



PRERREQUISITOS DE FÍSICA DE LA INGENIERÍA

| Marcos H. Giménez Valentín | Isabel Salinas Marín
| Vanesa Paula Cuenca Gotor | Juan Antonio Monsoriu Serra

Prerrequisitos de Física de la Ingeniería

Marcos H. Giménez Valentín
Isabel Salinas Marín
Vanesa Paula Cuenca Gotor
Juan Antonio Monsoriu Serra

2018

EDITORIAL

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Colección *Punto de Partida*

Para referenciar esta publicación utilice la siguiente cita: Giménez Valentín, Marcos H.; Salinas Marín, Isabel; Cuenca Gotor, Vanesa Paula; Monsoriu Serra, Juan Antonio. (2018). *Prerrequisitos de Física en la Ingeniería*. Valencia: Universitat Politècnica de València

© Marcos H. Giménez Valentín
Isabel Salinas Marín
Vanesa Paula Cuenca Gotor
Juan Antonio Monsoriu Serra

© Dibujo de portada: Rosa Ana Giménez Salinas

© 2018, Editorial Universitat Politècnica de València
distribución: www.lalibreria.upv.es / Ref.: 6460_01_01_01

ISBN: 978-84-9048-696-2 (Versión impresa)
ISBN: 978-84-9048-697-9 (Versión electrónica)

La Editorial UPV autoriza la reproducción, traducción y difusión parcial de la presente publicación con fines científicos, educativos y de investigación que no sean comerciales ni de lucro, siempre que se identifique y se reconozca debidamente a la Editorial UPV, la publicación y los autores. La autorización para reproducir, difundir o traducir el presente estudio, o compilar o crear obras derivadas del mismo en cualquier forma, con fines comerciales/lucrativos o sin ánimo de lucro, deberá solicitarse por escrito al correo edicion@editorial.upv.es.

Prólogo

El paso a la enseñanza universitaria supone la adaptación a un nuevo entorno académico y social. En la medida en que sea posible facilitar a los estudiantes su adaptación a dicho entorno, se estará contribuyendo a mejorar su rendimiento académico. En este contexto, las asignaturas de Física constituyen una parte fundamental del primer curso en la mayoría de los Grados en Ingeniería.

Hay que tener en cuenta que los conocimientos previos con los que los estudiantes acceden a la Universidad son muy heterogéneos, debido principalmente a su diferente procedencia (Bachillerato, Ciclos Formativos de Grado Superior, Mayores de 25 años, ...). Por este motivo, es necesario comenzar revisando los conceptos de magnitud, dimensión y unidad, ya que constituyen los ingredientes básicos de la Física con los que, por ejemplo, se puede comprobar que todas las leyes físicas son dimensionalmente homogéneas.

Muchas magnitudes físicas son vectoriales (velocidad, aceleración, fuerza, ...), por lo que una adecuada descripción de los diferentes sistemas y procesos requiere una buena base matemática de trigonometría y operaciones vectoriales. Por su parte, los números complejos constituyen una herramienta fundamental en el estudio de fenómenos tales como las oscilaciones mecánicas y eléctricas. Además muchas leyes físicas, incluyendo las más fundamentales (leyes de Newton, ecuaciones de Maxwell, ...) incluyen derivadas e integrales. En la presente publicación se repasan estas herramientas matemáticas (concepto, propiedades y aplicaciones), poniendo énfasis en los motivos por los que tienen tanta relevancia en la Física.

Un concepto fundamental es el de campo, en el que a cada punto de una región del espacio le corresponde un valor de una magnitud. Este concepto se aplica a un conjunto heterogéneo de magnitudes que incluye escalares (campos de temperaturas, de presiones, de densidades, de energía potencial, de potencial eléctrico, ...) y vectoriales (campos gravitatorio, eléctrico, magnético, de fuerzas, de velocidades, ...). Sin embargo, existen elementos comunes cuya descripción, formulación matemática y propiedades conviene desarrollar de forma general.

