آن به انجام دیگر آن انتقال نموده است.

در این عملیه اتم‌های جسم داغ به میله فلزی در اثنای تبادل حرارت، انتقال نمی‌نماید. همچنان اتم‌های انجام گرم میله به انجام دیگر آن تغییر محل نمی‌دهند بنابر آن هرگاه حرارت از یک محل به محل دیگری انتقال نماید بدون این که اتم‌ها یا مالیکول‌های جسم مذکور تغییر محل بدهند این عملیه انتقال حرارت را به نام هدایت حرارت یاد می‌شود.

هدایت حرارتی مواد مختلف متفاوت بوده و مربوط به نوعیت ماده می‌باشد. برای دانستن این موضوع انتشار حرارت را به طول یک میله استوانوی مطابق به تصویر (۱) را مورد مطالعه قرار می‌دهیم. قرار شکل دو مقطع S این استوانه را که از هم به فاصله Δl قرار داشته و درجه حرارت آن‌ها به ترتیب T و $T + \Delta T$ است در نظر می‌گیریم. تیوری نشان



میدهد که مقدار حرارت Q که از مقطع S عبور می‌کند مستقیماً متناسب به تفاوت درجه حرارت فی واحد طول یعنی $\frac{\Delta T}{\Delta l}$ مقطع S و زمان t می‌باشد،

یعنی:

تصویر (۱) انتقال حرارت را در امتداد یک میله نشان می‌دهد.

$$Q \approx S \cdot t \cdot \frac{\Delta T}{\Delta l} \dots\dots\dots(7)$$

$$Q = \lambda \cdot S \cdot t \frac{\Delta T}{\Delta l} \dots\dots\dots(8)$$

در این رابطه λ ضریب تناسب می‌باشد اگر Δl بسیار کوچک باشد در آن حالت رابطه فوق به شکل ذیل تبدیل می‌گردد.

$$Q = \lambda \cdot s \cdot t \cdot \frac{dT}{dl} \dots\dots\dots(9)$$

ثابت تناسب λ تابع نوعیت ماده بوده و به نام ضریب هدایت حرارتی و یا عدد هدایت حرارتی یاد می‌گردد که در سیستم

CGS عبارت از $\frac{cal}{grad.s.cm}$ است.

عدد هدایت حرارتی یک ماده مقدار حرارت را از جنس کالوری ارایه می‌کند که از مقطع میله که مساحت آن یک سانتی متر مربع و تفاوت درجه حرارت فی سانتی متر طول آن در یک درجه سانتی گرید است در یک ثانیه عبور می‌کند در داخل اجسام جامد حرارت تنها به طریق هدایت از یک محل به محل دیگری انتقال می‌نماید.

جریان حرارت Heat convection

اگر در یک اطاق بخاری را گرم نماییم در اثر حرارت بخاری مایکول های هوای نزدیک بخاری گرم شده و هوای اطراف آن انبساط می‌نمایند، که در نتیجه کثافت آن کم گردیده بالا می‌روند و مایکول های که هنوز گرم نیستند جای آن را می‌گیرند. این انتقال حرارت تا زمان ادامه پیدا می‌کند، که تمام هوای اطاق عین درجه حرارت را اختیار نماید این نوع انتقال حرارت را به نام جریان یاد می‌کنند، درگازات و مایعات انتقال حرارت عموماً به این طریق صورت می‌گیرد.

تشعشع حرارت Heat Radiation

می‌دانیم که بین زمین و آفتاب محیط مادی وجود ندارد بلکه خلا است اما به صورت متداوم حرارت آفتاب به زمین می‌رسد بنابراین موجودیت محیط مادی این حرارت نه به طریق هدایت و نه به طریق جریان به زمین میرسد این نوع انتقال حرارت را به نام تشعشع حرارتی یاد می‌کنند، در تشعشع حرارت موجودیت محیط مادی بی، بحیث واسطه انتقال ضروری نیست.

هر جسم داغ حرارت خود را به صورت تشعشع از دست می‌دهد. هرگاه درجه حرارت جسم مساوی به درجه حرارت محیط ماحول آن باشد در آن صورت جسم همان مقدار حرارتی را از خود تشعشع می‌کند که به قسم تشعشع از محیط جذب می‌کند، جسمی که مقدار حرارت بیشتری را نسبت به مقدار حرارت که از خود تشعشع می‌دهد، جذب کند در آن صورت

درجه حرارت جسم مذکور بلند می‌رود و گرم می‌شود. اگر مقدار حرارت را که جسم به قسم تشعشع از دست می‌دهد بیشتر از مقدار حرارتی باشد که جسم مذکور آن را جذب می‌نماید، جسم سرد تر شده می‌رود مقدار مجموعی تشعشع های که یک جسم از دست می‌دهد به طاقت چهارم درجه حرارت مطلقه و مساحت سطح جسم متناسب است، یعنی:

$$E \approx A \cdot T^4 \text{(10)}$$

$$E = \sigma \cdot A \cdot T^4 \text{(11)}$$

رابطه اخیر به نام قانون ستیفان بولتزمن یاد می‌گردد.

