QUICKY LEARN

CamScanner

বস্তুর উপর তাপের প্রভাব

MIFTA

Main Topic

* তাপ ও তাপমাত্রা (Heat and Temperature)
* পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম
* পদার্থের তাপীয় প্রসারণ
* পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনে তাপের প্রভাব
* আপেক্ষিক তাপ
* ক্যালোরিমিতির মূলনীতি
* গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্কের উপর চাপের প্রভাব

১। $Q = ms(T_2 - T_1)$

২। $\gamma = 3\alpha$; $\beta = 2\alpha$

৩। $\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_K - 273}{5}$

৪। $\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1(T_2 - T_1)}$

৫। $\alpha = \frac{L_2 - L_1}{L_1(T_2 - T_1)}$

৬। $\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1(T_2 - T_1)}$

৭। $V_L = V_a + V_B$

৮। $\rho = \frac{m}{V}$

৯। $PV = nRT$

১০। $\beta_P = \frac{1}{T}$

MIFTA

তাপ ও তাপমাত্রা
(Heat and Temperature)

*** তাপ :** **সংজ্ঞা:** পদার্থের অণুগুলোর কম্পন বা গতির কারণে যে শক্তি পাওয়া যায় সেটা হলো তাপ।

আবিষ্কার: ১৭৯৮ সালে কাউন্ট রামফোর্ড প্রমাণ করেন " তাপের সাথে ঘনিষ্ঠ সম্পর্ক গতির; তিনি কামানের নল তৈরীর সময় ধাতব টুকরোকে ড্রিল মেশিন দিয়ে ফুটো করার সময় লক্ষ করলেন যে, যে ছোট ছোট ধাতব টুকরোগুলো ছুটে আসছিলো তা অত্যন্ত উত্তপ্ত তখন তিনি বুঝতে পারেন.

"তাপ পদার্থের আণবিক গতির সাথে সম্পর্কিত এক প্রকার শক্তি যা ঠান্ডা বা গরমের অনুভূতি দেয়।"

একক: তাপ যেহেতু শক্তির একটি রূপ, তাই এর একক হলো:- জুল (J)। আন্তর্জাতিক পদ্ধতি চালুর পূর্বে cal (ক্যালরি) তাপের একক ছিল।

1 ক্যালরি = 4.2 জুল

1 cal = 4.2 J

তাপমাত্রা

সংজ্ঞা: তাপমাত্রা হচ্ছে কোনো বস্তুর তাপীয় অবস্থা যা নির্ধারণ করে ঐ বস্তুটি অন্য বস্তুর তাপীয় সংস্পর্শে এলে তাপ গ্রহণ করবে না বর্জন করবে।

MIFTA

একক: আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে তাপমাত্রার একক কেলভিন।

*** কেলভিন:** পানির ত্রৈধ বিন্দু বা ট্রিপল পয়েন্ট তাপমাত্রার $\frac{1}{273}$ ভাগের এক কেলভিন (K) বলে।

যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পানি তিনটি অবস্থাতেই অর্থাৎ বরফ, পানি এবং জলীয়বাষ্প রূপে সহাবস্থান করে, তাকে ত্রৈধ বিন্দু বা ট্রিপল পয়েন্ট তাপমাত্রা বলে। এ ত্রৈধ বিন্দুর তাপমাত্রা ধরা হয় 273 K.

তাপমাত্রার প্রতীক: তাপমাত্রার প্রতীক হচ্ছে θ এবং T, সাধারণত °C-এ পরিমাপ করা হলে θ এবং K এ পরিমাপ হলে T দ্বারা প্রতীকিত করা হয়।

MIFTA

তাপ ও তাপমাত্রার পার্থক্য

তাপ	তাপমাত্রা
১. তাপ হচ্ছে এক প্রকার শক্তি যা ঠান্ডা বা গরমের অনুভূতি জাগায়	১. তাপমাত্রা হলো বস্তুর তাপীয় অবস্থা
২. তাপের প্রবাহ তাপের পরিমাণের উপর নির্ভর করে না।	২. তাপের প্রবাহ তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে।
৩. তাপ পরিমাপের একক জুল	৪. তাপমাত্রা পরিমাপের একক হলো কেলভিন

