

14. उष्णतेचे मापन व परिणाम

प्रश्न. 1)अ. माझी जोडी कोणाशी ?

अ. गट	ब. गट
अ) निरोगी मानवी शरीराचे तापमान	1) 296 K
आ) पाण्याचा उत्कलन बिंदू	2) 98.6 °F
इ) कक्ष तापमान	3) 0°C
ई) पाण्याचा गोठण बिंदू	4) 212°F

उत्तर :

अ. गट	ब. गट
अ) निरोगी मानवी शरीराचे तापमान	98.6 °F
आ) पाण्याचा उत्कलन बिंदू	212°F
इ) कक्ष तापमान	296 K
ई) पाण्याचा गोठण बिंदू	0°C

ब) कोण खरं बोलतोय ?

अ) पदार्थाचे तापमान ज्यूलमध्ये मोजतात.

उत्तर : चूक (पदार्थाचे तापमान °C अथवा °F अथवा K मध्ये मोजतात.)

आ) उष्णता उष्ण वस्तूकडून थंड वस्तूकडे वाहते.

उत्तर : बरोबर

इ) उष्णतेचे एकक ज्यूल आहे.

उत्तर : बरोबर

ई) उष्णता दिल्याने वस्तू आकुंचन पावतात.

उत्तर : चूक (सामान्यतः उष्णता दिल्याने वस्तू प्रसरण पावतात.)

उ) स्थायूचे अणू स्वतंत्र असतात.

उत्तर : चूक (स्थायूचे अणु त्यांच्यामधील परस्पर बलाने बांधलेले असतात.)

ऊ) उष्ण वस्तूच्या अणूंची सरासरी गतिज ऊर्जा थंड वस्तूच्या अणूंच्या सरासरी गतिज ऊर्जेपेक्षा कमी असते.

उत्तर : चूक (उष्ण वस्तूच्या अणूंची सरासरी गतिज ऊर्जा थंड वस्तूच्या अणूंच्या सरासरी गतिज ऊर्जेपेक्षा जास्त असते.)

क) शोधाल तर सापडेल.

अ) तापमापी हे उपकरण मोजण्यास वापरतात.

उत्तर : तापमान

आ) उष्णता मोजण्यास हे उपकरण वापरतात.

उत्तर : कॅलरीमापी

इ) तापमान हे वस्तूतील अणूंच्या..... गतिज ऊर्जेचे प्रमाण असते.

उत्तर : सरासरी

ई) एखादया वस्तूतील उष्णता ही त्यातील अणूंच्या गतिज ऊर्जेचे प्रमाण असते.

उत्तर : एकूण

प्रश्न. 2) निशिगंधाने चहा बनवण्यासाठी चहाचे घटक टाकून भांडे सौर चुलीवर ठेवले. शिवानीने तसेच भांडे गॅसवर ठेवले? कोणाचा चहा लवकर तयार होईल व का ?

उत्तर : शिवानीचा चहा लवकर तयार होईल कारण, ठराविक कालावधीमध्ये गॅसकडून भांडयाला मिळणारी उष्णता ही त्याच कालावधीत सौर चुलीकडून भांडयाला मिळणाऱ्या उष्णतेपेक्षा खूप जास्त असते.

प्रश्न. 3) थोडक्यात उत्तरे द्या.

अ) वैद्यकीय तापमापीचे वर्णन करा. त्यात व प्रयोगशाळेत वापरल्या जाणाऱ्या तापमापीत कोणता फरक असतो ?

उत्तर : वैद्यकीय तापमापी ही जाड, अरुंद काचेची समान अंतर्व्यासाची एक, केशनलिका असते. तिच्या एका टोकाशी पातळ काच असलेला फुगा असतो. त्याच्या पुढील नळीच्या एका बाजूला बहिर्वक्र भिंगाचा आकार असतो त्यामुळे तापमान पहायला सोपे जाते. फुग्यापासून असलेला केशनलिकेचा भाग थोड्या अंतरावर किंचित वक्र असतो. त्यामुळे तापमापीत वर चढलेला पारा तापमान कमी झाल्यावर आपोआप फुग्यामध्ये पुन्हा येत नाही. या तापमापीवर 35°C ते 42°C पर्यंत तापमानाच्या खुणा केलेल्या असतात. निरोगी माणसाच्या शरीराचे तापमान 37°C असते. म्हणून तापमापीवर 37°C या अंकावर एक तांबडी खूण केलेली असते. पाऱ्याला उष्णता दिल्यावर त्याचे समप्रमाणात प्रसरण होते या गुणधर्माचा वापर करून हे उपकरण तयार केलेले आहे.

