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 www.udec.cl/~jinzunza/fisica/fisica.htm, para que los alumnos puedan 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 esta 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, se basa en la experiencia de varios años de docencia de pregrado y posgrado en el Departamento de Física de la Atmósfera y del Océano de la Universidad de Concepción. En particular se trató de escribir las clases de la asignatura de Física, parte de Mecánica, la rama de la física que se ocupa de describir el movimiento, realizadas durante los últimos cuatro años en las aulas. Por lo tanto, es una versión preliminar, que es la base de lo que se puede convertir en un texto mas elaborado, acogiendo las sugerencias, correcciones y modificaciones planteadas por los lectores. 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 mas de lo que se requiere, para no cansar al alumno con lectura de párrafos extensos.

Como es habitual, en el Capítulo 1 se hace una introducción al curso, que en este caso incluye un repaso del álgebra vectorial a usar en el curso. En el Capítulo 2 se definen las variables del movimiento posición, velocidad y aceleración, y se describe la cinemática del movimiento en una dimensión restringida al caso de objetos considerados como partículas, que se mueven con aceleración constante. En el Capítulo 3 se extiende la descripción cinemática del movimiento a dos dimensiones y su extensión natural a tres dimensiones, siempre considerando la aceleración constante. En el Capítulo 4 se incorpora al estudio las causas del movimiento, que son las fuerzas, se introduce la masa en la descripción y se enuncian las leyes del movimiento de Newton. En el Capítulo 5 se hace notar la dificultad de aplicar las leyes de Newton cuando las fuerzas que intervienen en el movimiento no son constantes, por lo que se definen los conceptos de trabajo y de energía, que facilitan la descripción del movimiento cuando las fuerzas son variables. Se deduce unos de los principios fundamentales de la física: la conservación de la energía mecánica. En el Capítulo 6 se amplía el concepto de partícula, para considerar las dimensiones de los objetos, por lo que se introduce el concepto de cuerpo rígido. En particular se define el torque de una fuerza y se analizan las condiciones de equilibrio de un cuerpo rígido. En el Capítulo 7 se definen el momento lineal y el impulso de una fuerza y se deduce otro de los principios fundamentales de la física, la conservación del momento lineal y su aplicación al caso de choques entre partículas. El Capítulo 8 trata la dinámica de rotación de cuerpos rígidos, se define el momento angular y se demuestra que también es una magnitud física que se conserva. En el Capítulo 9 se retorna a tratar con fuerzas, pero esta vez se analiza en detalle una de las interacciones fundamentales de la naturaleza: la fuerza de gravitación. Se describe la Ley de Gravitación Universal y sus aplicaciones al sistema planetario en particular y del Universo en general. En el Capítulo 10 y último, se extiende la descripción del movimiento a objetos que no son sólidos, con una introducción muy elemental de la estática y dinámica de fluidos. Considero que con todos esos temas se abarca de manera básica los fenómenos fundamentales de la mecánica clásica, necesarios de considerar en un primer curso de física, que prepare al alumno para cursos de mecánica de nivel mas avanzado.

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 llamados ***selectos***, que son problemas 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 intermedio, aunque siempre se presenta alguno de elevada dificultad. Se incluye también un listado de problemas ***varios***, que son los clásicos para cada tema, de distintos grados de 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.

Debo agradecer los comentarios de mis alumnos a una versión en borrador publicada en mi página web, lo que me permitió mejorar esos apuntes para obtener este texto. La escritura en Microsoft Word de un porcentaje importante del texto, fue realizada en la secretaría del Departamento de Física de la Atmósfera y del Océano de la Universidad de Concepción, por la señorita Mónica Beltrán y sus alumnas en práctica, señoritas María José Gallegos y Loreto Andrea Ariz. A la dirección de Docencia de la Universidad de Concepción, quien financia este trabajo a través del proyecto *Fondo de Apoyo a la Docencia 2002, 02 – 16*.

Concepción, Chile
Julio de 2002.

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.

INDICE.

