



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
DEPARTAMENT DE FÍSICA I ENGINYERIA NUCLEAR  
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Terrassa

Programa de

**Oscil·lacions**

**Ones**

**Termodinàmica**

## Oscil·lacions, Ones i Termodinàmica.

Crèdits: 7,5 (6 de teoria i problemes + 1,5 de pràctiques)

Tipus: Truncal

Coordinador: Jaume Calaf Zayas (jaime.calaf@upc.edu)

Departament: Física i Energia Nuclear.

### Presentació

### Coneixements previs

Els coneixements de les assignatures impartides en el primer quadrimestre, és a dir, “Estàtica i Dinàmica”, “Càlcul I” i conceptes bàsics de Química.

### Camps professionals

Els coneixements que aprendran els alumnes, encara que bàsics, es relacionen amb les Vibracions mecàniques, l’Acústica, el So i la Imatge i els Motors tèrmics.

### Relació amb altres assignatures

L’assignatura fa de pont entre els coneixements elementals adquirits en el Batxillerat i els superiors en assignatures posteriors com: “Electricitat i Magnetisme”, “Termodinàmica”, “Acústica”, etc.

### Objectius generals

L’objectiu general de l’assignatura és que l’alumne adquireixi el coneixement i l’habilitat pràctica per resoldre problemes bàsics d’Oscil·lacions i que compregui els principis bàsics de les Ones i la Termodinàmica i llurs aplicacions.

### Temari

A continuació es presenta el temari temporalitzat repartit en 3 mòduls. Les hores indicades són, aproximadament, la suma de les hores de les classes de teoria més les de problemes.

## Mòdul 1: Oscil·lacions.

### 1. Moviment harmònic simple (MHS) [7 hores].

- 1.1. Cinèmatica i dinàmica del MHS.
- 1.1. Sistema molla-massa.
- 1.1. Pèndols. MHS angular.
- 1.1. Energia potencial elàstica.
- 1.1. Oscil·lacions al voltant d'un punt d'equilibri estable.
- 1.1. Mètode de la conservació de l'energia.

### 2. Oscil·lacions amortides [3 hores].

- 2.1. Força de fricció viscosa.
- 2.1. Oscil·lacions harmòniques amortides.
- 2.1. Energia de les oscil·lacions amortides.
- 2.1. Amortiment crític i sobreamortiment.

### 3. Oscil·lacions forçades [4 hores].

- 3.1. Oscil·lacions forçades.
- 3.1. Estats transitori i estacionari.
- 3.1. Impedància i ressonància.
- 3.1. Potència mitjana absorbida per l'oscil·lador.
- 3.1. Factor de qualitat  $Q$  i amplada de la ressonància.

### 4. Superposició de MHS i oscil·lacions acoblades [3 hores].

- 4.1. Principi de superposició.
- 4.1. Superposició de dos MHS de la mateixa direcció.
- 4.1. Superposició de dos MHS de direccions perpendiculars.
- 4.1. Oscil·lacions acoblades.

## Mòdul 2: Ones i Òptica.

### 1. Ones en una corda. [5 hores]

- 1.1. Què és una ona? Exemples d'ones.
- 1.1. Ones en una corda.
- 1.1. Energia en el moviment ondulatori d'una corda.
- 1.1. Reflexió i transmissió d'ones en dues cordes unides.
- 1.1. Atenuació de les ones.
- 1.1. Ones estacionàries en una corda.

### 2. Ones de so. Acústica [8 hores].

- 2.1. Ones elàstiques en sòlids i en fluids.
- 2.1. Ones esfèriques. Intensitat.

- 2.1. Reflexió i transmissió d'ones de so.
- 2.1. To i timbre del so.
- 2.1. Ones estacionàries, pulsacions i interferències.
- 2.1. Efecte Doppler i ones de xoc.

### **3. Òptica física [3 hores].**

- 3.1. Ones electromagnètiques (OEM). Espectre.
- 3.1. Principi de Huygens-Fresnel.
- 3.1. Dispersió. Velocitat de grup.
- 3.1. Polarització.

### **4. Interferències i difracció [3 hores].**

- 4.1. Interferències.
- 4.1. Difracció.

