



Unit 4: TEMPERATURE MEASUREMENT

थर्मामीटर और तापमान:

Thermometer in hindi-थर्मामीटर तापमान मापने के लिए उपयोग किया जाने वाला सामान्य उपकरण है। गर्मी और तापमान दो ऐसे शब्द हैं जो अक्सर गलतफहमी पैदा करते हैं। उदाहरण के लिए, आप कैसे व्यक्त करेंगे कि कोई चीज कितनी गर्म है? उस गर्मी को कैसे मापा जाये और उसका आधार क्या हो ? इसका उत्तर है तापमान । ऊष्मा ऊर्जा के मात्रक को जूल कहते हैं। तापमान के अनुसार गर्मी को मापा जाता है। तदनुसार, यदि गर्मी अधिक है, तो तापमान सामान्य से अधिक होगा । अब सवाल ये आता है की हम तापमान को कैसे माप सकते हैं? किसी वस्तु का तापमान मापने के लिए हम थर्मामीटर नामक उपकरण का उपयोग करते हैं। कोई वस्तु कितनी गर्म या ठंडी है, इसका माप उसके तापमान के रूप में जाना जाता है। यह ऊष्मा का गणितीय चित्रण है। सेल्सियस (सी), केल्विन (के), और फारेनहाइट (एफ) सहित विभिन्न इकाइयों का उपयोग करके तापमान मापा जाता है। प्रत्येक प्रकार के थर्मामीटर की आवश्यकताएं निर्धारित करती हैं कि उन्हें कैसे वर्गीकृत किया जाता है। उदाहरण के लिए, थर्मामीटर के एक प्रकार के सेट का उपयोग शरीर के तापमान को मापने के लिए किया जाता है, जबकि दूसरे प्रकार के सेट का उपयोग प्रयोगों के दौरान क्वथनांक और हिमांक(boiling point and freezing point)को मापने के लिए किया जाता है।

थर्मामीटर के प्रकार:

उपयोगकर्ता की आवश्यकताओं के आधार पर थर्मामीटर के विभिन्न आकार और प्रकार उपलब्ध हैं। जैसा कि पहले ही उल्लेख किया गया है, उनका प्राथमिक कार्य किसी वस्तु के तापमान (जीवित और निर्जीव) को मापना है। नतीजतन, शरीर के तापमान को मापने के लिए एक प्रकार के थर्मामीटर का उपयोग किया जाता है। जबकि अध्ययन या प्रयोगशाला परीक्षणों में तापमान को मापने के लिए थर्मामीटर के एक अलग सेट का उपयोग किया जाता है। कई थर्मामीटर जो हम दैनिक आधार पर प्रयोग करते हैं, वे इस प्रकार हैं:

चिकित्सा/ क्लिनिकल थर्मामीटर:

क्लिनिकल थर्मामीटर(clinical thermometer) का उपयोग केवल क्लिनिकल उद्देश्यों में किया जाना है। यह लोगों के शरीर के तापमान को मापने के लिए बनाया गया था। इसमें एक लंबी, संकरी कांच की नली के अंत में mercury से भरा हुआ बल्ब होता है। एक वयस्क के शरीर का औसत तापमान 37 डिग्री सेल्सियस होता है, हालांकि यह 35 डिग्री सेल्सियस से 42 डिग्री सेल्सियस तक भिन्न हो सकता है। इस प्रकार, क्लिनिकल थर्मामीटर(clinical thermometer) की सीमा 35 से 42 डिग्री सेल्सियस है। हमारे शरीर का तापमान पारा स्तर से सेल्सियस में इंगित किया जाता है। इन थर्मामीटरों को आधुनिक समय में डिजिटल थर्मामीटर(digital thermometer) से बदल दिया गया है क्योंकि पारा एक जहरीला पदार्थ है।



Unit 4: TEMPERATURE MEASUREMENT



डिजिटल थर्मामीटर:

