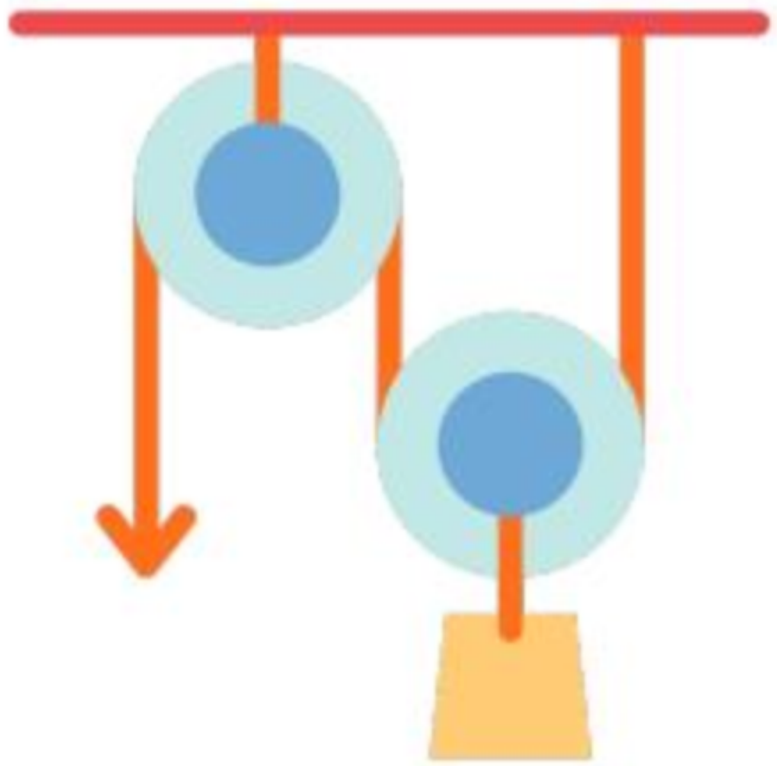
তাপগতিবিদ্যা

Class-**1**

Chinmoy Saha

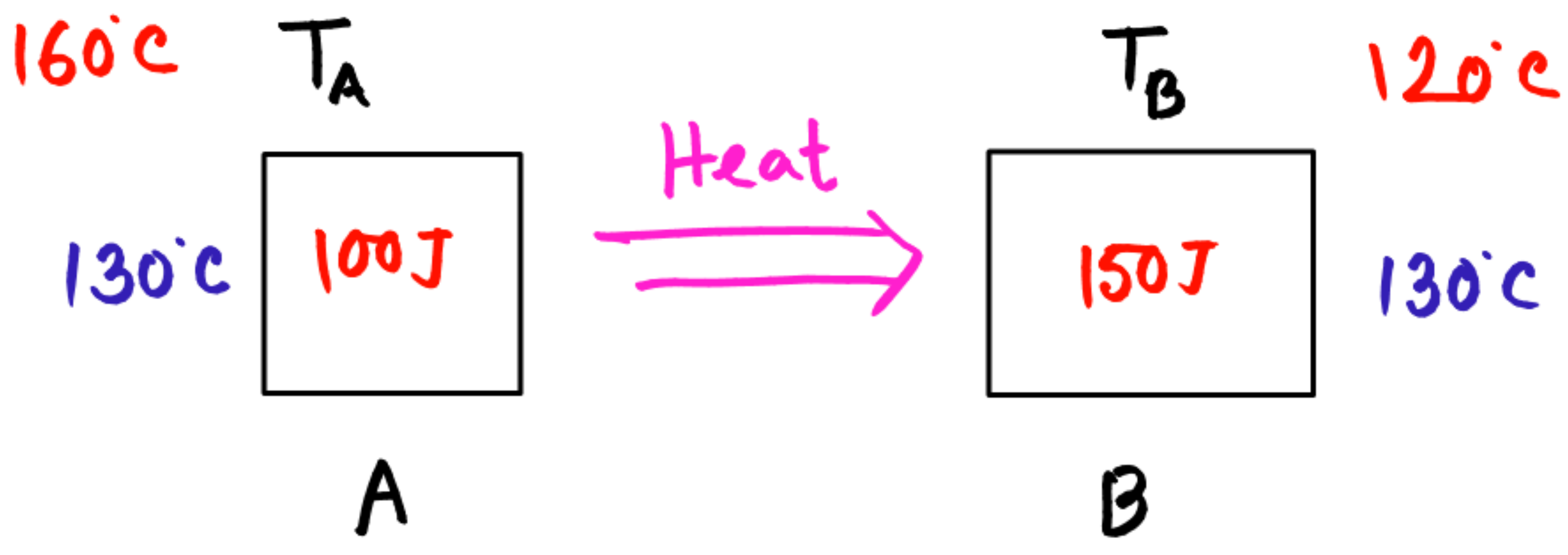


তাপগতিবিদ্যা

পদার্থবিদ্যার যে শাখায় তাপ ও কার্যের পারস্পরিক রূপান্তর এবং তার দরুন বিভিন্ন বস্তুর ধর্মের পরিবর্তন নিয়ে আলোচনা করা হয়, তাকেই তাপগতিবিদ্যা বলা হয়।

তাপ vs তাপমাত্রা

(Heat) (Temparature)



$T_A > T_B$: তাহলে A হতে B তে তাপ যাবে

$T_B > T_A$: " B " A " " "

$T_A = T_B$: তাপীয় সাম্যাবস্থা — [কোনো তাপের আদান প্রদান হবে না]

