

23-24

MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA
AVANZADA

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



PROPIEDADES MECÁNICAS EN MATERIA BLANDA

CÓDIGO 21580154

UNED

23-24

PROPIEDADES MECÁNICAS EN MATERIA
BLANDA

CÓDIGO 21580154

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA
ASIGNATURA

EQUIPO DOCENTE

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

CONTENIDOS

METODOLOGÍA

SISTEMA DE EVALUACIÓN

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

IGUALDAD DE GÉNERO

Nombre de la asignatura	PROPIEDADES MECÁNICAS EN MATERIA BLANDA
Código	21580154
Curso académico	2023/2024
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA AVANZADA
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	6
Horas	150.0
Periodo	SEMESTRE 1
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

«Propiedades Mecánicas en Materia Blanda» es una asignatura optativa de Máster e Física Avanzada (primer semestre) dentro del módulo/especialidad de Física de Fluidos. La asignatura es una continuación de la asignatura optativa del grado de Física «Propiedades Mecánicas de los Materiales».

El comportamiento mecánico de los materiales se refiere básicamente a lo que sucede con un determinado material, en cuanto a su deformación o respuesta mecánica, cuando se le somete a una carga controlada. La respuesta del material dependerá de numerosos factores y puede estudiarse desde múltiples enfoques. En esta asignatura nos centraremos en los materiales que se denominan como «Materia Blanda», materiales que se resisten a encajar en las clasificaciones clásicas de sólido o líquido. Materiales de este tipo son, entre otros, los siguientes: soluciones poliméricas, surfactantes, cristales líquidos, suspensiones coloidales, aerosoles, emulsiones y espumas, biomateriales, materia viva y activa, etc.

La estructura de la asignatura se compone de tres bloques temáticos. El primero de los bloques supone la introducción a los conceptos fundamentales en comportamiento de los materiales bajo esfuerzos: Elasticidad Lineal, Viscoelasticidad Lineal y conceptos básicos sobre Materia Blanda.

Los dos temas finales tratan de la aplicación de los conocimientos adquiridos en el primer bloque de la asignatura a aspectos de investigación en Propiedades Mecánicas, siempre **desde el punto de vista experimental**. En este sentido, esta asignatura es singular dentro del Máster de Física Avanzada, ya que es la única que presenta un carácter relacionado con las Técnicas Experimentales de un determinado ámbito de investigación.

Por tanto, en los dos bloques finales de la asignatura se realizará una introducción a diferentes técnicas que se emplean en la UNED para la investigación de las propiedades mecánicas y el comportamiento microscópico y macroscópico de este tipo de materiales. En el segundo bloque trataremos las técnicas experimentales de Reología de volumen (*bulk* en inglés) y de interfases aplicadas a estos materiales, mientras que el tercero se centrará en técnicas experimentales en Microrreología (micro-reología).

A pesar del contenido experimental de estos dos bloques, las pruebas de evaluación y los contenidos se realizarán a distancia, siguiendo la metodología de enseñanza a distancia de la UNED, a través de lecturas, trabajos, prácticas virtuales mediante simulaciones o datos experimentales proporcionados al estudiante, foros virtuales, etc.

Esta asignatura está planteada como una introducción a técnicas experimentales que tienen una aplicación en investigación en Física Aplicada, Física-Química y Biofísica. La formación

adquirida en esta asignatura permitirá al estudiante iniciarse en la investigación experimental en esta rama del conocimiento.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Para abordar la asignatura con garantías de éxito son precisos conocimientos de Matemáticas y de Física adquiridos en una titulación de Grado en Ciencias o Ingeniería. La asignatura es autocontenida en su primer bloque, donde se proporcionan todos los recursos teóricos mínimos necesarios (en castellano), pero es necesario un nivel adecuado de Matemáticas y Física para estudiar estos contenidos y que permitan ampliar conocimientos para los bloques temáticos siguientes. En los contenidos teóricos de la asignatura se usarán elementos básicos de variable compleja, transformadas de Fourier y Laplace, notación tensorial, ecuaciones diferenciales ordinarias, cálculo vectorial y álgebra lineal básica. Es recomendable que el estudiante tenga conocimientos de Física de fluidos, así como aspectos de Mecánica y Ondas, Termodinámica, etc.

