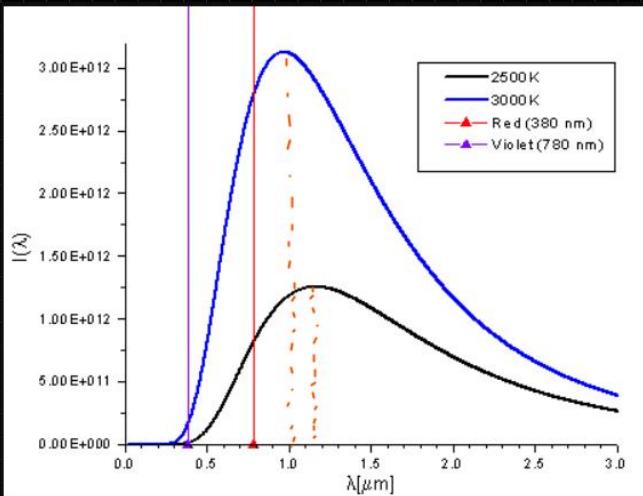


L 9-10

Stefan-Boltzmanns konst

$$M = \sigma \cdot T^4$$



9	12.1-12.5	s 229-235	12 : 1 2 3 4 5 6 7	
10	12.6-12.8	s 235-239	12 : 8 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	12 : 9
11	Lab. Plancks konstant			
	Prov vågor			

Emittans

En absolut svart kropp strålar ut energi med en våglängdsfördelning som beror av temperaturen.

Emittans M är effekt per ytenhet, W/m^2 .

Plancks lag

Värmestrålningen beror av temperatur och våglängd och det finns en formel för den spektrala emittansen.

$$\frac{dM}{d\lambda} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda k_B T}} - 1}.$$

Där k_B är Boltzmanns konstant, h är Plancks konstant, och c är ljusets hastighet

Enheten är W / m^3

Wiens förskjutningslag

Svartkoppstrålningen är ett spektrum av våglängder.

Den våglängd med maximal emittans λ_m ges av

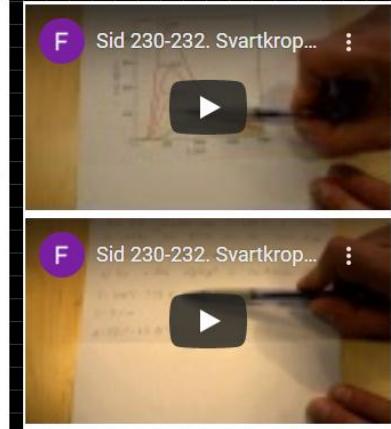
$$\lambda_m T = \text{konstant}$$

Stefan-Boltzmanns lag

$$M = \sigma T^4$$

där $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K}^4)$

och M är emittansen.



(12.-1)

$$\text{emittans} \quad 1,0 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$$

Försl. Vilken är temp?

$$\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\left(\text{m}^2 \text{K}^4\right)}$$

hövding:

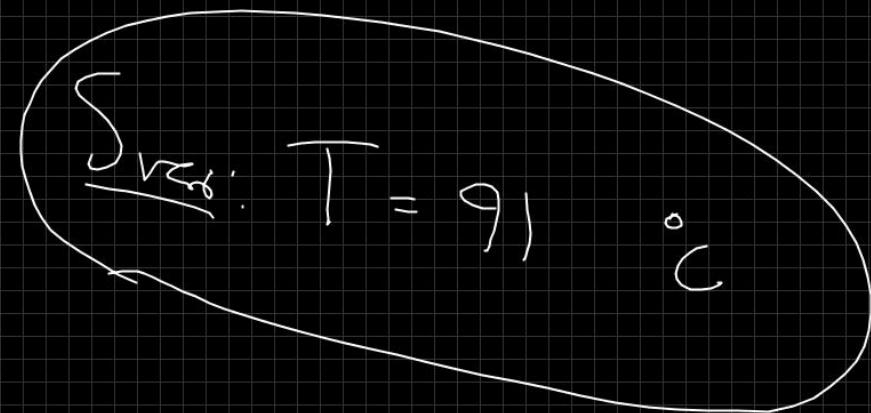
$$M = \sigma \cdot T^4$$

$$T^4 = \frac{M}{\sigma}$$

$$T = \left(\frac{M}{\sigma} \right)^{\frac{1}{4}} = \left(\frac{1,0 \cdot 10^3}{5,7 \cdot 10^{-8}} \right)^{\frac{1}{4}}$$

