

Interferenzen an einer Seifenhaut 1 (Farbtheorie)

Zapfenempfindlichkeit:

$$\lambda_{\text{MAX } \beta} = 437 \text{ nm}$$

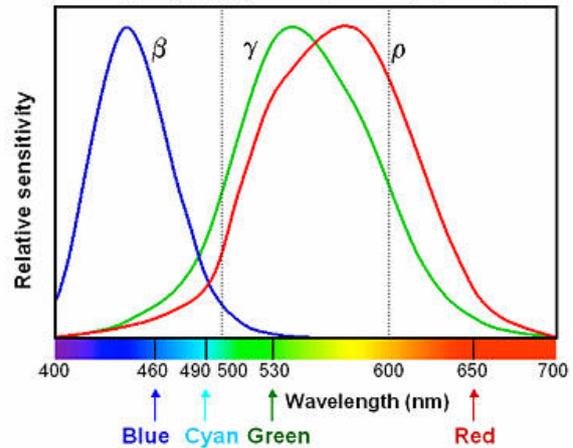
$$\lambda_{\text{MAX } \gamma} = 533 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\text{MAX } \rho} = 564 \text{ nm}$$

Stäbchenempfindlichkeit:

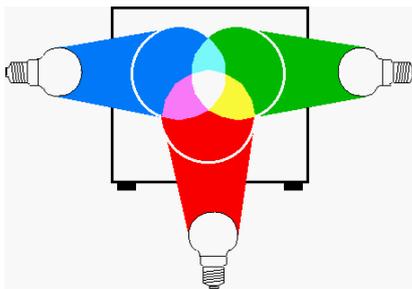
$$\lambda_{\text{MAX rod}} = 533 \text{ nm}$$

Human spectral sensitivity to color
Three cone types (ρ, γ, β) correspond roughly to R, G, B.



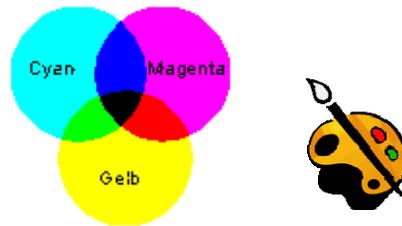
Additive Mischung

(Zusammenwirken der spektralen Grundfarben RGB)



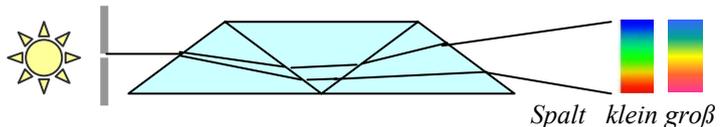
Subtraktive Mischung

(selektive Absorption durch Farbpigmente)



DV: „Spektrum“

mit AMICI-Prisma $\Delta\alpha = 18^\circ$



MERKE: Gelb und Cyan sind keine Grundfarben des Spektrums – sie entstehen durch Spaltbild-überlagerung oder Parallelanregung der roten & grünen bzw. grünen & blauen Zapfen.

Weiß = Blau + Grün + Rot

Magenta = Blau + Rot

Magenta = Weiß – Grün

Schwarz = Cyan + Gelb + Magenta

Blau = Cyan + Magenta

Blau = Schwarz – Gelb

$\text{Blau} = \text{Schwarz} - (\text{Weiß} - \text{Blau}) = \text{Schwarz} + \text{Blau}$

Ü: Ergänze folgende Farbgleichungen!