Por último, el concepto de momento de un vector deslizante es esencial en Física, por lo que también resulta recomendable tratarlo junto con sus propiedades para facilitar su posterior aplicación a diversos campos de estudio, tales como Cinemática (momentos de velocidades angulares) y Dinámica (momentos de fuerzas). En esta línea, el estudio de los sistemas equivalentes, que tienen el mismo campo de momentos, es fundamental en Mecánica.

En el presente libro se revisan los conceptos anteriormente mencionados. El Tema 1, “Magnitudes y unidades”, pretende tanto repasar y reforzar conceptos ya conocidos, como profundizar en ellos y en la normativa que los regula. El Tema 2, “Base matemática”, proporciona una recopilación de herramientas fundamentales ya conocidas por los alumnos, y pretende servir como elemento homogeneizador de sus conocimientos previos, así como fuente de referencia para consultas. El Tema 3, “Introducción a los campos”, y el Tema 4, “Vectores deslizantes”, proporcionan los conocimientos básicos sobre los correspondientes conceptos y herramientas, mencionados anteriormente, que los estudiantes necesitarán aplicar en las asignaturas de Física.

En resumen, los dos primeros temas del libro pueden ser utilizados tanto en un curso cero de nivelación, como al comienzo del primer curso de los Grados en Ingeniería. Los dos últimos temas, en cambio, son más adecuados como material de apoyo a lo largo de las asignaturas de Física. Conviene destacar que el grado de profundidad con que se tratan los diversos contenidos no es homogéneo, sino que depende de las necesidades típicas de las asignaturas mencionadas, así como de las carencias que solemos observar.

Los Autores.

Índice

Prólogo	1
Índice	3
Utilización de laboratorios virtuales	9
Tema 1. Magnitudes y unidades	11
1.1. Dimensiones	12
1.2. Homogeneidad dimensional	14
1.3. Unidades y valores numéricos	17
1.4. Reglas y recomendaciones para expresar valores de magnitudes	17
1.5. Expresión de relaciones no homogéneas	20
1.6. Sistema coherente de unidades	21
1.7. Unidades básicas del Sistema Internacional	21
1.8. Unidades derivadas coherentes del Sistema Internacional	23
1.9. Magnitudes de dimensión uno	26
1.10. Prefijos	27
1.11. Unidades fuera del Sistema Internacional cuyo uso se acepta	29
Tema 2. Base matemática	31
2.1. Trigonometría	32
2.2. Vectores	34
2.2.1. Concepto de vector y sistema de referencia	34
2.2.2. Módulo de un vector	38

2.2.3.	Suma y resta de vectores	38
2.2.4.	Multiplicación de un escalar y un vector	39
2.2.5.	Vectores unitarios	40
2.2.6.	Producto escalar de vectores	41
2.2.7.	Producto vectorial de vectores	42
2.2.8.	Producto mixto de vectores	45
2.3.	Números complejos	46
2.3.1.	Concepto de número complejo	46
2.3.2.	Ecuaciones polinómicas	48
2.3.3.	Aritmética de los números complejos	49
2.3.4.	Representación de los números complejos	50
2.3.5.	Aritmética en forma polar	52
2.4.	Derivación	53
2.4.1.	Concepto de derivada	53
2.4.2.	Derivadas de funciones elementales	55
2.4.3.	Reglas de derivación	57
2.4.4.	Notación	58
2.4.5.	Interpretación geométrica de la derivada	59
2.4.6.	Conceptos físicos que son derivadas	60
2.4.7.	Diferencial e incremento de una función	61
2.4.8.	Derivada de una función vectorial	62
2.4.9.	Interpretación de la derivada de una función vectorial	64
2.4.10.	Propiedades de la derivada de una función vectorial	66
2.5.	Integración	66
2.5.1.	Conceptos y propiedades de primitiva e integral indefinida	66
2.5.2.	Integrales inmediatas	67
2.5.3.	Métodos de integración	69

