

## Kursinformation för TATA75 Relativitetsteori

**Examinator och föreläsare:** Fredrik Andersson, B-huset, ing. 21-23, 1 tr, A-korr, rum A652.  
Tel.: 013 - 284013. E-post: frand@mai.liu.se.

**Kurshemsida:** <http://courses.mai.liu.se/GU/TATA75/>

Observera att LISAM inte används i denna kurs. All information finns istället på denna hemsida.

### Förkunskaper

**Förkunskaper enligt studieinfo:** Vektoranalys. Mekanik.

**Kommentarer:** Under vissa delar av kursen är det en fördel att ha läst Analytisk mekanik och/eller Modern fysik. Detta förutsätts dock ej.

Matematiska förkunskaper för ovanstående fysikkurser (och därmed för denna kurs) är Envariabelanalys 1 och 2, Linjär algebra, Flervariabelanalys och Vektoranalys. Även om de inte förutsätts har man också god hjälp av kurser i Komplex analys, Funktionalanalys och Differentialgeometri.

### Kurslitteratur

**Ray d'Inverno och James Vickers:** *Introducing Einstein's Relativity – A deeper understanding*, Clarendon Press, Oxford

Detta är kursens huvudbok. Föreläsningarna kommer grovt att följa denna boks upplägg och notation och terminologi härifrån används i inlämningsuppgifterna.

**Ray d'Inverno:** *Introducing Einstein's Relativity*, Clarendon Press, Oxford

Detta är en äldre version av d'Inverno-Vickers bok. Den täcker också kursen och kan användas som alternativ kursbok för den som vill. Den är dock ganska gammal och många nya upptäckter (detektion av gravitationsvågor, att universums expansion accelererar m m) nämns därför inte alls.

### Annan litteratur

För den som vill förkovra sig lite mer kan jag också rekommendera följande böcker:

**Robert M. Wald:** *General Relativity*, University of Chicago Press.

En utmärkt bredvidläsningsbok för den matematiskt intresserade, speciellt Funktionalanalys är en kurs som är bra att ha läst innan man ger sig i kast med denna bok. De matematiska grunderna för relativitetsteorin behandlas mer ingående än i d'Inverno, men användandet av mer avancerad matematik gör också denna bok mer kortfattad på sina ställen och den kan därför inte ersätta d'Inverno som kursbok. Boken innehåller också mycket överkursmaterial.

**Sean Carroll:** *Spacetime and Geometry, An Introduction to General Relativity*, Pearson.

Walds 'andlige arvtogare'. Författaren har helt klart hämtat mycket inspiration från Walds bok, men hans framställning är både utförligare och modernare. Denna bok är mer matematiskt avancerad än d'Inverno men den är mer lättillgänglig än Wald, vilket gör den lämplig att börja med för den som vill ha mer kött på benen än vad d'Inverno förmår ge.

**Malcolm Ludvigsen:** *General Relativity – A Geometric Approach*, Cambridge University Press.

Detta är också en bredvidläsningsbok för den matematiskt intresserade. Boken ger en gedigen genomgång av både den speciella och den allmänna relativitetsteorin och dess fokus ligger hela tiden på geometriska resonemang snarare än abstrakta.

Vid arbete med praktiska problem i relativitetsteori tvingas man ofta till långa beräkningar vilket gör det svårt att bygga upp en känsla för hur teorin fungerar. Man ser kanske inte skogen för bara trädet. I så fall kan det vara bra att också konsumera lite mer lättsmält litteratur, t ex några populärvetenskapliga böcker. En lista med förslag finns på kurshemsidan.

## Föreläsningsprogram

Observera att första föreläsningen ges ungefär halvvägs in i period ht1. Se kursens schema.