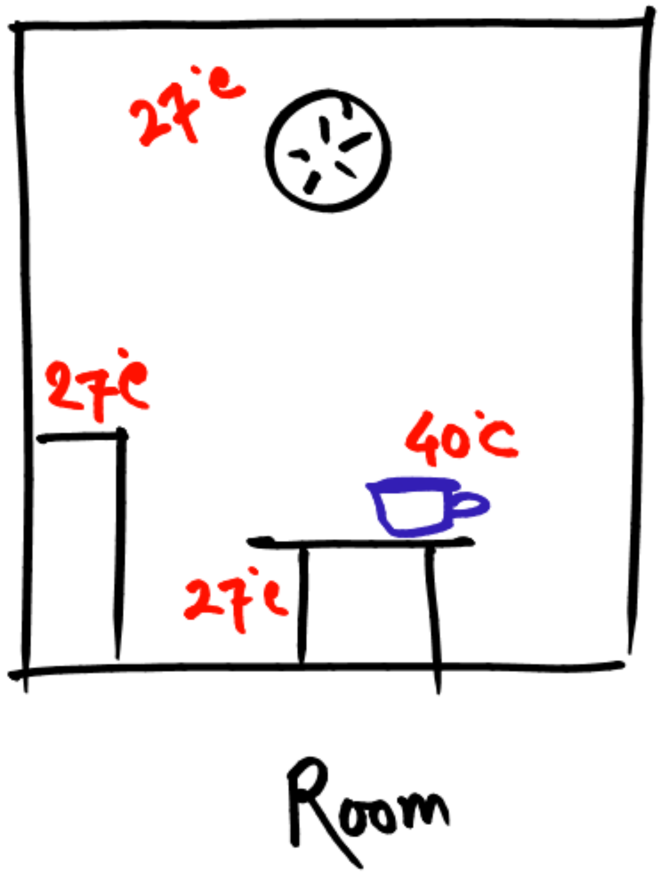
$V_A > V_B$: A হতে B তে চার্জ যাবে।

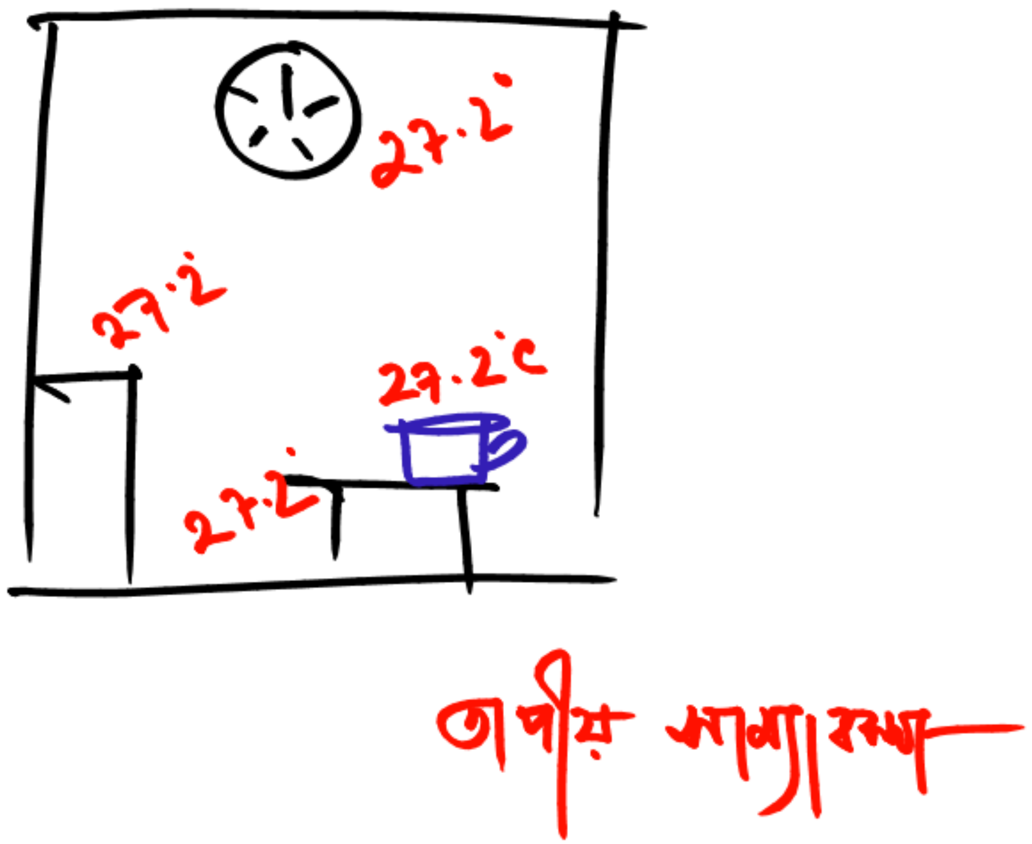
$V_A = V_B$: তাহলে চার্জের প্রবাহ হবে না

থার্মোমিতি

তাপবিজ্ঞানের যে শাখায় তাপমাত্রার পরিমাপ নিয়ে আলোচনা করা হয় তাকে থার্মোমিতি বলা হয়।

তাপীয় সংস্পর্শ

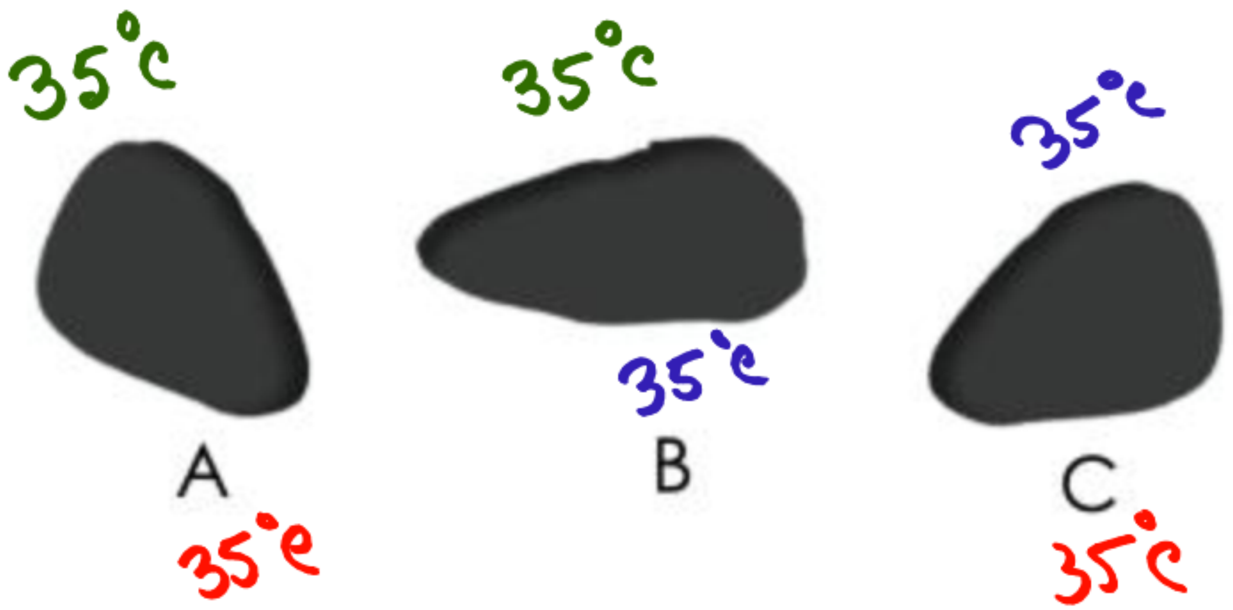




তাপীয় সাম্য

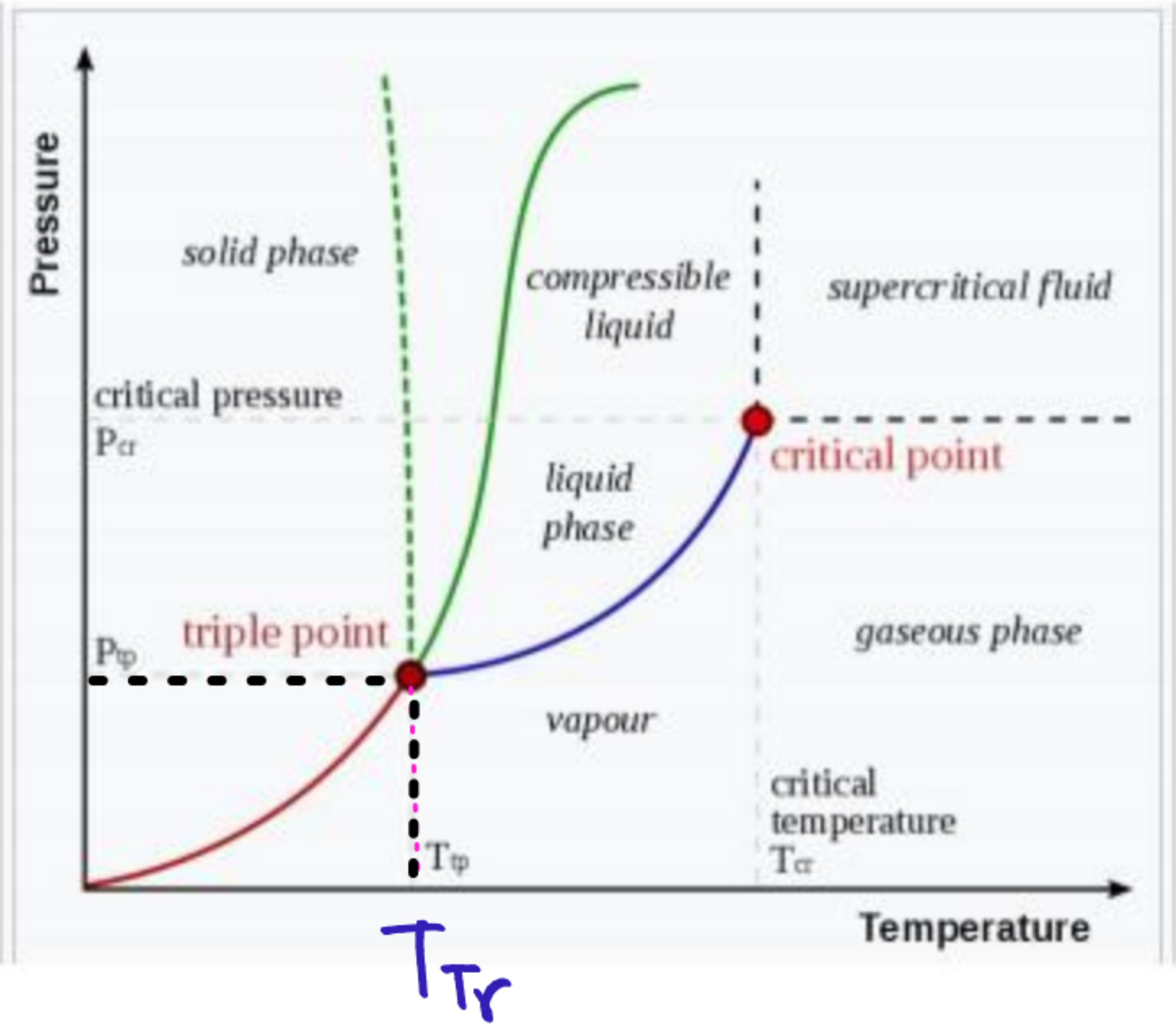
তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র