σ ضریب تناسب که قیمت آن $\frac{\text{watt}}{m^2 \cdot k^4} = 5.67 \times 10^{-8}$ است و A مساحت سطحی است که از آن تشعشع صورت می‌گیرد.

ذوبان و انجماد

تبدیل شدن جامد به مایع در اثر گرفتن حرارت توسط جسم ذوبان نامیده می‌شود، که برعکس آن یعنی تبدیل شدن مایع به جامد در اثر از دست دادن حرارت را انجماد می‌نامند، به خاطر داشته باشید که ذوب حالت عموم اجسام می‌باشد که در اثر گرفتن و یا از دست دادن حرارت بوجود می‌آید اما نقطه ذوب (نقطه ذوبان) عبارت از درجه معین حرارت می‌باشد که یک جسم جامد به مایع تبدیل می‌گردد. مثلاً اصطلاح ذوب شدن در یک پارچه یخ و یک پارچه فولاد دارای عین مفهوم تبدیل شدن جامد به مایع را می‌رساند اما نقطه‌ی ذوبان یخ $0^\circ C$ بوده در حالیکه نقطه ذوبان فولاد $1000^\circ C$ می‌باشد ذوب دارای دوشکل ذوب ساده و ذوب خمیری می‌باشد.

قوانین ذوبان

- A. هر جسم تحت فشار معین و درجه حرارت ثابت ذوب می‌شود که درجه حرارت ثابت را نقطه ذوبان می‌گویند.
- B. درجه حرارت جسم در مدت ذوب شدن ثابت می‌باشد.
- C. برای ذوب شدن جسم حرارت می‌گیرد بدون آن که درجه حرارت آن تغییر کند.
- D. تمام اجسام در موقع ذوب شدن تغییر شکل می‌کنند.

قوانین انجماد

- A. تحت فشار معین درجه‌ی حرارت انجماد هر جسم با درجه حرارت ذوب یکسان است یعنی هر جسم مایع در درجه حرارت معین شروع به انجماد میکند آن نقطه را نقطه انجماد میگویند که در عین نقطه جسم مذکور ذوب نیز می‌گردد.
- B. درجه حرارت هر نوع مایع در مدت انجماد ثابت است.
- C. در انجماد جسم حرارت را از دست می‌دهد تا بدون تغییر درجه حرارت جامد شود.
- D. عمل انجماد با تغییر حجم همراه است.

تبخیر و معیان

برای مطالعه حالت تبخیر و معیان، آب را که یک ماده کیمیای است مورد مطالعه قرار می‌دهیم. می‌دانیم که در طبیعت آب به حالت جامد (یخ)، مایع (آب) و گاز (بخار آب) وجود دارد. اگر یک توت‌یخ را حرارت دهیم به آب تبدیل می‌گردد، برعکس اگر آب را به اندازه کافی سرد سازیم به یخ مبدل می‌شود. هرگاه آب را حرارت دهیم آب به جوش آمده به بخار آب تبدیل می‌گردد در تمام جریان جوش خوردن درجه حرارت آب ثابت باقی می‌ماند. اگر بخارات آب را سرد سازیم، به مایع تبدیل می‌شود. چیزی را که در مورد آب مطالعه نمودیم تقریباً در باره تمام اجسام قابل تطبیق می‌باشد. یعنی اگر جسم جامد را حرارت بدهیم به یک درجه حرارت معین شروع به ذوب شدن می‌نماید. اگر همین جسم ذوب شده را دوباره سرد سازیم به همان درجه حرارت معین دوباره منجمد می‌شود انجماد و ذوب یک جسم همیشه به عین درجه حرارت به وقوع می‌پیوندد. که به نام های درجه حرارت ذوبان و درجه حرارت انجماد یاد می‌شوند. هر گاه به مایعات حرارت داده شود به بخار تبدیل می‌شوند هر قدر مقدار حرارت بیشتر باشد این عملیه به همان اندازه سریعتر صورت می‌گیرد تغییر حالت از مایع به بخار به نام تبخیر یاد می‌شود. در درجه حرارتی که مایع به جوش می‌آید به نام درجه حرارت غلیان یاد شده و این نقطه را نقطه غلیان می‌نامند عملیه معکوس غلیان را به نام میعان یاد می‌کنند. بعضی اجسام جامد به اثر ازدیاد درجه حرارت بدون آن‌که به مایع تبدیل شوند. مستقیماً به گاز تبدیل می‌گردند که این عملیه را به نام تصعید یاد می‌کنند.

