

Introdución á Física

Encina Calvo Iglesias

Física Aplicada

Departamento Física Aplicada
Escola Técnica Superior de Enxeñería

unidadesdidácticas
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Esta obra atópase baixo unha licenza internacional Creative Commons BY-NC-ND 4.0. Calquera forma de reprodución, distribución, comunicación pública ou transformación desta obra non incluída na licenza Creative Commons BY-NC-ND 4.0 só pode ser realizada coa autorización expresa dos titulares, salvo excepción prevista pola lei. Pode acceder Vde. ao texto completo da licenza nesta ligazón: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.gl>

© Universidade de Santiago de Compostela, 2014

Deseño e maquetación

J. M. Gairí

Edita

Edicións USC

<https://www.usc.gal/publicacions>

DOI

<https://dx.doi.org/10.15304/9788416183241>

MATERIA: Física
TITULACIÓN: Grao en Enxeñaría Química
PROGRAMA XERAL DO CURSO
Localización da presente unidade didáctica

BLOQUE I. CONCEPTOS BÁSICOS

Unidade didáctica I. Introdución á Física

BLOQUE II. MECÁNICA

Unidade didáctica 2: Cinemática da partícula

Unidade didáctica 3: Dinámica da partícula

Unidade didáctica 4: Dinámica dos sistemas de partículas

Unidade didáctica 5: Mecánica do sólido ríxido

Unidade didáctica 6: Teoría elemental de campos

BLOQUE III. TERMODINÁMICA

Unidade didáctica 7: Fundamentos de termodinámica

BLOQUE IV. ELECTROMAGNETISMO

Unidade didáctica 8. Campo electrostático no baleiro

Unidade didáctica 9. Campo electrostático en presenza de materiais

Unidade didáctica 10. Corrente eléctrica

Unidade didáctica 11. Campo magnético no baleiro

Unidade didáctica 12. Indución electromagnética

ÍNDICE

PRESENTACIÓN

OS OBXECTIVOS

1. Xerais da materia
2. Específicos da unidade didáctica

PRINCIPIOS METODOLÓXICOS

CONTIDOS BÁSICOS

1. Que é a Física? Contribución das mulleres á Física
2. Magnitudes físicas. Sistemas de unidades. Análise dimensional
3. Nocións de metroloxía
4. Álgebra vectorial
5. Sistemas de coordenadas

ACTIVIDADES PROPOSTAS

AVALIACIÓN

ANEXOS

- Anexo I
- Anexo II

BIBLIOGRAFÍA

PRESENTACIÓN

A materia Física de 1º curso do Grao en Enxeñería Química, é de carácter obrigatorio e está integrada no módulo de Formación Básica. É unha materia moi relacionada con outras que se imparten en cursos superiores coma Electrotecnia e Termodinámica Aplicada á Enxeñería Química, ámbas as dúas de segundo curso. A carga lectiva é de 9 créditos ECTS, que se corresponde con 76 horas presenciais (repartida en clases teóricas, interactivas e titorías) máis o tempo de traballo do alumnado fóra da aula.

Esta unidade didáctica correspóndese co primeiro dos bloques temáticos da materia e versa sobre os principios da Física resaltando os seus límites de aplicabilidade, ademais dunha pequena introdución ao tratamento dos datos experimentais obtidos no laboratorio.

Os contidos da unidade didáctica vanse desenvolver ao longo das primeiras semanas de clase (9 horas de clase en total), sendo 3 as horas expositivas, 2 as interactivas en aula, e 4 horas destinadas a pór en práctica no laboratorio os conceptos aprendidos de metroloxía.

OS OBXECTIVOS

1. Xerais da materia

- Apreciar os obxectivos, os métodos e o ámbito da Física a través do seu coñecemento.
- Coñecer os principios fundamentais da Mecánica, Termodinámica e Electromagnetismo.
- Adquirir tanto a capacidade de análise coma a de resolución de problemas.
- Tratar os datos experimentais para elaborar un informe científico.