শূন্যতম সূত্রের বিবৃতি : দুটি বস্তু বা সংস্থা যদি পৃথক পৃথকভাবে একটি তৃতীয় বস্তু বা সংস্থার সঙ্গে তাপীয় সাম্যে থাকে, তবে বস্তু বা সংস্থা - দুটি নিজেরাও পরস্পরের সঙ্গে তাপীয় সাম্যে থাকবে ।



তাপমাত্রার পরিমাপ

পানি: $T_{tr} = 273.16\ K$



তাপমিতিক বস্তু ও তাপমিতিক ধর্ম

H.S.C MCQ RKCUET/ DU-A

পারদ থার্মোমিটারে তাপমাত্রা বাড়ালে পারদের **প্রসারণ** হয়।

পারদ ↓ তাপমিতিক বস্তু (যে বস্তুর)

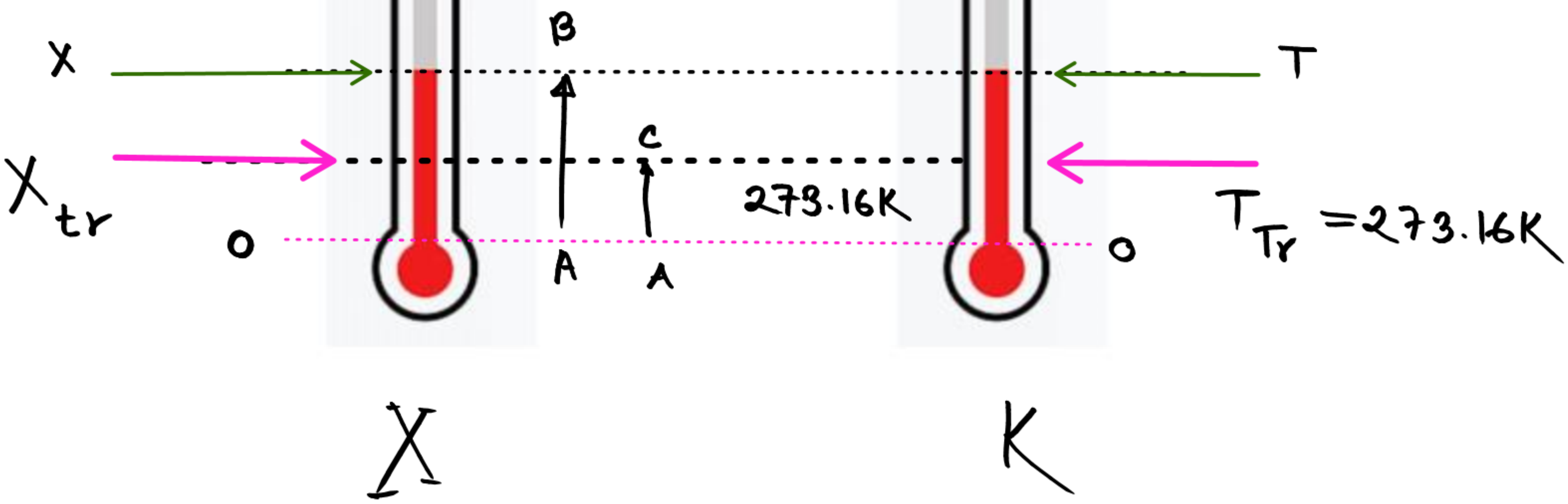
প্রসারণ ↓ তাপমিতিক ধর্ম (যে ধর্মের)

তাপমিতিক বস্তু	তাপমিতিক ধর্ম
ধ্রুব আয়তন গ্যাস থার্মোমিটার [$P \propto T$ → V const]	চাপ
ধ্রুব চাপ গ্যাস থার্মোমিটার [$V \propto T$ → P "]	আয়তন
রোধ থার্মোমিটার	রোধ
তাপযুগল	তাপীয় তড়িৎ চালক শক্তি [Voltage]
পারদ থার্মোমিটার	দৈর্ঘ্য

থার্মোমিটার

(একস্থির বিন্দু নীতি)

$$\frac{AB}{AC} = \frac{X}{X_{Tr}} = \frac{T}{T_{Tr}}$$



একস্থির বিন্দু নীতি

একস্থির বিন্দু নীতি

MCQ

একটি তাপযুগলের একটি সংযোগ স্থলকে পানির ত্রৈধ বিন্দুতে এবং অপর সংযোগ স্থলকে একটি উষ্ণ তরলে স্থাপন করলে যথাক্রমে 5 volt এবং 8 volt তড়িচ্ছালক বল পাওয়া যায়। তরলের তাপমাত্রা নির্ণয় কর।

X_{Tr} X $T = ?$

$$\frac{X}{X_{Tr}} = \frac{T}{T_{tr}}$$

$$\Rightarrow \frac{8}{5} = \frac{T}{273.16} \Rightarrow T = 437.056\,K$$

(A)

একস্থির বিন্দু নীতি

(MCQ)

একটি স্থির আয়তন গ্যাস থার্মোমিটারের স্টিম বিন্দুতে (373.16K) চাপ 1.5×10^4 Pa। পানির ত্রিদশা বিন্দুতে চাপের মান কত?