میدانیم که به هر درجه حرارت یک تعداد از مالیکول های مایع از سطح مایع خارج می‌گردند و گفته می‌شود که مایع فرار کرده و تبخیر شده است. طوریکه قبلاً مطالعه نمودیم به یک درجه حرارت معین همه مالیکول های مایع دارای عین سرعت نمی‌باشند، بلکه سرعت آن‌ها به اطراف یک قیمت وسطی سرعت که مربوط همین درجه حرارت معین است توزیع می‌گردند. در نتیجه سرعت بعضی از مالیکول ها به سرحد نقطه غلیان میرسد و با این سرعت می‌توانند، مایع را ترک نموده و خارج شوند. تعداد این مالیکول ها مربوط به درجه حرارت بوده. به هر اندازه که درجه حرارت زیاد شود به همان تناسب سرعت وسطی مالیکول ها بیشتر می‌گردد. این بدین معنی است که هر اندازه درجه حرارت بلند برود مایع سریعتر تبخیر می‌شود. در اثر تبخیر عده‌یی از مالیکول ها از مالیکول ها سرعت وسطی مالیکول ها باقی مانده در ظرف کم گردیده و در نتیجه درجه حرارت این مالیکول ها پایین می‌آید. پس گفته می‌شود که مایع سرد شده است سرد شدن مایعات را در اثر تبخیر می‌توان در مورد آب مشاهده نمود مثلاً اگر شخصی تر شود، بسیار احساس سردی می‌کند علت این است که آب روی جلد شخص بزودی تبخیر شده و درجه حرارت آب باقی مانده روی جلد کم می‌گردد. علت سردی

زمین تر شده در روز های گرم تابستان و نتایج سردی محیط از باریدن باران زاده تبخیر آب است که گرمی را با خود می برد. برای این که جسمی را از حالت مایع به حالت بخار تبدیل نماییم باید به آن حرارت دهیم.

مقدار حرارتی که یک گرم آب ضرورت دارد تا به بخار تبدیل شود به نام حرارت تبخیر یاد می شود در هنگام تبخیر درجه حرارت آب ثابت می ماند. تا اینکه تمام آب به بخار تبدیل شود.

غلیان و یا جوش خوردن یک مایع عبارت از تبخیر است که نه تنها مربوط سطح مایع است بلکه مربوط به داخل مایع نیز می باشد در داخل مایع حباب های مشاهده می شوند که این حباب ها یعنی مایع بخار شده خود را به سطح مایع رسانده و فرار می کنند در داخل این حباب ها فشار حکم فرما است که تابع درجه حرارت مایع می باشد اگر این فشار بزرگتر از فشاری باشد که مایع تحت آن قرار دارد حباب ها متصاعد می گردند زیرا اگر فشار حباب ها کمتر از فشار مایع باشد در آن حالت حباب ها توسط مایع فشرده گردیده و دوباره به مایع تبدیل می شوند و نمی گذارند تا خود را به سطح مایع برسانند یک مایع به درجه حرارتی به جوش می آید که فشار بخار مساوی به فشار وارده بالای سطح مایع مثلاً فشار هوا باشد اگر جوش دادن در ظرف سر باز در هوا صورت بگیرد در آن صورت فشار بخار کاملاً مساوی به فشار هوا می باشد تحت فشار مشخص یک مایع همیشه به یک درجه حرارت معین به غلیان می آید از این جا نتیجه می شود که درجه حرارت غلیان یک مایع تابع فشار خارجی است.

انبساط حرارتی

تجارب متعدد نشان می دهد که اجسام در اثر ازدیاد درجه حرارت انبساط می نمایند. یعنی ابعاد و احجام آنها با تزايد درجه حرارت زیاد می گردند. به آسانی می توان نشان داد که اگر میله فلزی را گرم کنیم، طول آن تزايد می نماید و یا اگر آن را سرد سازیم طول آن کم می گردد و یا اگر مقدار آبی را گرم کنیم در حجم آن افزودی به عمل می آید و هرگاه آن را سرد نماییم در آن تنقیص رخ می دهد. در نتیجه انبساط و انقباض قوه های داخلی به ظهور می رسند که ممکن باعث شکستن اجسام گردند. مثلاً اگر نل شیشه ای را داخل شعله چراغ نماییم، قسمت که داخل شعله آتش شده دفعتاً انبساط نموده و به قسمت های مجاور که هنوز سرد اند و انبساط نه نموده اند فشار وارد می کند و باعث شکستن آن می گردد. برعکس اگر نل شیشه ای داغ را دفعتاً داخل آب سرد نماییم در اثر انقباض شیشه خواهد شکست.