ভিন্ন স্কেলের মাঝে সম্পর্ক

যদি নির্দিষ্ট তাপমাত্রা সেলসিয়াস, কেলভিন এবং ফারেনহাইট স্কেলে যথাক্রমে T_C, T_K, T_F দেখায়, তাহলে লিখতে পারি,

$$\frac{T_C - 0}{100 - 0} = \frac{T_K - 273.15}{373.15 - 273.15} = \frac{T_F - 32}{212 - 32}$$

কিংবা, $$\frac{T_C}{100} = \frac{T_K - 275.15}{375.15 - 275.15} = \frac{T_F - 32}{180}$$

বা, $$\frac{T_C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{K - 275}{5}$$

CamScanner

MIFTA

পদার্থের তাপীয় প্রসারণ

- পদার্থের তাপীয় প্রসারণ
  - কঠিন পদার্থের প্রসারণ
  - তরল পদার্থের প্রসারণ
  - গ্যাসীয় পদার্থের প্রসারণ

কঠিন পদার্থের প্রসারণঃ

কঠিন পদার্থের প্রসারণ তিন ধরনের হয়,

যথা:-

(১) দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ

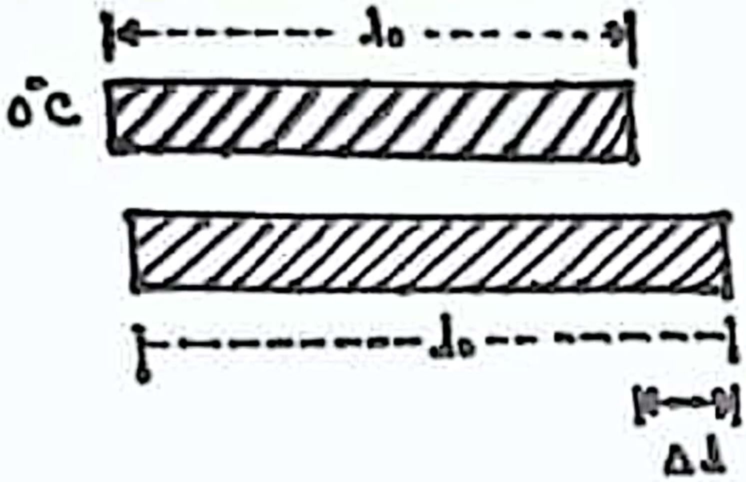
(২) ক্ষেত্র প্রসারণ

(৩) আয়তন প্রসারণ

CamScanner

MIFTA

দৈর্ঘ্য প্রসারণ



মনে করি, একটি ধাতব দন্ডের আদি দৈর্ঘ্য হচ্ছে l_0। $\Delta\theta$ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্যে এর দৈর্ঘ্য প্রসারণ Δl হলে,

$$\Delta l \propto l_0 \Delta\theta$$

বা, $\Delta l \propto l_0 \Delta\theta$

বা, $\Delta l = \alpha l_0 \Delta\theta$

এখানে α একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। এর মান দন্ডটির উপাদানের উপর নির্ভর করবে। একে কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ বলে।

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ (coefficient of Linear expansion)

উপরিউক্ত সমীকরণ হতে দেখা যায় যে,

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta\theta} = \frac{\text{দৈর্ঘ্য প্রসারণ}}{\text{আদি দৈর্ঘ্য} \times \text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি}}$$

এ সমীকরণে $l_0 = 1$ হলে এবং $\Delta\theta = 1\,K$ হলে

$\alpha = \Delta l$ হয়, অর্থাৎ:-

সংজ্ঞা: 1 m দৈর্ঘ্যের কোনো কঠিন পদার্থের একটি দণ্ডের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করলে ঐ দণ্ডের দৈর্ঘ্য যতটুকু বৃদ্ধি পায় তাই হলো তার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ (co-efficient of Linear expansion)

