

PROLOGO

El enseñar es para mí la mejor forma de aprender. En la enseñanza de la física el objetivo es enseñar a pensar y razonar, y para eso se debe estimular el aprendizaje por problemas, no sólo teóricos, sino que también prácticos. El aprendizaje por problemas debe tender a terminar con la clase magistral y fomentar el trabajo en grupo de los alumnos, con el propósito de que aprendan por sí solos. Por ello, este curso de Física estará disponible en formato pdf en la página web www2.udec.cl/~jinzunza/fisica, para que los alumnos puedan de forma más expedita obtener sus documentos para estudiar de manera autónoma. Lo ideal sería que la asistencia al aula fuera para aclarar las dudas y resolver los problemas que se le presentan durante su autoestudio.

En el mundo globalizado, en la era de las comunicaciones, el estudiante debe estar preparado para aprender a través de su propio esfuerzo investigativo, sobre la base de problemas que se le plantean y que el alumno debe resolver individual o en grupo. Los alumnos pueden trabajar de forma autónoma y después relacionarse con el profesor y el resto de sus compañeros, pero para ello deben realizar un trabajo previo de estudio y tener preguntas para plantearlas o respuestas para darlas a los otros compañeros que preguntan. Esto supone un cambio de mentalidad, un cambio cultural en los alumnos, donde él debe aprender a aprender, y eso hay que producirlo, no se produce solo. El alumno está acostumbrado a una forma de trabajo en la cual viene a la Universidad a oír al profesor, donde el primero es el que sabe y el otro el que aprende, no a trabajar en forma autónoma. Hay que evitar que el alumno pase seis o más horas diarias, cinco días a la semana, escuchando, y luego se va a tratar de aprender a su casa; lo más sensato sería que dedicara un alto porcentaje de ese tiempo directamente a aprender. Para eso hay que tratar de centrar la actividad docente en el aprendizaje y no en la enseñanza, donde el profesor debiera preocuparse de que los alumnos retengan lo expuesto y no solamente tratar de cumplir el programa de estudio.

Este texto a nivel básico de Introducción a la Mecánica y Calor, se basa en la experiencia de varios años de docencia de pregrado y posgrado en el Departamento de Geofísica de la Universidad de Concepción. En particular se trató de escribir las clases de la asignatura de Física, parte de Mecánica y Calor, la rama de la física que se ocupa de describir el movimiento y las transformaciones de energía producidas por variaciones de temperatura, realizadas durante

los últimos años en las aulas. Está diseñado para alumnos que realizan un primer curso de física universitaria de las carreras de ciencias básicas, ingenierías, tecnológicas, pedagogías y en general para toda carrera que requiera un curso de este nivel. Se profundiza la descripción de algunos fenómenos en particular, con el uso de matemáticas de nivel intermedio, como cálculo diferencial e integral elemental, pero en todos los casos esta descripción se puede obviar si el alumno no tiene la formación en esas herramientas matemáticas, sin que ésta pierda su validez. La descripción de los fenómenos físicos se complementa con figuras esquemáticas, en un intento por dar la mayor claridad posible al problema. En el texto se ha pretendido hacer la descripción necesaria, evitando escribir más de lo que se requiere, para no cansar al alumno con lectura de párrafos extensos.

Cada tema tratado se complementa con ejemplos seleccionados, resueltos detalladamente, que tienen como objetivo reforzar la comprensión de la teoría. Al final de cada capítulo se plantean un número considerado suficiente de problemas, muchos de ellos originales preparados por el autor, especialmente para hacer notar la aplicación de los contenidos teóricos a situaciones reales en diferentes áreas de la física. La dificultad de su resolución se puede considerar en general de nivel apropiado a un primer curso de Física universitaria, aunque siempre se presenta alguno de elevada dificultad. Se dan los resultados de un número importante de problemas y aquellos que no tienen respuesta es porque su resultado va a depender de los valores que el alumno asigne a las variables o porque su resolución es similar a otro problema que ya tiene respuesta, por lo que el alumno se puede asegurar que su resultado ha sido obtenido por un procedimiento correcto. Los resultados se dan al final de cada problema, evitando así el engorroso proceso de ir a las últimas páginas del texto a ver la respuesta, generalmente del problema impar.

Juan C. Inzunza
Concepción, Chile
Diciembre de 2006.

CONTENIDOS.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA.

CAPÍTULO 2. MOVIMIENTO EN UNA DIMENSIÓN.

CAPÍTULO 3. MOVIMIENTO EN DOS DIMENSIONES.

CAPÍTULO 4. DINAMICA DE LA PARTICULA.

CAPÍTULO 5. TRABAJO Y ENERGIA.

CAPÍTULO 6. TORQUE Y EQUILIBRIO DE CUERPO RIGIDO.

CAPÍTULO 7. MOMENTO LINEAL Y CHOQUES.

CAPÍTULO 8. DINAMICA DE ROTACIÓN.

CAPÍTULO 9. LEY DE GRAVITACIÓN UNIVERSAL.