2. Específicos da unidade didáctica

- Coñecer o ámbito da Física e as súas aplicacións.
- Recoñecer as achegas das mulleres á ciencia e en particular á Física.
- Coñecer as unidades básicas do Sistema Internacional de Unidades (S.I.).
- Empregar a notación científica e os prefixos do S.I.
- Coñecer a precisión e exactitude nos cálculos numéricos.
- Expresar os resultados coas cifras significativas apropiadas.
- Empregar a análise dimensional para ver se unha ecuación é correcta.
- Aplicar técnicas de estimación para atopar respostas aproximadas a preguntas numéricas.
- Diferenciar as magnitudes escalares das vectoriais.
- Describir un vector coa súa magnitude e dirección.
- Describir un vector en función das súas compoñentes e de vectores unitarios.

- Facer aritmética vectorial.
- Coñecer os distintos sistemas de coordenadas.

Estes obxectivos específicos da unidade fan referencia ao primeiro e último dos obxectivos xerais da materia.

PRINCIPIOS METODOLÓXICOS

Os contidos a abordar na unidade vanse desenvolver a través das seguintes metodoloxías:

- **Clases expositivas** (3 sesións de 50 minutos). Son clases nas que a profesora presentará coa axuda do encerado e dos medios audiovisuais, os principios teóricos e os conceptos fundamentais da unidade. Durante a explicación empregaranse exemplos que faciliten a asimilación dos conceptos por parte do alumnado, e formularanse preguntas encamiñadas a establecer unha comunicación fluída na aula que axude a acadar unha aprendizaxe significativa. O obxectivo destas clases é proporcionar ao alumnado os coñecementos básicos que lle permitan abordar o estudo da materia de xeito autónomo, con axuda da bibliografía e dos exercicios que realice ao longo do curso. Antes do comezo da unidade didáctica poñerase na aula virtual a disposición do alumnado un resumo cos aspectos máis salientables que se tratarán nas clases expositivas.
- **Seminarios** (2 sesións de 50 minutos). Os seminarios consisten nun conxunto de actividades nas que o alumnado debe participar de forma activa. Principalmente, estarán dedicados á resolución de problemas relacionados cos conceptos teóricos desenvolvidos nas clases expositivas. Nestes seminarios intentarase fomentar o traballo en grupo de xeito cooperativo, así os problemas serán resoltos polo alumnado actuando a profesora como guía. Para a configuración dos grupos, que deben ser mixtos e o máis heteroxéneos posibles farase un pequeno test a través da aula virtual, a primeira semana de clase, co fin de determinar o nivel de coñecementos na materia.
- **Prácticas de laboratorio** (1 sesión 4 horas). As prácticas de laboratorio son de grande importancia no ensino dunha ciencia experimental como é a Física. Nestas sesións realizaranse traballos experimentais en grupos de dúas persoas co obxectivo de aplicar e afondar nos coñecementos teóricos adquiridos, así como de fomentar a destreza do alumnado no laboratorio. Nesta primeira sesión faremos fincapé na incerteza asociada a cada medición experimental, que deberemos ter conta para o posterior tratamento de datos. Ao final delas cada grupo deberá realizar unha memoria de prácticas onde se tratarán e analizarán os resultados obtidos experimentalmente no laboratorio.
- **Tutorías** A profesora atenderá no seu despacho de xeito individual ao alumnado que teña calquera dúbida sobre a materia. Ademais, para aclarar algún concepto máis polo miúdo poderán empregarse as tutorías colectivas, se a ocupación das aulas o permite.

CONTIDOS BÁSICOS

1. Que é a Física? Contribución das mulleres á Física

Comezaremos esta unidade vendo que a palabra Física provén dun termo grego que significa natureza, e podería ser definida coma a ciencia que estuda os procesos máis fundamentais da natureza. O seu obxectivo é coñecer a estrutura da materia, identificando os seus constituíntes elementais e as súas formas de interacción cando se agrupan en sistemas de complexidade crecente. Para iso, a Física busca leis xerais que poidan expresarse matematicamente, e que permitan predicir novos comportamentos susceptibles de comprobación experimental.