Weiß = Cyan +

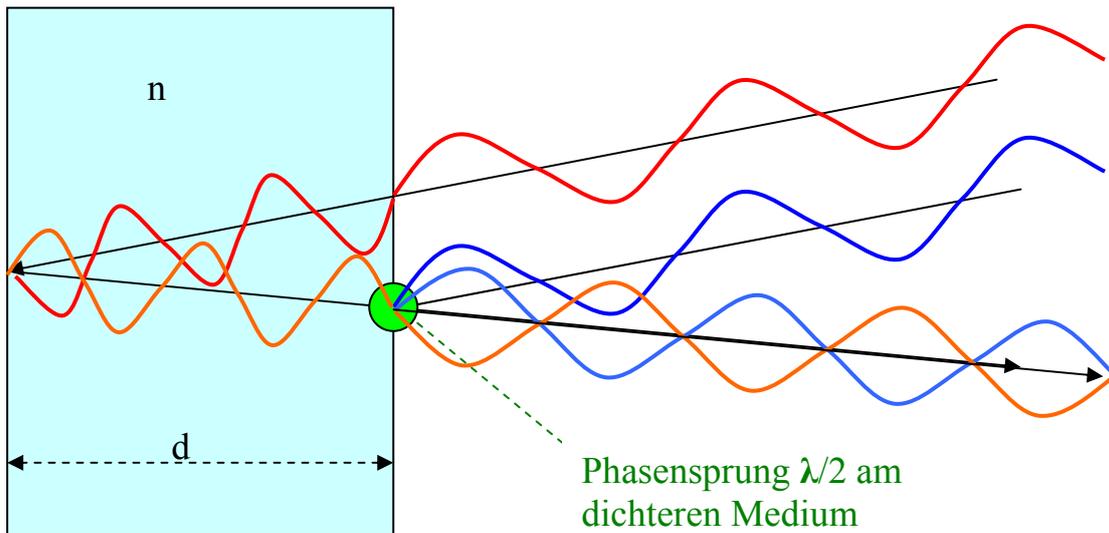
Schwarz = Gelb -

Grün = Schwarz -

Cyan = Weiß -

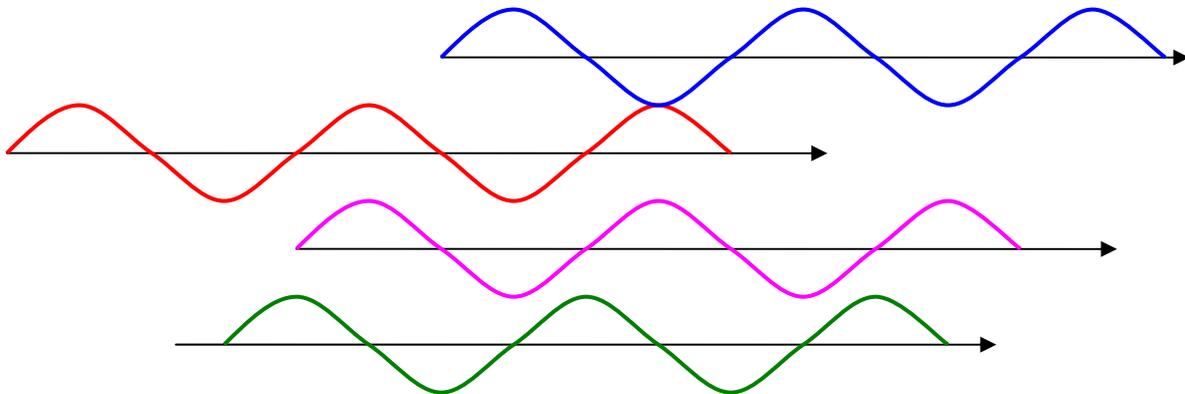
HA: 1. Beobachte mit einer Lupe eine weiße Fläche des Fernsehbildes oder Computermonitors. Beschreibe und erkläre Deine Beobachtung!
2. Überprüfe die Regeln der subtraktiven Farbmischung mit Hilfe Deines Farbkastens! Wodurch können Abweichungen entstehen?

Interferenzen an einer Seifenhaut 3 (Wellenmodell)



- Vereinfachung:**
- Licht fällt senkrecht ein $\alpha \approx 0$
 - keine Amplitudenabschwächung durch Teilreflexion $y_1 = y_2$
 - Brechzahl nicht farbabhängig $n \approx 1,33$ (Wasser)

geometrischer Gangunterschied: $\Delta\lambda' = 2d$
optischer Gangunterschied: $\Delta\lambda = 2nd + \lambda/2$



Ü: Welche Kombination der 4 dargestellten Wellen löschen sich aus bzw. verstärken sich?
 Auslöschung: Verstärkung:

Auslöschungsbedingung: $\Delta\lambda = k\lambda + \lambda/2 = 2nd + \lambda/2 \rightarrow \lambda_A = \frac{2nd}{k} \quad (k \in \mathbb{N}; k \neq 0)$

Verstärkungsbedingung: $\Delta\lambda = k\lambda = 2nd + \lambda/2 \rightarrow \lambda_V = \frac{4nd}{2k-1} \quad (k \in \mathbb{N}; k \neq 0)$

HA: Stelle die Verstärkungs- und die Auslöschungsgleichung nach d um. Welche Bedeutung hat k in diesen Gleichungen?

Interferenzen an einer Seifenhaut 4 (Berechnungen)

Zuordnung der Farben:

λ in nm	rot	orange	gelb	grün	blau	indigo	violett
paetec	780 - 620	620 - 600	600 - 570	570 - 490	490 - 460	460 - 430	430 - 390
V & W	770 - 640	640 - 600	600 - 570	570 - 490	490 - 460	460 - 430	430 - 390

Berechne die Farbe der Seifenblase: Verstärkung $\lambda_V = \frac{4nd}{2k-1}$ Auslöschung $\lambda_A = \frac{2nd}{k}$

d = 900 nm $n = 1,33$

k (900nm)	1	2	3	4	5	6	7
λ_V in nm	4788	1596	958	684	532	435	368
Farbe	IR	IR	IR	rot	grün	indigo-blau	UV

k (900nm)	1	2	3	4	5	6
λ_A in nm	2394	1197	798	599	479	399
Farbe	IR	IR	IR	gelb	cyan-blau	violett