T $\quad X$

$$P_{Tr} = ? = X_{Tr}$$

$$\frac{X}{X_{Tr}} = \frac{T}{T_{Tr}}$$

$$\Rightarrow \frac{1.5 \times 10^4}{X_{Tr}} = \frac{373.16}{273.16}$$

$$\Rightarrow X_{Tr} = 10980.27\,Pa = 1.09 \times 10^4\,Pa$$

$$\frac{X}{X_{Tr}} = \frac{T}{T_{Tr}}$$

একস্থির বিন্দু নীতি

MCQ

দুটি পরম স্কেলে A এবং B তে জলের ত্রিদশা বিন্দু যথাক্রমে 200A এবং 350B । T_A এবং T_B এর মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় কর।

200A → A_{Tr}, 350B → B_{Tr}

A এর জন্য:

$$\frac{T_A}{T_{Tr,A}} = \frac{T}{T_{Tr}}$$

$$\Rightarrow \frac{T_A}{200} = \frac{T}{273.16}$$

$$\Rightarrow T = \frac{T_A \times 273.16}{200}$$

B এর জন্য:

$$\frac{T_B}{T_{Tr,B}} = \frac{T}{T_{Tr}}$$

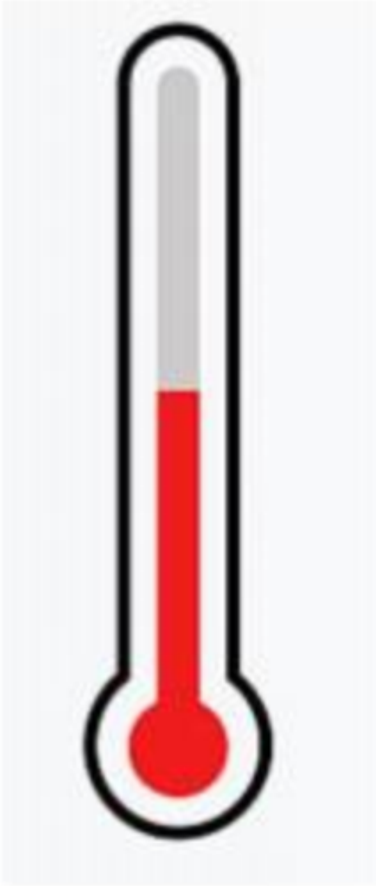
$$\Rightarrow \frac{T_B}{350} = \frac{T}{273.16}$$

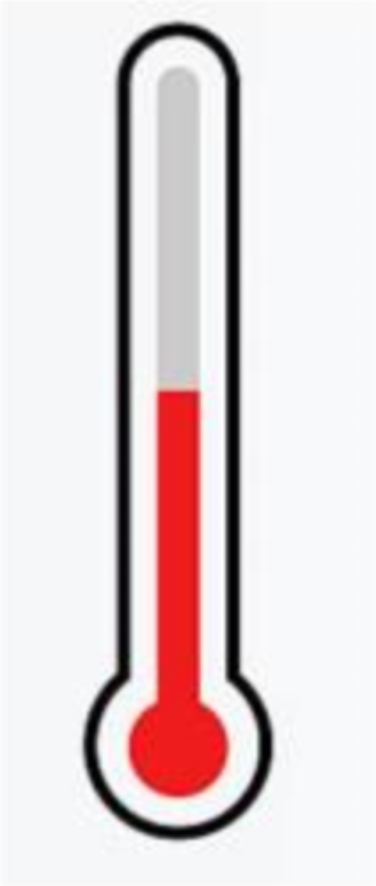
$$\Rightarrow T = \frac{T_B \times 273.16}{350}$$

$$\therefore \frac{T_A \times 273.16}{200} = \frac{T_B \times 273.16}{350} \Rightarrow \frac{T_A}{200} = \frac{T_B}{350}$$

$$\Rightarrow \frac{T_A}{4} = \frac{T_B}{7}$$ (A)

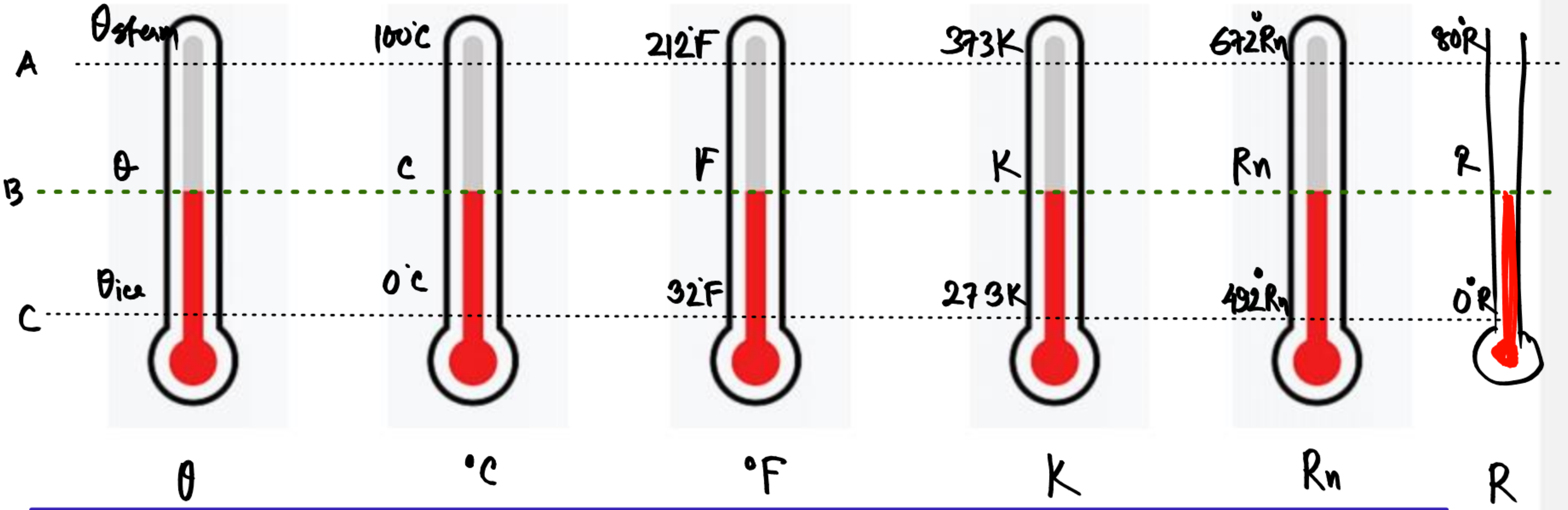
থার্মোমিটার





থার্মোমিটার

(দ্বি-স্থির বিন্দু)



$$\frac{BC}{AC} = \frac{\theta - \theta_{ice}}{\theta_{steam} - \theta_{ice}} = \frac{C-0}{100-0} = \frac{F-32}{212-32} = \frac{K-273}{373-273} = \frac{Rn-492}{672-492} = \frac{R-0}{80-0}$$

থার্মোমিটার

একটি কক্ষে তাপমাত্রা 30°C, ফারেনহাইট স্কেলে এর মান কত?

C $F = ?$

(a) 86°F

(b) 80°F

(c) 73°F

(d) 68°F

$$\frac{C-0}{100-0} = \frac{F-32}{212-32}$$

$$\Rightarrow \frac{C}{5} = \frac{F-32}{9}$$

$$\Rightarrow \frac{30}{5} = \frac{F-32}{9}$$

$$\Rightarrow F = 86^\circ F$$

→ 151 — 151 (°K), 151 (K)

থার্মোমিটার

কত তাপমাত্রা সেলসিয়াস স্কেল ও ফারেনহাইট স্কেলে অভিন্ন হবে?

(a) -35°F

(b) -40°F

(c) -42°F

(d) -45°F

$$C = F$$

$$\frac{C-0}{100-0} = \frac{F-32}{212-32}$$

$$\Rightarrow \frac{C}{100} = \frac{C-32}{180}$$

$$\Rightarrow C = -40$$

একটি নির্দিষ্ট রোধ থার্মোমিটারের রোধ বরফ বিন্দু ও স্টিম বিন্দুতে যথাক্রমে 4.5Ω ও 9.52Ω। কোনো তরলে স্থাপন করলে এর রোধ 6.12Ω হয়। তরলের তাপমাত্রা কত?

R_{ice} = 4.5Ω, R_{steam} = 9.52Ω, R = 6.12Ω, C = ?

$$\frac{R - R_{ice}}{R_{steam} - R_{ice}} = \frac{C - 0}{100 - 0}$$

$$\Rightarrow \frac{6.12 - 4.5}{9.52 - 4.5} = \frac{C}{100}$$

$$\Rightarrow C = 32.27^{\circ}C$$

(A)

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

only C & F এর সম্পর্ক

থার্মোমিটার

কত তাপমাত্রায় সেলসিয়াস স্কেল ও ফারেনহাইট স্কেলের পার্থক্য 10 Degree হবে?