इन थर्मामीटरों का उपयोग विद्युत परिपथ का उपयोग करके तापमान मापने के लिए किया जाता है। तापमान मापने लिए तापमान की इनपुट को एक माइक्रोचिप में ले जाया जाता है और स्थानांतरित कर दिया जाता है, जो इसे संसाधित करता है और परिणाम डिजिटल डिस्प्ले पर संख्यात्मक रूप से प्रदर्शित करता है। digital thermometer सटीक, किफायती और उपयोग में आसान होते हैं । जब शरीर के तापमान को मापने की बात आती है, तो डिजिटल थर्मामीटर को उन्नत थर्मामीटर माना जा सकता है।

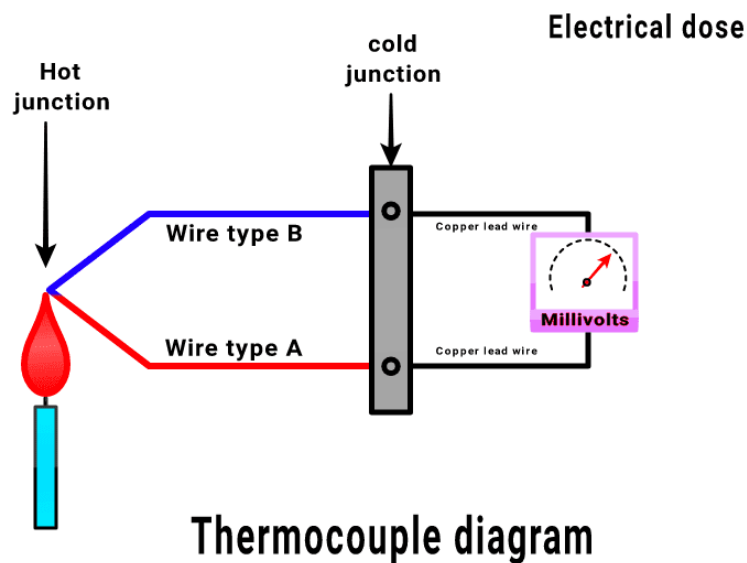
Unit 4: TEMPERATURE MEASUREMENT



Thermocouple:

यह एक तापमान को नापने वाला यंत्र है, इसका इस्तेमाल करके हम किसी स्थिर वस्तु का तापमान माप सकते हैं | यह एक कनवर्टर है जो heat energy को electrical signal में बदल देता है |

इसमें दो अलग अलग तरह से धातु होते हैं जो एक छोर पर जुड़े होते हैं | जब भी तापमान कम या ज्यादा याने heat या cold होता है दोनों धातु के छोर पर तब वोल्टेज उत्पन्न हो जाता है |





Unit 4: TEMPERATURE MEASUREMENT

यह एक sensor की तरह काम करता है और इसका बोहोत ज्यादा इस्तेमाल industries में किया जाता है | thermocouple एक बोहोत आसान, मजबूत, और इसका मूल्य भी बोहोत कम है |

Thermocouple working principle in hindi (थर्मोकपल का सिद्धांत): -

इसका operation seeback effect इस घटना पर आधारित है | यह ये दर्शाता है की अगर एक close path में से current बह रहा है एक इस path में दो अलग अलग धातु जा junction है और ये दोनों धातु अलग अलग तापमान पर रखे है उनमे अलग अलग emf उत्पन्न होगा | इसका चित्र हम fig.a में देख सकते है |

थर्मोकपल की संवेदनशीलता दी गयी है :-

$$s = e/t = a + bt + ct^2$$

इसमे e = t के तापमान को बदलने से होने वाला emf, और a,b और c कांस्टेंट होते हिया ताकि e की value निकाल सके |

thermocouple एक temperature transducer है जिसमे दो धातु का जहा पर जंक्शन होता है वहा पर emf उत्पन्न हो जाता है |

Types of thermocouples (थर्मोकपल के प्रकार): -

1. **Type E:** - इस थर्मोकपल में chromel alloy का इस्तेमाल positive electrode की तरह और constant alloy को negative electrode की तरह इस्तेमाल किया जाता है |
2. **Type S:** - इस टाइप के थर्मोकपल बोहोत ही कम output voltage को उत्पन्न करते है लेकिन इनका इस्तेमाल अधिकतम तापमान रेंज पर किया जाता है |
3. **Type T:** - इनमे copper और constantan का इस्तेमाल किया जाता है |
4. **Type J:** - इस थर्मोकपल में iron और constantan इन दोनों का इस्तेमाल किया जाता हिया |

