

Modulprüfung zur Materialcharakterisierung
– Teil: Optische Spektroskopie

Datum: 15. März 2007

Name:

Matrikel-Nummer:

Aufgabe 1)

(4 Punkte)

- a) Nennen Sie eine spektroskopische Methode um die optische Bandlücke eines pulverförmigen Materials, z.B. TiO_2 , zu bestimmen!
- b) Erläutern Sie auch die praktische Vorgehensweise zur Bestimmung des erforderlichen Spektrums und wie man daraus die Bandlücke erhält! Skizze anfertigen!

Aufgabe 2)

(6 Punkte)

Ein optisches Spektrometer besteht unter anderem aus folgenden Komponenten

- a) Strahlungsquelle
- b) Dispersives Element
- c) Detektor

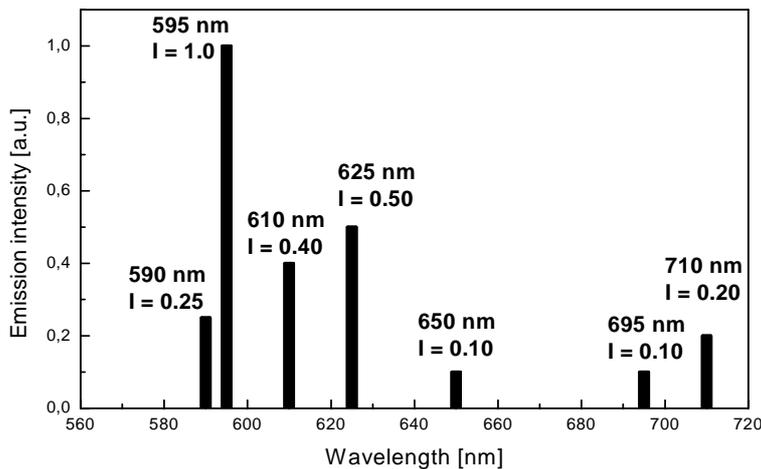
Geben Sie für alle drei Komponenten jeweils zwei Beispiele an und nennen Sie jeweils auch ein typisches Einsatzfeld!

Aufgabe 3)

(10 Punkte)

Eine Probe des rot emittierenden Leuchtstoffes (Y,Gd)BO₃:Eu liefert bei der Anregung mit 172 nm Strahlung das folgende stark vereinfachte Emissionsspektrum:

a) Berechnen Sie mit Hilfe der folgenden Tabelle und Formel das Lumenäquivalent Φ_v dieses Leuchtstoffes, wobei $K_{\max} = 683 \text{ lm/W}$ ist!



$$\Phi_v = K_{\max} \int_{380}^{780} V(\lambda) \Phi_e(\lambda) d\lambda$$

$$\eta = \Phi_v \cdot \eta_{\text{elektrisch}}$$

λ [nm]	$V(\lambda)$	λ [nm]	$V(\lambda)$	λ [nm]	$V(\lambda)$
380	3.90044E-5	520	0.71	660	0.061
385	6.39971E-5	525	0.7932	665	0.04458
390	1.2E-4	530	0.862	670	0.032
395	2.16999E-4	535	0.91485	675	0.0232
400	3.96003E-4	540	0.954	680	0.017
405	6.4E-4	545	0.9803	685	0.01192
410	0.00121	550	0.99495	690	0.00821
415	0.00218	555	1	695	0.00572
420	0.004	560	0.995	700	0.0041
425	0.0073	565	0.9786	705	0.00293
430	0.0116	570	0.952	710	0.00209
435	0.01684	575	0.9154	715	0.00148
440	0.023	580	0.87	720	0.00105
445	0.0298	585	0.8163	725	7.4E-4
450	0.038	590	0.757	730	5.2E-4
455	0.048	595	0.6949	735	3.61098E-4
460	0.06	600	0.631	740	2.49195E-4
465	0.0739	605	0.5668	745	1.71903E-4
470	0.09098	610	0.503	750	1.2E-4
475	0.1126	615	0.4412	755	8.48023E-5
480	0.13902	620	0.381	760	6E-5
485	0.1693	625	0.321	765	4.24012E-5
490	0.20802	630	0.265	770	3E-5
495	0.2586	635	0.217	775	2.12006E-5
500	0.323	640	0.175	780	1.49927E-5
505	0.4073	645	0.1382	785	1.06003E-5
510	0.503	650	0.107	790	7.42313E-6
515	0.6082	655	0.0816		