Nos últimos anos a Física volveu converterse nunha disciplina unificada, onde os mesmos principios básicos explican tanto os procesos que teñen lugar no núcleo atómico coma a escala galáctica. Pero non sempre foi así, no século XIX aparecía dividida nas chamadas ramas clásicas: Mecánica, Acústica, Termoloxía, Electromagnetismo e Óptica, o que hoxe coñecemos coma Física Clásica. A finais do século XIX e durante as tres primeiras décadas do século XX, xorde a Física Moderna para dar solucións a fenómenos que non podían explicarse dende o punto de vista clásico coma o resultado negativo do experimento de Michelson y Morley ou a radiación térmica do corpo negro. E dentro da Física Moderna temos dúas teorías moi distintas, por un lado, a relatividade xeral, que engloba a gravidade e céntrase nas estrelas e galaxias e, por outro, a mecánica cuántica que explica os átomos e partículas, xunto as outras tres forzas coñecidas. Os descubrimentos que se fixeron a partir de 1930 deron lugar a novos campos de investigación que constitúen o que se coñece coma Física Contemporánea.

Neste curso imos estudar algúns dos principios da Física Clásica, que son válidos a velocidades relativamente pequenas comparadas coa velocidade da luz no baleiro e para obxectos grandes, con escalas espaciais moi superiores ao tamaño de átomos e moléculas. Estes principios permítenos interpretar de xeito sinxelo a realidade que nos rodea, coma por exemplo cando nos miramos nun espello, cando empregamos uns alicates ou cando deseñamos a estrutura dunha ponte. Non obstante, tamén aprenderemos a recoñecer a grande influencia da cuántica na tecnoloxía que empregamos de cotío, coma as células fotoeléctricas ou os transistores, ou da relatividade na precisión de sistemas de comunicación coma o GPS. E tamén comentaremos a importancia de recentes descubrimentos coma o do Bosón de Higgs que confirma a validez do Modelo Estándar da física de partículas.

Normalmente, a análise histórica da ciencia ignora o papel desempeñado polas mulleres no desenrolo e divulgación do coñecemento científico. Pero dende a antigüidade existiron científicas, que descoñecemos a excepción de Marie Curie. En particular, no campo da Física, as achegas máis importantes das mulleres producíronse cando comezaron os grandes avances nesta ciencia, ou sexa dende finais do XIX.



De esquerda a dereita ás premio Nobel de Física Marie Curie e Maria Goeppert-Mayer e as que inxustamente non foron premiadas Lise Meitner, Chien-Shiung Wu e Jocelyn Bell Burnell. (Fotos via wikimedia commons)

2. Magnitudes físicas. Sistemas de unidades. Análise dimensional

A Física, como vimos anteriormente, estuda as propiedades da materia. Algunhas destas propiedades poden cuantificarse e a elas referímonos co nome de magnitudes. O obxecto das leis físicas é establecer relacións entre as magnitudes que caracterizan o sistema, de xeito tal que coñecidos os valores dalgunhas delas se poidan calcular ou predicir os valores das outras e a súa evolución co tempo.

Para expresar de xeito numérico as cantidades de cada magnitude é preciso referirnos a unha unidade (patrón co que se compara unha determinada propiedade dun corpo ou proceso para obter a súa medida ou valor). O obxectivo básico deste apartado é o de dar a coñecer ou lembrar as unidades de medida e escribilas correctamente. No Real Decreto 2032/2009 de 30 decembro do 2009 do Ministerio de Industria, turismo y Comercio, corrixido no BOE de 18 febreiro de 2010, establécense as Unidades Legais de Medida, se sinala que o Sistema Legal de Unidades de Medida obrigatorio en España é o sistema métrico decimal de sete unidades básicas, denominado Sistema Internacional de Unidades (SI), adoptado pola Conferencia Xeral de Pesas e Medidas e vixente na Comunidade Económica Europea. Leremos con calma este decreto fixándonos nas regras de escritura dos símbolos e nomes das unidades, e as regras para a formación dos múltiplos e submúltiplos decimais das unidades do SI.

