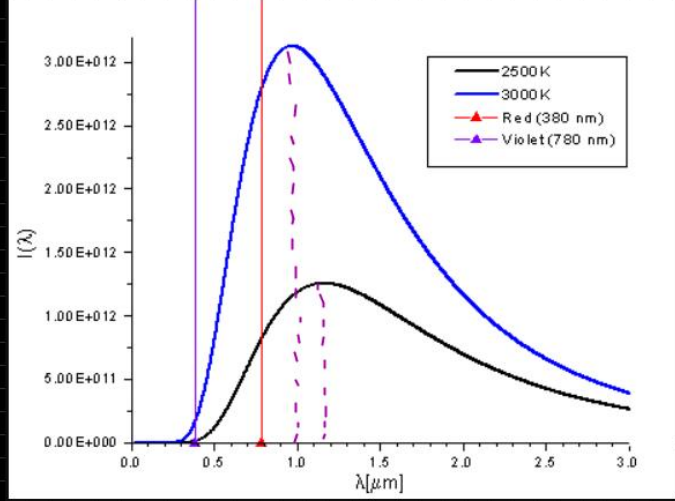


L 9-10
 Wiens förskjutningslag
 $\lambda_m \cdot T = \text{konstant}$
 $2,8978 \cdot 10^{-3} \text{ Km}$
 $v = \lambda \cdot f$

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			



$\left[\frac{W}{m^2} \right]$

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 .

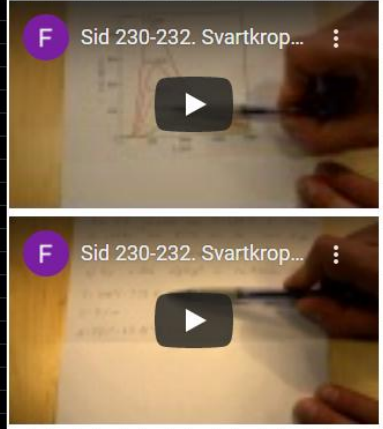
Wiens förskjutningslag

Svartkroppstrålningen 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 $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} W/(m^2 K^4)$
 och M är emittansen.

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



12.1 $M = \text{emittans } 1.0 \text{ kW/m}^2$

Fråga: Vilken är temp?

$$\sigma = 5.7 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2\text{K}^4)$$

lösning:

Stefan-Boltzmann
Svart kropp
 $M = \sigma \cdot T^4$

$$T = \left(\frac{M}{\sigma}\right)^{\frac{1}{4}} = \left(\frac{1000}{5.7 \cdot 10^{-8}}\right)^{\frac{1}{4}} \approx 363.9 \text{ K}$$

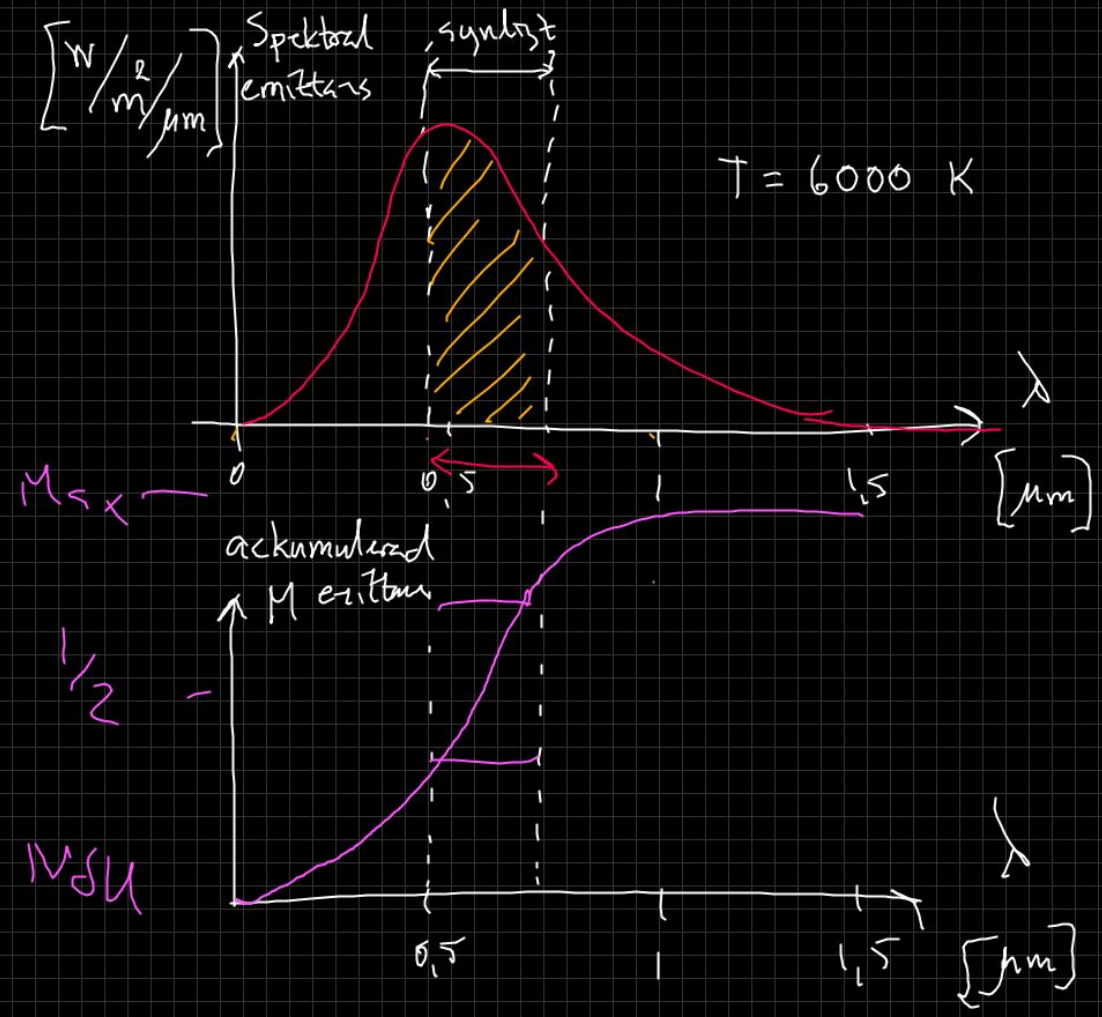
Svar: Temperaturen
är $363.9 - 273.15 =$
90°C