একক: এর একক প্রতি (K^{-1})।

ধরি l_1 আদি দৈর্ঘ্যের কোনো ধাতব দণ্ডের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ α হলে, $\Delta\theta$ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য এর প্রসারণ হবে $l_1 \alpha \Delta\theta$।

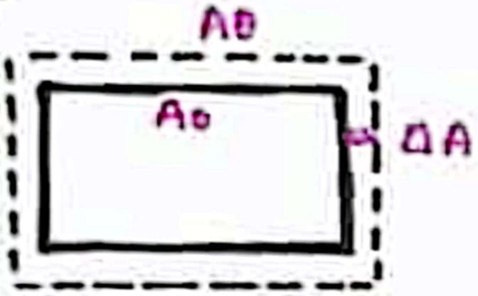
∴ দণ্ডটির নতুন দৈর্ঘ্য $l_2 = l_1 + l_1 \alpha \Delta\theta$

বা, $l_2 = l_1(1 + \alpha\Delta\theta)$

CS CamScanner

ক্ষেত্র প্রসারণ

কোনো কঠিন পদার্থে তাপ প্রয়োগ করলে এর পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পায়, তাকে ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ বলে।



ধরা যাক, কোনো কঠিন পদার্থ এর আদি পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল A_0 এবং $\Delta\theta$ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য এর ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ ΔA।

$$\Delta A \propto A_0 \Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta A = \beta A_0 \Delta\theta \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots$$

এখানে β একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। এর মান বস্তুর উপাদানের উপর নির্ভর করে। একে বলে কঠিন পদার্থের ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ।

CamScanner

MIFTA

ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ (coefficient of surface expansion)

উপরিউক্ত সমীকরণ থেকে জানা যায়:

$$\beta = \frac{\Delta A}{A_0 \Delta\theta} = \frac{\text{ক্ষেত্র প্রসারণ}}{\text{আদি ক্ষেত্রফল} \times \text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি}}$$

এই সমীকরণে $A_0 = 1m^2$ এবং $\Delta\theta = 1K$ হলে $\beta = \Delta A$ হয়।

সংজ্ঞা: $1\ m^2$ ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো কঠিন বস্তুর তাপমাত্রা $1\ K$ বৃদ্ধি করতে যে ক্ষেত্রফলটুকু বৃদ্ধি পায়, তাহলে তাই হলো ঐ বস্তুর ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ।

একক: এর একক হলো (K^{-1})

ইস্পাতের ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ $22 \times 10^{-6} K^{-1}$, A_1 আদি ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো কঠিন পদার্থের তাপমাত্রা $\Delta\theta$ বৃদ্ধি করলে এর চূড়ান্ত তাপমাত্রা হবে,

$$A_2 = A_1 + A_1 \beta \Delta\theta$$

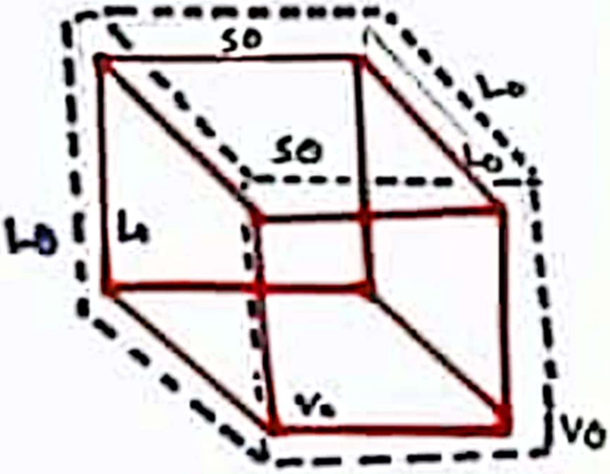
বা, ~~A₂(1~~ $A_2 = A_1 (1 + \beta\Delta\theta)$

CamScanner

MIFTA

আয়তন প্রসারণ

⇒ কোনো কঠিন পদার্থে তাপ প্রয়োগ করলে এর আয়তন বৃদ্ধি পায় যাকে এর আয়তন প্রসারণ সহগ বলে।



