Laborationsuppgift 1.

En pelare belastas med en excentrisk last P. Maximal tillåten last (knäcklast) ges som minsta positiva roten till ekvationen

$$f(P) = \frac{P}{A} - \sigma_0 \left(1 + \frac{ec}{r^2} \sec\left(\frac{L}{2r}\sqrt{\frac{P}{EA}}\right)\right)^{-1} = 0$$

där σ_0 är tillåten spänning, e är excentriciteten, E är elasticitetsmodulen och övriga parametrar beror av pelarens geometri. ($\sec(x) = \frac{1}{\cos(x)}$)

Låt $e = 0.1$, $\sigma_0 = 10^4$, $E = 10^6$, $L = 2$ och $A = c = r = 1$. Använd **fzero** för att bestämma knäcklasten med fem korrekta siffror. Feluppskattning krävs.

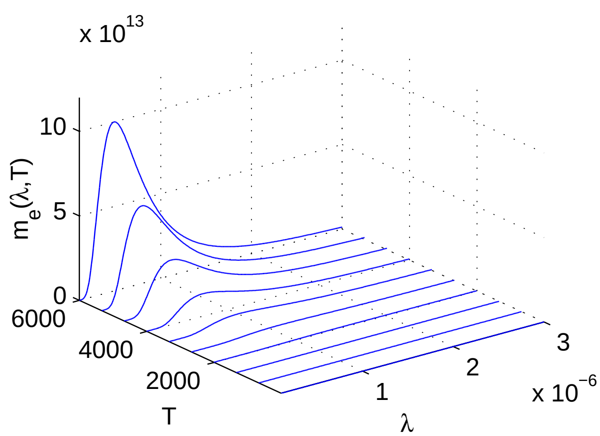
Laborationsuppgift 2.

Den monokromatiska emittansen m_e ges av Plancks strålningslag

$$m_e(\lambda, T) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5(\mathrm{e}^{hc/k\lambda T} - 1)}$$

där $h = 6.6256 \cdot 10^{-34}$ Js är Plancks konstant, $c = 2.9979 \cdot 10^8$ ms^{-1} är ljushastigheten i tomrum och $k = 1.3805 \cdot 10^{-23}$ JK^{-1} är Boltzmanns konstant.

Här ser vi graferna av $m_e(\lambda, T)$ över intervallet $10^{-7} \leq \lambda \leq 3 \cdot 10^{-6}$ för några olika värden på T.



Huvuddelen av strålningen förskjuts mot allt kortare våglängder λ (μm) då temperaturen T (K) ökar. Enligt Wiens förskjutningslag gäller sambandet

$$\lambda_{max} T = konstant$$

där λ_{max} är den våglängd för vilken strålningen är maximal.

Man kan härleda Wiens förskjutningslag från Plancks lag genom att bestämma konstanten i Wiens lag. Om man deriverar m_e med avseende på λ och sätter derivatan till noll kan man bestämma Wiens konstant via att lösa ekvationen

$$f(x) = \exp(x)(5 - x) - 5 = 0$$

där $x = \frac{hc}{k\lambda T}$.

Rita grafen av funktionen $f(x)$ över intervallet $0 \leq x \leq 5.5$ och bestäm den positiva roten till $f(x) = 0$ med fem signifikanta siffror. Vad blir konstanten i Wiens lag?

Laborationsuppgift 3.

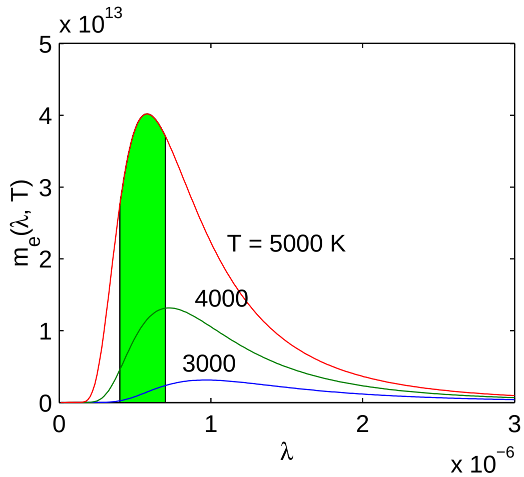
Vi skall bestämma periodlängden för den matematiska pendeln för olika begynnelseutslag θ_0. Periodlängden ges av $T(\theta_0) = 4\sqrt{\frac{L}{g}}K(\sin(\theta_0/2))$ där $K(x)$ är den fullständiga elliptiska integralen

$$K(x) = \int_0^{\pi/2} \frac{d\theta}{\sqrt{1 - x^2 \sin^2(\theta)}}$$

Beräkna T för $L = 0.1$ m och $\theta_0 = 30, 50, \cdots, 170°$. Rita en graf där vi ser hur T beror av θ_0.

Laborationsuppgift 4.

Figuren nedan visar den spektrala energifördelningen hos strålningen från en hålrumsstrålare, för olika temperaturer T (K).



Det skuggade området markerar den synliga delen av spektrat, $0.4 \le \lambda \le 0.7\mu$m.
Den monokromatiska emittansen m_e ges av Plancks strålningslag

$$m_e(\lambda, T) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5(e^{hc/k\lambda T} - 1)}$$

där $h = 6.6256 \cdot 10^{-34}$ Js är Plancks konstant, $c = 2.9979 \cdot 10^8$ ms^{-1} är ljushastigheten i tomrum och $k = 1.3805 \cdot 10^{-23}$ JK^{-1} är Boltzmanns konstant.

Enligt Stefan-Boltzmanns lag gäller sambandet $M_e = \sigma T^4$ mellan emittansen M_e och temperaturen, där $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8}$Wm^{-2}K^{-4} är Stefan-Boltzmanns konstant. Denna lag kan fås från Plancks lag genom integration, det gäller att

$$M_e(T) = \int_0^{\infty} m_e(\lambda, T) d\lambda$$

som övergår i en känd integral efter variabelsubstitutionen $hc/k\lambda T = s$.

Vid bestämning av den totala energin i det synliga spektrat, för fixt T, sträcker sig integrationen över intervallet $0.4 \le \lambda \le 0.7\mu$m. Denna integral går inte att räkna ut exakt utan vi måste använda en numerisk metod.

Rita i en figur kvoten mellan totala energin i det synliga spektrat och den totala energin, som funktion av T. Dvs. ni skall rita grafen av

$$q(T) = \frac{\int_{0.4 \cdot 10^{-6}}^{0.7 \cdot 10^{-6}} m_e(\lambda, T) d\lambda}{\sigma T^4}$$

där $10^3 \le T \le 10^5$ är ett lämpligt intervall. Man måste alltså integrera för många olika T-värden.