$$\approx 364 \text{ K}$$

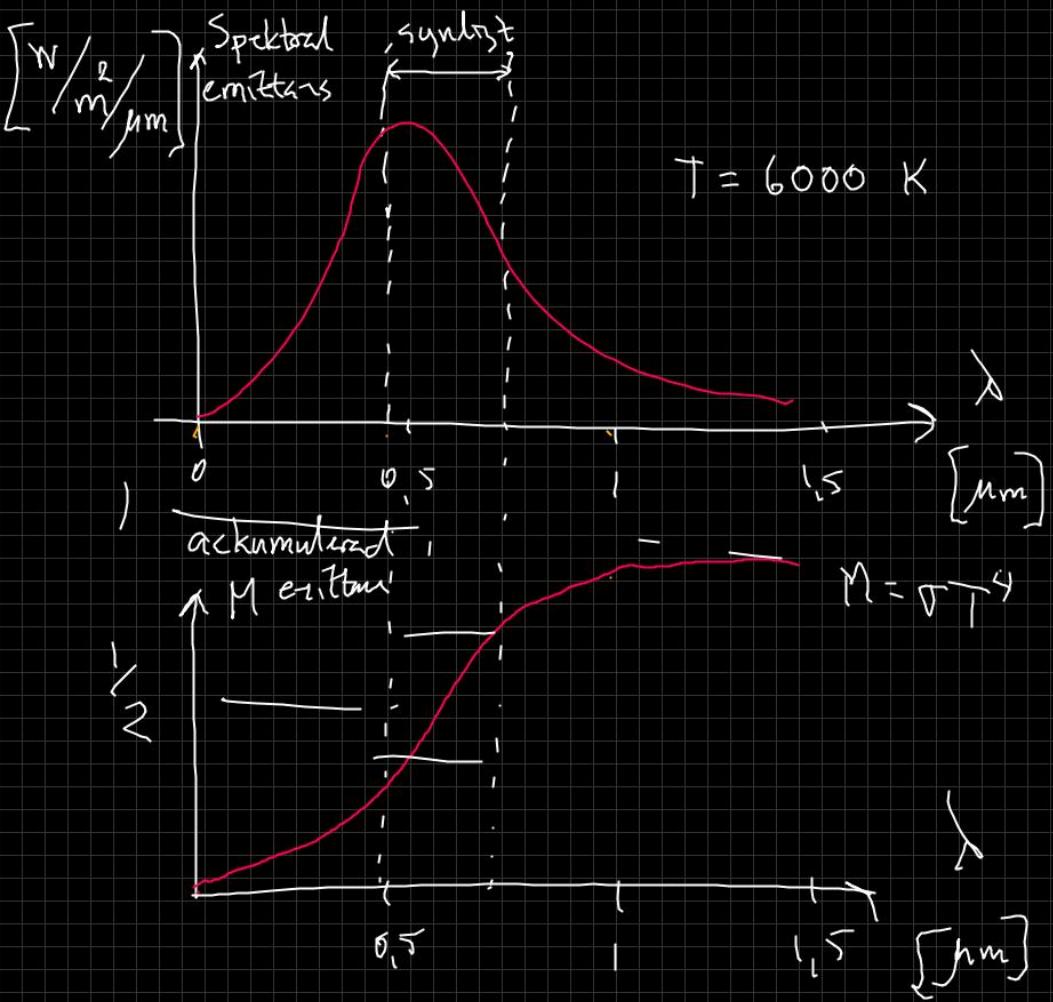
$$T_{\text{C}} = 364 - 273 = 90,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$



(12-2)

Uppskatta den synliga
emittansen ur totala.

Lösning = \approx halften.