$F - C = 10$

$\Rightarrow F = C + 10$

$\frac{C-0}{100-0} = \frac{F-32}{212-32}$

$\Rightarrow \frac{C-0}{100-0} = \frac{C+10-32}{212-32}$

$\Rightarrow \frac{C}{100} = \frac{C+10-32}{180}$

$\Rightarrow C = -27.5°C$

$\therefore F = -17.5°F$

$C - F = 10$

$\Rightarrow C = F + 10$

$\frac{C-0}{100-0} = \frac{F-32}{212-32}$

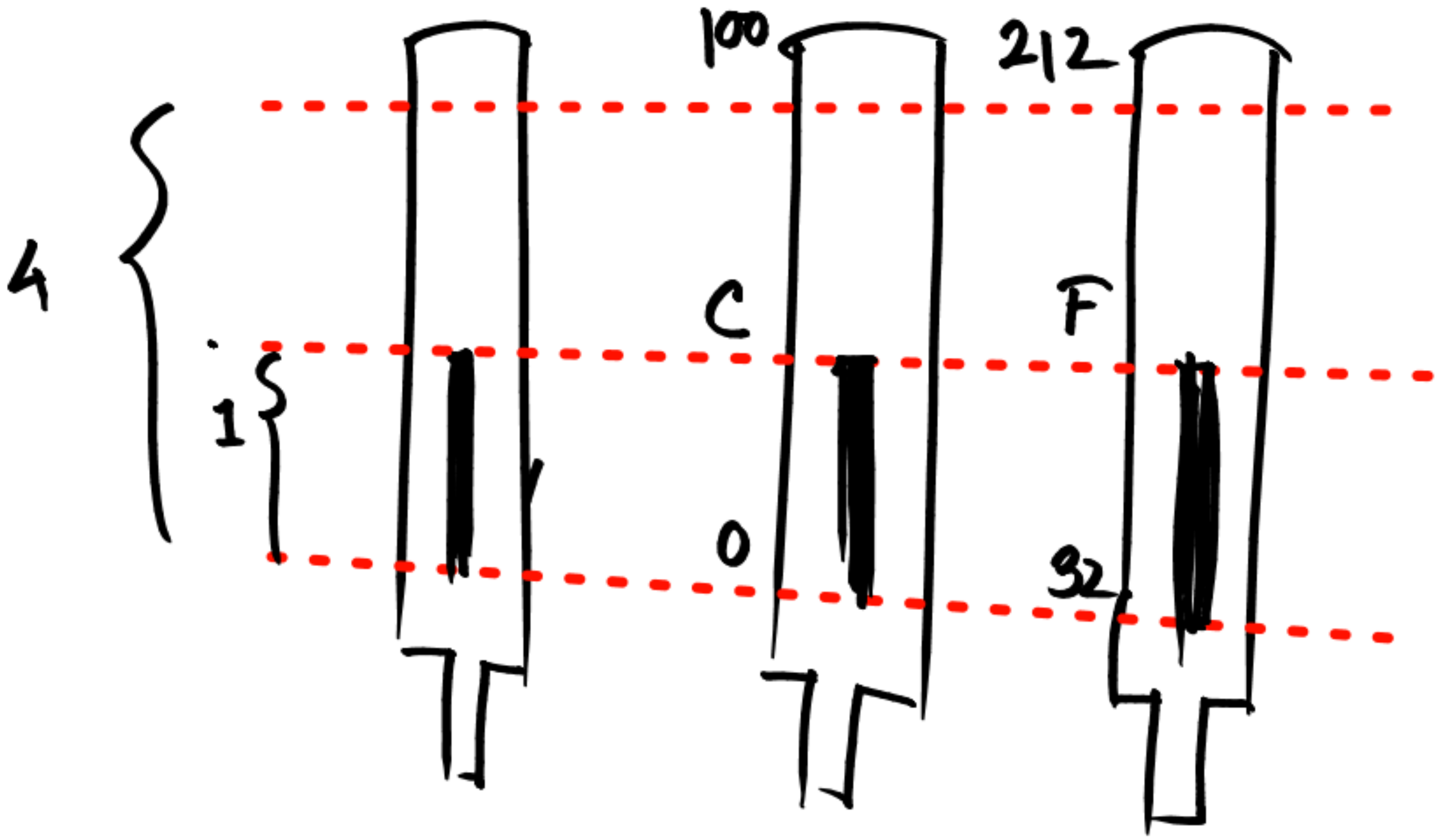
$\Rightarrow \frac{F+10}{100} = \frac{F-32}{180}$

$\Rightarrow F = -62.5°F$

$\therefore C = -52.5°C$

থার্মোমিটার

একটি থার্মোমিটারকে গরম তরলে ডোবালে পারদতল থার্মোমিটারের নিম্নস্থিরাঙ্ক ও ঊর্ধ্বস্থিরাঙ্কের মধ্যবর্তী দূরত্বের এক-চতুর্থাংশ পর্যন্ত ওঠে। সেলসিয়াস ও ফারেনহাইট স্কেলে ওই থার্মোমিটারের পাঠ কত হবে?



$$\frac{C-0}{100-0} = \frac{1}{4} \Rightarrow \boxed{C = 25^\circ C}$$

$$\frac{F-32}{212-32} = \frac{1}{4} \Rightarrow \boxed{F = 77^\circ F}$$

Ⓐ

থার্মোমিটার

একটি থার্মোমিটারের প্রাথমিক অন্তর 45 টি সমান ভাগে এবং অপর একটি থার্মোমিটারের প্রাথমিক অন্তর 100 ভাগে বিভক্ত। প্রথমটির নিম্নস্থিরাঙ্ক −2° এবং অপরটির 20°। কোনো তাপমাত্রা দ্বিতীয় থার্মোমিটারে 120° হলে প্রথম থার্মোমিটারে তা কত হবে?

$$\frac{\theta_1 - \theta_{1,ice}}{\theta_{1,steam} - \theta_{1,ice}} = \frac{\theta_2 - \theta_{2,ice}}{\theta_{2,steam} - \theta_{2,ice}}$$

$$\Rightarrow \frac{\theta_1 - (-2)}{45} = \frac{120 - 20}{100}$$

$$\Rightarrow \theta_1 = 43^\circ$$

(A)

থার্মোমিটার

A ও B তাপমাত্রার স্কেল দুটির মধ্যে সম্পর্ক $\frac{A-42}{110} = \frac{B-72}{220}$, কোন তাপমাত্রায় দুটি স্কেলের সমান পাঠ হবে?

$A = B$

$$\frac{A-42}{110} = \frac{B-72}{220}$$

$$\Rightarrow \frac{A-42}{110} = \frac{A-72}{220}$$

$$\Rightarrow A = 12$$

(A)

থার্মোমিটার

MCQ

একটি বস্তুর ফারেনহাইট তাপমাত্রা বনাম সেলসিয়াস তাপমাত্রার লেখচিত্র দেখানো হল; লেখটি সেলসিয়াস তাপমাত্রা অক্ষের সঙ্গে যে কোণে আনত তা নির্ণয় কর । [$\sin\theta = ?$]

