

7206015 LASERFYSIIKKA

Laajuus: 3 ov

Luentoja: 36 h

Laskuharjoituksia ja "harjoitustöitä": 14 + 6 h

Luennoija: Tapio Rantala, prof.

Laskuharjoitukset: Heidi Koivikko

Aika ja paikka:
 ti 16 – 18 SJ212B (LU)
 ke 12 – 13 SJ212B (LU)
 pe 11 – 12 SJ212B (LH)

Kirjallisuutta: W.T. Silfvast, Laser Fundamentals
 O. Svelto, Principles of Lasers

Perustiedot: Sähkö- ja magnetismioppi, kvantti-
 mekaniikkaa, ...

Kokeet: Sopimuksen mukaan

AIKATAULU

	VIKKO		Luento		Harjoitus		Huom!
I	35	ti	1–2				
		ke	3		pe		
	36	ti	4–5				
		ke	6		pe	1	2.4, 2.8 + 3 muuta.
37	ti	7–8					
	ke	9		pe	2	2.11, 3.5, 4.2, 4.3 + 1 m	
38	ti						
	ke			pe	3	4.6, 4.9 + 2 muuta.	
I	39	ti	10–11				
		ke	12		pe	4	4.10, 4.11, 4.12 ja 5.1.
	40	ti	13–14				
		ke	15		pe	5	5.2, 5.7, 5.12 ja 2 muuta
41	ti	16–17					
	ke	18		pe	6	6.4, 6.5, 6.6 ja 7.8.	
42						Syys- loma	
I	43	ti	19–20				
		ke	21		pe	7	7.4, 7.5 ja 2 muuta.
I	44	ti	22–23				
		ke	24		pe	8	7.11, 8.2 ja 2 muuta.
	45	ti	25–26				
		ke	27		pe	9	8.6, 9.2(&9.1) ja 3 muuta
46	ti	28–29					
	ke	30		pe	10	10.2, 10.3 ja 2 muuta.	
I	47	ti	31–32				
		ke	33		pe	11	
I	48	ti	34–35				
		ke	36		pe	12	
	49	ti					
		ke			pe		
50		Loppuentti		ma	13.12.		

SISÄLTÖ

1. JOHDANTO	1
-------------------	---

OSA I VALOAALLOT

2. VALON AALTOLUONNE	3
2.1. MAXWELLIN YHTÄLÖT	3
2.2. AALTOYHTÄLÖT	7
2.3. VALON JA AINEEN VUOROVAIKUTUS	11
2.4. KOHERENSSI	17

OSA II VALON KVANTITTUMINEN

3. VALON HIUKKASLUONNE	20
4. SÄTEILEVÄT TRANSITiot JA VIIVANLEVEYS	23
4.1. VIRITETTYJEN TILOJEN PURKAUTUMINEN	23
4.2. SÄTEILEVÄN TRANSITION VIIVANLEVEYS	28
4.3. VIIVANLEVEYTEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ	31
4.4. SÄTEILEVÄN TRANSITION KVANTTITEORIAA	39
5. LASERVÄLIAINEIDEN ENERGIATASOT	44
5.1. MOLEKYYLIEN ENERGIATASOT JA SPEKTRIT	44
5.2. VÄRIAINELIUOSTEN ENERGIATASOT	49
5.3. KIIINTEÄN AINEEN ENERGIATASOT – ERISTEET ..	50
5.4. PUOLIJOHTEEN ENERGIATASOT	54
6. SÄTEILY JA LÄMPÖTASAPAINO	60
6.1. LÄMPÖTASAPAINO	60
6.2. LÄMPÖSÄTEILY	60
6.3. MUSTAN KAPPALEEN SÄTEILY	62
6.4. ABSORPTIO JA STIMULOITU EMISSIO	65

OSA III LASERVAHVISTUS

7. LASERTOIMINNAN EHDOT	69
7.1. ABSORPTIO JA VAHVISTUS	69
7.2. POPULAATIOINVERSIO	72
7.3. KYLLÄSTYS- ELI SATURAATIOINTENSITEETTI	73
7.4. LASERSÄTEEN SYNTYMINEN JA KEHITTYMINEN	75
7.5. VAHVISTUKSEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ	78