CAPÍTULO 10. MECANICA ELEMENTAL DE FLUIDOS.

CAPÍTULO 11. MOVIMIENTO OSCILATORIO.

CAPÍTULO 12. TEMPERATURA, DILATACION TERMICA Y GASES.

CAPÍTULO 13. CALOR Y LA PRIMERA LEY DE LA TERMODINAMICA.

CAPÍTULO 14. MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR.

CAPÍTULO 15. SEGUNDA LEY DE LA TERMODINAMICA Y ENTROPIA.

INDICE.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA.	13
1.1 Introducción	13
1.2 Definiciones	16
1.3 El método científico	18
1.4 Sistemas de magnitudes y unidades	19
1.5 Múltiplos, submúltiplos y prefijos	21
1.5.1 Orden de magnitud	22
1.5.2 Estimación	24
1.5.3 Transformación de unidades	24
1.5.4 Análisis dimensional	24
1.6 Sistemas de referencia	25
1.6.1 Coordenadas cartesianas o rectangulares	25
1.6.2 Coordenadas polares	26
1.7 Conceptos básicos de vectores	28
1.7.1 Igualdad de vectores	28
1.7.2 Multiplicación de un vector por un escalar	29
1.7.3 Vectores especiales	29
1.7.4 Adición de vectores y algunas de sus propiedades	30
1.7.5 Representación de los vectores en coordenadas cartesianas	30
1.7.6 Igualdad de vectores en componentes	31
1.7.7 Suma, resta y multiplicación por un escalar	32
1.7.8 Producto escalar entre vectores	32
1.7.9 Producto vectorial de vectores	33
Problemas	36
CAPÍTULO 2. MOVIMIENTO EN UNA DIMENSION.	39
2.1 Definiciones	39
2.2 Velocidad y aceleración	42
2.2.1 Velocidad media	42
2.2.2 Velocidad instantánea	43
2.2.3 Aceleración media	44
2.2.4 Aceleración instantánea	44
2.3 Descripción del movimiento en una dimensión con aceleración constante	47
2.4 Cálculo gráfico de Δx y Δv	55
2.5 Cuerpos en caída libre	59
2.5.1 Efectos de g en las personas	62
Problemas	64
CAPÍTULO 3. MOVIMIENTO EN DOS DIMENSIONES.	75
3.1 Descripción del movimiento en dos dimensiones	75
3.2 Movimiento de proyectiles	77
3.3 Movimiento circunferencial	84
3.4 Velocidad y aceleración angular	89
3.4.1 Cinemática de rotación	90
3.4.2 Relación entre las variables angulares y lineales.	91
3.5 Movimiento relativo	94
Problemas	99
CAPÍTULO 4. DINAMICA DE LA PARTICULA.	105
4.1 Introducción	105
4.2 Primera ley de Newton	109
4.3 Concepto de masa	110

4.4 Segunda ley de Newton	111
4.5 Peso	112
4.6 Tercera ley de Newton	114
4.7 Fuerza de roce	121
4.8 Fuerza centrípeta	126
4.8.1 La descripción de peralte	128
4.9 Breve descripción de aplicaciones de algunas fuerzas en la medicina	131
4.9.1 Fuerza peso	131
4.9.2 Fuerza muscular	131
4.9.3 Fuerza de roce	132
Problemas	135
CAPÍTULO 5. TRABAJO Y ENERGIA.	143
5.1 Trabajo realizado por una fuerza constante	143
5.2 Trabajo realizado por una fuerza variable	146
5.3 Energía cinética	149
5.4 Potencia	150
5.5 Fuerzas conservativas y no conservativas	153
5.6 Energía potencial	154
5.7 Conservación de la energía mecánica	157
5.8 Energía y la máquina humana	160
5.8.1 ¿Cómo camina la máquina humana?	162
5.8.2 Articulaciones artificiales	163
Problemas	164
CAPÍTULO 6. TORQUE Y EQUILIBRIO DE CUERPO RIGIDO.	171
6.1 Torque de una fuerza	171
6.2 Equilibrio de un cuerpo rígido	176
6.2.1 Centro de gravedad	177
6.2.2 Centro de masa	177
6.3 Aplicaciones del torque al cuerpo humano	182
Problemas	186
CAPÍTULO 7. MOMENTO LINEAL Y CHOQUES.	193
7.1 Momento lineal	193
7.2 Impulso	194
7.3 Conservación del momento lineal	199
7.4 Choques	201
7.4.1 Ejemplos de choques en una dimensión	202
7.5 Choques en dos dimensiones	205
Problemas	209
CAPÍTULO 8. DINAMICA DE ROTACIÓN.	215
8.1 Energía cinética de rotación	215
8.2 Relación entre torque y aceleración angular	217
8.3 Trabajo, energía y potencia en el movimiento de rotación	222
8.4 Movimiento de rodadura de un cuerpo rígido	226
8.5 Momento angular de una partícula	229
8.6 Rotación de un cuerpo rígido en torno a un eje fijo	231
8.7 Conservación del momento angular	235
Problemas	239
CAPÍTULO 9. LEY DE GRAVITACIÓN UNIVERSAL.	247
9.1 La Ley y la fuerza gravitacional	247
9.2 Fuerza gravitacional y peso	248