प्रयोगशाळेत वापरल्या जाणाऱ्या तापमापीचा तापमान मोजण्याचा आवाका मोठा असतो. त्या तापमापीने 40°C ते 110°C मधील किंवा त्याहूनही कमी किंवा अधिक तापमान मोजता येते.

आ) उष्णता व तापमानात काय फरक आहे ? त्यांची एकके कोणती ?

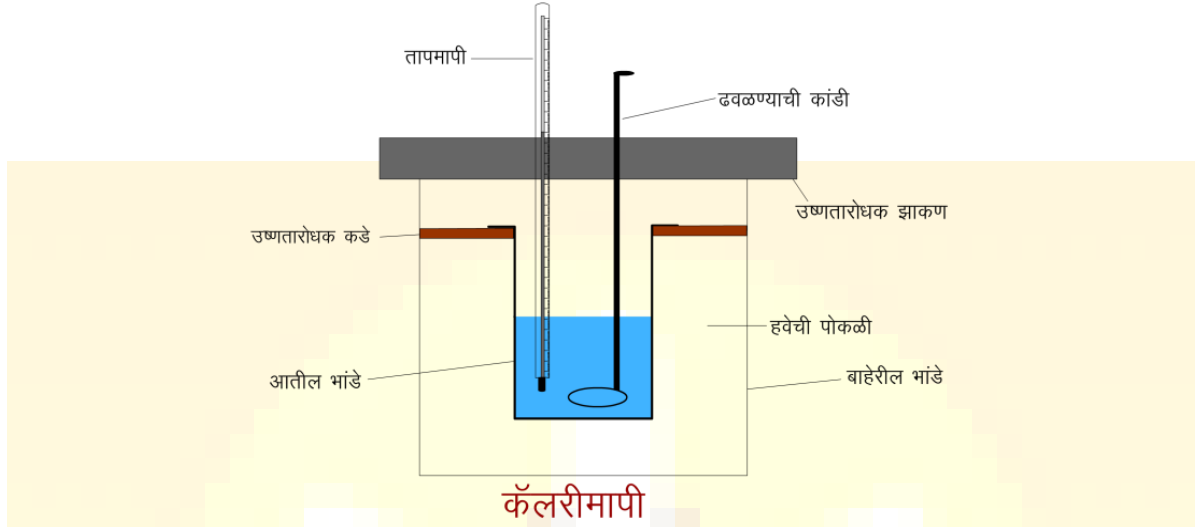
उत्तर: पदार्थ अणूंपासून बनलेला असून अणू सतत गतिशील असतात. पदार्थातील गतिज ऊर्जेचे एकूण प्रमाण हे त्या पदार्थातील उष्णतेचे मापक असते. उष्णता ही अधिक तापमान असलेल्या वस्तूकडून कमी तापमान असलेल्या वस्तूकडे प्रवाहित होणारी ऊर्जा आहे.

तापमान हे अणूंच्या सरासरी गतिज ऊर्जेवर अवलंबून असते. तापमान हे उष्णतेच्या स्थानांतराची दिशाही ठरवते. एखाद्या वस्तूचे तापमान हे ती वस्तू किती उष्ण किंवा थंड आहे ते दर्शवते.

समजा अ या भांड्यात 80°C तापमानाचे 1 ली पाणी आहे आणि ब या भांड्यात 81°C तापमानाचे 80 मिली लीटर पाणी आहे. तर 'ब' या भांड्यातील

पाण्याचे तापमान 'अ' या भांड्यातील तापमानापेक्षा जास्त आहे. परंतू 'अ' या भांड्यातील पाण्याची उष्णता 'ब' या भांड्यातील पाण्याच्या उष्णतेपेक्षा जास्त आहे.

इ) कॅलरीमापीची रचना आकृतीसह समजवा.



उत्तर : कॅलरीमापी हे उपकरण वस्तूतील उष्णता मोजण्यासाठी वापरतात. या उपकरणामुळे आपण एखाद्या रासायनिक किंवा भौतिक प्रक्रियेमध्ये बाहेर पडणाऱ्या अथवा शोषित होणाऱ्या उष्णतेचे मापन करू शकतो. कॅलरीमापीमध्ये एखाद्या थर्मॉस फ्लास्कप्रमाणे आत व बाहेर दोन भांडी असतात. ज्यामुळे आतील भांड्यात ठेवलेल्या वस्तूतील उष्णता आतून बाहेर जाऊ शकत नाही. व तसेच उष्णता बाहेरून आत देखील येऊ शकत नाही. म्हणजे आतील भांडे व त्यातील वस्तू सभोवतालपासून औष्णिकदृष्ट्या अलिप्त ठेवल्या जातात. हे भांडे तांब्याचे असते यात तापमान मोजण्यासाठी एक तापमापी व द्रव ढवळण्यासाठी एक कांडी बसवलेली असते.