ঢাল $= m = \tan\theta$ $\Rightarrow$ $y = mx + c$

$y \rightarrow$ °F, $x \rightarrow$ °C

$$\frac{F-32}{212-32} = \frac{C-0}{100-0}$$

$$\Rightarrow \frac{F-32}{9} = \frac{C}{5}$$

$$\Rightarrow F-32 = \frac{9C}{5}$$

$$\Rightarrow F = \frac{9}{5}C + 32$$

$y = mx + c$ এর সাথে তুলনা করে,

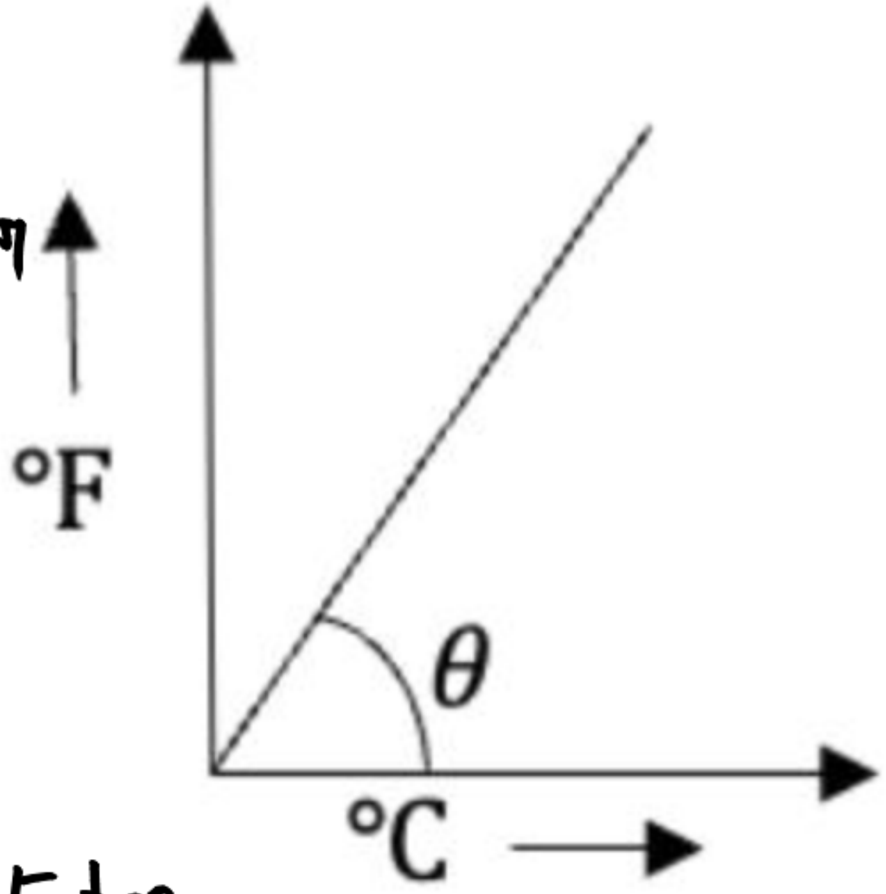
$$m = \frac{9}{5}$$

$$\Rightarrow \tan\theta = \frac{9}{5}$$

$$\Rightarrow \theta = 60.945^\circ$$

$$\therefore \sin\theta = 0.874$$ ← Extra

Ⓐ.



থার্মোমিটার

দুটি থার্মোমিটারের একটি সেলসিয়াস স্কেলে এবং অপরটি ফারেনহাইট স্কেলে পাঠ দেয়। উভয় থার্মমিটারকেই পরপর দুটি ভিন্ন তাপমাত্রার পানিপূর্ণ পাত্রে ডোবানো হল। দুই ক্ষেত্রেই থার্মোমিটার দুটির পাঠের পার্থক্য দেখা গেল 20. পাত্র দুটির তাপমাত্রা সেলসিয়াস স্কেলে নির্ণয় করো?

°C → $C = F + 20$

$$\frac{C-0}{100-0} = \frac{F-32}{212-32}$$

$$\Rightarrow \frac{F+20}{100} = \frac{F-32}{180}$$

$$\Rightarrow F = -85°F \quad \therefore C = -85+20 = -65°C$$

°C → $C = F - 20$

$$\frac{C-0}{100-0} = \frac{F-32}{212-32}$$

$$\Rightarrow \frac{F-20}{100} = \frac{F-32}{180}$$

$$\Rightarrow F = 5°F \quad \therefore C = F - 20 = 5-20 = -15°C$$

থার্মোমিটার

MCQ

একটি থার্মোমিটারের নিম্নস্থিরাঙ্ক -10°। এই থার্মোমিটারে 50°C- এর পাঠ হয় 30°। থার্মোমিটারের প্রাথমিক অন্তর কত হবে?

θ_{ice} $\quad C \quad \theta$

$\theta_{steam} - \theta_{ice} = ?$

$$\frac{\theta - \theta_{ice}}{\theta_{steam} - \theta_{ice}} = \frac{C - 0}{100 - 0}$$

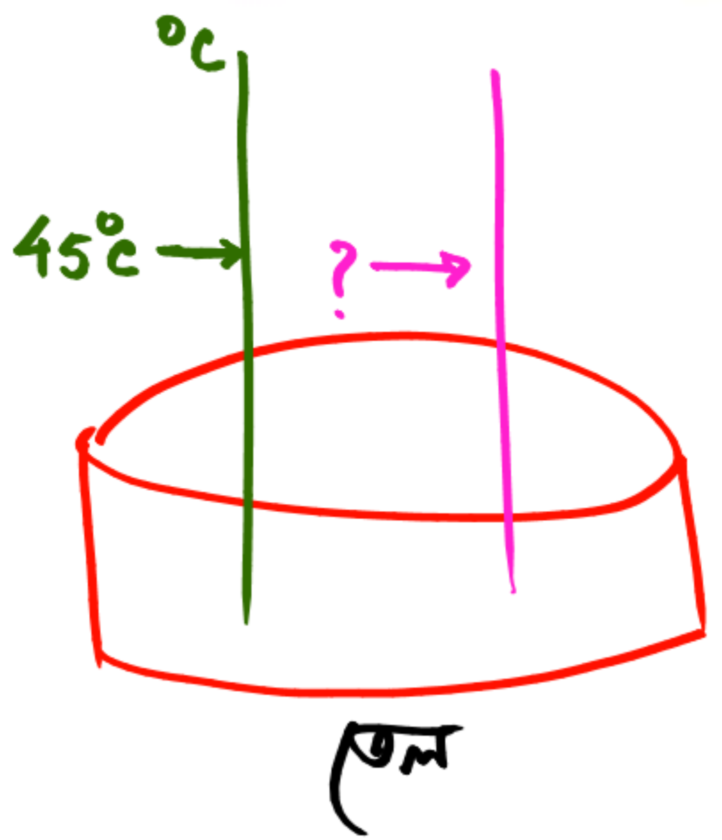
$$\Rightarrow \frac{30 - (-10)}{\text{প্রাথ. অন্তর}} = \frac{50}{100}$$

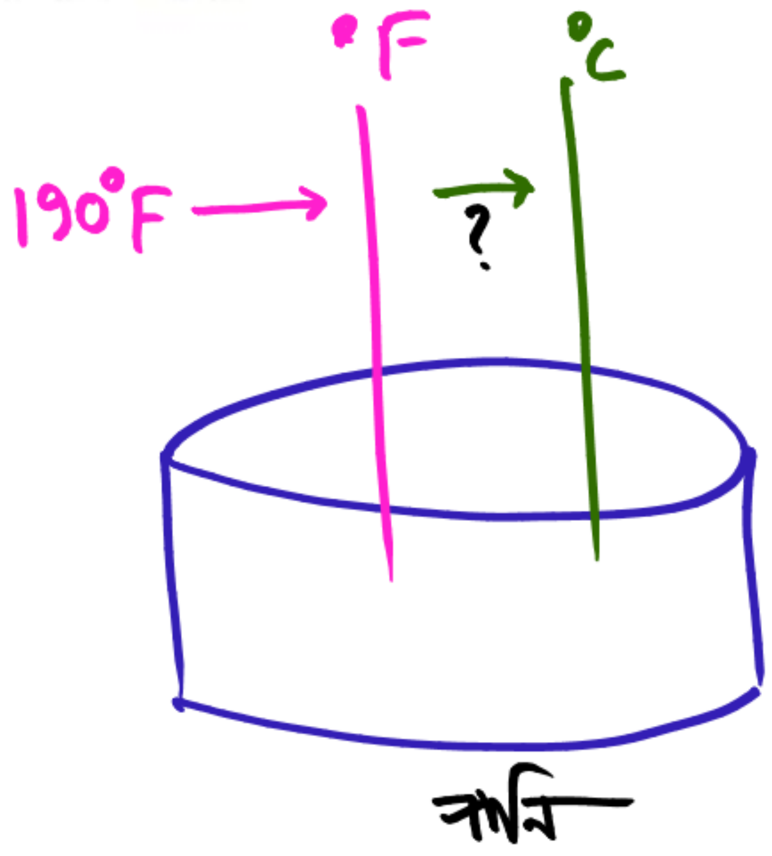
$$\Rightarrow \boxed{\text{প্রা. অন্তর} = 80}$$