Farbeindruck: **rot + grün + blau = weiß**

d = 600 nm

k (600nm)	1	2	3	4	5
λ_V in nm	3192	1064	638	456	355
Farbe	IR	IR	rot	indigo-blau	UV

k (600nm)	1	2	3	4	5
λ_A in nm	1596	798	532	399	319
Farbe	IR	IR	grün	violett	UV

Farbeindruck: **rot + blau - grün - violett = magenta**

d = 100 nm

k (100nm)	1	2
λ_V in nm	532	177
Farbe	grün	UV

k (100nm)	1
λ_A in nm	266
Farbe	UV

Farbeindruck: **grün**

d = 50 nm

k (50nm)	1	2
λ_V in nm	266	89
Farbe	UV	UV

Keine sichtbare Farbe wird mehr verstärkt!

Auslöschung für alle Farben, wegen $d \ll \lambda \rightarrow \Delta\lambda = 2nd + \lambda/2 \approx \lambda/2$

Farbeindruck: **farblos (Löcher)**

HA: Ab welcher Dicke und mit welcher Farbe verschwinden alle Reflexionen von der Seifenhaut?

Interferenzen an einer Seifenhaut 5 (Farbsequenzen)

$$\lambda_V = \frac{4nd}{2k-1} \rightarrow d_V = \frac{(2k-1) \lambda_V}{4n}$$

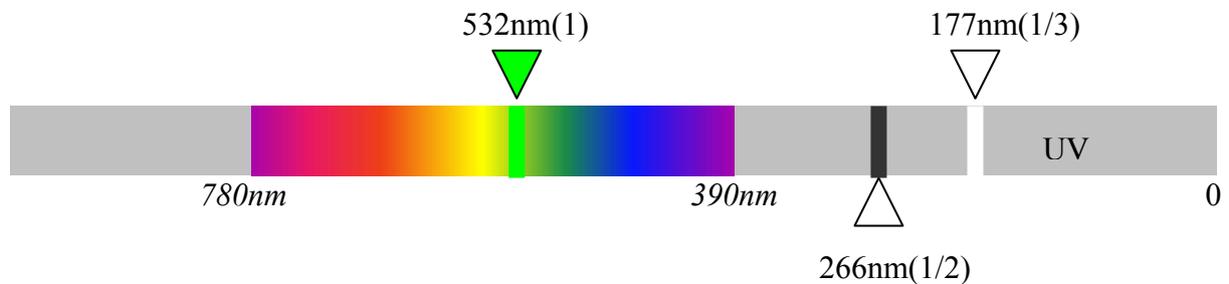
Verstärkung bei $\frac{1}{1}; \frac{1}{3}; \frac{1}{5} \dots$ von $4nd$

$$\lambda_A = \frac{4nd}{2k} \rightarrow d_A = \frac{2k \lambda_A}{4n}$$

Auslöschung bei $\frac{1}{2}; \frac{1}{4}; \frac{1}{6} \dots$ von $4nd$

In welcher Farbe erscheint die Seifenblase bei einer Dicke von 100nm?

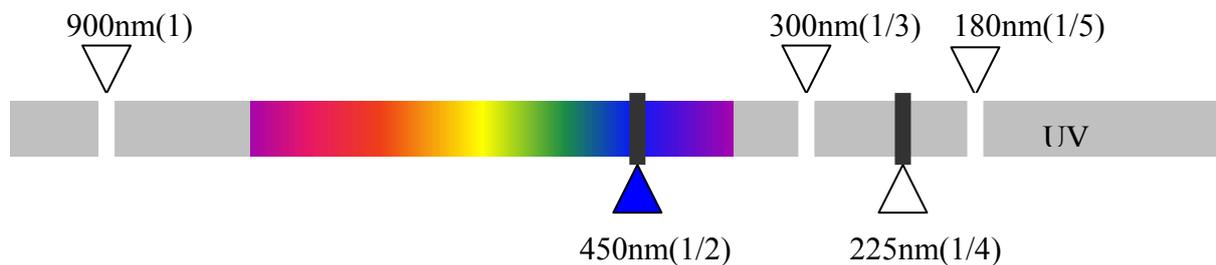
$d = 100 \text{ nm} \rightarrow \lambda_V = 4nd = 532 \text{ nm} \rightarrow \text{Grün}$



Bei welcher dicke erscheint die Seifenblase gelb?

$\rightarrow \text{Gelb} = \text{Weiß} - \text{Blau} \rightarrow \lambda_{\text{Blau}} = 450 \text{ nm}$

$\lambda_{\text{Blau}} = \frac{1}{2} \cdot 4nd = 450 \text{ nm} \rightarrow d = 169 \text{ nm}$



$d = 300 \text{ nm} \quad ?$