Veremos como para o estudo da Mecánica só son necesarias tres magnitudes básicas, para a Electricidade debe incrementarse nunha magnitude e o mesmo acontece para a Termoloxía. A meirande parte das magnitudes que se van definindo no desenvolvemento da Física son derivadas, e as súas dimensións determínanse por medio de fórmulas físicas. A utilidade da análise dimensional radica en que serve para comprobar as fórmulas deducidas pois deben ser homoxéneas, ou sexa ámbolos dous membros da ecuación deben ter as mesmas dimensións.

Por último, en Física ás veces atopámonos con números moi grandes, coma o raio da Terra, ou moi pequenos, coma a carga do electrón, nesas situacións a notación científica axúdanos a presentalos de forma máis compacta empregando potencias de dez. Ademais nos cálculos aproximados e en descrições xerais exprésase a cantidade

pola súa orde de magnitude, para o cal se toma por redondeo a potencia de dez máis próxima ao número. As estimacións de orde magnitude son útiles para determinar se un valor calculado ou proporcional ten sentido.

3. Nocións de metroloxía

Neste apartado introduciremos os elementos básicos da metroloxía ou ciencia da medida, xa que as medidas das magnitudes son a base das ciencias experimentais e da enxeñería.

A realización dunha medida consiste en comparar unha cantidade dunha certa magnitude (mesurando) con outra da súa mesma clase que se adopta como patrón, e cuantificando o resultado mediante un valor numérico e a unidade empregada, xunto cun parámetro denominado incerteza que definiremos máis adiante e que da conta da calidade da medida. Este proceso de medida involucra ao mesurando, ao instrumento de medida e ao operador/a. O fin deste proceso é obter información sobre o mesurando co obxecto de avaliar a súa conformidade coas especificacións, realizar comparacións ou tomar outras decisións. Por isto, o resultado da medida é tan importante coma a calidade da mesma.

Durante calquera medición sempre aparecen unha serie de erros procedentes de distintas fontes: o mesurando, o instrumento de medida, as condicións ambientais, o operador, etc., que se clasifican en sistemáticos e aleatorios. Os primeiros poden reducirse ou corrixiarse si se coñecen as súas causas, namentres que os segundos, de comportamento non predicible, non é posible compensalos pero poden reducirse, por exemplo, incrementando o número de observacións co fin de reducir a dispersión en torno ao valor medio. Aínda despois de corrixiar os efectos sistemáticos identificados o resultado sigue sendo unha estimación dada a incerteza debida os efectos aleatorios e a corrección imperfecta dos sistemáticos. Por isto, o resultado dunha medida se expresará coa correspondente incerteza. Este termo segundo a definición da Guía para a expresión da incertidumbre de medida (GUM) é o parámetro asociado ao resultado dunha medida, que caracteriza á dispersión dos valores que razoabelmente poden atribuírse ao mesurando.

Outros dous termos moi importantes en metroloxía son a precisión e a exactitude, e que na linguaxe coloquial se empregan de xeito erróneo coma sinónimos. Segundo o Vocabulario Internacional de Metroloxía (VIM) a precisión se define coma a proximidade entre as indicacións ou valores medidos dun mesmo mesurando, obtidos en medicións repetidas, baixo condicións especificadas. Namentres que co termo exactitude expresamos a proximidade entre o valor medido e o valor “verdadeiro” do mesurando. Deste xeito, unha medición é máis exacta canto máis pequeno é o erro de medida.

Calquera medición que se realice conducirá a un valor da magnitude a determinar que deberá expresarse cun número concreto de cifras, limitado pola incerteza da medida. Definiremos coma cifras significativas aquelas que achegan información non ambigua nin superflua dunha determinada magnitude, aprenderemos a contalas e as técnicas de redondeo. Cando expresemos un resultado

experimental o criterio recollido na GUM indica que habitualmente chega con expresar a incerteza experimental con dúas cifras significativas.

A avaliación da incerteza, segundo a GUM, será de tipo A ou tipo B, que son dúas formas diferentes de avaliar as compoñentes da incerteza. A avaliación tipo A da incerteza está baseada nunha análise estadística dunha serie de medicións, mentres que a avaliación tipo B da incerteza comprende todas as outras formas de estimar a incerteza:

- Certificados de calibración.
- Manuais dos instrumentos.
- Normas.
- Resultados de medicións anteriores
- Coñecemento sobre características ou comportamento do sistema de medición.