12.3

Area $A = 32 \text{ cm}^2 = 32 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ $\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$

Temp $T = 18^\circ\text{C} = 18 + 273 = 291 \text{ K}$

heating: a) Svart laget

$$\left\{ \begin{array}{l} M = \sigma \cdot T^4 \\ M = P/A \end{array} \right.$$

b) Strålingsbalans.
 Like myeストラーリング balans
 absorberer.

$$P = A \cdot \sigma \cdot T^4 = 32 \cdot 10^{-4} \cdot 5,7 \cdot 10^{-8} \cdot 291^4 = 1,3 \text{ W}$$

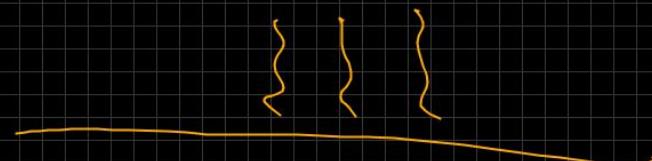
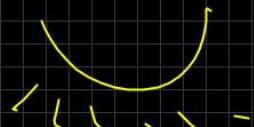
(12.4)

$$M = 1,0 \cdot 10^3 \text{ W/m}^2$$

Vad blir temperaturen?

$$\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$$

$$M = \sigma \cdot T^4$$

Lösning:

$$T = \left(\frac{M}{\sigma} \right)^{\frac{1}{4}}$$

$$T = \left(\frac{1000}{5,7 \cdot 10^{-8}} \right)^{\frac{1}{4}} = 364 \text{ K}$$

Svar: Temperaturn på marken är ca. 90°C

12.5

λ_{\max} = vägleder med maximal i transit

$$T = 2,73 \text{ K}$$

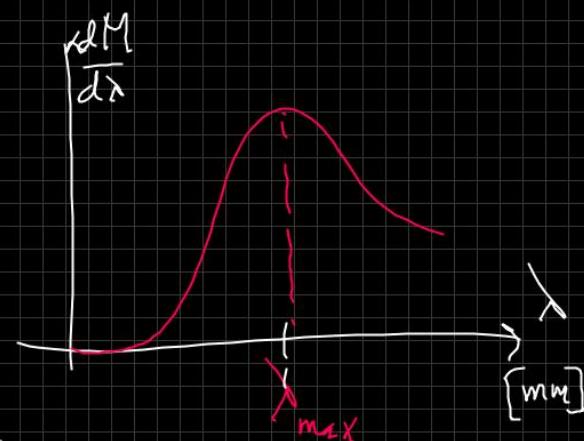
Lösning: Wiens försljutningslag:

$$\lambda_m = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{2,73} = 1,06106$$

Svar: $\lambda_m = 1,06 \text{ mm}$

$$\lambda_m \cdot T = \text{konst}$$

$$\lambda_m \cdot T = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ Km}$$



Fotoelektrisk effekt

- Kolla filen från Uppsala universitet, finns på "wikistole"
- Räkna tsl (LII)

Sammanfattning

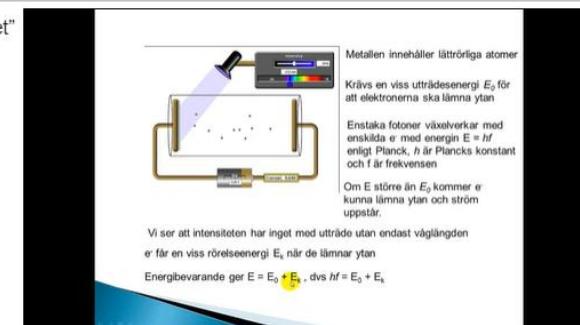
Ljus, som består av fotoner, lämnar alltså över *all sin energi i en enda stöt* när den väl träffar på en elektron i metallen. Principen "allt eller inget" gäller. I samma stund som detta sker, upphör fotonen att existera. När fotonen träffar en elektron kan tre fall tänkas ske:

- Fotonens energi är mindre än utträdesarbetet: Elektronen får inte tillräckligt med energi för att slås ut från metallen.
- Fotonens energi är lika med utträdesarbetet: Elektronen får nätt och jämnt energi till att slås ut, men inget kvar till rörelseenergi E_k .
- Fotonens energi är större än utträdesarbetet: Elektronen slås ut och får en rörelseenergi $E_k = hf - W_0$.

Notera också följande viktiga punkter:

- En ökning av intensiteten påverkar *inte* fotonens energi.
- Antalet fotoelektroner som frigörs är proportionellt mot belysningen på metallytan samt mot ljusets intensitet.
- Fotonen har ingen vilomassa (den är en masslös partikel) och färdas med ljusets hastighet, c.