### **5. Òptica geomètrica [3 hores].**

- 5.1. Òptica ondulatòria i òptica geomètrica.
- 5.1. Miralls.
- 5.1. Lents.
- 5.1. Sistemes òptics.

## **Mòdul 3: Termodinàmica.**

### **1. Temperatura [3 hores].**

- 1.1. Conceptes macroscòpics: temperatura, calor i treball.
- 1.1. Interpretació microscòpica de la temperatura.
- 1.1. Gasos ideals.
- 1.1. Dilatació tèrmica.
- 1.1. Mesura de la temperatura. Escales i termòmetres.

### **2. Calor i canvis d'estat [7 hores].**

- 2.1. Calor i calor específic.
- 2.1. Transferència de la calor per conducció.
- 2.1. Transferència de la calor per convecció i radiació.
- 2.1. Canvis de fase i calors latents
- 2.1. Gasos reals i diagrames de fases.
- 2.1. Pressió de vapor i humitat.

### **3. Primer Principi de la Termodinàmica [5 hores].**

- 3.1. Energia interna i treball.
- 3.1. Primer Principi de la Termodinàmica.
- 3.1. Conseqüències del Primer Principi.

3.1. Processos adiabàtics d'un gas ideal.

#### 4. Segon Principi de la Termodinàmica [6 hores].

4.1. Màquines tèrmiques i frigorífiques.

4.1. Cicles d'Otto, Diesel i altres.

4.1. Segon Principi de la Termodinàmica.

4.1. Màquina de Carnot.

4.1. L'entropia i el Segon Principi.

### Objectius específics dels mòduls.

#### Mòdul 1

- Familiaritzar a l'alumne amb el moviment harmònic simple (MHS) i les seves manifestacions mecàniques més corrents.
- Conèixer els oscil·ladors amortits i els forçats així com els conceptes d'impedància, ressonància, potència absorbida, etc.
- Comprendre els fenòmens de superposició de MHS i de les oscil·lacions acoblades.

#### Mòdul 2

- Conèixer diferents tipus d'ones i, sobre tot, les ones en cordes.
- Saber les propietats més significatives de les ones de so (Acústica).
- Conèixer el principi de Huygens sobre la propagació de les ones, la reflexió i la transmissió.
- Comprendre la superposició d'ones: les pulsacions, les ones estacionàries, les interferències.
- Adquirir els coneixements bàsics sobre la polarització, interferències i difracció de la llum (Òptica física).
- Conèixer les relacions entre les ones i el medi ambient, les contaminacions acústica, lumínica i electromagnètica.

#### Mòdul 3

- Comprendre els conceptes de temperatura i calor, així com el de gas ideal.
- Conèixer les vies de transmissió de la calor, els canvis de fase i els gasos reals.
- Comprendre i distingir entre calor, treball i energia interna. Conèixer el Primer Principi de la Termodinàmica i saber-lo aplicar als processos bàsics d'un gas ideal.
- Conèixer els cicles més importants i saber-ne determinar el rendiment. Entendre el significat del Segon Principi de la Termodinàmica.

- Comprendre la importància dels aspectes mediambientals del mòdul: l'estalvi energètic, l'efecte hivernacle, el canvi climàtic, etc.

## Metodologia de treball.

L'assignatura s'organitza en:

- a) les classes de teoria, on es desenvolupen els continguts teòrics amb exemples. A l'aula s'utilitza el model expositiu, fent ús de la pissarra i transparències;
- b) les classes de problemes, on s'apliquen els coneixements teòrics en la resolució de problemes i tenen lloc amb el grup desdoblats en dos subgrups; i
- c) les sessions de pràctiques, al laboratori propi de l'assignatura, amb el grup desdoblats en quatre subgrups. Aquí els alumnes verifiquen experimentalment els coneixements adquirits en les classes de teoria i problemes.

## Sessions teoria, problemes

3 hores presencials de teoria per setmana.

1 hora presencial de problemes per setmana.