Cando se realizan unha serie de medidas cun mesmo aparato e mesma resolución podemos avaliar a incerteza de tipo A do conxunto a e de tipo B de cada medida debida a resolución do instrumento de medida, de xeito que o valor total da incerteza do mesurando se chamará incerteza combinada. No caso en que a magnitude física non poida ser determinada directamente por comparación cunha unidade patrón, senón que se obteña a partires dos valores doutras magnitudes físicas, entón a incerteza combinada calcularase mediante o que se coñece coma lei de propagación de incertezas.

En certas ocasións sabemos que dúas magnitudes dadas verifican unha dependencia funcional lineal. Entón a partir dun conxunto de pares de valores desas magnitudes determinaremos a mellor aproximación os parámetros da recta e as incertezas dos mesmos. O método que imos aplicar será o método de mínimos cadrados que é un dos máis estendidos.

4. Álgebra vectorial

Comezaremos este apartado distinguindo entre magnitudes escalares e vectoriais. Veremos que as magnitudes vectoriais, por exemplo as forzas e a velocidade, necesitan dun escalar, unha dirección e un sentido para quedar definidas. Deste xeito grazas aos vectores poderemos representar as magnitudes vectoriais.

En primeiro lugar distinguiremos os tipos de vectores e faremos un repaso das operacións básicas con vectores libres. A continuación, introduciremos os vectores esvaradíños coma unha ferramenta para representar magnitudes físicas, por exemplo as forzas aplicadas a un sólido ríxido como veremos na unidade de Mecánica do Sólido Ríxido. Definiremos o momento con respecto a un punto e a un eixo, comentando a súa importancia na determinación das condicións de equilibrio dun corpo baixo a acción dunha forza.

5. Sistemas de coordenadas

Para especificar posicións no espazo empréganse os sistemas de coordenadas. Dentro dos sistemas de coordenadas o máis sinxelo é o sistema cartesiano, pero dependendo da xeometría do problema pode ser máis conveniente empregar outro. Definiremos as coordenadas polares planas en dúas dimensións, máis apropiadas cando estudamos un movemento circular, e as cilíndricas e esféricas en tres dimensións. Veremos coma o sistema esférico polar emprégase en Astronomía e en Xeografía

En cada caso obteremos as relacións de transformación dos vectores base e de ditas coordenadas coas correspondentes cartesianas, ademais da expresión do vector posición nos outros sistemas.

ACTIVIDADES PROPOSTAS

En relación con esta unidade didáctica propóñense distintas actividades coma poden ser lecturas, busca de información en internet e exercicios que axudarán ao alumnado a acadar os obxectivos específicos desta unidade.

- **Actividades propostas para realizar fóra da aula** En relación coas primeiras epígrafes vanse propor as actividades que figuran no Anexo I, e que inclúen lecturas, un exercicio de estimación da orde de magnitude e tamén un pequeno traballo de busca en internet.
- **Actividades para facer nos seminarios** Antes de comezar as prácticas de laboratorio, veremos na aula como avaliar a incerteza en distintas situacións que se poidan dar no laboratorio coma pode ser a medida dunha masa cunha determinada balanza, ou o valor dunha resistencia a partir das medidas de voltaxe e intensidade. Tamén faremos un repaso de álgebra vectorial con exercicios coma os do Anexo II.

AVALIACIÓN

O sistema de avaliación da materia constará dos seguintes puntos:

- A valoración da asistencia e participación activa clase, que supón un **10% da nota final**, tamén abrangue os traballos que debe entregar o estudante ao longo do curso. Por isto, os contidos das primeiras epígrafes valoraranse a través dos traballos ou actividades que figuran no Anexo I.
- Outros contidos teóricos desta unidade serán avaliados xunto cos das outras unidades didácticas nos dous exames parciais ao remate de cada semestre, cun valor do **70% da nota final**. Non haberá ningunha cuestión ou exercicio en particular sobre análise vectorial, ou sistemas de coordenadas, xa que estes coñecementos son necesarios para resolver calquera dos problemas da materia coma poden ser os de cinemática, dinámica, etc.