Other types of thermocouples (थर्मोकपल के प्रकार): -

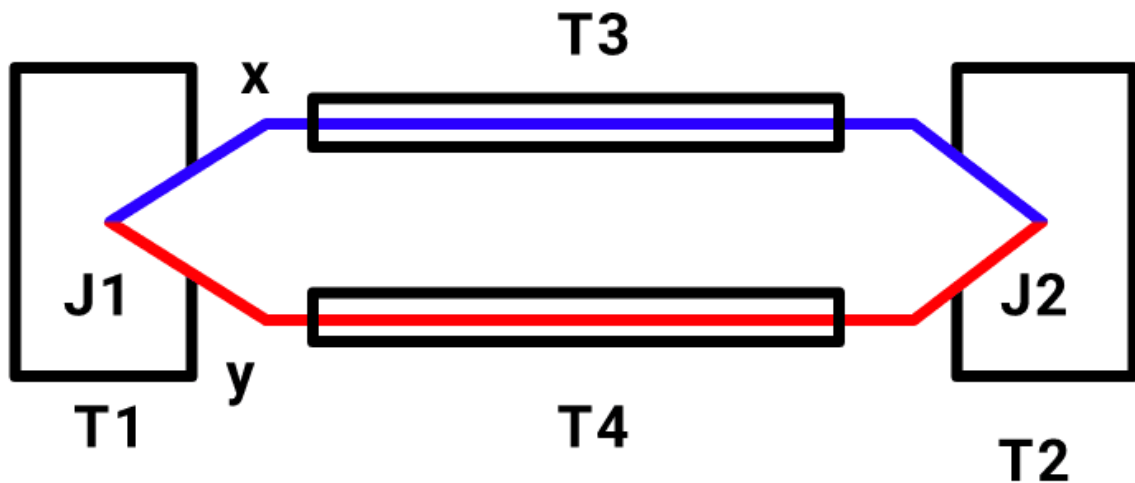
1. Thermocouple in series
2. Thermocouple in parallel
3. Metal tube type thermocouple
4. Hydodermic type thermocouple
5. Washer type thermocouple

Unit 4: TEMPERATURE MEASUREMENT

Construction of thermocouple (थर्मोकपल की बनावट): -

निचे दिखाए चित्र में देखे तो उसमें दो अलग अलग प्रकार के धातु x और y को जोड़ा गया है इससे दोनों छोर पर दो junction J1 और J2 बन गए हैं | अगर इन दोनों जंक्शन को तापमान T1 और T2 पर रखा जाये तब जो एक्सटर्नल emf उत्पन्न होगा वो temperature difference T1 - T2 के अनुरूप होगा |

$$e = K (T1 - T2)$$

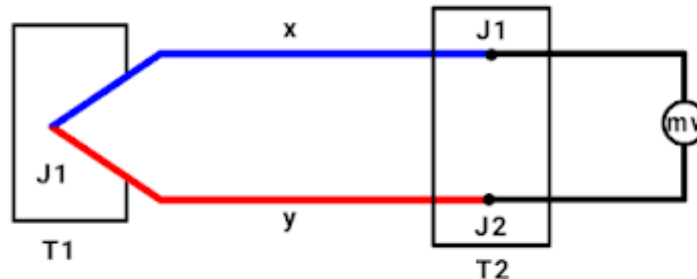
Electrical dose**Basic thermocouple circuit**

जब तापमान का माप लिया जाता है तब एक जंक्शन को ज्ञात temperature पर रखा जाता है उस जंक्शन को reference जंक्शन या फिर cold junction कहा जाता है | और दूसरे तरफ के junction को hot junction या फिर sensing junction कहा जाता है | reference तापमान को आमतौर पर 273 °C और 0 °C लिया जाता है |

जब sensing junction और reference junction पर कोई तापमान में फरक आ जाता है तो उसकी वजह से तब emf उत्पन्न होता है और उसकी वजह से circuit में current जाता है |