PROLOGO i
CONTENIDOS v
INDICE vii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA. 11
1.1 Introducción 11
1.2 Definiciones 14
1.3 El método científico 16
1.4 Sistemas de magnitudes y unidades 16
1.5 Múltiplos, submúltiplos y prefijos 19
1.5.1 Orden de magnitud 20
1.5.2 Estimación 21
1.5.3 Transformación de unidades 21
1.5.4 Análisis dimensional 21
1.6 Sistemas de referencia 22
1.6.1 Coordenadas cartesianas o rectangulares 22
1.6.2 Coordenadas polares 23
1.7 Conceptos básicos de vectores 24
1.7.1 Igualdad de vectores 25
1.7.2 Multiplicación de un vector por un escalar 25
1.7.3 Vectores especiales 26
1.7.4 Adición de vectores y algunas de sus propiedades 26
1.7.5 Representación de los vectores en coordenadas cartesianas 27
1.7.6 Igualdad de vectores 27
1.7.7 Suma, resta y multiplicación por un escalar 27
1.7.8 Producto escalar entre vectores 28
1.7.9 Producto vectorial de vectores 29
Problemas 32

CAPÍTULO 2. MOVIMIENTO EN UNA DIMENSION. 35
2.1 Definiciones 35
2.2 Movimiento en una dimensión 37
2.2.1 Velocidad media 38
2.2.2 Velocidad instantánea 39
2.2.3 Aceleración media 40
2.2.4 Aceleración instantánea 41
2.3 Descripción del movimiento en una dimensión con aceleración constante 42
2.4 Cálculo gráfico de Δx y Δv 51
2.5 Cuerpos en caída libre 56
Problemas 60

CAPÍTULO 3. MOVIMIENTO EN DOS DIMENSIONES. 67
3.1 Descripción del movimiento en tres dimensiones 67
3.2 Movimiento de proyectiles 69
3.3 Movimiento circunferencial 75
3.4 Velocidad y aceleración angular 79
3.4.1 Cinemática de rotación 81
3.4.2 Relación entre las variables angulares y lineales. 82
3.5 Movimiento relativo 85
Problemas 89

CAPÍTULO 4. DINAMICA DE LA PARTICULA. 95
4.1 Introducción 95
4.2 Primera ley de Newton 99
4.3 Concepto de masa 100
4.4 Segunda ley de Newton 101
4.5 Peso 102
4.6 Tercera ley de Newton 104
4.7 Fuerza de roce 110
4.8 Fuerza centrípeta 115
4.8.1 La descripción de peralte 117
Problemas 120

CAPÍTULO 5. TRABAJO Y ENERGIA. 125
5.1 Trabajo realizado por una fuerza constante 125
5.2 Trabajo realizado por una fuerza variable 128
5.3 Energía cinética 131
5.4 Potencia 132
5.5 Fuerzas conservativas y no conservativas 134
5.6 Energía potencial 136
5.7 Conservación de la energía mecánica 138
Problemas 142

CAPÍTULO 6. TORQUE Y EQUILIBRIO DE CUERPO RIGIDO. 147
6.1 Torque de una fuerza 147
6.2 Equilibrio de un cuerpo rígido 151
6.2.1 Centro de gravedad 153
6.2.2 Centro de masa 153
Problemas 158

CAPÍTULO 7. MOMENTO LINEAL Y CHOQUES. 163
7.1 Momento lineal 163
7.2 Impulso 164
7.3 Conservación del momento lineal 169
7.4 Choques 171
7.4.1 Ejemplos de choques en una dimensión 172
7.5 Choques en dos dimensiones 175
Problemas 178

CAPÍTULO 8. DINAMICA DE ROTACIÓN. 185
8.1 Energía cinética de rotación 185
8.2 Relación entre torque y aceleración angular 187
8.3 Trabajo, energía y potencia en el movimiento de rotación 192
8.4 Movimiento de rodadura de un cuerpo rígido 196
8.5 Momento angular de una partícula 199
8.6 Rotación de un cuerpo rígido en torno a un eje fijo 202
8.7 Conservación del momento angular 205
Problemas 209

CAPÍTULO 9. LEY DE GRAVITACIÓN UNIVERSAL. 217
9.1 La fuerza gravitacional 217
9.2 Fuerza gravitacional y peso 218
9.3 Energía potencial de la fuerza gravitacional 221
9.3.1 Velocidad de escape 224
9.4 Las leyes de Kepler 227
9.4.1 La tercera ley de Kepler 228

9.4.2 La segunda ley de Kepler y la conservación del momento angular 230
9.5 El campo gravitacional 232
Problemas 234

CAPÍTULO 10. MECANICA ELEMENTAL DE FLUIDOS. 239
10.1 Estructura de la materia 239
10.1.1 Estados de la materia 241
10.1.2 Plasma 241
10.1.3 Fluido 242
10.2 Densidad 242
10.3 Presión 244
10.4 La ecuación hidrostática 245
10.4.1 El barómetro 248
10.5 Ley de Pascal 249
10.6 Principio de Arquímedes 250
10.7 Nociones elementales de dinámica de fluidos 252
10.8 Ecuación de continuidad 252
10.9 Ecuación de Bernoulli 254
Problemas 260