মনে করি,

$\Delta\theta$ তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে V_0 আয়তনের কোনো কঠিন পদার্থের ΔV পরিমাণ আয়তন প্রসারিত হলো। তাহলে,

$$\Delta V \propto V_0 \Delta\theta$$

বা, $\Delta V = \gamma V_0 \Delta\theta$

এখানে γ একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। এর মান বস্তুর উপাদানের উপর নির্ভর করে। একে কঠিন পদার্থের আয়তন প্রসারণ সহগ বলে।

CS CamScanner

MIFTA

আয়তন প্রসারণ সহগ

সমীকরণ হতে দেখা যায় যে,

$$\gamma = \frac{\Delta A}{V_0 \Delta A} = \frac{\text{আয়তন প্রসারণ}}{\text{আদি আয়তন} \times \text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি}}$$

এই সমীকরণে $V_0 = 1m^3$ এবং $\Delta\theta = 1K$ হলে

$\gamma = \Delta V$ হয়।

সংজ্ঞা: $1\ m^3$ আয়তন বিশিষ্ট কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে ঐ বস্তুর আয়তন যতটুকু বৃদ্ধি পাবে, তাই হলো আয়তন প্রসারণ সহগ (co-efficient of volume expansion)

একক: এর একক হলো (K^{-1}).

V_0 আদি দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট কোনো কঠিন পদার্থের তাপমাত্রা $\Delta\theta$ পরিমাণ বৃদ্ধি করলে এর চূড়ান্ত আয়তন হবে,

$$V_2 = V_1 + V_1 \gamma \Delta\theta$$

বা, $V_2 = V_1(1 + \gamma\Delta\theta)$

CamScanner

MIFTA

আলফা, বিটা এবং গামার সম্পর্ক:

$$\beta = 2\alpha \quad ; \quad \gamma = 3\alpha$$

কঠিন পদার্থের প্রসারণের কয়েকটি প্রয়োগ :-

(i) রেললাইনে দুটি রেলের সংযোগস্থলে ফাঁকা রাখা:

সূর্যের তাপ কিংবা যখন ট্রেন চলে তখন চাকার ঘর্ষণের ফলে উৎপন্ন তাপে রেললাইন প্রসারিত হয়। রেল লাইনে দুটি রেলের সংযোগস্থলে তাই ফাঁকা রাখা হয়, যাতে রেল লাইনে প্রসারণের জন্য যথেষ্ট জায়গা পায়। ফাঁক না রাখলে রেললাইন বেঁকে গিয়ে দুর্ঘটনা ঘটতে পারে।

(ii) চাকায় লোহার বেড় পরানো: সাধারণ গরুর গাড়ির চাকায় এই বেড় লাগানো হয়, সাধারণ তাপমাত্রায় এই বেড় চাকা থেকে ছোট হয়। তাই একে চাকার সাথে লাগানো যায় না। তাই তাকে গরম করে চাকায় লাগিয়ে দেওয়া হয়, তখন আবার সংকুচিত হয়ে চাকার সাথে বেড় লেগে যায়।

CamScanner

তরল পদার্থের প্রসারণ

Expansion of Liquids: তরল পদার্থকে কোনো না কোনো পাত্রে রেখে উত্তপ্ত করতে হয়। ফলে তরল পদার্থে তাপ প্রয়োগ করলে তরলের সাথে সাথে পাত্র প্রসারিত হয়। পাত্রের প্রসারণের উপর ভিত্তি করে তরলের দুই প্রকার প্রসারণ পাওয়া যায়। যথা:

① প্রকৃত প্রসারণ
② আপাত প্রসারণ

MIFTA

প্রকৃত প্রসারণ: তরল পদার্থকে পাত্রে না রেখে উত্তপ্ত করা সম্ভব হলে তরলের প্রকৃত যে প্রসারণ পাওয়া যেত তাকে তরলের প্রকৃত প্রসারণ বলে। অর্থাৎ যেহেতু তরল পদার্থকে পাত্রে রেখে উত্তপ্ত করা হয়, সেজন্য তরল পদার্থের যে প্রসারণ পাওয়া যায় তাই হলো প্রকৃত প্রসারণ।

