

**FACULTAT DE MATEMÀTIQUES I ESTADÍSTICA
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA**

Models Matemàtics de la Física

Mecànica, Electromagnetisme, Relativitat

**Sebastià Xambó Descamps
Llorenç Roselló**

Curs 2010/2011

Guia Docent

Assignatura

Crèdits teoria:	4.5
Crèdits problemes:	3
Crèdits totals:	7.5
Professor coordinador	Sebastià Xambó Descamps
Altres professors:	Llorenç Roselló
Idioma:	Català, castellà i alguns materials en anglès

Volum de treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques (13 setmanes lectives)	3	39
Problemes i/o pràctiques (13 setmanes lectives)	2	26
Realització d'exàmens		4
No presencials		
Seguiment classes teoria	2	26
Seguiment classes problemes i/o pràctiques	3	39
Realització treballs		25
Preparació exàmens		10+14=24 (*)
TOTAL	10	183

(*) S'inclouen les hores de preparació de les proves fetes en hores de classe.

Objectius

Interrelacions entre matemàtiques i física pel que fa a

- Mecànica
- Electromagnetisme
- Relativitat especial

Per als matemàtics, entendre millor la física mitjançant les matemàtiques
(i per als físics, entendre millor les matemàtiques a partir de la física).

Més concretament:

- Comprensió del paper fonamental que fa la **modelització matemàtica** en la **formulació de teories** i en la **resolució de problemes físics**.
- Assimilació i utilització de la noció de **sistema mecànic** i del seu tractament, teòric i pràctic, mitjançant els **mètodes de Lagrange i de Hamilton**.
- Assimilació i utilització del **concepte de camp** en física, fonamentalment en el cas de l'**electromagnetisme** (contingut físic de les equacions de Maxwell i de les seves conseqüències).
- Comprensió del paper que els sistemes de referència tenen en la descripció dels fenòmens físics i de la contribució de la teoria de la relativitat especial a la resolució d'aquesta arbitrarietat tant pel que fa a la mecànica com pel que fa a l'electromagnetisme.
- Exercitació de l'alumne en la preparació i presentació oral i escrita d'un treball.

PROGRAMA

0. Preliminars: física, matemàtiques, models i simulacions

1. Mecànica clàssica

- Espai de configuracions i espai d'estats.
- Formulació lagrangiana i hamiltoniana de la mecànica de Newton.
- Lleis de conservació.
- Teorema de Noether.
- Sistemes conservatius amb un grau de llibertat.
- Sòlid rígid.

2. Caps electromagnètics

- Càrregues, corrents i equació de continuïtat de la càrrega.
- Camps electrostàtics. Teoria del potencial.
- Camps magnetostàtics.
- Materials magnètics.
- Inducció electromagnètica.
- Equacions de Maxwell.
- Ones electromagnètiques en el buit.

- Energia d'un camp electromagnètic.
- Potencial vector i potencial escalar.
- Fenòmens elèctrics i magnètics en medis materials.

3. Relativitat restringida

- Història de l'èter lumínic.
- El grup de Lorentz.
- Retard dels rellotges i contracció de Fitzgerald.
- Espai-temps de Minkowski.
- Dinàmica relativista.
- Formulació relativista del camp electromagnètic.
- Òptica relativista.

Capacitats a adquirir

- Comprendre el formalisme lagrangià, la seva necessitat, els seus avantatges respecte a la formulació newtoniana, i saber-lo usar per resoldre problemes de mecànica.
- Comprendre aspectes estructurals de la mecànica com ara les equacions de Hamilton, la relació entre simetries i quantitats conservades (teorema de Noether i aplicacions) i l'anàlisi de les petites oscil·lacions (freqüències i modes fonamentals).
- Conèixer els elements fonamentals per a la descripció del moviment d'un sòlid rígido, les equacions que governen la seva dinàmica i els exemples més bàsics.
- Saber calcular, tant directament com usant la llei de Gauss i la llei d'Ampère, el camp elèctric de distribucions senzilles de càrregues i el camp magnètic de configuracions senzilles de corrents.
- Entendre el fenomen de la inducció electromagnètica i la seva formulació matemàtica, la noció de corrent de desplaçament, el seu paper en la formulació de llei de Maxwell-Ampère i en la unificació de l'electromagnetisme i l'òptica.

- Conèixer la formulació de l'electrodinàmica en termes dels potencials vector i escalar.
- Entendre la necessitat de la relativitat restringida, la seva relació amb la mecànica i l'electromagnetisme clàssics, les transformacions de Lorentz i les seves conseqüències més importants.
- Conèixer la noció de quadrivector i la reformulació relativista de la mecànica clàssica.
- Comprendre la natura relativista de la separació del camp electromagnètic en camp elèctric i camp magnètic, i les conseqüències bàsiques d'aquest fet.