- Os coñecementos referentes a metroloxía e a a capacidade para redactar un informe avalaríanse na memoria de prácticas, que debe entregar obrigatoriamente o alumnado ao fin das mesmas. O traballo de laboratorio e a memoria supoñen o **20% da nota final**. Cada grupo debe ser capaz de analizar os resultados obtidos, expresados co número de cifras significativas adecuado e nas unidades pertinentes valorando os posibles erros cometidos.

ANEXOS

Anexo I

- Sonia Fernández-Vidal é unha das mellores divulgadoras de física na actualidade. No último dos seus libros *Desayuno con partículas* introdúcenos na física cuántica dun xeito fácil e ameno. Le o capítulo 0, ¿Sabe física un león?, e fai un breve resumo do mesmo. Podes descargar de balde o primeiro capítulo a través da súa páxina de facebook:
https://www.facebook.com/pages/Sonia-Fern%C3%A1ndez-Vidal/286653654716397?sk=app_230473323765242
- Le a entrevista realizada a Lisa Randall no xornal La Vanguardia e comenta aqueles aspectos que máis te sorprendan. A entrevista é accesible no seguinte enderezo:
<http://www.lavanguardia.com/lacontra/20111222/54242639965/lisa-randall-el-cosmos-tiene-dimensiones-que-nos-resultan-ocultas.html>
- Ao longo da historia houbo moitas científicas que contribuíron co seu traballo ao avance da ciencia. Algunhas delas son Fabiola Giannotti, Mme. du Châtelet, Agnes Pockels, Katharine Burr Blodgett. Identifica o seu campo de traballo e a época na que viviron.
- Le con calma o artigo ¿Cuántos átomos hay en un cuerpo humano? publicado na bitácora El Tercer Precog. Seguindo o procedemento descrito nesta bitácora calcula o número de átomos que habería nunha froita.
<http://eltercerprecog.blogspot.com.ar/2013/08/cuantos-atomos-hay-en-un-cuerpo-humano.html>

Anexo II

- Unha enxeñeira toma as seguintes medidas nunha balanza.

Masa (kg)	4,456	4,459	4,457	4,450
	4,450	4,457	4,460	4,456

Se as instrucións da balanza sinalan que a exactitude para medidas menores a 5 kg é de 1%. Avalía cal é a contribución á incerteza de tipo B e a incerteza típica combinada.

- Unha xogadora de golf golpea a pelota lanzándoa dende o chan cun ángulo de 30° e cunha velocidade de 39 m/s. Calcula as compoñentes da velocidade no eixo x e no eixo y.
- Unha muller arrastra un obxecto durante un recorrido de 25 m, tirando cunha forza de 450 N mediante unha corda que forma un ángulo de 30° coa horizontal. Calcula o produto escalar do vector desprazamento polo vector forza.

BIBLIOGRAFÍA

- LEA, Susan M., BURKE, John R. (2001): *Física I. La naturaleza de las cosas*, Madrid: Paraninfo
- ORTEGA GIRÓN, Manuel R. (1993): *Lecciones de Física*, Córdoba: Universidad de Córdoba.
- SÁNCHEZ PÉREZ, Ángel M. (2000): *Física General I*, Madrid: Servizo de publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros Industriales.
- VARELA CABO, Luis M., GÓMEZ RODRÍGUEZ, Faustino, CARRETE MONTAÑA, Jesús (2010): *Tratamiento de datos físicos*, Santiago de Compostela: Servizo de publicacións e intercambio científico USC.

Documentos electrónicos:

[Real Decreto 2032/2009 de 30 decembro do 2009 del Ministerio de Industria, turismo y Comercio](#)

[Vocabulario Internacional de Metrología VIM, 3ª edición 2008](#)

[Evaluación de datos de medición. Guía para la expresión de la incertidumbre de medida.](#)

[Estimación de incertidumbres. Guía GUM.](#)



Unha colección orientada a editar materiais docentes de calidade e pensada para apoiar o traballo do profesorado e do alumnado de todas as materias e titulacións da universidade

unidadesdidácticas
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA