18 विकिरण

विकिरण

विद्युत चुम्बकीय तरंगों के द्वारा ऊष्मा ऊर्जा के संचरण की प्रक्रिया होती है।

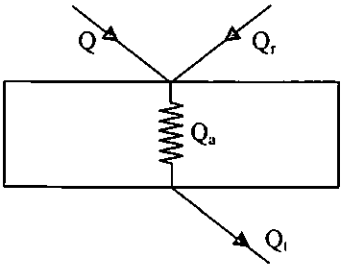
ऊष्मीय विकिरण

अवरक्त भाग में उपस्थित विद्युत तरंगें होती है।

परावर्तन, अवशोषण तथा पारगमन गुणांक

$r = \frac{Q_r}{Q}$, $a = \frac{Q_a}{Q}$ तथा $t = \frac{Q_t}{Q}$

$r + a + t = 1$



उत्सर्जन क्षमता

किसी पृष्ठ के एकांक क्षेत्रफल से प्रति सेकण्ड सभी तरंगदैर्ध्यों के लिये उत्सर्जित विकिरण की कुल मात्रा

$$E = Q/A.t$$

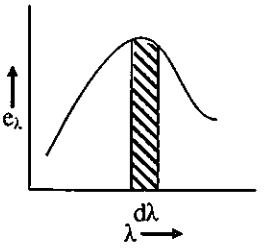
स्पैक्ट्रमी उत्सर्जन क्षमता

तरंग परास λ तथा $\lambda + d\lambda$ के लिये इकाई क्षेत्रफल से इकाई समय में उत्सर्जित विकिरण की मात्रा (dQ_λ) तथा तरंग परास विस्तार ($d\lambda$) का अनुपात होता है।

$$e_\lambda = \frac{dQ_\lambda}{d\lambda}$$

तथा

$$e = \int_0^\infty e_\lambda \, d\lambda$$



उत्सर्जकता

पृष्ठ की उत्सर्जन क्षमता तथा कृष्णिका की उत्सर्जन क्षमता का अनुपात

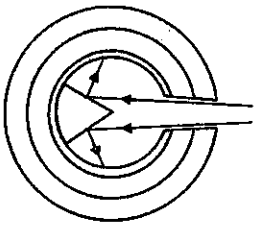
स्पेक्ट्रमी अवशोषण क्षमता

किसी दिये गये तरंग परास के लिये किसी निश्चित समय में पृष्ठ द्वारा अवशोषित विकिरण की मात्रा तथा उसी समय में पृष्ठ पर आपतित कुल विकिरण की मात्रा का अनुपात।

आदर्श कृष्णिका

वह जो उस पर आपतित सभी तरंगदैर्ध्य के विकिरणों को पूर्णतः अवशोषित करती हो। इसके लिये

$a_\lambda = 1$ तथा $r = t = 0$



फैरी (Ferri's) की आदर्श कृष्णिका

किरचॉफ नियम

$\frac{e_\lambda}{a_\lambda}$ = नियतांक = कृष्णिका की उत्सर्जन क्षमता = E_λ

स्टीफन का नियम

σ स्टीफन नियतांक = 5.67×10^{-8} $W/m^2 - K^4$

इकाई क्षेत्रफल से इकाई समय में नेट ऊर्जा की हानि = $\sigma (T^4 - T_0^4)$

कृष्णिका पृष्ठ के क्षेत्रफल A से नेट ऊर्जा के हानि की दर

$$-\frac{dQ}{dt} = \sigma A (T^4 - T_0^4) \text{ J/s}$$

e उत्सर्जकता की सतह के लिये

$$-\frac{dQ}{dt} = \sigma Ae (T^4 - T_0^4) \text{ J/s}$$

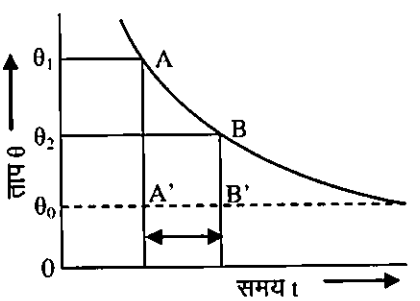
ताप के ह्रास की दर

$$-\frac{d\theta}{dt} = \frac{\sigma Ae(T^4 - T_0^4)}{msJ} \text{ °C/s}$$

न्यूटन का शीतलन नियम

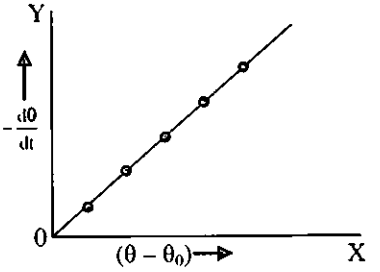
(शीतलन की दर $\propto$ तापाधिक्य)