12.2

Uppskatta det synliga ljusets bidrag till emittansen

Lösning =

⇒ Hälften



12.3

Area $A = 32 \text{ cm}^2 = 32 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

Temp $T = 18^\circ \text{C} = 18 + 273,15 = 291,15 \text{ K}$

$$\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8}$$

Lösung: a)
$$\begin{cases} M = \sigma \cdot T^4 \\ M = \frac{P}{A} \end{cases}$$

$$P = A \cdot \sigma T^4 = 32 \cdot 10^{-4} \cdot 5,7 \cdot 10^{-8} \cdot 291,15^4 = 1,31 \text{ W}$$

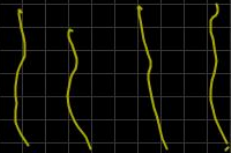
b) Strahlungsleistung P oder σ

12.4

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

Vad blir temperaturen?

Lösning:



Stefan - Boltzmann

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

$$T = \left(\frac{M}{\sigma} \right)^{1/4} \approx 363 \text{ K}$$

Svar: Asfalten
blir 90°C

12.5

λ_{max} = våglängd med maximal intensitet

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

Lösning:

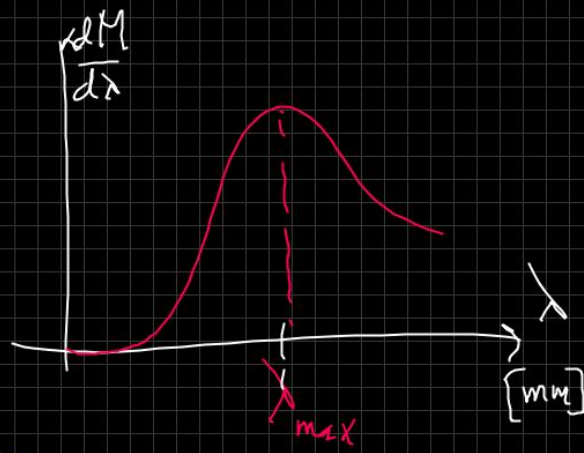
Wien's förskjutnings lag

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

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

$\lambda_m = \frac{\text{konst}}{T} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{2,73} = 0,00106 \text{ m}$

Svar: 1,06 mm



Fotoelektrisk effekten

- Kolla film från Uppsala Universitet, finns på "wikistudent"
- Räkna tsk (L11)

Sammanfattning

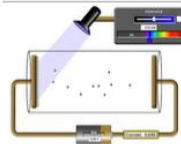
Ljus, som består av fotoner, lämnar alltså över *all sin energi i en enda stöt* när den väl träffar på en elektron i metallen. Principen "allt eller inget" gäller. I samma stund som detta sker, upphör fotonen att existera. När fotonen träffar en elektron kan tre fall tänkas ske:

- 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](#)



Metallen innehåller lätttrögliga atomer

Krävs en viss utträdesenergi E_0 för att elektronerna ska lämna ytan

Enstaka fotoner växelverkar med enskilda e^- med energin $E = hf$ enligt Planck, h är Plancks konstant och f är frekvensen

Om E större än E_0 kommer e^- kunna lämna ytan och ström uppstår.