আপাত প্রসারণ: পাত্রের প্রসারণ বিবেচনা না করে তরলের আপাত যে প্রসারণ তাই হলো আপাত প্রসারণ।

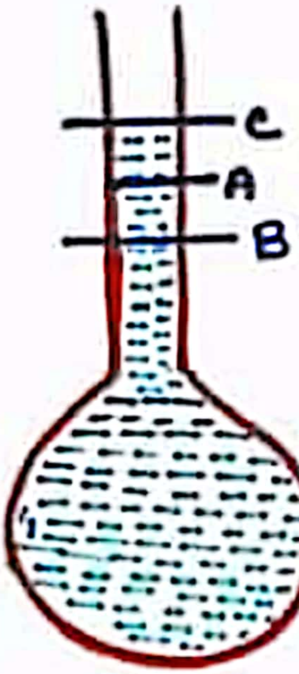
MIFTA

সুতরাং,

$BC = \Delta V_r$ ⇒ তরলের প্রকৃত প্রসারণ

$AC = \Delta V_a$ ⇒ তরলের আপাত প্রসারণ

$BA = \Delta V_g$ ⇒ পাত্রের প্রসারণ



$BC = AC + BA$

বা, $\Delta V_r = \Delta V_a + \Delta V_g$

বা, প্রকৃত প্রসারণ = আপাত প্রসারণ + পাত্রের প্রসারণ

তরল পদার্থের প্রকৃত প্রসারণ-সহগ

পরীক্ষা করে দেখা গেছে, কোনো নির্দিষ্ট তরলের প্রকৃত প্রসারণ, তরল পদার্থের আদি আয়তন, তাপমাত্রা বৃদ্ধির সমানুপাতিক। $\Delta\theta$ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য V_0 আয়তনের তরলের প্রকৃত প্রসারণ ΔV_r হলে,

$$\Delta V_r \propto V_0 \Delta\theta$$

$$\text{বা, } V_r = \gamma_r V_0 \Delta\theta \quad \dots \quad \dots \quad \dots$$

এখানে γ_r হলো একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক এবং তরল পদার্থের প্রকৃত-প্রসারণ সহগ।

MIFTA

সমীকরণ থেকে দেখা যায় যে,

$$\gamma_r = \frac{\Delta V_r}{V_0 \Delta \theta} = \frac{\text{প্রকৃত প্রসারণ}}{\text{আদি আয়তন} \times \text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি}}$$

এই সমীকরণে $V_0 = 1\ m^2$ এবং $\Delta\theta = 1K$ হলে

$\gamma_r = \Delta V_r$ হয়, অর্থাৎ,

$1\ m^3$ আয়তনের কোনো তরল পদার্থের $1K$ বৃদ্ধি করলে তরলের যে প্রকৃত প্রসারণ ঘটে তাকে ঐ তরল পদার্থের প্রকৃত-প্রসারণ সহগ বলে।

খ) আপাত-প্রসারণ সহগ:

$\Delta\theta$ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য V_0 আয়তনের তরলের আপাত প্রসারণ সহগ ΔV_a হলে,

$$\Delta V_a \propto V_0 \Delta\theta$$

বা, $\Delta V_a = \gamma_a V_0 \Delta\theta$

এখানে, γ_a একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক, একে, ঐ তরল পদার্থের আপাত-প্রসারণ সহগ বলে।

CamScanner

MIFTA

সমীকরণ থেকে দেখা যায় যে,

$$\gamma_a = \frac{\Delta V_a}{V_0 \Delta \theta} = \frac{\text{প্রকৃত প্রসারণ}}{\text{আদি আয়তন} \times \text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি}}$$