2.5.4. Concepto de integral definida	72
2.5.5. Propiedades de la integral definida	75
2.5.6. Conceptos físicos que son integrales definidas	77
2.5.7. Integración de una función vectorial	78
Tema 3. Introducción a los campos	81
3.1. Funciones de varias variables	81
3.1.1. Concepto de derivada parcial	81
3.1.2. Notación	83
3.1.3. Interpretación geométrica de la derivada parcial	84
3.1.4. Diferencial e incremento de una función de varias variables	87
3.1.5. Obtención de una función a partir de sus derivadas parciales	88
3.2. Campos escalares y vectoriales	92
3.3. Elementos geométricos característicos	93
3.3.1. Superficies y curvas de nivel	93
3.3.2. Líneas de campo	94
3.4. Gradiente de un campo escalar	98
3.4.1. Concepto y propiedades del gradiente	98
3.4.2. Derivada direccional	100
3.4.3. Significado del gradiente	103
3.5. Integral curvilínea	105
3.5.1. Descomposición de una curva en desplazamientos diferenciales	105
3.5.2. Concepto de integral curvilínea	106
3.5.3. Propiedades de la integral curvilínea	108
3.5.4. Integral curvilínea a lo largo de una curva cerrada	108

3.5.5. Casos particulares	109
3.6. Flujo	111
3.6.1. Descomposición de una superficie en elementos diferenciales	111
3.6.2. Caudal	113
3.6.3. Concepto de flujo	114
3.6.4. Propiedades del flujo	115
3.6.5. Flujo a través de una superficie cerrada	115
3.6.6. Casos particulares	116
3.7. Campos con propiedades específicas	117
3.7.1. Campos conservativos	117
3.7.2. Campos irrotacionales	119
3.7.3. Equivalencia entre campos conservativos e irrotacionales	123
3.7.4. Superposición de campos conservativos	125
3.7.5. Campos escalares centrales	125
3.7.6. Campos vectoriales centrales	127
3.7.7. Campos vectoriales centrales que se reducen con el cuadrado de la distancia	128
Tema 4. Vectores deslizantes	131
4.1. Vectores libres y fijos	132
4.2. Vector deslizante	133
4.2.1. Concepto de vector deslizante	133
4.2.2. Momento respecto a un punto	134
4.2.3. Interpretación geométrica del momento respecto a un punto	137
4.2.4. Momento áxico	139
4.2.5. Interpretación geométrica del momento áxico	141

4.3. Sistemas de vectores deslizantes	142
4.3.1. Concepto de sistema de vectores deslizantes	142
4.3.2. Resultante	142
4.3.3. Momento respecto a un punto	143
4.3.4. Momento áxico	146
4.4. Sistemas equivalentes	147
4.5. Sistemas de especial interés	148
4.5.1. Sistema de vectores deslizantes concurrentes en un punto	148
4.5.2. Sistema de vectores deslizantes paralelos de resultante no nula	149
4.5.3. Par de vectores	151
4.5.4. Sistema nulo	153

Utilización de laboratorios virtuales

En las asignaturas de Física de primer curso de los Grados en Ingeniería, los estudiantes han de adquirir conceptos básicos que pueden resultar de difícil comprensión, o complicados de dominar. Los laboratorios virtuales son una de las herramientas más versátiles de que pueden disponer para facilitar este aprendizaje. En primer lugar, ponen el foco en el aprendizaje activo, utilizando unas herramientas con las que los alumnos de hoy en día están ampliamente familiarizados, y con las que se sienten cómodos. En segundo lugar, estos laboratorios no tienen por qué limitarse a realizar más rápido un ejercicio tipo, sino que pueden permitir el control de las variables de un proceso, y por tanto analizar su influencia, mostrando además las representaciones necesarias (imágenes, gráficas, animaciones) para asimilar los conceptos y relaciones subyacentes.

Durante los últimos años, los autores de este libro han realizado un buen número de laboratorios virtuales, utilizando para ello la herramienta de desarrollo *Easy Java Simulations*,¹ basada en *Open Source Physics*,² y que han sido publicados en el repositorio RiuNet³ de la Universitat Politècnica de València. Varios de estos laboratorios están enfocados a los conceptos y herramientas que aquí se tratan, por lo que se incluyen sus fichas en los apartados correspondientes. Estas fichas proporcionan el nombre del laboratorio virtual, la indicación de si está desarrollado en *Java* o en HTML5 (*JavaScript*), su dirección, una captura de pantalla, y una breve descripción. La correspondiente página Web muestra una ficha de metadatos, en la que se debe pulsar sobre el enlace que aparece en el campo “URL”. Se llega así a una página que, además de proporcionar el acceso al laboratorio, incluye información sobre sus objetivos y las instrucciones de uso.

El tipo de laboratorio es relevante en cuanto a la forma de ejecutarlo. Los desarrollados en HTML5 no tienen otro requisito que disponer de una versión reciente de cualquiera de los navegadores más populares, y puede utilizarse no sólo en ordenadores sino también en dispositivos móviles, como tabletas o *smartphones*.

Por otro lado, los laboratorios virtuales desarrollados en Java deben ejecutarse, previa descarga, en el ordenador del usuario. Para ello debe accederse a la dirección correspondiente, pulsar sobre la imagen que aparece, y aceptar la descarga y su ejecución

¹ <http://www.um.es/fem/Ejs/>

² <https://www.compadre.org/osp/>

³ <https://riunet.upv.es>

cuando el navegador lo solicite. Además se requiere tener instalado *Java*, lo que puede hacerse gratuitamente desde su página oficial.⁴

El motivo de haber empleado dos tipos de tecnología es que HTML5 con *JavaScript* permite un uso más cómodo y en mayor número de dispositivos, pero al tratarse de un lenguaje de programación interpretado tiene una menor velocidad de proceso. Por esta razón se ha utilizado *Java*, un lenguaje compilado, en los laboratorios que requieren mayor velocidad, o incluyen visualizaciones tridimensionales.

Las interfaces de los laboratorios resultan bastante intuitivas y además, como hemos indicado, las propias páginas que los alojan incluyen las instrucciones necesarias. Aun así, consideramos conveniente indicar los aspectos comunes más relevantes.

- Entre los elementos de control se incluyen botones, botones de opción, casillas de verificación y listas desplegables, que se utilizan de la forma habitual.
- Al escribir en un campo numérico, su color de fondo es amarillo. Para que el valor introducido sea procesado es imprescindible pulsar la tecla INTRO, con lo que la aplicación valida la entrada y el fondo pasa a ser blanco. Si en lugar de eso pasa a ser rojo, significa que la entrada no es un número válido. Debe tenerse en cuenta que, dado que la herramienta de desarrollo se basa en *Open Source Physics*, el carácter decimal utilizado ha de ser el punto, no la coma.
- En el caso de los campos de introducción de funciones, como por ejemplo los disponibles en el del visualizador del concepto de derivada, son aplicables las normas de uso indicadas para los campos numéricos.
- En los paneles gráficos hay habitualmente elementos interactivos, reconocibles porque el cursor toma la forma de una mano al colocarse sobre ellos. Estos elementos pueden ser arrastrados con el ratón.
- En los paneles gráficos tridimensionales puede cambiarse el punto de vista de la perspectiva arrastrando el ratón.
- En muchos de los elementos de las interfaces, al situar el puntero del ratón sobre ellos aparece un globo con su descripción.

Los autores siguen mejorando los laboratorios virtuales, añadiendo nuevas funcionalidades e incorporando gradualmente un modelo trilingüe. Por este motivo, y por la propia naturaleza dinámica de Internet, es posible que las direcciones cambien en el futuro. Para evitar este problema, se puede acceder a la información actualizada en el portal <http://personales.upv.es/mhgimene>.

⁴ <https://www.java.com/es/>

Para seguir leyendo haga click aquí