Vi ser att intensiteten har inget med utträde utan endast våglängden λ får en viss rörelseenergi E_k när de lämnar ytan

Energiebevarande ger $E = E_0 + E_k$, dvs $hf = E_0 + E_k$

12.11

LASER

Plancks konstant

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

$$\lambda = 633 \text{ nm} = 633 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$a) \quad \boxed{c = f \cdot \lambda} \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,0 \cdot 10^8}{6,33 \cdot 10^{-7}} = 4,7 \cdot 10^{14} = 0,47 \cdot 10^{15} = 0,47 \text{ PHz}$$

$$b) \quad E = h \cdot f = 6,6261 \cdot 10^{-34} \cdot 0,47 \cdot 10^{15} = 3,14 \cdot 10^{-19} = 0,314 \cdot 10^{-18} = 0,314 \text{ aJ}$$

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

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

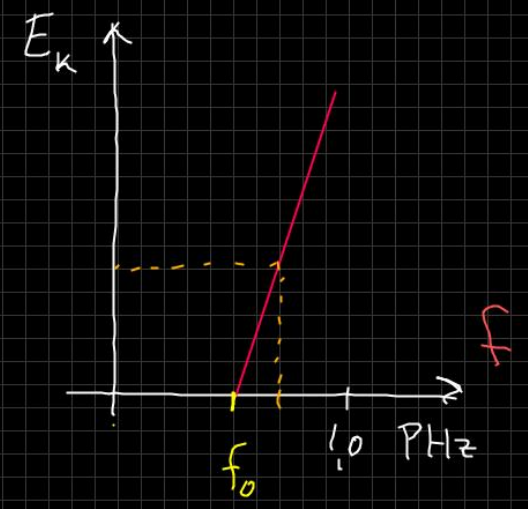
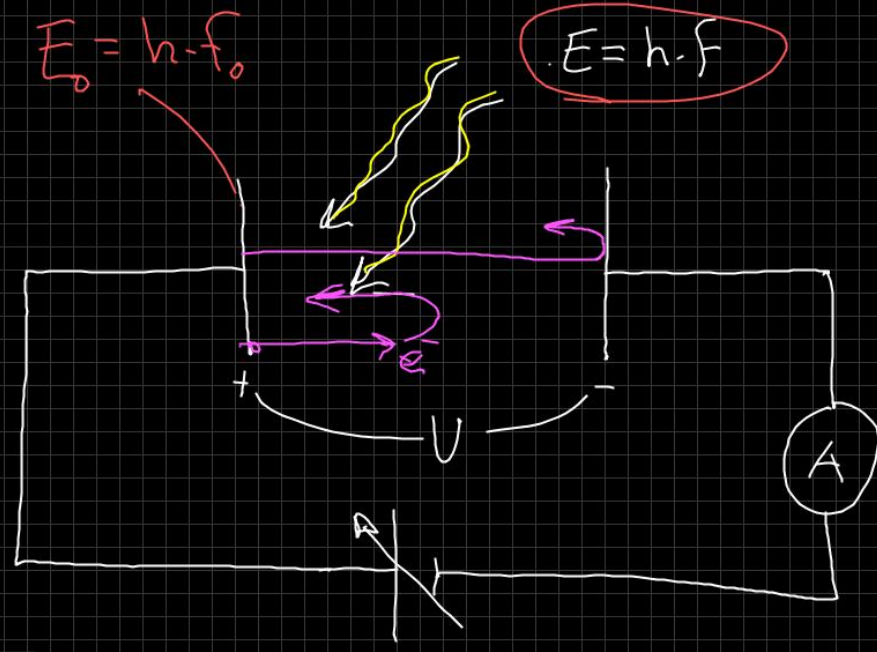
$$\frac{N}{t} = \frac{P}{E} = \frac{0,60 \cdot 10^{-3}}{0,314 \cdot 10^{-18}} = 1,91 \cdot 10^{15} \text{ st/s}$$

12.10

$$E_k = eU$$

$$E_0 = h \cdot f_0$$

$$E = h \cdot f$$

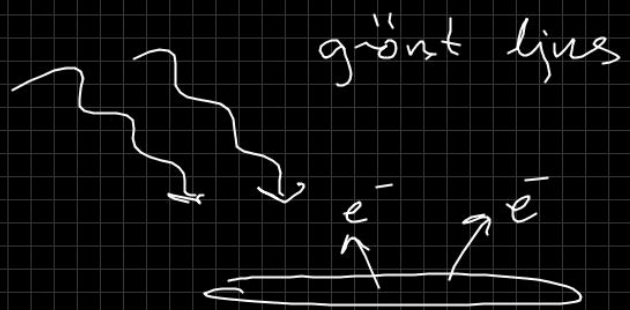


$$hf = h \cdot f_0 + eU$$

Variabler
Spannungsteller

$$eU = h(f - f_0)$$

12.8



$$E = hf$$

h = Plancks konstant.

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

ROGGBIV

Färges har samma hastighet v .

$$v = f \cdot \lambda$$

a) rött ljus

b) blått ljus