Unit 4: TEMPERATURE MEASUREMENT

Electrical dose



Circuit for thermocouple measurement

thermally generated emf को मापने के लिए millivoltmeter का इस्तेमाल किया जाता है | जैसा की ऊपर चित्र में हम देख सकते है | emf कितना उत्पन्न होगा यह दोनों junction याने hot junction और cold junction पर निर्भर होता है |

Metal used for Thermocouple (थर्मोकपल में इस्तेमाल होने वाले धातु) :-

1. Copper – constantan alloy: 0 – 2000 °F
2. Iron – constantan alloy: 0 – 1200 °F
3. Platinum – Platinum / Rhodium alloy: 0 – 3000 °F
4. Chromel – Alumel alloy: 0 – 900 °F

Expectations from thermocouple (थर्मोकपल कैसा होना चाहिए): -

1. इसकी thermo-emf characteristic linear होनी चाहिए |
2. इसका मूल्य कम होना चाहिए |
3. थर्मोकपल में इस्तेमाल होने वाले material मजबूत होने चाहिए ताकि वो ज्यादा तापमान और वातावरण के बदलाव को झेल सके |

Advantages of thermocouple (थर्मोकपल के फायदे): -

1. इनका मूल्य कम होता है और आकार भी छोटा होता है |
2. इनका calibration check आसानी से किया जा सकता है |



Unit 4: TEMPERATURE MEASUREMENT

3. इनकी तापमान नापने की range बोहोत ज्यादा है | (-270 °C से 2700 °C)
4. बाहरी DC source की जरूरत नहीं लगाती है |
5. इसकी sensitivity बोहोत अछि होती है |
6. यह बोहोत सही से तापमान को दर्शाते है |
7. इनकी बनावट अछि होती है |

Disadvantages of thermocouple (थर्मोकपल के नुकसान): -

1. तापमान की वजह से उत्पन्न होने वाला emf छोटा होता है, इसकी वजह से इनमे amplification की जरूरत पड़ती है |
2. इसकी तापमान characteristic nonlinear होती है |
3. कई बार signal को amplifi करना पड़ता है |

पायरोमीटर:

किसी बस्तु या पदार्थ का तापमान वह भौतिक गुण है जिसका उपयोग यह बताने के लिए किया जा सकता है कि कोई वस्तु या पदार्थ कितना गर्म या ठंडा है। तापमान को स्थिति के आधार पर विभिन्न पैमानों और इकाइयों में मापा जा सकता है। विभिन्न उपकरणों और तकनीकों का उपयोग करके किसी भी बस्तु या पदार्थ का तापमान मापा जा सकता है। तापमान को विभिन्न तकनीकों का उपयोग करके मापा जा सकता है, जिसमें थर्मामीटर (कांच में तरल)- thermometers (liquid in glass), विद्युत प्रतिरोध थर्मामीटर (electric resistance thermometers-RTD), विकिरण थर्मामीटर /अवरक्त थर्मामीटर / पायरोमीटर (radiation thermometers/infrared thermometers/pyrometers), थर्मोकपल(thermocouples), सिलिकॉन डायोड(silicon diodes), द्विधातु उपकरण(bimetallic devices), बल्ब और केशिका उपकरण(bulb and capillary devices), निरंतर मात्रा गैस और दबाव(constant volume gas, and pressure gas thermometers) थर्मामीटर शामिल हैं। बस्तु या पदार्थ के भौतिक गुणों के आधार पर केल्विन (K) की SI इकाई के अलावा तापमान को सेल्सियस और फारेनहाइट (F) स्केल में भी मापा जा सकता है। इस लेख में पायरोमीटर(Pyrometer) की परिभाषा के साथ-साथ इसके प्रकार, लाभ और कमियों पर चर्चा करेंगे।

पायरोमीटर तापमान मापने का एक उपकरण है जिसका उपयोग किसी वस्तु द्वारा उत्सर्जित विद्युत चुम्बकीय विकिरण को ट्रैक करने के लिए भी किया जाता है। ये विभिन्न प्रकार की वर्णक्रमीय श्रेणियों(spectral ranges) में आते हैं। पायरोमीटर को वर्णक्रमीय श्रेणी (spectral ranges) के आधार पर 1-रंग, 2-रंग और उच्च गति वाले पायरोमीटर में वर्गीकृत किया जाता है। पायरोमीटर का उपयोग किसी वस्तु की सतह के तापमान को मापने के लिए किया जाता है, जो वस्तु से निकलने वाले विकिरण