A su vez, es imprescindible que el estudiante tenga nociones de programación (es recomendable conocer un lenguaje tal como Python, Matlab, etc), así como un nivel de inglés adecuado para la lectura de artículos científicos.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos
Correo Electrónico
Teléfono
Facultad
Departamento

JAVIER TAJUELO RODRIGUEZ
jtajuelo@ccia.uned.es
91398-6651
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICA INTERDISCIPLINAR

Nombre y Apellidos
Correo Electrónico
Teléfono
Facultad
Departamento

PABLO DOMINGUEZ GARCIA (Coordinador de asignatura)
pdominguez@fisfun.uned.es
91398-9345
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICA INTERDISCIPLINAR

Nombre y Apellidos
Correo Electrónico
Teléfono
Facultad
Departamento

MIGUEL ANGEL RUBIO ALVAREZ
mar@fisfun.uned.es
91398-7129
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICA FUNDAMENTAL

Nombre y Apellidos
Correo Electrónico
Teléfono
Facultad
Departamento

MARIANA RODRIGUEZ HAKIM
mrodriguez@fisfun.uned.es
91398-9843
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICA FUNDAMENTAL

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Las tareas de **tutorización** y seguimiento se harán, principalmente, a través de las herramientas de comunicación del curso virtual (foros de debate). Los estudiantes podrán siempre entrar en contacto con los **profesores de la asignatura** por medio del correo electrónico, curso virtual y teléfono. Se recomienda en cualquier caso usar el curso virtual para cualquier duda sobre los contenidos de la asignatura

Dr. D. Pablo Domínguez García

Correo: pdominguez@fisfun.uned.es

Teléfono: 91 398 9345.

Horario: Miércoles, de 10h a 14h

Despacho: 009 (Centro Asociado de Las Rozas - Facultad de Ciencias)

Avda. Esparta s/n, 28232 - Las Rozas

Dr. D. Javier Tajuelo Rodríguez

Correo: jtajuelo@ccia.uned.es

Teléfono: 91 398 6651

Horario: Martes, de 12h a 13:30h y de 15:30h a 18h

Despacho: 023 (Centro Asociado de Las Rozas - Facultad de Ciencias)

Avda. Esparta s/n, 28232 - Las Rozas

Dr. D. Miguel Ángel Rubio Álvarez

Correo: mar@fisfun.uned.es

Teléfono: 91 398 7129

Horario: Miércoles, de 11:00 a 13:00 y de 16:00 a 18:00

Despacho: 008 (Centro Asociado de Las Rozas - Facultad de Ciencias)

Avda. Esparta s/n, 28232 - Las Rozas

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Comprender conceptos avanzados de Física y demostrar, en un contexto de investigación científica altamente especializada, una relación detallada y fundamentada entre los aspectos teóricos y prácticos y la metodología empleada en este campo.

CG4 - Utilizar bibliografía y fuentes de información especializada, propias del ámbito de conocimiento de la física, manejando las principales bases de datos de recursos científicos.

CG5 - Poseer la capacidad para el desarrollo de una aptitud crítica ante el aprendizaje que le lleve a plantearse nuevos problemas desde perspectivas no convencionales.

CG6 - Saber trabajar en equipo y comunicarse con la comunidad académica en su conjunto y con la sociedad en general acerca de la Física Avanzada, tanto en sus implicaciones académicas, productivas o sociales.

CG7 - Adquirir los conocimientos necesarios en Física Avanzada para incorporarse a un grupo de investigación o a empresas.

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de

resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE1 - Conocer y comprender los elementos más relevantes de la física teórica, computacional y de fluidos actual. Profundizar en la comprensión de las teorías que se encuentran en la frontera de estos temas, incluyendo su estructura matemática, su confrontación con resultados experimentales, y la descripción de los fenómenos físicos que dichas teorías explican.

CE2 - Adquirir la capacidad para abordar y resolver un problema avanzado en la física teórica, computacional o de fluidos, mediante la elección adecuada del contexto teórico, la identificación de los conceptos relevantes y el uso de las técnicas matemáticas que constituyen la mejor aproximación para así llegar a la solución.

CE3 - Modelizar sistemas de alto grado de complejidad. Identificar variables y parámetros relevantes y realizar aproximaciones que simplifiquen el problema. Construir modelos físicos que describan y expliquen situaciones en ámbitos diversos.

CE5 - Analizar una situación compleja extrayendo cuales son las cantidades físicas relevantes y ser capaz de reducirla a un modelo parametrizado.