انبساط طولی

همان طوری که قبلاً گفتیم در طول یک میله فلزی در اثر افزایش درجه حرارت افزودی به عمل می آید. فرضاً طول میله در درجه حرارت t_0 ، L_0 باشد، اگر درجه حرارت آن را به t درجه برسانیم در آن صورت طول آن برابر به L خواهد شد قرار شکل (۲) پس افزایش طولی عبارت است از:

$$\Delta L = L - L_0 \dots\dots\dots(12)$$



تجارب نشان می‌دهد که افزایش طولی مستقیماً متناسب به طول اولی L_0 و همچنان به تغییرات درجه حرارت $\Delta t = t - t_0$ ارتباط مستقیم داشته، بنابر آن می‌توانیم بنویسیم که:

$$\Delta L \approx L_0 \cdot \Delta t$$

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta t \quad \dots\dots\dots(13)$$

در رابطه (۱۳) ضریب انبساط خطی بوده و می‌توانیم آن را قرار ذیل بنویسیم:

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta t} \cdot [c^0] \quad \dots\dots\dots(14)$$

قیمت α برای فلزات مختلف متفاوت است به صورت عموم می‌توان طول L را توسط رابطه ذیل بدست آورد:

$$L = L_0 + \Delta L = L_0 + \alpha L_0 \Delta t$$

$$L = L_0 (1 + \alpha \cdot \Delta t) \quad \dots\dots\dots(15)$$

مثال ۱) میله آهنی 20m طول دارد. بلند ترین درجه حرارت تابستان $50c^\circ$ و پایین ترین درجه حرارت در زمستان $20c^\circ$ در نظر گرفته شود.

تزايد طولی آن را در تابستان در یافت نمایید.

تناقص طولی آن را در زمستان در یافت نمایید.

فرق بین طول های آن را در تابستان و زمستان دریابید در صورتیکه ضریب انبساط خطی آن $\frac{1}{c^\circ} 17 \times 10^{-6}$ باشد؟

$$a) \Delta L = \alpha L_0 \Delta t \Rightarrow \Delta L = 20m \cdot 17 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ C} \cdot 50^\circ C \Rightarrow \Delta L = 1.7cm$$

$$\Rightarrow L_1 = L_0 + \Delta L \Rightarrow L_1 = 20m + 0.017m = 20.017m$$

$$b) \Delta L = \alpha L_0 \Delta t \Rightarrow \Delta L = 20m \cdot 17 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ C} \cdot (-20^\circ C) \Rightarrow \Delta L = -0.68cm$$

$$L_2 = L_0 + \Delta L \Rightarrow L_2 = 20m + (-0.0068m) = 19.99m$$

$$c) \Delta L = L_1 - L_2 \Rightarrow \Delta L = 20.017m - 19.99m = 0.027m$$

انبساط سطحی

سطح یک جسم در اثر تزايد درجه حرارت افزایش می‌یابد. برای دریافت انبساط سطحی مستطیل را طوری در نظر می‌گیریم که در درجه حرارت t_0 طول آن a_0 و عرض آن b_0 باشد. هر گاه درجه حرارت آن را به t درجه حرارت برسانیم، در آن صورت طول آن برابر به a_1 و عرض آن مساوی به b_1 خواهد شد که مطابق به رابطه (۱۵) داریم:

$$a_1 = a_0 (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

$$b_1 = b_0 (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

از حاصل ضرب روابط فوق می‌یابیم:

$$a_1 b_1 = a_0 b_0 (1 + \alpha \cdot \Delta t)^2$$

$$a_1 b_1 = a_0 b_0 [1 + 2\alpha \cdot \Delta t + (\alpha \cdot \Delta t)^2]$$

چون α یعنی ضریب انبساط خطی یک عدد بسیار کوچک است بنابراین آن را حد $(\alpha \cdot \Delta t)^2$ میتوان صرف نظر نمود پس:

$$a_1 b_1 = a_0 b_0 (1 + 2\alpha \cdot \Delta t) \dots\dots\dots (16)$$

اگر $a_1 b_1 = S_1$ مساحت مستطیل به درجه حرارت t و $a_0 b_0 = S_0$ مساحت مستطیل به درجه حرارت t_0 باشد. در آن حالت رابطه (۱۶) به شکل ذیل تحریر می‌شود:

$$S_1 = S_0 (1 + 2\alpha \cdot \Delta t) \dots\dots\dots (17)$$

$2\alpha = \gamma$ را به نام ضریب انبساط سطحی اجسام یاد می‌کنند پس:

$$S_1 = S_0(1 + \gamma \cdot \Delta t) \dots\dots\dots(18)$$

انبساط حجمی

حجم یک جسم در اثر افزایش درجه حرارت افزود می‌گردد. برای محاسبه انبساط حجمی نیز از ضریب انبساط خطی استفاده می‌نماییم. برای این منظور جسم به شکل مکعب مستطیل را در نظر می‌گیریم که به درجه حرارت t_0 طول آن a_0 ، عرض آن b_0 و ارتفاع آن c_0 باشد. اگر در اثر حرارت داده شده درجه حرارت آن به اندازه $\Delta t = t - t_0$ تزايد نماید، ابعاد آن بالترتیب مساوی خواهند بود به:

$$a_1 = a_0(1 + \alpha \cdot \Delta t), \quad b_1 = b_0(1 + \alpha \cdot \Delta t), \quad c_1 = c_0(1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