Capacitats prèvies necessàries

Càlcul 3, EDO, Geometria diferencial.

METODOLOGIA

Classes de teoria, sessions de resolució de problemes i realització d'un treball.

Sessions de teoria

S'expliquen d'una manera sistemàtica els diversos temes del programa i s'il·lustren amb exemples escollits.

Sessions de problemes

Es fan problemes relacionats amb els temes de teoria amb la participació dels alumnes.

Pràctiques

De manera individual o per grups reduïts, s'assignen temes per a treballs complementaris del material treballat a les classes de teoria i de problemes, el qual han d'exposar oralment d'una manera resumida i han d'entregar per escrit el dia de l'examen final.

AVALUACIÓ

Teoria

Tres exàmens, un a mitjan quadrimestre, un segon cap al final del trimestre i l'altre a l'examen final, tots basats en la llista de temes treballats a classe.

Problemes Curs

Dues sessions de problemes puntuables, la primera per resoldre un problema de mecànica i la segona un d'electromagnetisme.

Problemes Examen Final

Un problema de mecànica, un d'electromagnetisme i un de relativitat especial.

Treball

Es valora el resum escrit, la seva presentació oral i el treball escrit final.

Nota final

Es calcula com segueix:

$$0.25 \cdot T + 0.2 \cdot P_c + 0.35 \cdot P_f + 0.2 \cdot W,$$

$$T = Teoria = (T_1 + T_2 + T_3)/3,$$

$$P_c = (P_{c1} + P_{c2})/2, P_f = (P_{f1} + P_{f2} + P_{f3})/3$$

$$W = Treball = (Resum projecte + Treball escrit)/2$$

Materials: Apunts, presentacions de classe, llistes problemes, bibliografia curs, bibliografia especial per als treballs.

Cronograma

FEBRER						
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28						

9 Presentació del curs i preliminars

Mecànica:

11, 14, 16, 18, 21, 23, 25, 28

23 i 25 Imaginary Valladolid

MARÇ						
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Mecànica: 2, 4, 9, 11

Electromagnetisme:

14, 16, 18, 21, 23, 25, 28, 30

1r Parcial : 28 matí

7 Festa local Barcelona

21/03-1/04 Exàmens parcials.

21, 24, 28, 31 no lectius per assig 3r.

30: Imaginary Palma

ABRIL						
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

MAIG						
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Electromagnetisme:

1, 4, 6, 8, 11, 13, 15

Relativitat:

2, 4, 6, 9, 11, 13, 16, 18, 20

Relativitat:

27, 29

Examen final: 6-6-2011

4: Imaginary Bilbao

2n Parcial : 26 tarda

Temes d'examen

Mecànica

1. Equacions de Lagrange i d'Euler–Lagrange.
2. Variació de l'energia. Sistemes hamiltonians. Equacions de Hamilton.
3. Família uniparamètrica de simetries. Teorema de Noether.
4. Cinemàtica del sòlid rígido. Velocitat angular. Equacions cinemàtiques fonamentals.
5. Tensor d'inèrcia. Expressió del moment angular i de l'energia cinètica.
6. Moments d'inèrcia. Eixos i moments principals d'inèrcia. Relació amb les simetries.
7. Anàlisi de les petites oscil·lacions: freqüències i modes fonamentals.
8. Principi de Hamilton (de l'acció estacionària).

Electromagnetisme

9. Llei de Coulomb. Camp elèctric. Llei de Gauss. Aplicacions.
10. Dipol elèctric d'una distribució. Dipol clàssic. Força i moment produïts per un camp elèctric sobre una distribució de càrregues. Aproximació del potencial elèctric lluny de les càrregues.
11. Camp magnètic generat per un corrent. Forces entre dos circuits filiformes. Moment dipolar magnètic i moment de les forces produïdes per un camp magnètic sobre un corrent.

12. Potencial magnètic. Llei d'Ampère. Aproximació del potencial magnètic lluny dels corrents.
13. Llei de Faraday de la inducció electromagnètica. Principi de relativitat i corrent induït en un circuit fix per un camp magnètic variable. Equacions de Maxwell.
14. Ones electromagnètiques. Polarització de les ones monocromàtiques.
15. Energia del camp electromagnètic.
16. Potencial vector i potencial escalar.

Relativitat

17. Grups de relativitat. Transformacions de Lorentz. Retard dels rellotges en moviment. Contracció de longituds.
18. Dinàmica relativista.
19. Quadricorrent i quadripotencial.
20. Transformacions relativistes del camp elèctric i magnètic.
21. Efecte Doppler relativista i camp electromagnètic d'una càrrega en moviment.
22. Formulació de l'electromagnetisme mitjançant formes diferencials.