ई) रेल्वेच्या रुळांत ठराविक अंतरावर फट का ठेवली जाते हे स्पष्ट करा.

उत्तर: रेल्वेच्या रुळांत ठराविक अंतरावर फट ठेवली जाते कारण वातावरणातील तापमानात वाढ झाली असता रेल्वेच्या रुळांची लांबीही वाढते त्याचप्रमाणे रुळ व धावत्या गाडीची चाके यांमधील घर्षणामुळे रुळांचे तापमान वाढते. रुळांचे

तापमान वाढल्यामुळे रुळांची लांबी सुध्दा वाढते. रुळांत ठराविक अंतरावर फट ठेवली नाही तर ते प्रसरणामुळे वाकडे होतील व त्यामुळे अपघात होतील.

उ) वायूचा, व द्रवाचा प्रसरणांक म्हणजे काय हे सूत्रांद्वारे स्पष्ट करा.

उत्तर : 1) द्रवाचा प्रसरणांक — द्रवाला ठराविक आकार नसतो, पण त्यांना ठराविक आकारमान मात्र असते. म्हणून आपण द्रवाचा घनीय प्रसरणांक या सूत्रानुसार लिहू शकतो.

$$V_2 = V_1(1 + \beta\Delta T)$$

येथे T हा तापमानातील बदल असून V_2 व V_1 ही द्रवाची अंतिम व आरंभीची आकारमाने आहेत. व β हा द्रवाचा प्रसरणांक आहे.

2) वायूचा प्रसरणांक :- वायूला ठराविक आकार व आकारमानही नसते. वायूला उष्णता दिल्यावर त्याचे प्रसरण होते, परंतु वायू एका ठराविक आकाराच्या बाटलीत बंदिस्त केलेला असल्यास त्याचे आकारमान वाढू शकत नाही व त्याचा दाब वाढतो. त्यामुळे दाब स्थिर ठेवून वायूचे प्रसरण मोजले जाते अशा प्रसरणांकास स्थिर दाब प्रसरणांक म्हणतात.

$$\text{सूत्र } V_2 = V_1(1 + \beta\Delta T)$$

येथे ΔT हा तापमानातील बदल असून V_2 व V_1 ही वायूची समान दाबावरील अंतिम व आरंभीची आकारमाने आहेत व β हा वायूचा स्थिर दाब प्रसरणांक आहे.

प्रश्न. 4) खालील उदाहरणे सोडवा.

अ) फॅरेनहाईट एककातील तापमान किती असल्यास ते सेल्सिअस एककातील तापमानाच्या दुप्पट असेल ?

उत्तर : दिलेल्या बाबी : —

$$F = 2C$$

$$\therefore C = \frac{F}{2}, \quad F = ?$$

$$\frac{F - 32}{9} = \frac{C}{5} = \frac{F/2}{5} = \frac{F}{10}$$

$$\therefore F - 32 = \frac{9}{10}F$$

$$\therefore F - \frac{9}{10}F = 32$$

$$\therefore F \left(1 - \frac{9}{10}\right) = 32$$

$$\therefore \frac{F}{10} = 32$$

$$\therefore F = 32 \times 10$$

$$\therefore F = 320^\circ\text{F}$$

$$\therefore \text{फॅरेनहाईट एककातील तापमान } 320^\circ\text{F}$$

आ) एक पूल 20 m लांबीच्या लोखंडाच्या सळईने तयार केला आहे. तापमान 18°C असताना दोन सळयांत 4 cm अंतर आहे. किती तापमानापर्यंत तो पूल सुस्थितीत राहील ?

उत्तर : दिलेल्या बाबी $= l_2 = 20\text{m}$, $l_2 - l_1 = 0.4\text{ cm}$

$$l_2 - l_1 = 4 \times 10^{-3}\text{m}, T_1 = 18^\circ\text{C}, \alpha = 11.5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C},$$

$$T_2 = ?$$

$$l_2 - l_1 = \alpha l_1 \Delta T$$

$$\therefore \Delta T = \frac{l_2 - l_1}{\alpha \cdot l_1}$$

$$\therefore \Delta T = \frac{4 \times 10^{-3}\text{m}}{11.5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C} \times 20\text{m}}$$

$$= \frac{400^\circ\text{C}}{23}$$

$$= 17.39^{\circ}\text{C}$$

$$\text{आता } \Delta T = T_2 - T_1$$

$$\therefore T_2 = T_1 + \Delta T$$

$$\therefore T_2 = 18^{\circ}\text{C} + 17.39^{\circ}\text{C}$$

$$= 35.39^{\circ}\text{C}$$

$\therefore$ तो पूल 35.39°C तापमानापर्यंत सुस्थितीत राहील.