## Pràctiques, laboratoris

Les pràctiques tenen com a objectiu general adquirir destreses experimentals, saber tractar les dades i aprendre a elaborar els informes dels treballs. Del llistat següent de pràctiques, tots els alumnes han de fer la pràctica 0 i cinc o sis més d'entre les altres, en sessions de dues hores.

Pràctica 0: L'oscil·loscopi de raigs catòdics.

Pràctica 1.1: Moviment harmònic simple. Superposició i figures de Lissajous.

Pràctica 1.2: Oscil·lacions amortides i forçades. Ressonància.

Pràctica 1.3: Moviment oscil·latori i ressonància.

Pràctica 1.4: Pèndol físic i de torsió.

Pràctica 2.1: Ones mecàniques estacionàries.

Pràctica 2.2: Polarització de la llum. Llei de Malus.

Pràctica 2.3: Ultrasons.

Pràctica 2.4: Ones sonores en l'aire.

Pràctica 2.5: Naturalesa ondulatoria de la llum. Difracció.

Pràctica 3.1: Calor específica d'un sòlid.

Pràctica 3.2: Equivalent mecànic de el calor.

Pràctica 3.3: Calor de fusió del gel.

Pràctica 3.4: Motor de calor. Llei dels gasos ideals.

## Organització en mòduls i temps de dedicació de l'estudiant.

En el quadre següent s'ofereix un càlcul aproximat del nombre d'hores de classe presencial i d'estudi personal per part de l'estudiant que requereix aquesta assignatura. Ha de quedar molt clar, això sí, que en la necessitat d'estudi personal hi ha factors individuals —per exemple, la preparació prèvia— que poden fer variar bastant el nombre d'hores d'un alumne a un altre.

| Mòdul                  | Temps de classe | Temps d'estudi | Temps total |
|------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| Mòdul 1: Oscil·lacions | 17 hores        | 15 hores       | 32 hores    |
| Mòdul 2: Ones i Òptica | 22 hores        | 15 hores       | 37 hores    |
| Mòdul 3: Termodinàmica | 21 hores        | 15 hores       | 36 hores    |

## Importància i dificultat dels mòduls.

Tots tres mòduls són bàsics en l'aprofundiment posterior dels estudis tecnològics. Quant a la dificultat, no és gaire gran per a l'alumne que, amb una mínima preparació, es preocupa d'estudiar regularment.

## Materials

- *Problemes d'Oscil·lacions, Ones i Termodinàmica. Enunciats.*, Departament de Física i Enginyeria Nuclear, ETSEIT. (Autoedició). (2005).

## Bibliografia bàsica

- **Tipler, P.A., Mosca, G.**, *Física*, Volúmenes 1 y 2, 5<sup>a</sup> edición, Editorial Reverté (2004).
- **Serway, R.A., Jewett, J.W.**, *Física*, Volúmenes 1 y 2, 3<sup>a</sup> edición, Editorial Thomson Paraninfo (2003).

## Avaluació

La fórmula que dona la nota final de l'assignatura és

$$N_f = 0.075 \cdot N_{c_1} + 0.28 \cdot N_{e_1} + 0.075 \cdot N_{c_2} + 0.42 \cdot N_{e_2} + 0.15 \cdot N_{pr}$$

$N_f$  : nota final;

$N_{e_1}$  : avaluació exament 1r parcial;

$N_{e_2}$  : avaluació examen 2n parcial;

$N_{c_1}$  : avaluació proves de classe d'abans del primer examen;

$N_{c_2}$  : avaluació proves de classe d'abans del segon examen;

$N_{pr}$  : avaluació de pràctiques;

Els dos exàmens consten de dues parts: una de tipus test i una altra escrita. Els valors relatius de cadascuna d'elles són els següents:

Primer examen:

- Part Test: 60% (16,8% de la Nota Final)
- Part Escrita: 40% (11,2% de la Nota Final)

Segon examen:

- Part Test: 30% (12,6% de la Nota Final)
- Part Escrita: 70% (29,4% de la Nota Final)

Quant a la nota de Pràctiques, aquesta és la suma de

- Nota dels informes: 70% (10,5% de la Nota Final)
- Nota de l'examen de pràctiques: 30% (4,5% de la Nota Final)

Terrassa, febrer 2005