b) Zur Bestimmung der Quantenausbeute $\Phi_{\text{Probe},172}$ der Probe wurden weiterhin folgende Messwerte aufgenommen:

Probe	$\Phi_{172} [\%]$	$R_{172} [\%]$	I_{172}
Black (Schwarzstandard)	-	-	30017
(Y,Gd)BO ₃ :Eu (Referenz)	92.0	9.0	1609201
(Y,Gd)BO ₃ :Eu (Probe)	?	10.5	1559980

Berechnen Sie aus den obigen Angaben die Quantenausbeute $\Phi_{\text{Probe},172}$ und die Lichtausbeute $LO_{\text{Probe},172}$ des (Y,Gd)BO₃:Eu Leuchtstoffes!

$$\Phi_{\text{sample}, \lambda_{\text{exc}}} = \Phi_{\text{reference}, \lambda_{\text{exc}}} \cdot \frac{\int I_{\text{sample}} d\lambda - \int I_{\text{black}} d\lambda}{\int I_{\text{reference}} d\lambda - \int I_{\text{black}} d\lambda} \cdot \frac{1 - R_{\text{reference}, \lambda_{\text{exc}}}}{1 - R_{\text{sample}, \lambda_{\text{exc}}}}$$

c) Welche Lichtausbeute in Lumen pro Watt (lm/W) hat eine Fluoreszenzlampe, die ausschließlich mit diesem Leuchtstoff beschichtet ist, wenn die Energieausbeute der Fluoreszenzlampe $\eta_{\text{elektrisch}}$ 20% beträgt?
 (Anmerkung: (Y,Gd)BO₃:Eu wird in Xe-Excimerblitzlampen für Photokopierer eingesetzt)

Aufgabe 4)

(9 Punkte)

Sie haben folgende rot emittierende Leuchtstoffe eingekauft:

(Y,Gd)BO₃:Eu

Y₂O₃:Eu

YVO₄:Eu

CaAlSiN₃:Eu

(Ba,Sr,Ca)₂Si₅N₈:Eu

- a) Welche spektroskopischen Messungen müssen Sie durchführen, um zu entscheiden, welche Materialien für Plasmafernseher ($\lambda_{\text{exc}} = 172 \text{ nm}$, Bildwiederholfrequenz 100 Hz), für Fluoreszenzlampen ($\lambda_{\text{exc}} = 254 \text{ nm}$) oder für blaue Leuchtdioden ($\lambda_{\text{exc}} = 460 \text{ nm}$) geeignet sind?
- b) Welche photometrischen Messgrößen müssen Sie aus den Emissionsspektren ableiten, um zu entscheiden, ob diese Materialien als Leuchtstoff für Fluoreszenzlichtquellen (Leuchtdioden, Fluoreszenzlampen) und/oder für RGB Farbbildschirme geeignet sind?
- c) An Hand welcher Beobachtungen bzw. spektroskopischer Messungen können Sie außerdem entscheiden, ob es sich um Eu²⁺ oder Eu³⁺-Leuchtstoffe handelt?

Aufgabe 5)**(4 Punkte)**

Welche Fenstermaterialien würden Sie für folgende Spektralbereiche bevorzugen?

- a) Röntgen (x-ray)
- b) Vakuum-Ultraviolett (VUV)
- c) Ultraviolett (UV-A/B/C)
- d) Visible (VIS)