Unit 4: TEMPERATURE MEASUREMENT

(इन्फ्रारेड या दृश्यमान) द्वारा पता किया जाता है। पायरोमीटर को अवरक्त थर्मामीटर(infrared thermometers), विकिरण थर्मामीटर(radiation thermometers) या गैर-संपर्क थर्मामीटर(non-contact thermometers) के रूप में भी जाना जाता है। ऊर्जा को अवशोषित करने और किसी भी तरंग दैर्घ्य पर EM तरंगों की तीव्रता को मापने की उनकी क्षमता के कारण, पायरोमीटर फोटोडिटेक्टर उपकरणों के रूप में काम करते हैं।

भट्टियों के उच्च तापमान को पायरोमीटर का उपयोग करके मापा जाता है। पायरोमीटर तापमान को बहुत जल्दी, सटीक, visually और सटीक रूप से मापने में सक्षम है। पायरोमीटर विभिन्न प्रकार की वर्णक्रमीय श्रेणियों(spectral ranges में उपलब्ध हैं, जिनमें गैर-धातुओं के लिए लंबी तरंग रेंज और धातुओं के लिए छोटी तरंग रेंज शामिल हैं।

तापमान की माप के दौरान वस्तु से निकलने वाले विकिरण को मापने के लिए रंगीन पायरोमीटर(कलर पायरोमीटर) लगाया जाता है। ये वस्तु के तापमान को मापने में बहुत सटीक हैं। इसलिए इन उपकरणों में बहुत कम माप त्रुटियां होती हैं।

दो वर्णक्रमीय श्रेणियों(spectral ranges) के साथ दो विकिरण तीव्रता के अनुपात की गणना कलर पायरोमीटर का उपयोग करके की जाती है। ये Metis M3 और H3 श्रृंखला के साथ-साथ Capella C3 पोर्टेबल श्रृंखला में विभिन्न संस्करणों(different version) में आते हैं।

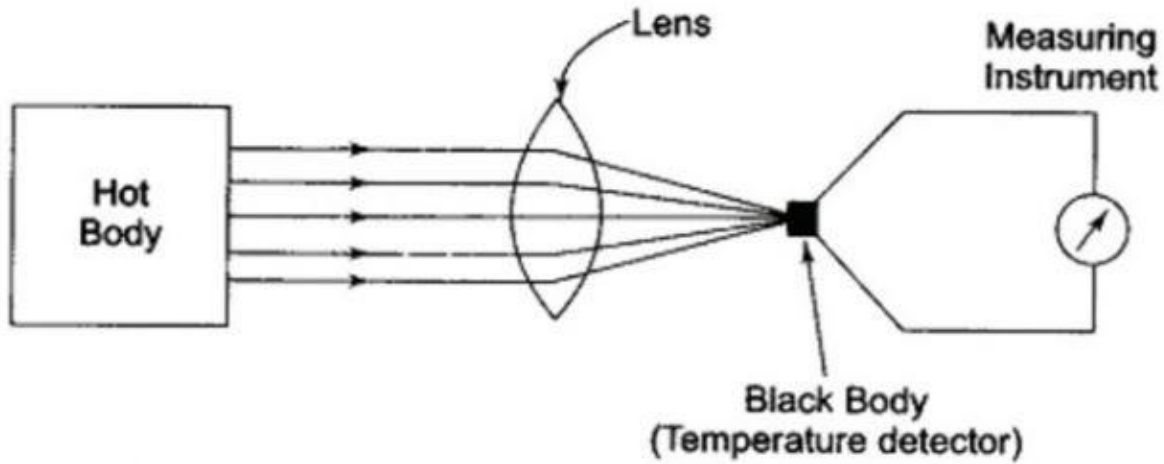
M3 उपकरणों की तुलना में अधिक तेज़ और सटीक रूप से, तापमान को मापने के लिए उच्च गति वाले पायरोमीटर का उपयोग किया जाता है। इनका उपयोग क्रमशः 1-रंग और 2-रंग पायरोमीटर (with 1-color and 2-color pyrometers) के साथ किया जा सकता है। ये Pyrometer तापमान को उचित तरीके से माप सकते हैं और तेजी से चलती वस्तुओं (rapidly moving objects) के सटीक तापमान माप कर देते हैं।