7.6. LASERTOIMINNAN KYNNYSEHDOT	79
7.7. SATURAATIOPOPULAATIO	82
7.8. ULKOINEN LASERVAHVISTIN	84

8. POPULAATIOINVERSION MUODOSTUMINEN	85
8.1. KAHDEN TASON TAPAUS	85
8.2. KOLMEN JA NELJÄN TASON SYSTEEMIT	86
8.3. POPULAATIOIDEN AIKARIIPPUVUUDESTA	91
8.4. HAITTATEKIJÖITÄ	92

9. PUMPPAUS	95
9.1. KYNNYSSVAATIMUKSET	95
9.2. PUMPPAUSKANAVAT	96
9.3. PUMPPAUKSEN TOTEUTUS	99
9.4. HIUKKASTÖRMÄYKSIEN KÄYTTÖ	100

OSA IV RESONAATTORIT

10. PITKITTÄISET JA POIKITTAISET MOODIT	101
10.1. PITKITTÄISET MOODIT	101
10.2. POIKITTAISET MOODIT	107
10.3. LASERIN MOODIT JA VAHVISTUS	115

11. RESONAATTORIN STABIILISUUS	116
11.1. KAAREVAPINTAISET PEILIT	116
11.2. "GAUSSILAISEN SÄTEEN" OMINAISUUKSIA	123
11.3. TODELLISTEN LASERSÄTEIDEN OMINAISUUKSIA	124

12. LASERTOIMINTAANLIITTYVIÄ ILMIÖITÄ	126
12.1. EPÄSTABIILIT RESONAATTORIT	126
12.2. Q-KYTKENTÄ	128
12.3. MOODILUKITUS	135

15. EPÄLINEAARISEN OPTIIKAN ILMIÖITÄ	138
15.1. ANISOTROOPPISET KITEET	138
15.2. POLARISAATIO	139
15.3. TOISEN KERTALUVUN PROSESSEJA	140
15.4. KOLMANNEN KERTALUVUN PROSESSEJA	141
15.5. OPTISESTI EPÄLINEAARISET MATERIAALIT	142
15.6. "PHASE MATCHING"	142
15.7. KYLLÄSTYVÄ ABSORBAATTORI	143
15.8. KAHDEN FOTONIN ABSORPTIO	143

TUTUSTUMISKÄYNNIT

Optoelektroniikan tutkimuskeskus (ORC)

Tutustuminen Optoelektroniikan tutkimuskeskuksen tutkimuksiin ja laitteistoihin

Paikka: ORC

Aika: Ke 24.11.1999 klo 13.15 alkaen (noin 1 h)

Yht./ilm.: Prof. Markus Pessa

Plasmatekniikan laboratorio, Fysiikan laitos

Diodilaserin käyttö nopeasti liikkuvien kohteiden kvantitatiivisessa visualisoinnissa (demonstraatio)

Paikka: Plasmatekniikan laboratorio, sk106, Fysiikka

Aika: Ke 1.12.1999 klo 13.15 alkaen (noin 1 h)

Yht./ilm.: Taito Alahautala alahauta@cc.tut.fi p. 3497

Laserlaboratorio, Kemian laitos

Valokemian tutkimusryhmän laitteiston esittely, erityisesti aikaerotteinen laserspektroskopia (demonstraatio)

Paikka: Festia, FD133, Laserlaboratorio

Aika: Ma 29.11.1999 klo 13 alkaen (noin 2 h)

Yht./ilm.: Tero Kesti tkesti@cc.tut.fi p. 3627
 Visa Vehmanen vkv@cc.tut.fi p. 3627

TUTUSTUMISKÄYNNIN RAPORTOINTI

(vain yhdestä kohteesta)

Sisältö

sopivasti otsikoituna

- Tutustumiskohde ja aihe
- Mitä tutustumiskohteessa tutkitaan tai tutkitaan
- Mihin tutkimuksessa tms. pyritään tai mitä demonstraatio(i)ssa pyrittiin esittämään
- Kuinka (menetelmät, laitteet)
- Tulokset (onnistuminen, tutkimustuloksia, ...)

Palautusosoite

Tapio.Rantala@cc.tut.fi

tai

Tapio Rantala
 Fysiikka, TTKK