CE6 - Resolver problemas algebraicos, de resolución de ecuaciones y de optimización mediante métodos numéricos.

CE7 - Conocer los sistemas operativos y lenguajes de programación y herramientas de computación relevantes en el campo de la física avanzada.

CE8 - Modelar y simular fenómenos físicos complejos por ordenador.

CE10 - Comprender las propiedades cualitativas de las soluciones a las ecuaciones de la física (sus tipos, estabilidad, singularidades, etc.) y su dependencia de los parámetros que definen un sistema físico.

CE11 - Analizar problemas nuevos en sistemas poco conocidos y determinar similitudes y diferencias con modelos de referencia.

CE12 - Analizar críticamente resultados experimentales, analíticos y numéricos en el campo de la física avanzada.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Conocer y dominar los fundamentos de las teorías matemáticas de la Elasticidad y la Viscoelasticidad en el régimen lineal.
- Tener una perspectiva general acerca de la «Materia Blanda/Fluidos Complejos», su utilidad científica y práctica, así como la forma de estudiar teórica y experimentalmente estos materiales.
- Conocer y manejar las técnicas reológicas, tanto experimentales como de cálculo, que permiten medir las propiedades mecánicas de la «materia blanda».

CONTENIDOS

Bloque temático 1: Teoría de la Elasticidad lineal, Viscoelasticidad y Materia Blanda

-Contenidos

- 1.1 Elasticidad: Cuerpo deformado, fuerza sobre un material, energía elástica, medios isótropos y anisótropos.
- 1.2 Viscoelasticidad: Comportamientos lineales elástico y viscoso, Teoría clásica.
- 1.3 Aplicación en Materia Blanda: Tipos de materiales, técnicas de medición, ejemplos de comportamiento mecánico.

-Resultados del aprendizaje

Una vez realizado el estudio de los contenidos de este tema y llevadas a cabo las actividades propuestas, los estudiantes deberían:

- Conocer y manejar la teoría matemática fundamental relativa a la elasticidad de cuerpos deformables en un régimen lineal y la relativa a la viscoelasticidad de materiales.
- Iniciarse en el conocimiento de la llamada «Materia Blanda», materiales que no son ni líquidos ni sólidos, de gran interés en aplicaciones tecnológicas de carácter interdisciplinar, como puede ser la biomedicina.

Bloque temático 2: Reología

-Contenidos

- 2.1 Técnicas reométricas: esfuerzos de cizalla, técnicas de viscometría, fluencia /recuperación, oscilación y relajación.
- 2.2 Reología de volumen: Reómetros de torsión: plato-plato, cono-plato y cilindros coaxiales.
- 2.3 Reología interfacial: Modos de deformación, reómetros de cizalla (sonda cónica, DWR, aguja magnética), reómetros dilatacionales (gota/burbuja colgante).

-Resultados del aprendizaje

Una vez realizado el estudio de los contenidos de este tema y llevadas a cabo las actividades propuestas, los estudiantes deberían:

- Conocer las técnicas reométricas fundamentales y saber interpretar físicamente los resultados experimentales obtenidos con cada una de ellas.
- Conocer los principales tipos y configuraciones de los reómetros de volumen más habituales y saber obtener los valores de las propiedades reológicas a partir de las medidas hechas con cada uno de ellos.
- Conocer los diferentes tipos de las deformaciones interfaciales. Conocer los principales tipos y configuraciones de los reómetros interfaciales más habituales y saber obtener los valores de las propiedades reológicas a partir de las medidas hechas con cada uno de ellos.

Bloque temático 3: Microrreología

-Contenidos

3.1 Magnitudes estadísticas y microrreológicas.

3.2 Indicaciones sobre lecturas complementarias y de ampliación.

3.3 Lectura de guiones y realización de prácticas virtuales.

-Resultados del aprendizaje

Una vez realizado el estudio de los contenidos de este tema y llevadas a cabo las actividades propuestas, los estudiantes deberían:

- Conocer los estudios básicos fundamentales sobre Microrreología.
- Aprender el uso de la relación generalizada de Stokes-Einstein.
- Iniciarse en el uso de algunas de las técnicas experimentales en Microrreología.

METODOLOGÍA

La metodología de la asignatura es la de la enseñanza a distancia propia de la UNED. Los estudiantes dispondrán de un material de estudio accesible a través del curso virtual de la UNED, donde también encontrarán actividades de evaluación continua y orientaciones sobre el estudio, así como foros donde consultar dudas al equipo docente.