पायरोमीटर का कार्य सिद्धांत:

जैसे की उपर बताया है पायरोमीटर किसी वस्तु से निकलने वाली ऊष्मा(heat) और विद्युत चुम्बकीय विकिरण(electromagnetic radiation) को मापने के लिए उपकरण हैं। ये विभिन्न वर्णक्रमीय श्रेणियों (spectral ranges)में आते हैं। पायरोमीटर को उनकी वर्णक्रमीय सीमा के आधार पर 1-रंग, 2-रंग और उच्च गति श्रेणियों में विभाजित किया जाता है।

पायरोमीटर का मूल कार्य सिद्धांत यह है कि यह किसी वस्तु के तापमान को उसके सीधे संपर्क में आए बिना उत्सर्जित होने वाली गर्मी या विकिरण का पता लगाकर मापता है। विकिरण की तीव्रता के आधार पर, यह तापमान को मापता है। ऑप्टिकल सिस्टम और डिटेक्टर, जिनका उपयोग वस्तु की सतह के तापमान को मापने के लिए किया जाता है, पायरोमीटर के दो मूल भाग (part) हैं।

Unit 4: TEMPERATURE MEASUREMENT



ऑप्टिकल सिस्टम किसी उस वस्तु से उत्सर्जित ऊर्जा को कैचर करता है जिसकी सतह का तापमान पायरोमीटर से मापा जाना होता है। डिटेक्टर, जो विकिरण तरंगों(radiation waves) के प्रति अत्यधिक संवेदनशील होता है, को तब विकिरण(radiation) दिया जाता है। डिटेक्टर का आउटपुट विकिरण(radiation) के परिणामस्वरूप वस्तु के तापमान को बताता है। ध्यान रखें कि वस्तु का तापमान विकिरण के स्तर का विश्लेषण करने के लिए उपयोग किए जाने वाले डिटेक्टर के तापमान के सीधे आनुपातिक होता है।

निरपेक्ष तापमान से परे(Beyond the absolute temperature.), प्रत्येक लक्षित वस्तु अपने वास्तविक तापमान (-273.15 डिग्री सेंटीग्रेड) के आधार पर विकिरण का उत्सर्जन करती है। उत्सर्जित होने वाले इस विकिरण को इन्फ्रारेड(Infrared) नाम दिया गया है जो विद्युतचुंबकीय स्पेक्ट्रम के उपर लाल बत्ती के रूप में दिखाई देता है, । विकिरणित ऊर्जा(radiated energy) को एक डिटेक्टर द्वारा विद्युत संकेतों में परिवर्तित किया जाता है और वस्तु के तापमान को मापने के लिए उपयोग किया जाता है।

पायरोमीटर के प्रकार :

- ऑप्टिकल पायरोमीटर(Optical Pyrometer) [Click here to know about Optical Pyrometer.](#)
- इन्फ्रारेड / विकिरण पायरोमीटर(Infrared/Radiation Pyrometer) [Click here to know about Radiation Pyrometer](#)



