

Tentamen i Vågor och partiklar, SK1131, 22 augusti 2011

Tillåtna hjälpmedel: Fundamentals of Physics, eget formelblad, tabell, räknedosa, linjal, penna och papper.

1. Du skall fotografera din egen spegelbild med en småbildskamera med normalobjektiv, ($f = +50$ mm). Kameran har ett bildformat på 24×36 mm, bilddetektorn 5 Mpixel och objektivet en diameter på 50 mm.

- Hur mycket måste du förskjuta linsen när du står på 2 relativt 4 meters avstånd framför spegeln? (2P)
- Hur stor blir bilden av dig på filmen när avståndet till spegeln är 4 m? Är bilden rättvänd eller inverterad. (1P)
- Hur många bildpunkter upplöses du med i höjddled? (1P)

Du kan anta att pixlarna är kvadratiska och ligger kant i kant.

2. Ett objektivs kvalité anges vanligt med hur många linjer per mm man kan avbilda, dvs. den spatiella frekvensen. Detta är ju samma sak som hur nära två punkter kan placeras eller indirekt vinkelupplösningen. Bildkvalitén hos en digitalkamera begränsas antingen av objektivets diameter eller pixelavståndet.

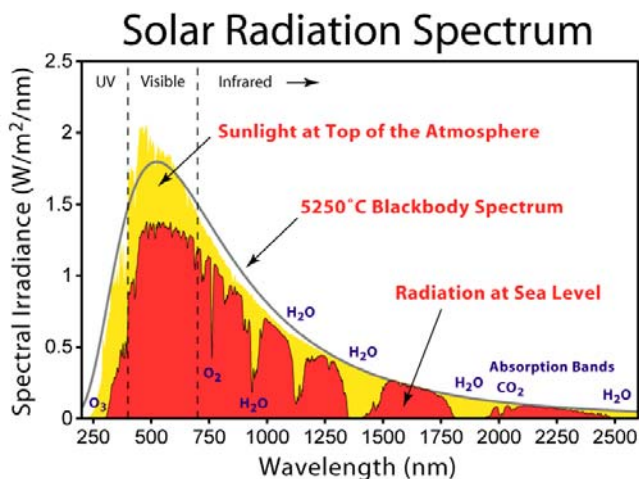
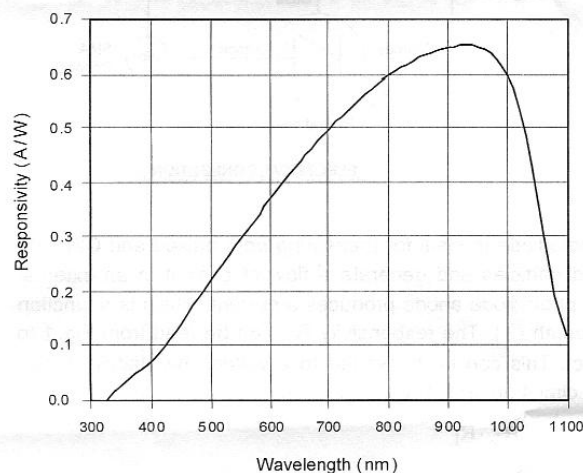
- Vilken är vinkelupplösning för objektivet i tal 1? (1.5P)
- Vilken är vinkelupplösning för detektormatrisen i kameran i tal 1? (1.5P)
- Vad blir då upplösning begränsande, detektorn eller objektivet? (motivera svaret!) (1P)

3. För att få bra ljusekonomi är objektivet i tal 1 belagt med ett antireflexskikt av MgF_2 . Brytningsindex för glaset resp. filmen är, $n_{\text{glas}} = 1.46$, $n_{\text{MgF}_2} = 1.38$.

Bestäm det tunnaste möjliga lagret av MgF_2 så att det fungerar som antireflexskikt. (4P)

4. Våra energibehov kan lösas om vi bättre kan ta till vara soleenergin som strålar in mot jorden. Solen är en svartkroppsstrålar, men en del av ljuset absorberas (19%), en del sprids bort (30%) innan det når marken. Dess spektrum kan du se i figuren till vänster. De vanligaste fotodetektorerna är gjorda i kisel som har en känslighetskurva som dessvärre inte matchar instrålningen speciellt väl, se figuren till höger. Spänningen över pn-övergången i kisel är ca. 0.7 V.

Spectral Responsivity:



- Vid vilken våglängd är fotodetektorn som känsligast? (1P)
- Om du belyser detektorn med 3 Watt av denna våglängden vilken ström respektive effekt får du ut ur fotodetektorn? (1P)
- Varför är detektorn så okänslig för långa våglängder ($> 1 \mu\text{m}$)? (1P)
- För den ideala fotodetektorn får du ut en elektron för varje foton som faller in mot den (kvantverkningsgrad = 1). Vad blir kvantverkningsgraden för detektorn enligt figuren? (1P)

Vg. Vänd. Tentan fortsätter...

Tentamen i Vågor och partiklar, SK1131, 22 augusti 2011 – fortsättning...

5. Nu byggs tunnlar till Norra Länken under AlbaNova. Nyligen rapporterades att rester från hus och träd har hittats och dessa skall nu åldersbestämmas med ^{14}C metoden. Denna metod bygger på egenskapen att andelen ^{14}C atomer i döda djur- och växtdelar avtar med tiden p.g.a. det radioaktiva sönderfallet. Ett 5.0 g kolprov togs från en trädrest med en ^{14}C aktivitet av 63 sönderfall/min. Ett levande träd har en ^{14}C aktivitet av ca 15.3 sönderfall/mn per 1.0 g. Halvårsdestiden för ^{14}C är 5730 år. Hur gammalt var kolprovet?
6. En natriumatom befinner sig i det första exciterade tillståndet. Den kvarstår i detta tillstånd i genom snitt i $1,6 \cdot 10^{-8}$ s innan den återgår till grundtillståndet och avger en foton med våglängd 589,0 nm.
- Hur stor är energin av detta exciterade tillstånd uttryck eV. (1P)
 - Hur stor är osäkerheten i energi i det exciterade tillståndet (uttryck svaret i eV)? (2P)
 - Hur stor är våglängdsspridningen för den emitterade natriumlinjen? (1P)