هرگاه این سه رابطه را طرف به طرف باهم ضرب کنیم خواهیم داشت:

$$a_1 b_1 c_1 = a_0 b_0 c_0 (1 + \alpha \cdot \Delta t)^3$$

بنابراین اگر $V_0 = a_0 \cdot b_0 \cdot c_0$ حجم این مکعب مستطیل به درجه حرارت t_0 و $V_1 = a_1 \cdot b_1 \cdot c_1$ حجم آن بعد از گرم شدن به درجه حرارت t درجه سانتی گرید باشد در آن حالت از رابطه فوق می‌ایم:

$$V_1 = V_0(1 + \alpha \cdot \Delta t)^3 \Rightarrow V_1 = V_0(1 + 3\alpha \cdot \Delta t + 3(\alpha \cdot \Delta t)^2 + 3(\alpha \cdot \Delta t)^3)$$

در اینجا نیز به علتی که α کوچک است از حدود که در آن‌ها α^2 و α^3 موجود است می‌توان صرف نظر نموده، پس داریم:

$$V_1 = V_0(1 + 3\alpha \cdot \Delta t) \dots\dots\dots(19)$$

$3\alpha = \beta$ را به نام ضریب انبساط حجمی یاد می‌کنند پس:

$$V_1 = V_0(1 + \beta \cdot \Delta t) \dots\dots\dots(20)$$

قانون تشعشع

هرگاه جسم نظر به محیط ماحول خود دارای انرژی اضافی باشد در این صورت جسم کوشش می‌کند تا خود را از این انرژی اضافی فارغ بسازد یعنی آن را به محیط ماحول بدهد. این انرژی اضافی یا به شکل حرارت به محیط اطراف جسم انتقال می‌کند و یا به شکل امواج الکترومقناطیسی تشعشع می‌شود. پروسه انتقال حرارت به محیط به نام پروسه (dissipation اتلاف انرژی) یاد می‌شود. پروسه تبدیل انرژی اضافی به امواج الکترومقناطیسی به نام (radiation ریدیشن) یاد می‌شود اجسام مختلف دارای استعداد مختلف تشعشعی می‌باشند، استعداد تشعشعی جسم توسط طیف تشعشعی مشخص می‌شود. و طیف تشعشعی عبارت است از تابع شدت تشعشع نظر به طول موج و فریکوئنسی آن است، یعنی:

$$I_u = F(\lambda) \dots\dots\dots(21)$$

$$I_u = F(\nu) \dots\dots\dots(22)$$

طیف تشعشعی به سه شکل موجود شده می‌تواند.

1. طیف خطی که ساده ترین شکل طیف می‌باشد. طیف خطی مربوط اتم های منزوی می‌باشد، یعنی اتم ها امواج الکترومقناطیسی را به شکل خطوط طیف خطی تشعشع می‌کنند. مثلاً تشعشع اتم هایدروجن که در این صورت اتم انرژی را با طول های موج معین و مشخص انتشار می‌دهد
2. شکل دوم طیف عبارت از شکل نواری است. طیف نواری از مالیکول ها و مایعات تشعشع می‌شود.
3. شکل سوم عبارت از طیف متمادی یا پیوسته است که این طیف را جامدات تشعشع می‌کنند.