(A)

থার্মোমিটার

একটি সেলসিয়াস থার্মোমিটারকে গরম তেলের মধ্যে প্রবেশ করালে পাঠ হয় 45°C, যেখানে একটি ফারেনহাইট থার্মোমিটারকে গরম পানিতে প্রবেশ করালে পাঠ হয় 190°F। থার্মোমিটারদ্বয়ের তাপমাত্রা কত হবে যদি এদের স্থান পরিবর্তন করা হয়?





$$\frac{C-0}{100-0} = \frac{F-32}{212-32}$$

$$\Rightarrow \frac{C}{100} = \frac{190-32}{212-32}$$

$$\Rightarrow C =$$

(B)

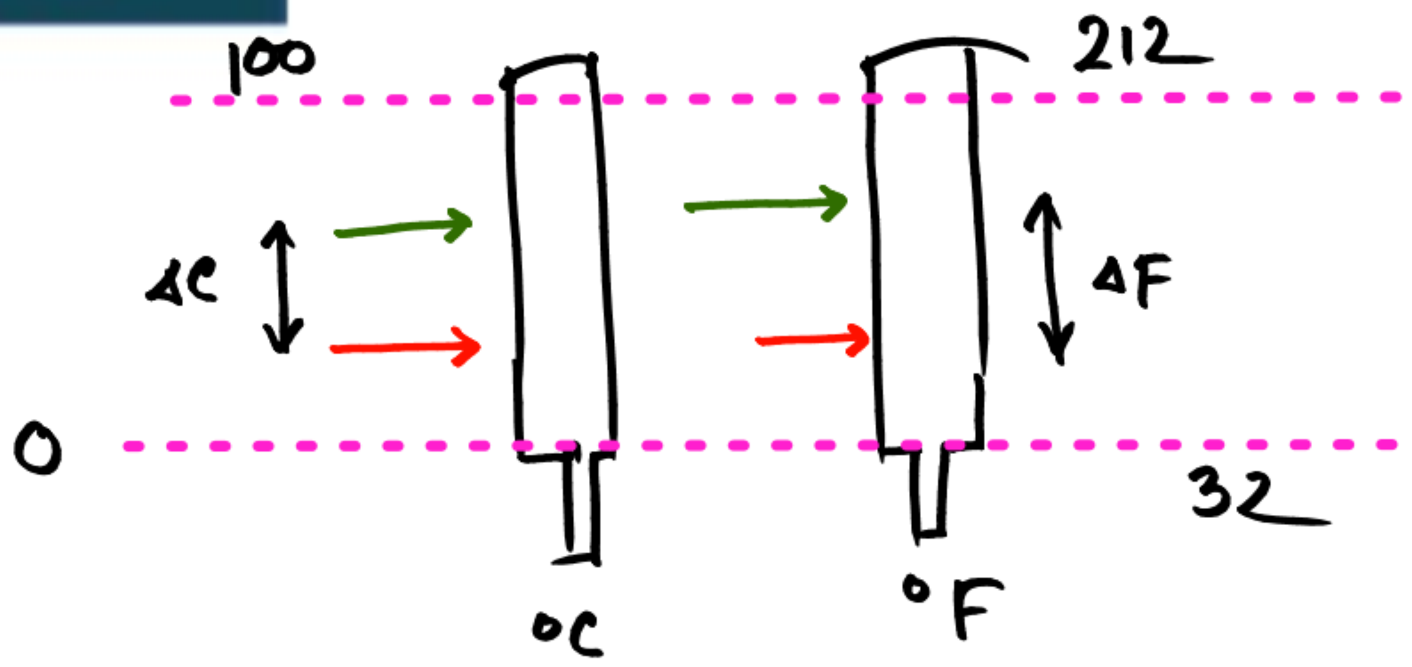
$$\frac{C-0}{100-0} = \frac{F-32}{212-32}$$

$$\Rightarrow \frac{45}{100} = \frac{F-32}{180} \Rightarrow F =$$

(A)

তাপমাত্রার পরিবর্তন

$$\frac{\Delta C}{100-0} = \frac{\Delta F}{212-32}$$



$$\frac{\Delta \theta}{\theta_{steam} - \theta_{ice}} = \frac{\Delta C}{100-0} = \frac{\Delta F}{212-32} = \frac{\Delta K}{373-273} = \frac{\Delta R_n}{672-492} = \frac{\Delta R}{80-0}$$

$$\frac{\Delta C}{100-0} = \frac{\Delta K}{373-273}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta C}{100} = \frac{\Delta K}{100} \Rightarrow \Delta C = \Delta K$$

তাপমাত্রার পরিবর্তন

By default → °C

এক কাপ পানির তাপমাত্রা 100° থেকে 35° এ নামানো হলো। ফারেনহাইট স্কেলে এর পরিবর্তন কত হবে?

$\Delta C = 100 - 35 = 65°C$

$\Delta F = ?$

(a) 117°F

(b) 122°F

(c) 273°F

(d) 98°F

$$\frac{\Delta C}{100-0} = \frac{\Delta F}{212-32}$$

$$\Rightarrow \frac{65}{100} = \frac{\Delta F}{180}$$

$$\Rightarrow \Delta F = 117°F$$

তাপমাত্রার পরিবর্তন

একটি বস্তুর উষ্ণতা 9 মিনিটে 50°C থেকে নেমে 35°C-এ এল। ফারেনহাইট স্কেলে উষ্ণতা হ্রাসের হার নির্ণয় করো।

$$\Delta C = 50 - 35 = 15°C$$

$$\frac{\Delta F}{212-32} = \frac{\Delta C}{100-0}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta F}{180} = \frac{15}{100}$$

$$\Rightarrow \Delta F = 27°F$$

$$\therefore \text{হ্রাসের হার} = \frac{\Delta F}{t} = \frac{27°F}{9\,min}$$

$$= 3\,°F/min$$

(A).

ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটার

↓

$\theta \rightarrow$ Reading

$$\frac{\theta - \theta_{ice}}{\theta_{steam} - \theta_{ice}} = \frac{C - 0}{100 - 0} = \frac{F - 32}{212 - 32} = \ldots\ldots$$

ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটার

কোনো থার্মোমিটারের নিম্নস্থিরাঙ্ক 0.5° এবং ঊর্ধ্বস্থিরাঙ্ক 101° ; 30°C তাপমাত্রায় ওই থার্মোমিটারের পাঠ কত?