9.3 Energía potencial de la fuerza gravitacional	252
9.3.1 Velocidad de escape	255
9.4 Las leyes de Kepler	258
9.4.1 La tercera ley de Kepler	259
9.4.2 La segunda ley de Kepler y la conservación del momento angular	261
9.5 El campo gravitacional	264
Problemas	266
CAPÍTULO 10. NOCIONES DE MECANICA DE FLUIDOS.	271
10.1 Estructura de la materia	271
10.1.1 Estados de la materia	273
10.1.2 Plasma	273
10.1.3 Fluido	274
10.2 Densidad	274
10.3 Presión	276
10.4 La ecuación hidrostática	277
10.4.1 El barómetro	280
10.5 Ley de Pascal	281
10.6 Principio de Arquímedes	282
10.7 Nociones elementales de dinámica de fluidos	285
10.8 Ecuación de continuidad	285
10.9 Ecuación de Bernoulli	288
Problemas	294
CAPÍTULO 11. MOVIMIENTO OSCILATORIO.	299
11.1 Movimiento armónico simple	299
11.2 Masa sujeta a un resorte	305
11.3 Energía en el movimiento armónico simple	308
11.4 El péndulo	310
11.4.1 Péndulo simple	310
11.4.2 Péndulo físico	313
11.4.3 Péndulo de torsión	316
11.5 Oscilaciones amortiguadas	317
11.6 Oscilaciones forzadas	319
Problemas	322
CAPÍTULO 12. TEMPERATURA, DILATACION TERMICA Y GASES	329
12.1 Temperatura y ley cero de la termodinámica.	329
12.2 Termómetros y escalas de temperatura	330
12.3 Termómetro de gas y escala Kelvin	332
12.4 Escalas de temperatura Celsius y Fahrenheit	337
12.5 Dilatación térmica de sólidos y líquidos	338
12.6 Descripción macroscópica de un gas ideal	342
12.7 Teoría cinética de los gases	346
12.8 Interpretación molecular de la temperatura	350
Problemas	354
CAPÍTULO 13. CALOR Y LA PRIMERA LEY DE LA TERMODINAMICA	363
13.1 Definiciones	363
13.2 Calor	364
13.3 Capacidad calórica y calor específico	366
13.4 Calor latente y cambios de estado	371
13.4.1 Vaporización o evaporación	371
13.4.2 Condensación	373
13.4.3 Fusión o derretimiento	373

13.4.4 Solidificación	373
13.4.5 Sublimación	373
13.4.6 Deposición	373
13.4.7 Ebullición	373
13.5 Trabajo en procesos termodinámicos	378
13.6 Primera ley de la termodinámica	383
13.6.1 Casos particulares	384
13.7 Procesos termodinámicos	385
13.7.1 Proceso isobárico	385
13.7.2 Proceso isovolumétrico	386
13.7.3 Proceso adiabático	386
13.7.4 Proceso isotérmico	387
13.8 Capacidad calórica de un gas ideal	389
13.9 Proceso adiabático de un gas ideal	396
Problemas	399
CAPÍTULO 14. MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR	407
14.1 Calor y temperatura	407
14.2 Conducción de calor	408
14.3 Convección	412
14.4 Radiación	414
14.4.1 Espectro de radiación	415
14.4.2 Penetración de la radiación electromagnética	417
14.4.3 Leyes de radiación	419
Problemas	424
CAPÍTULO 15. SEGUNDA LEY DE LA TERMODINAMICA Y ENTROPIA.	429
15.1 Máquinas térmicas	430
15.1.1 Máquina térmica	430
15.1.2 Eficiencia térmica	431
15.2 Segunda Ley de la Termodinámica	431
15.2.1 Forma de Kelvin-Planck de la segunda ley de la termodinámica	432
15.2.2 Enunciado de Clausius de la segunda ley de la termodinámica	433
15.3 Procesos reversibles e irreversibles	434
15.4 Máquina de Carnot	435
15.4.1 Eficiencia de una máquina de Carnot	439
15.5 Escala de temperatura absoluta.	441
15.6 Bombas de calor y refrigeradores	441
15.7 Entropía	443
15.7.1 Entropía en un proceso reversible de un gas ideal	446
15.7.2 Entropía en la conducción de calor	447
15.7.3 Entropía en una expansión libre	448
15.7.4 Entropía en la transferencia de calor irreversible	450
Problemas	453
APENDICES	461
A. Álgebra	461
B. Geometría	463
C. Trigonometría	465
D. Derivadas e integrales	468
E. Datos comunes en el sistema solar y terrestre	470
F. Factores de conversión de unidades de medida	471
G. Letras Griegas	473