इ) आयफेल टॉवरची उंची 15°C वर 324m असल्यास, व तो टॉवर लोखंडाचा असल्यास, 30°C ला त्याची उंची किती Cm ने वाढेल ?

उत्तर : दिलेल्या बाबी $= l_1 = 324\text{m}$, $T_1 = 15^{\circ}\text{C}$

$$T_2 = 30^{\circ}\text{C}, \alpha = 11.5 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C},$$

$$l_2 - l_1 = ?$$

आयफेल टॉवरच्या उंचीमधील वाढ,

$$= l_2 - l_1 = \alpha l_1 (T_2 - T_1)$$

$$= 11.5 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C} \times 324\text{m} \times (30^{\circ}\text{C} - 15^{\circ}\text{C})$$

$$= 11.5 \times 324 \times 15 \times 10^{-6}\text{m}$$

$$= 55890 \times 10^{-6}\text{m}$$

$$= 5.589 \times 10^{-2}\text{m} \times 10^2\text{Cm}$$

$$= 5.589\text{Cm}$$

$$= 5.6\text{Cm}$$

$\therefore$ टॉवरची उंची 5.6Cm ने वाढेल.

ई) अ व ब पदार्थांचा विशिष्ट उष्मा क्रमशः C व $2C$ आहे. अ ला Q व ब ला $4Q$ एवढी उष्णता दिली गेल्यास त्यांच्या तापमानात समान बदल होतो. जर अ चे वस्तुमान m असेल तर ब चे वस्तुमान किती असेल ?

उत्तर : दिलेल्या बाबी = पदार्थ अ चा विशिष्ट उष्मा = C

अ ला दिलेली उष्णता = Q

अ चे वस्तुमान = m

पदार्थ ब विशिष्ट उष्मा = $2C$

ब ला दिलेली उष्णता = $4Q$

ब चे वस्तुमान = ?

दोन्ही तापमानातील बदल समान आहे.

$\therefore$ तापमानातील बदल = ΔT

पदार्थ अ ने मिळवलेली ऊर्जा = अ चे वस्तुमान $\times$ अ चा विशिष्ट उष्मा
 $\times$ तापमानातील बदल

$\therefore Q = m \times c \times \Delta T$

$\therefore \Delta T = \frac{Q}{m \times c}$ ----- 1

पदार्थ ब ने मिळवलेली ऊर्जा = ब चे वस्तुमान $\times$ ब ची विशिष्ट उष्मा
 $\times$ तापमानातील बदल

$4Q = \text{ब चे वस्तुमान} \times 2C \times \Delta T$

$\therefore \Delta T = \frac{4Q}{\text{ब चे वस्तुमान} \times 2C}$ ----- 2

विधान 1 व 2 वरून

$\frac{Q}{m \times c} = \frac{4Q}{\text{ब चे वस्तुमान} \times 2C}$

$$\text{ब चे वस्तुमान} \times 2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\therefore \frac{1}{m} = \frac{2}{m \text{ (ब)}}$$

$$\therefore \text{ब चे वस्तुमान } m \text{ (ब)} = 2m$$

उ) एक 3 kg वस्तुमानाची वस्तू 600 कॅलरी ऊर्जा प्राप्त करते तेव्हा तिचे तापमान 10°C पासून 70°C पर्यंत वाढते. वस्तूच्या पदार्थाची विशिष्ट उष्मा किती आहे? उत्तर – दिलेल्या बाबी =

$$m = 3\text{kg} = 3000 \text{ gm},$$

$$\Delta T = 70^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 60^\circ\text{C}$$

$$Q = 600 \text{ Cal}, \quad C = ?$$

$$Q = mc \Delta T$$

$$\therefore C = \frac{Q}{m \Delta T}$$

$\therefore$ वस्तूच्या पदार्थाची विशिष्ट उष्मा,

$$C = \frac{600 \text{ cal}}{3000 \text{ g} \times 60^\circ\text{C}}$$

$$= \frac{10}{3000} \text{ cal/ (gm}^\circ\text{C)}$$

$$= 0.0033 \text{ cal/ (gm}^\circ\text{C)}$$

$$\therefore \text{वस्तूच्या पदार्थाची विशिष्ट उष्मा} = 0.0033 \text{ cal/ (gm}^\circ\text{C)}$$