Albert Einstein tilldelades Nobelpriset i fysik för sitt arbete med lagen om den fotoelektriska effekten 1921. [Nobelpriset i fysik, 1921](#)



(12.11)

LASER

$h = \text{Plancks konst. } 6,6261 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

$$\lambda = 633 \text{ nm}$$

$$\text{a) } c = f \cdot \lambda \implies f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,0 \cdot 10^8}{633 \cdot 10^{-9}} = 4,74 \cdot 10^{14} \text{ Hz} = 0,47 \text{ PHz}$$

$$\text{b) } E = h \cdot f \quad E = 6,6261 \cdot 10^{-34} \cdot 0,47 \cdot 10^{15} = 3,14 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{c) } P = 0,60 \text{ mW}$$

$$P = \frac{N \cdot E}{t} \Rightarrow$$

$$\frac{N}{t} = \frac{P}{E} = \frac{0,60 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 10^{-19}} = 1,91 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

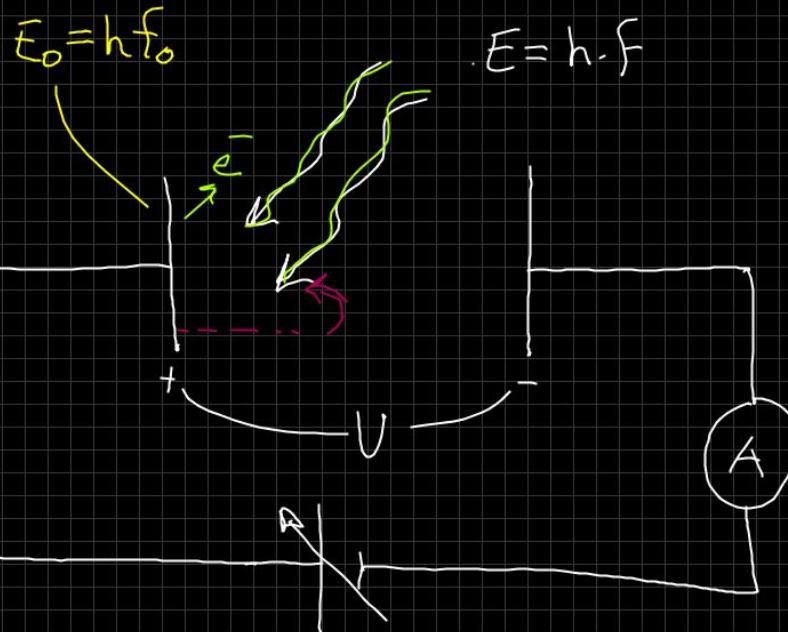
12.10

$$U = \frac{E}{Q}$$

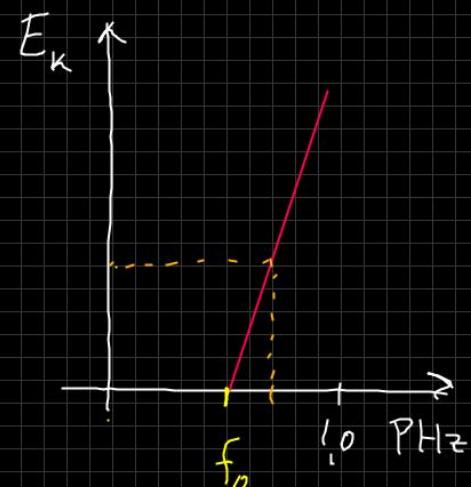
$$E = eU$$

$$hf = hf_0 + eU$$

$$\text{b) } eU = h(f - f_0) = 1,32 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$



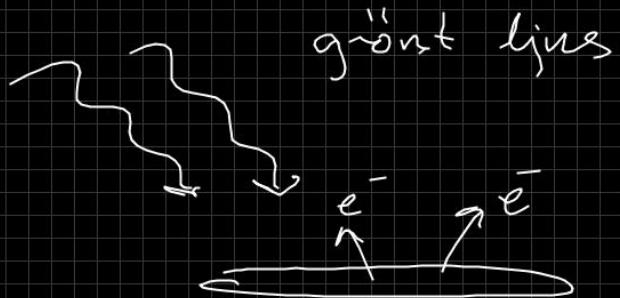
Variabes
Spannungsschall



$$\text{a) } E = h \cdot f_0 = 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 0,5 \cdot 10^{15}$$

$$= 3,3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

(12.8)



$$E = h f$$

h = Planck's konstant.

$$h = 6,6261 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

ROGGBIV

Färger har samma hastighet $\sqrt{}$.

$$\boxed{v = f \cdot \lambda}$$

a) rött ljus

b) blått ljus