Actual = C

θ_{ice} θ_{steam}

$\theta = ?$

$$\frac{\theta - \theta_{ice}}{\theta_{steam} - \theta_{ice}} = \frac{C - 0}{100 - 0}$$

$$\Rightarrow \frac{\theta - 0.5}{101 - 0.5} = \frac{30}{100}$$

$$\Rightarrow \theta = 30.65^{\circ}$$

(A)

ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটার

একটি সেলসিয়াস থার্মোমিটারে হিমাঙ্ক 0.5°C এবং 740 mm পারদ চাপে ফুটন্ত জলের স্ফুটনাঙ্ক 98°C দেখায়। এই থার্মোমিটারে একটি বস্তুর উষ্ণতা 30°C দেখায়। ফারেনহাইট থার্মোমিটারে বস্তুটির সঠিক উষ্ণতা কত হবে? 734 mm পারদ চাপে বিশুদ্ধ জল 99°C উষ্ণতায় ফোটে।

পানির স্ফুটনাঙ্ক চাপের উপর নির্ভর করে।

1 atm = 760 mmHgP

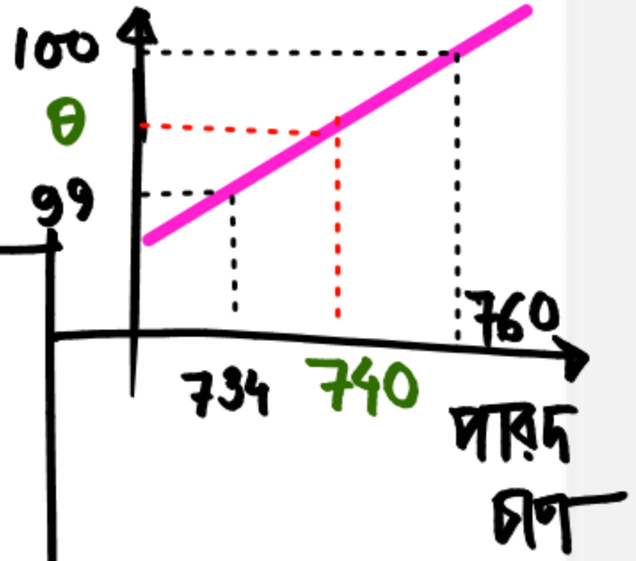
স্ফুটনাঙ্ক = 100°C

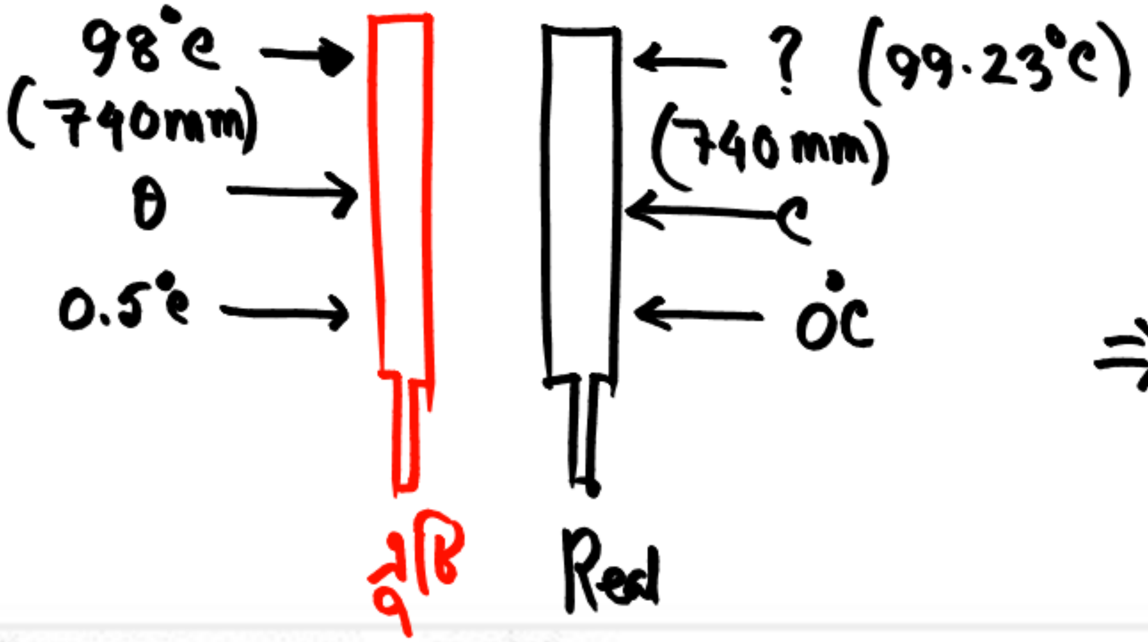
760mm পারদ চাপে বিশুদ্ধ জলের স্ফুটনাঙ্ক 100°C

734 mm " " " " " 99°C

$$\frac{\theta - 99}{740 - 734} = \frac{100 - 99}{760 - 734}$$

$$\Rightarrow \theta = 99.23^\circ C$$





$$\frac{\theta - 0.5}{98 - 0.5} = \frac{C - 0}{99.23 - 0}$$

$$\Rightarrow \frac{30 - 0.5}{98 - 0.5} = \frac{C}{99.23}$$

$$\Rightarrow C = 30.02^\circ C$$

$$\frac{C - 0}{100 - 0} = \frac{F - 32}{212 - 32}$$

$$\Rightarrow \frac{30.02}{100} = \frac{F - 32}{180}$$

$$\Rightarrow F = 86.036$$

ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটার

একটি ত্রুটিপূর্ণ সেন্টিগ্রেড থার্মোমিটারের গলন্ত বরফে পাঠ 1.5°C এবং 747 mm পারদস্তম্ভের চাপে ফুটন্ত পানির বাষ্পে পাঠ 98.5°C। ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটারের পাঠ যখন 20°, তখন ফারেনহাইট স্কেলে সঠিক পাঠ কত হবে? 734 mm পারদস্তম্ভের চাপে পানির স্ফুটনাঙ্ক 99°C।

H.W.

ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটার

একটি সেলসিয়াস থার্মোমিটার গলন্ত বরফে 0.5°C এবং 74.8 cm পারদস্তম্ভের চাপে শুষ্ক স্টিমে 98°C পাঠ দেয়, 73.6 cm পারদস্তম্ভের চাপে বিশুদ্ধ জলের স্ফুটনাঙ্ক 99° C হলে ওই থার্মোমিটারের পাঠ যখন 14°C তখন প্রকৃত উষ্ণতা কত?

H.W.

বস্তুতে তাপের প্রভাব

$S_{water} = 4200\ J\,kg^{-1}K^{-1}$

$S_{ice} = 2100\ J\,kg^{-1}K^{-1}$

$S_{vapour} = 2000\ J\,kg^{-1}K^{-1}$

$\Delta Q = mS\Delta\theta$; S = আপেক্ষিক তাপ

$S = 4200\ J\,kg^{-1}K^{-1}$

বস্তুতে তাপ প্রয়োগে/অপসারণে

- **তাপমাত্রা পরিবর্তন** — $dQ = mSdT = mS(T_f - T_i)$
- **অবস্থার পরিবর্তন** — $dQ = ml_f = ml_v$

পানির

$l_f = 336000\ J\,kg^{-1}$

$l_v = 2268000\ J\,kg^{-1}$

$Q = ml_f$ [কঠিন → তরল রূপান্তর]

l_f = গলনের সুপ্ততাপ

$Q = ml_v$ [তরল → বায়বীয় রূপান্তর]

l_v = বাষ্পীভবনের সুপ্ততাপ

বস্তুতে তাপের প্রভাব

100g পানির উষ্ণতা 30°C থেকে 100°C বৃদ্ধি করতে কত তাপ লাগবে? দেওয়া আছে, জলের আপেক্ষিক তাপ = $4.2Jg^{-1}°C^{-1}$

$\Delta\theta = 100 - 30 = 70°C$

$m = 100g = 100 \times 10^{-3}$ kg

$Q = m s \Delta\theta$

$= 100 \times 10^{-3} \times 4200 \times 70$

$= 29400$ J

(A)