এই সমীকরণে $V_0 = 1m^3$ এবং $\Delta\theta = 1K$ হলে

$\gamma_a = \Delta V_a$ হয়।

কোনো পাত্রে রাখা $1m^3$ আয়তনের কোনো তরল পদার্থের তাপমাত্রা $1K$ বৃদ্ধি করলে তরল পদার্থের যে আপাত প্রসারণ ঘটে তাকে ঐ পাত্রের উপাদানের সাপেক্ষে ঐ তরল পদার্থের আপাত প্রসারণ সহগ বলে।

প্রকৃত প্রসারণ সহগ ও আপাত প্রসারণ সহগের মধ্যে সম্পর্ক

প্রকৃত প্রসারণ সহগ = আপাত প্রসারণ সহগ + পাত্রের প্রসারণ সহগ

বা, $\gamma_r = \gamma_a + \gamma_g$

CamScanner

MIFTA

বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ

বায়বীয় পদার্থের ক্ষেত্রে: বায়বীয় পদার্থের ক্ষেত্রে —

→ স্থির চাপের আয়তন প্রসারণ

→ স্থির আয়তনে চাপ প্রসারণ

গ্যাসের চাপ ও আয়তনের গুণফল সম্পর্কটাকে বলা হয় গ্যাসের আদর্শ সংজ্ঞা

▶ ধরি, একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় (T - কেলভিন একক এ) P, চাপ বিশিষ্ট স্থানে V, আয়তনের n, গ্যাস রয়েছে।

(N.B) ধ্রুবক, $R = 8.314 \ mJK^{-1} \ mol^{-1}$

$$\boxed{PV = nRT}$$

▶ ধরি, একটি নির্দিষ্ট চাপে T_1 তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন V_1 এবং T_2 তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন V_2 হলে, গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগ β_P হচ্ছে,

$$\beta_P = \frac{V_2 - V_1}{V_2(T_2 - T_1)}$$

$$P(V_2 - V_1) = nR(T_2 - T_1)$$

$$\Rightarrow P\Delta V = nR\Delta T$$

MIFTA

Some indicent of expansion of substance in daily life

গ। পুরু কাচের গ্লাসে গরম পানি ঢাললে ফেটে যায়?

পুরু গ্লাসে গরম পানি ঢালা হলে অনেক সময় গ্লাসটি ফেটে যায়। গ্লাসে গরম পানি ঢাললে ঐ গ্লাসের ভেতরের অংশ গরম পানির সংস্পর্শে এসে প্রসারিত হয়। তবে কাচ কুপরিবাহী বলে বাইরের অংশ প্রসারিত হতে পারে না। তাই পুরু কাচের গ্লাস ফেটে যায়।

CamScanner

MIFTA

আপেক্ষিক তাপ

আপেক্ষিক তাপ বলতে কী বোঝায়?

উত্তর: 1 kg ভরের বস্তুর তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয়, তাকে আপেক্ষিক তাপ বলে।

আপেক্ষিক তাপকে s দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

আপেক্ষিক তাপ, $s = \frac{C}{m}$

$= \frac{1}{m}\left(\frac{Q}{T_2 - T_1}\right)$

$= \frac{Q}{m(T_2 - T_1)}$

$= \frac{Q}{m\Delta\theta}$

একক: $J kg^{-1} K^{-1}$

CS CamScanner

MIFTA

ক্যালরিমিতির মূলনীতি:

⇒ ক্যালরিমিতি কী?

⇒ physics এর যে শাখায় তাপ সংক্রান্ত বিষয় নিয়ে আলোচনা করা হয় তাই ক্যালরিমিতি।

গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ

$Q = ms\Delta\theta$

$Q = ml_f$

$Q = ml_v$

গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ

$$\therefore l_f = \frac{\Delta Q}{m}$$

আপেক্ষিক সুপ্ততাপ (গলনের) কাকে বলে?

⇒ গলনাঙ্ক তাপমাত্রা স্থির রেখে 1 kg ভরের কোনো কঠিন পদার্থকে কঠিন অবস্থা থেকে তরল অবস্থায় রূপান্তর করতে যে তাপের প্রয়োজন তাকে ঐ পদার্থের গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ l_f (Specific Latent Heat of Fusion) বলে,

♡ THE END ♡