La evaluación de la asignatura se realizará a través de las actividades online. La asignatura se divide en tres partes, cada una de las cuales se evaluará de forma independiente. Para superar la asignatura es necesario aprobar cada una de las partes de forma independiente. A continuación, comentamos brevemente cada una de las actividades a realizar en cada parte de la asignatura:

La asignatura consta de tres partes o bloques temáticos, cada uno de los cuales tiene sus propias pruebas de evaluación continua (PECs). **Es necesario aprobar cada parte de la asignatura para superar la asignatura globalmente:**

- Parte 1: Teoría. Entrega de ejercicios resueltos por el estudiante y test/cuestionarios sobre los contenidos teóricos.

- Parte 2: Reología. La metodología es eminentemente práctica y consiste en la realización de análisis de datos reológicos obtenidos con diversos reómetros sobre diferentes materiales, que serán proporcionados por el equipo docente a los estudiantes. Para cada conjunto de datos el estudiante deberá escribir un breve informe que incluirá respuestas a cuestiones teóricas, el análisis de datos, la interpretación de los resultados y la programación de las rutinas de cálculo que se utilicen.
- Parte 3: Microrreología: La metodología es eminentemente práctica y consiste en la realización de prácticas virtuales acerca de técnicas experimentales en Microrreología. Para cada práctica debe escribirse un breve informe que incluyen cuestiones teóricas, análisis de datos, interpretación de los resultados y programación de cantidades estadísticas y microrreológicas. Es recomendable que el estudiante tenga nociones de lenguajes de programación.

En el apartado de "Sistema de Evaluación" de esta Guía se indican el peso de cada una de estas actividades en la calificación final del estudiante.

La docencia se impartirá principalmente a través de un curso virtual dentro de la plataforma educativa de la UNED. Dentro del curso virtual los estudiantes dispondrán de:

- Materiales: Guía del curso, donde se establecen los objetivos concretos y los puntos de interés. Documentos específicos sobre la forma de abordar el estudio de cada tema y el material necesario para el estudio, incluyendo referencias a artículos fundamentales en el desarrollo de la disciplina.
- Herramientas de comunicación: Correo, para la consulta personal de cuestiones particulares del alumno. Foros de debate, donde se intercambian conocimientos y se resuelven dudas de tipo conceptual o práctico. Plataforma de entrega de los trabajos obligatorios, exámenes y problemas, y herramientas de calificación. Fuera del curso virtual el estudiante también podrá realizar consultas al equipo docente a través del correo, teléfono y presencialmente en los horarios establecidos para estas actividades.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen

No hay prueba presencial

CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad

No

Descripción

Cada una de las partes de la asignatura será evaluada de forma independiente. La evaluación de cada bloque se realizará a través de pruebas concretas que se detallarán en el curso virtual. **Cada bloque puntúa un tercio de la nota y para aprobar la asignatura es necesario aprobar cada bloque de forma independiente.** Los detalles concretos de las pruebas y su peso concreto en la evaluación de cada bloque se detallarán en el curso virtual. Describimos a continuación una generalidad de las pruebas a realizar:

Bloque temático 1: Teoría (1/3 de la nota total): Se propondrán una serie de ejercicios a resolver por el estudiante, que deberá entregar a través del curso virtual. También se propondrá un test/cuestionario sencillo sobre los contenidos teóricos.

Bloque temático 2: Reología (1/3 de la nota total): Se propondrán 3 o 4 conjuntos de datos experimentales, que el estudiante deberá analizar aplicando las aproximaciones y correcciones adecuadas y generando en cada caso el procedimiento informático correspondiente. Para cada práctica, el estudiante deberá escribir un breve informe, en el cual se incluyen cuestiones teóricas, análisis de datos, interpretación de los resultados e implementación de los procedimientos informáticos correspondientes.

Cada uno de los trabajos/informes se entregará utilizando las herramientas disponibles en el curso virtual. Deberán subirse a la plataforma documentos en formato PDF que contesten adecuadamente a las preguntas planteadas en cada una de las pruebas. En caso de que sea pertinente, deberán adjuntarse también los códigos de programación utilizados para realizar el trabajo. Estos códigos deben poderse ejecutar satisfactoriamente y los resultados deben coincidir con los que incluyan en la memoria.