Nr	Behandlar	Kap. i d'Inverno-Vickers
1	Mångfalder. Tangentvektorer.	5.1-5-5, 5.10
2	Tensoralgebra. Metriken.	5.6-5.9, 6.8
3	Liederivata. Kovariant derivata. Geodetiska koordinater.	6.1-6.3, 6.6, 6.10-6.11
4	Geodeter. Riemanns krökningstensor.	6.4-6.5, 6.12-6.13
5	Variationskalkyl. Geodeter (forts). Isometrier.	7
6	Speciella relativitetsteorin. Lorentztransformationen.	2, 3.1-3.7
7	Acceleration. Relativistisk mekanik. Dopplereffekt.	3.8-3.10, 4
8	Minkowskirummet. Egentid. Energi-rörelsemängdstensorn.	8, 12.2, 12.4
9	Elektromagnetism. Allmänna relativitetsteorins principer.	12.5-12.6, 9
10	Geodetisk deviation. Einsteins ekvationer.	10.1-10.5, 10.7-10.8
11	Svaga fält. Lineariserade fältekvationerna.	10.6, 12.3, 21.1-21.2
12	Fältekvationernas struktur. Stationära och statiska rumtider.	13.1-13.4, 13.9-13.10, 15.1-15.3
13	Sfärisk symmetri. Schwarzschilds lösning. Birkhoffs teorem.	15.4-15.8
14	Planetrörelse. Merkurius perihelieförskjutning.	16.5-16.6
15	Ljusavböjning. Rödförskjutning. Tidsfördröjning.	16.2, 16.7-16.8
16	Singulariteter. Icke-roterande svarta hål.	17.1-17.5
17	Gravitationsvågor. Inledande kosmologi.	21.3-21.4, 21.14, 22.3, 24.1, 24.4
18	Kosmologiska principen. Konstant krökning.	24.4-24.8
19	Relativistisk kosmologi.	24.9, 25.1-25.5, 25.12

I anslutning till de första 5 föreläsningarna om grundläggande differentialgeometri och tensoralgebra/analys behöver du övningsräkna en del för att vänja dig vid alla nya matematiska begrepp och den formalism som hör till. Detta är också en nödvändig förberedelse för inlämningsuppgifterna.

Här är en lista på bra uppgifter från d'Inverno-Vickers att räkna:

**Kapitel 5:** 2, 4, 15, 5, 8, 9, 12, 14, 17

**Kapitel 6:** 3, 4, 7, 9, 13, 16, 18, 19, 23, 27

**Kapitel 7:** 6, 7, 9, 10, 14

## Examination

Examinationen består av 8 omgångar med inlämningsuppgifter, G1–G5 och VG1–VG3. Uppgifterna delas ut på föreläsningarna, tillsammans med ett antal förhållningsorder, och distribueras *ej* i elektronisk form. *Alla* förhållningsorder måste följas för att inlämningsuppgifterna ska godkännas.

Uppgifter på omgång G1–G5 bedöms med U/G. En omgång är godkänd när alla uppgifter bedömts med G. Uppgifter på omgång VG1–VG3 poängbedöms med ett heltal mellan 0 och angiven maxpoäng. G1–G5 får kompletteras fram till angiven deadline. VG1–VG3 får *ej* kompletteras.

För betyg 3 krävs att omgång G1–G5 alla är godkända. Omgång VG1–VG3 behöver *EJ* göras.

För betyg 4 krävs att omgång G1–G5 alla är godkända samt att omgång VG1–VG3 totalt bedömts med minst 50% av maxpoängen. Dessutom måste var och en av dessa omgångar ha bedömts med minst 30% av maxpoängen på omgången i fråga.

För betyg 5 krävs att omgång G1–G5 alla är godkända samt att omgång VG1–VG3 totalt bedömts med minst 75% av maxpoängen. Dessutom måste var och en av dessa omgångar ha bedömts med minst 50% av maxpoängen på omgången i fråga.

Omgång	Inlämnas senast	Godkänd senast
G1	2024-10-03.	2024-10-21
G2	2024-10-17	2024-11-04
VG1	2024-11-07	
G3	2024-11-14	2024-11-25
VG2	2024-11-28	
G4	2024-12-05	2024-12-19
G5	2024-12-19	2025-01-23
VG3	2025-01-20	

Observera att försent inlämnade uppgifter inte rättas.

**LYCKA TILL!**