طیف پیوسته

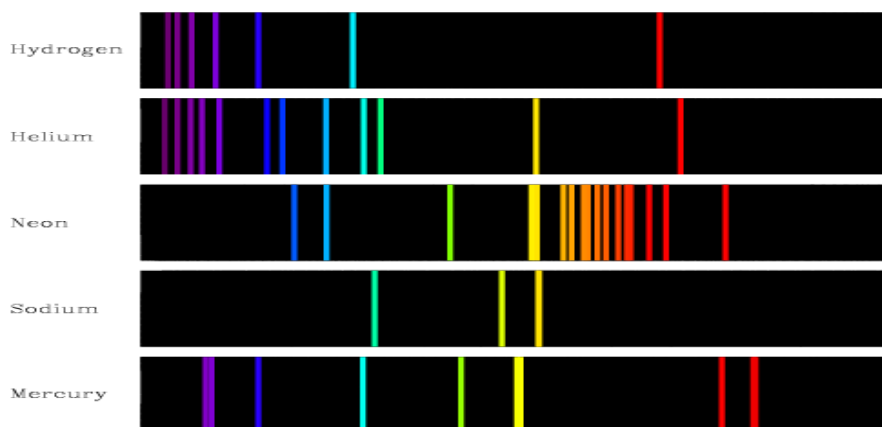
در طیف پیوسته تمام طول موج ها از یک مقدار کمتر، شاید صفر تا مقداری بیشتر شاید نزدیک به بینهایت، وجود دارد. تابش از یک جسم تابان داغ مثالی از طیف پیوسته است. در شکل (۳) نمونه از طیف پیوسته را مشاهده می‌کنید. نیوتن با عبور نور آفتاب از منشور طیف نور سفید را تشکیل داد.



تصویر (۳) نمونه از طیف پیوسته را نشان می‌دهد.

دو نتیجه‌ی مهم از مطالعه‌ی طیف های تشعشی و جذبی

نخست اینکه، در طیف های تشعشی و جذبی هر عنصر، تنها طول موج های معینی وجود دارد که مشخصه‌ی آن عنصر



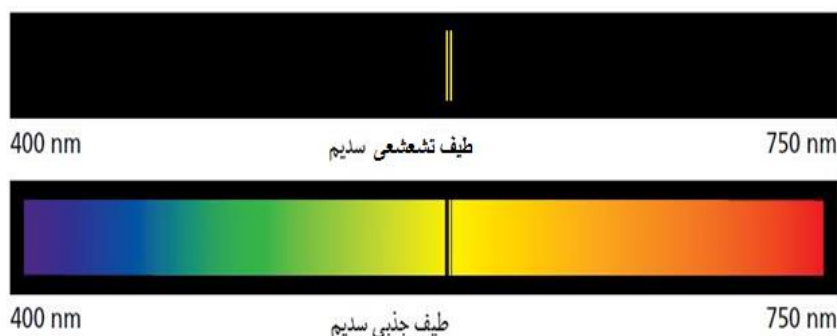
است و برای هیچ دو عنصری مشابه هم نیست. تصویر (۴) طیف متشکله توسط بخار پنج عنصری هایدروجن، هلیوم، نیون، سدیم و سیماب را نشان می‌دهد، قسمیکه در تصویر به مشاهده می‌رسد هیچ عنصری دارای طیف یکسان نیست بلکه طول موج های مختلفی در طیف این عناصر به مشاهده می‌رسد.

تصویر (۴) طیف تشکیل شده توسط بخار پنج عنصر را نشان می‌دهد.

در نتیجه می‌توان گفت که هیچ دو عنصری وجود ندارد که دارای طیف مشابه باشند، به این دلیل از طیف نشری و جذبی عناصر برای شناسی آنها همانند اثر انگشت استفاده صورت می‌گیرد.

دوم این که، اتم های هر عنصر دقیقا همان طول موج هایی را جذب می کند که اگر حرارت آن ها به اندازه ی کافی بالا رود یا به هر صورت دیگری برانگیخته شود، آن ها را تابش می کند. به طور مثال در تصویر (۵) طیف نشری و جذبی

عنصر سدیم را مشاهده می‌کنید، که دارای عین طول موج می‌باشند، یعنی هر عنصر طول موج های معینی را جذب و نشر می‌کنند، که مختص به آن عنصر می‌باشد، و یک ویژگی برای تشخیص عناصر می‌باشد.



تصویر (۵) طیف نشری و جذبی عنصر سدیم را نشان می‌دهد.

انواع تشعشع

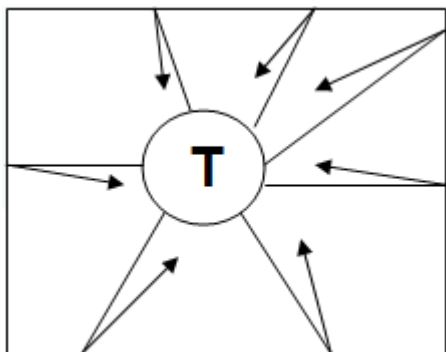
تشعشع جسم به دو نوع است:

1. تشعشع متوازن

2. تشعشع غیر متوازن

تشعشع متوازن در اثر گرم ساختن جسم بوجود می‌آید، این تشعشع به نام تشعشع حرارتی نیز یاد می‌شود. یعنی جسمی که در اثر گرم شدن انرژی را از خود رها کند تشعشع آن یک تشعشع متوازن است مثال آن تشعشع حرارتی آفتاب است.