Bloque temático 3: Microrreología (1/3 de la nota total): Se proponen 3 o 4 prácticas virtuales, a modo de prácticas de laboratorio pero que se realizan de forma remota mediante el uso de simulaciones o bien mediante datos medidos en laboratorio que se proporcionan al estudiante. Las prácticas enseñan una técnica concreta de Microrreología de forma práctica, avanzando en la misma paso a paso a través de guiones. Para cada práctica, el estudiante debe escribir un breve informe, en el cual se incluyen cuestiones teóricas, análisis de datos, interpretación de los resultados e implementación de cantidades estadísticas y microrreológicas. Es más que recomendable que el estudiante tenga nociones de lenguajes de programación.

Cada uno de los trabajos/informes se entregará utilizando las herramientas disponibles en el curso virtual. Deberán subirse a la plataforma documentos en formato PDF que contesten adecuadamente a las preguntas planteadas en cada una de las pruebas. En caso de que sea pertinente, deberán adjuntarse también los códigos de programación utilizados para realizar el trabajo. Estos códigos deben poderse ejecutar satisfactoriamente y los resultados deben coincidir con los que incluyan en la memoria.

Criterios de evaluación

La valoración de cada entrega/trabajo será global, atendiendo entre otros los siguientes conceptos:

Realización correcta de los ejercicios/preguntas/informes planteados en cada una de las tareas propuestas.

Comparación de los resultados con soluciones teóricas (si las hubiera).

Análisis crítico de los resultados obtenidos de acuerdo a los conocimientos teóricos del estudiante.

Iniciativa a la hora de consultar textos de investigación para completar las tareas pedidas.

Código fuente utilizado (en caso de que sea pertinente).

Presentación de los textos escritos.

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final

Cada bloque temático contribuirá con un tercio a la calificación final de la asignatura. Cada bloque temático debe aprobarse de forma independiente. El peso de cada una de las pruebas de cada bloque temático se indicará en el curso virtual.

Fecha aproximada de entrega

Noviembre, diciembre, enero, febrero.

Comentarios y observaciones

Será imprescindible cumplir con el calendario de entregas planteado al inicio del curso para poder ser evaluado en la convocatoria ordinaria.

Los estudiantes que por alguna circunstancia no puedan seguir el calendario de entregas, podrán entrar en la convocatoria de septiembre. Estos estudiantes deberán ponerse en contacto con el equipo docente para recibir instrucciones y un plan de trabajo en función de las entregas ya realizadas.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?

No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación de la PEC en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?

No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

Cada una de las partes de la asignatura será evaluada de forma independiente. La evaluación de cada bloque se realizará a través de pruebas concretas que se detallarán en el curso virtual. **Cada bloque puntúa un tercio de la nota y para aprobar la asignatura es necesario aprobar cada bloque de forma independiente.** Los detalles concretos de las pruebas y su peso concreto en la evaluación de cada bloque se detallarán en el curso virtual.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

El material necesario para preparar la asignatura para cada uno de los bloques se pondrá a disposición del estudiante.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13):9780080339160

Título:THEORY OF ELASTICITY3rd English ed., rev. and enl.

Autor/es:

Editorial:PERGAMON PRESS

ISBN(13):9780195121971

Título:THE STRUCTURE AND RHEOLOGY OF COMPLEX FLUIDS 1999

Autor/es:

Editorial:OUP USA

ISBN(13):9780199655205

Título:MICRORHEOLOGY1st

Autor/es:

Editorial:: OXFORD UNIVERSITY PRESS

ISBN(13):9780323161824

Título:THEORY OF VISCOELASTICITY2nd edition

Autor/es:

Editorial:: DOVER PUBLICATIONS

ISBN(13):9780471802457

Título:DYNAMICS OF POLYMERIC LIQUIDS2nd ed.

Autor/es:

Editorial:JOHN WILEY AND SONS

ISBN(13):9780750691857

Título:INTERFACIAL TRANSPORT PROCESSES AND RHEOLOGYnull

Autor/es:

Editorial: BUTTERWORTH-HEINEMANN

ISBN(13): 9783540433958

Título: UNDERSTANDING VISCOELASTICITY : null

Autor/es:

Editorial: Springer

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

En el curso virtual se proporcionará material adicional y enlaces web para la preparación de la asignatura.

IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.