$-\frac{dQ}{dt} = K(\theta - \theta_0)$, K शीतलन नियतांक या $-\frac{d\theta}{dt} = \frac{K}{ms}(\theta - \theta_0) = K'(\theta - \theta_0)$



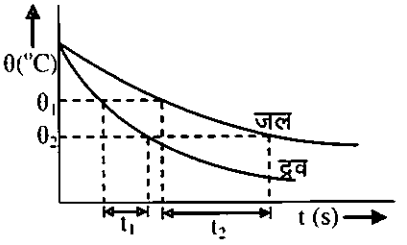
ताप θ_1 से θ_2 तक ठण्डा होने में लगा समय

$$t = \frac{2.303}{K'} \log_{10}\left(\frac{\theta_1 - \theta_0}{\theta_2 - \theta_0}\right)$$



यदि ताप θ में परिवर्तन θ_1 से θ_2 सरल रेखीय होता है, तो

$$\frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\theta_1 - \theta_2}{t} = K'\left[\frac{\theta_1 + \theta_2}{2} - \theta_0\right]$$



द्रव की विशिष्ट ऊष्मा

$$\frac{(W + m_L s_L)(\theta_1 - \theta_2)}{t_1} = \frac{(W + m_w s_w)(\theta_1 - \theta_2)}{t_2}$$

उत्सर्जित विकिरण ऊर्जा का स्पैक्ट्रमी वितरण

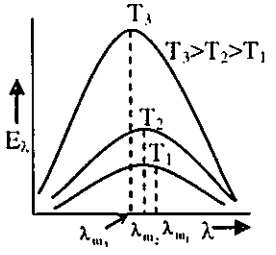
$E_\lambda - \lambda$ वक्र का अधिकतम $\lambda = \lambda_m$ पर होता है। $E_\lambda - \lambda$ वक्र तथा λ अक्ष के मध्य का क्षेत्रफल T^4 के अनुक्रमानुपाती होता है।

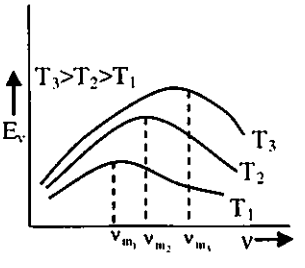
वीन का विस्थापन नियम

$\lambda_m \propto \frac{1}{T}$ या $\lambda_m T = b$ (वीन नियतांक)

$b = 2.93 \times 10^{-3} m - K$ या $\nu_m \propto T$

$\nu_m = b' T, b' = \frac{c}{b}$





वीन का विस्थापन नियम

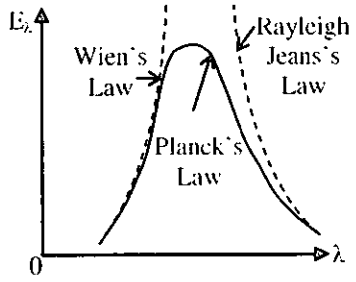
वीन नियतांक : $E_\lambda d\lambda = \frac{A}{\lambda^5} e^{-a/\lambda T} d\lambda$

रैले–जीन्स का वितरण नियम :

$$E_\lambda d\lambda = \frac{8\pi kT}{\lambda^4} d\lambda$$

प्लांक का वितरण नियम : $E_\lambda d\lambda = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \frac{1}{\{e^{hc/\lambda kT} - 1\}} d\lambda$

प्लांक का वितरण नियम लघु तरंगदैर्ध्य के लिये वीन के वितरण नियम में तथा दीर्घ तरंगदैर्ध्य के लिये रैले–जीन्स के वितरण नियम में रूपान्तरित हो जाता है।



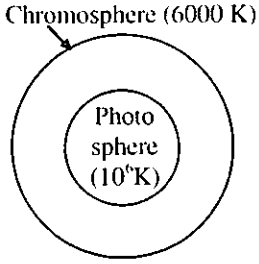
सौर नियतांक

S = विकिरण की मात्रा जो कि प्रति मिनट पृथ्वी के एक वर्ग सेमी. क्षेत्रफल पर सूर्य से प्राप्त होती है जबकि पृथ्वी सूर्य से माध्य दूरी पर हो = 1.94 cal/cm^2-mt

सौर नियतांक MKS इकाई में

$S = 1.38 \times 10^3$ W/m^2

$S = \left(\frac{R_s}{d}\right)^2 \sigma T^4$



सूर्य का ताप

$T = \left(\frac{S}{\sigma}\right)^{1/4} \left(\frac{d}{R_s}\right)^{1/2} = 5800$ K

ग्रह का ताप T_p उसकी सूर्य से दूरी के वर्गमूल के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

अर्थात्, $T_p \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$.