क्रमांक	Optical Pyrometer/ऑप्टिकल पायरोमीटर	Radiation Pyrometer/ विकिरण पायरोमीटर
1	ये एक विशेष प्रकार के पायरोमीटर हैं जिनका उपयोग दृश्यमान स्पेक्ट्रम ऊष्मा विकिरण को खोजने के लिए किया जाता है। दृश्य प्रकाश की मात्रा जो गर्म वस्तुओं को छोड़ती है, यह निर्धारित करेगी कि मापते समय वे कितने गर्म हैं।	ये पायरोमीटर इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रम में थर्मल रेडिएशन पर काम करते हैं, जो आमतौर पर 2 से 14 मीटर के बीच होता है। यह तापमान मापने के लिए लक्षित वस्तु द्वारा उत्सर्जित विकिरण का उपयोग करता है।
2	विकिरण पायरोमीटर की तुलना में, ऑप्टिकल पायरोमीटर अधिक महंगे होते हैं।	तुलनात्मक रूप में यह अच्छा कार्य करता है और इसकी कीमत कम होती है।
3	खोलना बंद करने में आसन होता है।	विकिरण पायरोमीटर का डिजाइन जटिल होता है।
4	धूल, धुआं और थर्मल विकिरण जैसी विभिन्न स्थितियां डिवाइस की सटीकता को प्रभावित कर सकती हैं।	माप वस्तु द्वारा उत्सर्जन से प्रभावित हो सकता है।
5	चलती वस्तुओं के तापमान को मापने के लिए उपयोगी है।	यह त्वरित गति से प्रतिक्रिया करता है। यह बहुत स्थिर है।
6	मानवीय भूल का प्रभाव मापन पर पड़ सकता है।	त्रुटि की लगभग कोई संभावना नहीं है।



Unit 4: TEMPERATURE MEASUREMENT

7	ऑप्टिकल पायरोमीटर में मापन का परिणाम मानव आँख से पायरोमीटर की डिस्प्ले पर तुरंत देखा जा सकता है।	विकिरण पायरोमीटर में थर्मोकपल तुरंत MiliVolts के रूप में आउटपुट प्रदान करता है। फिर इसे प्योमीटर द्वारा तापमान में परिवर्तित कर के डिस्प्ले किआ जाता है ।
8	ऑप्टिकल पायरोमीटर के घटक जैसे हॉट बॉडी, लेंस, फिलामेंट लैंप और लाल फिल्टर एक सीधी रेखा में व्यवस्थित होते हैं।	विकिरण पायरोमीटर के तीन मुख्य घटक लेंस, रिसेविंग कंपोनेंट्स और रिकॉर्डिंग उपकरण हैं।
9	ऑपरेटिंग रेंज - 1400 डिग्री सेल्सियस तक, जिसे लेंस के बगल एक absorption-type screen का उपयोग करके 3000 डिग्री सेल्सियस तक बढ़ाया जा सकता है।	ऑपरेटिंग रेंज - कुल विकिरण को मापने वाले पैरामीटर का उपयोग 700 डिग्री सेल्सियस और 2000 डिग्री सेल्सियस के बीच के तापमान को मापने के लिए किया जाता है।

ऑप्टिकल और विकिरण पायरोमीटर के बीच अंतर | Difference between Optical and Radiation Pyrometer in Hindi :

नीचे विकिरण पायरोमीटर और ऑप्टिकल पायरोमीटर की तुलना है।

पायरोमीटर के लाभ और नुकसान :

थर्मामीटर के समान ही तापमान मापन के लिए उपयोग किए जाने वाले पायरोमीटर के भी आमतौर पर कुछ लाभ और कुछ कमियां होती हैं। जिनके बारे में हम नीचे जानेंगे।

पायरोमीटर के लाभ:

पायरोमीटर के निम्नलिखित लाभ हैं:

- इसका वजन हल्का होता है।



Unit 4: TEMPERATURE MEASUREMENT

- पायरोमीटर उच्च तापमान मापने के लिए सबसे सटीक इंस्ट्रूमेंट है।
- पायरोमीटर विशेष रूप से चलती वस्तुओं या किसी गैर-पहुंच योग्य या गैर-स्पर्श करने योग्य सतहों का तापमान मापने के लिए अनुकूलित हैं। आधुनिक मल्टीस्पेक्ट्रल पायरोमीटर गैस टरबाइन इंजन के दहन कक्षों के अंदर मौजूद उच्च तापमान को सटीक रूप से माप सकते हैं।
- यह किसी वस्तु के संपर्क में आए बिना उसका तापमान माप सकता है। यह non-contact measurement. करते हैं।
- यह अलग-अलग दूरी पर विभिन्न प्रकार की वस्तुओं के तापमान को माप सकता है, इसमें त्वरित प्रतिक्रिया समय(quick response time) होता है, और ऐसा करते समय अच्छी स्थिरता होती है।