تماماً تشعشعات، غیر متوازن می‌باشند که به نام لومینیسینس یاد می‌شود. لومینیسینس توسط تعاملات کیمیای، برقی و غیره بوجود آمده می‌تواند. هرگاه لومینیسینس در اثر تعامل کیمیای بوجود آید این لومینیسینس بنام لومینیسینس شمع‌ی یاد می‌شود، هرگاه در اثر جریان برق بوجود آید به نام الکترو لومینیسینس یاد می‌شود. هرگاه لومینیسینس در اثر جذب نور بوجود آید در این صورت بنام فوتو لومینیسینس یاد میشود، تشعشع حرارتی یا متوازن تابع درجه حرارت می‌باشد، یعنی ترکیب طیفی تشعشع تابع درجه حرارت است. به هر اندازه که درجه حرارت بلند باشد به همان اندازه اعظمی تشعشع جسم طول‌های موج کوتاه (فریکونسی‌های بزرگ) تغییر مکان می‌کند. ترکیب طیفی لومینیسینس تابع درجه حرارت نمی‌باشد، این تشعشع مربوط خواص داخلی خود جسم است از این سبب تشعشع لومینیسینس یک تشعشع مشخصه می‌باشد یعنی مشخص به ساختمان یک جسم است.



تصویر (۶) انعکاس دهنده خیالی را نشان می‌دهد.

بعضاً جسم همزمان تشعشعات حرارتی و لومینیسینس را از خود نشان می‌دهد. به طور مثال در تشعشع آفتاب تشعشعات حرارتی و لومینیسینس وجود دارد که قسمت تشعشع لومینیسینس آن به نام خطوط (Froanphofer) یاد می‌شود، هرگاه دو جسم مختلف تا یک درجه حرارت معین گرم ساخته شوند این دو جسم تشعشعات حرارتی یکسان را از خود نشان می‌دهند، یک جسم را تا درجه حرارت T گرم ساخته در داخل یک

جوف سربسته که جدار داخلی آن یک انعکاس دهنده ایدال است قرار بدهیم قرار شکل (۶)، هوای جوف را خارج می‌سازند بعد از یک چند لحظه بین جسم و محیط توازن حرارتی برقرار می‌شود یعنی همان مقدار انرژی را که جسم تشعشع کرده است عین مقدار را دوباره جذب می‌کند فرض کنیم در یک زمان جسم مقدار کمتر انرژی را تشعشع و مقدار بیشتر را جذب کند در این صورت درجه حرارت جسم در اثر جذب تشعشع بالا میرود بنابر آن دوباره شروع به تشعشع می‌کند در این صورت درجه حرارت جسم دوباره پایین می‌آید باز جسم دوباره شروع به جذب تشعشع می‌کند یعنی بین جسم و تشعشع همیشه توازن برقرار است اما در مورد لومینیسینس کاملاً برعکس است در صورت لومینیسینس، جسم تشعشع هیچ نوع توازن برقرار شده نمی‌تواند شدت تشعشع لومینیسینس تابع درجه حرارت نیست.

قانون وین

از مطالعه تشعشع جسم سیاه وین به این نتیجه رسید که حاصل ضرب درجه حرارت و طول موجی که به اعظمی گراف طیف مطابقت می‌کند مساوی به یک ثابت است یعنی:

$$T \times \lambda_{\max} = B \dots\dots\dots(23)$$

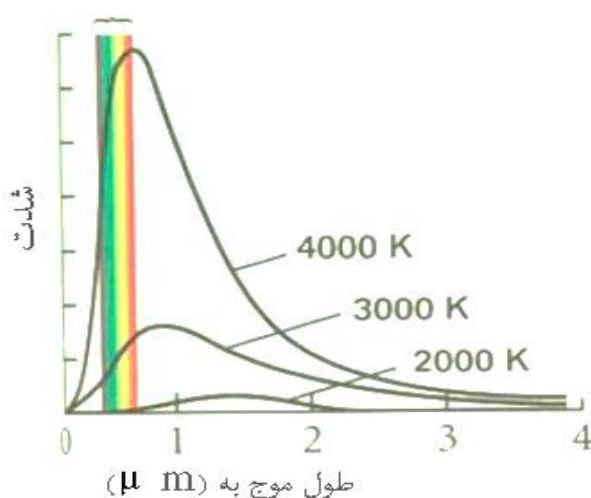
$$T_1 \times \lambda_{1\max} = B, \quad T_2 \times \lambda_{2\max} = B, \quad T_3 \times \lambda_{3\max} = B$$

$$\Rightarrow \lambda_{\max} = \frac{B}{T} \dots\dots\dots(24)$$

$$B = 2.9 \times 10^7 \text{ A}^\circ \text{ grad}$$

مقدار ثابت مساوی است به:

این قانون به نام قانون تغییر مکان وین یاد می‌گردد. از این قانون دیده می‌شود که هر قدر درجه حرارت جسم بلند باشد به همان اندازه اعظمی های تشعشع به طرف طول های موج کوتاه تغییر مکان می‌کند یعنی طول موج مربوط به اعظمی گراف معکوساً متناسب به درجه حرارت است. می‌توان این موضوع را واضع تر در تصویر (۷) مشاهده نمود.



قسمیکه در تصویر دیده می‌شود، به هر اندازه یکه طول موج کوتاه و درجه حرارت بلند باشد، به همان اندازه شدت تابشی یک جسم زیاد می‌باشد، یعنی شدت تابشی یک جسم با درجه حرارت رابطه مستقیم و با طول موج رابطه معکوس دارد، همانند تصویر در طول موج های بزرگ شدت تابشی یک جسم تشعشی کننده کمتر است نسبت به طول موج های کوتاه و همچنان در درجه های بلند حرارت شدت تابشی جسم زیاد است نسبت به درجه های پائین حرارت.

تصویر (۷) رابطه بین طول موج، درجه حرارت و شدت تابشی را نشان می‌دهد.

قانون ستیفان- بولتزمن

قانون ستیفان- بولتزمن رابطه بین مقدار کل انرژی ای را که یک جسم از خود تشعشع می‌کند و درجه حرارت بیان می‌کند طبق این قانون کل انرژی تشعشع شده از واحد سطح جسم سیاه در واحد زمان با توان چهارم درجه حرارت آن جسم بر حسب کلوین متناسب است و توسط معادله ذیل بیان می‌شود:

$$R_b = \varepsilon \sigma T^4 \dots\dots\dots (25)$$

که در آن R_b مقدار کل انرژی، T درجه حرارت بر حسب کلوین، ε ثابت تشعشعی جسم و σ ثابت ستیفان - بولتزمن را نشان می‌دهند.

ثابت تشعشعی جسم ε همواره $0 \leq \varepsilon \leq 1$ و به صافی نا صافی جسم و رنگ آن بستگی دارد. جسمی که ثابت تشعشعی آن مساوی به 1 باشد جذب کننده کل انرژی تشعشعی است. چنین جسمی را جسم سیاه می‌نامند.

σ ثابت ستفان- بولتزمن مساوی است به:

$$\sigma = \frac{4\pi^5 T^4}{15C^2 h^3} = 5.670400 \times 10^{-8} \frac{J}{S^{-1} m^{-2} K^{-4}} \dots\dots\dots (26)$$

سوالات

(۱) واحد اندازه گیری مقدار حرارت عبارت است از:

(۱) کالوری (۲) کیلو کالوری (۳) ترمی (۴) هر سه درست است

(۲) یک ترمی مساوی به چند کالوری می‌شود؟

(۱) $1T = 10^6 cal$ (۲) $1T = 10^5 cal$ (۳) $1T = 10^4 cal$ (۴) $1T = 10^3 cal$

(۳) مقدار حرارت به کدام کمیت ذیل وابسته می‌باشد؟

(۱) مقدار ماده (۲) درجه حرارت (۳) نوعیت ماده (۴) هر سه درست است

(۴) رابطه $C = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$ کدام کمیت فیزیکی را بیان می‌کند؟

(۱) مقدار حرارت (۲) حرارت مخصوصه (۳) ظرفیت حرارتی (۴) انبساط طولی

(۵) حاصل ضرب کتله در حرارت مخصوصه کدام کمیت را بدست می‌دهد؟

(۱) مقدار حرارت (۲) انبساط حجمی (۳) ظرفیت حرارت (۴) انبساط سطحی

(۶) مقدار ثابت ستیفان بولتزمن مساوی است به:

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \frac{\text{watt}}{\text{m} \cdot \text{k}^4} \quad (۱)$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-7} \frac{\text{watt}}{\text{m}^2 \cdot \text{k}^4} \quad (۲)$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \frac{\text{watt}}{\text{m}^2 \cdot \text{k}^4} \quad (۳)$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \frac{\text{watt}}{\text{m}^2 \cdot \text{k}} \quad (۴)$$

(۷) تشعشع به چند نوع می‌باشد؟

(۱) دو نوع (۲) سه نوع (۳) یک نوع (۴) چهار نوع

منابع

(۱) فصل پنجم، فزیک صنف دوازدهم، نصاب جدید وزارت معارف افغانستان.

(۲) College Physic, 9th edition, Frederick J, Bueche, chapter 15, 2004

(۳) Fundamental of Physic, 8th edition, Halliday, David, chapter 14, 2008

مأخذ:

این ممد درسی با همکاری کتابخانه درخت دانش به شما اهداء گردیده است.

www.ddl.af



Darakht-e Danesh Information



@AfghanOERs

