

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

FÍSICA DE LAS ONDAS

0298

7°

09

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Geofísica

Ingeniería Geofísica

División

Departamento

Carrera(s) en que se imparte

Asignatura:

Horas:

Total (horas):

Obligatoria ☒

Teóricas

Semana

Optativa ☐

Prácticas

16 Semanas

Aprobado:
Consejo Técnico de la Facultad

Fecha:
25 de febrero, 17 de marzo y 16 de junio de 2005

Consejo Académico del Área de las Ciencias
Físico Matemáticas y de las Ingenierías

12 de agosto de 2005

Modalidad: Curso

Seriación obligatoria antecedente: Mecánica del Medio Continuo

Seriación obligatoria consecuente: Prospección Sísmica

Objetivo(s) del curso:

El alumno adquirirá las herramientas físico-matemáticas para el análisis de la propagación de ondas elásticas, en especial las sísmicas.

Temario

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	1.5
2.	Soluciones de las ecuaciones de movimiento en un sólido elástico Infinito (ondas P y S)	15.0
3.	Soluciones de las ecuaciones de movimiento en un sólido elástico con una o varias interfases planas (ondas P, SH y SV)	18.0
4.	Ondas superficiales (Rayleigh y Love)	19.5
5.	Atenuación de las ondas sísmicas	13.5
6.	Algunos ejemplos de aplicación	4.5
		72.0
	Prácticas de laboratorio	0.0
	Total	72.0



1 Introducción

Objetivo: El alumno conocerá los lineamientos del curso: objetivo, desarrollo, metodología, evaluación, antecedentes académicos y el programa de la asignatura

Contenido:

- 1.1 Objetivo del curso
- 1.2 Antecedentes académicos necesarios
- 1.3 Desarrollo del curso
- 1.4 Programa de la asignatura
- 1.5 Evaluación.

2 Soluciones de las ecuaciones de movimiento en un sólido elástico infinito: ondas P y S

Objetivo: El estudiante comprenderá los conceptos de las ondas elásticas y analizará su propagación en medios homogéneos

Contenido:

- 2.1 Repaso de los conceptos de esfuerzos y deformaciones
- 2.2 Repaso de la ecuación de movimiento
- 2.3 Solución de las ecuaciones de movimiento en términos de potenciales para medios homogéneos
 - 2.3.1 Teorema de Helmholtz
 - 2.3.2 Ecuaciones de movimiento en términos de funciones potenciales
 - 2.3.3 Ecuaciones de onda
 - 2.3.4 Soluciones simples de la ecuación unidimensional de ondas
- 2.4 Conceptos básicos para ondas armónicas
 - 2.4.1 Longitud de onda, periodo, frecuencia, número de onda, amplitud y fase
 - 2.4.2 Ondas armónicas estacionarias
 - 2.4.3 Representación compleja de ondas armónicas
- 2.5 Ecuaciones simples de la ecuación de onda bidimensional y tridimensional
 - 2.5.1 Ondas planas
 - 2.5.1.1 Concepto de frente de onda
 - 2.5.1.2 Concepto de rayo
 - 2.5.2 Ondas esféricas y cilíndricas
 - 2.5.3 Representación de ondas esféricas y cilíndricas por medio de ondas planas armónicas

3 Soluciones de las ecuaciones de movimiento en un sólido elástico con una o varias interfases planas (ondas P, SH y SV)

Objetivo: El estudiante comprenderá los conceptos de las ondas elásticas y analizará su propagación en diferentes medios

Contenido:

- 3.1 Condiciones de frontera sólido-sólido y sólido-aire
- 3.2 Incidencia de una onda SH en la interfase entre dos medios



- 3.2.1 El caso de una superficie libre
- 3.2.2 Ángulo de incidencia y velocidad aparente
- 3.2.3 Ley de Snell
- 3.2.4 Ángulo crítico
- 3.2.5 Parámetro del rayo y lentitud
- 3.2.6 Principio de Fermat y geometría de rayos
- 3.3 Coeficientes de reflexión y transmisión de ondas SH
 - 3.3.1 Coeficientes de reflexión y transmisión para ondas SH
 - 3.3.2 Flujo de energía para la reflexión y transmisión de ondas
- 3.4 Incidencia de ondas P-SV en superficie libre
- 3.5 Caso de estratos múltiples sobre un semiespacio

4 Ondas superficiales (Rayleigh y Love)

Objetivo: El alumno comprenderá la naturaleza de las ondas superficiales y será capaz de describir matemáticamente estas ondas

Contenido:

- 4.1 Ondas P inhomogéneas ($\beta < c < \alpha$) en un semiespacio
- 4.2 Ondas de Rayleigh
 - 4.2.1 Forma de la solución
 - 4.2.2 Ecuación característica
 - 4.2.3 Desplazamientos de la onda Rayleigh (en la superficie y variación con la profundidad).
- 4.3 Incidencia poscrítica de ondas SH en una interfase
- 4.4 Ondas de Love en un estrato sobre un semiespacio
 - 4.4.1 Características de la solución
 - 4.4.2 Ecuación de dispersión o ecuación del periodo
 - 4.4.3 Desplazamientos, modos (formas modales) y curvas de dispersión
 - 4.4.4 Dispersión, velocidad de fase y de grupo.
- 4.5 Ondas de Rayleigh y Love en un medio estratificado

5 Atenuación de ondas sísmicas

Objetivo: El alumno comprenderá la naturaleza los mecanismos de atenuación de la amplitud sísmica

Contenido:

- 5.1 Atenuación en un oscilador lineal de un grado de libertad
 - 5.1.1 Ecuación de equilibrio dinámico
 - 5.1.2 Solución en los dominios del tiempo y la frecuencia
- 5.2 Causas de la atenuación y modelos geológicos
- 5.3 Factor de calidad Q
- 5.4 Factores de atenuación temporal y espacial
- 5.5 Relación entre atenuación y dispersión



6 Algunos ejemplos de aplicación

Objetivo: El alumno aplicará los conceptos estudiados en esta asignatura en algunos casos de amplio interés práctico. Los ejemplos que a continuación son sugeridos y cabe la posibilidad de que el profesor introduzca otros donde se utilicen los conceptos estudiados.

Contenido:

- 6.1. Amplificación del movimiento sísmico en depósitos de suelo blando
- 6.2. Utilización de la dispersión para estudiar las propiedades de un medio estratificado
- 6.3. Leyes de atenuación en Ingeniería Sísmica
- 6.4. Respuesta instrumental de un sismómetro
- 6.5. Respuesta dinámica de un edificio en caso de un sismo

Bibliografía básica:

ACHENBACH, J.D.
Wave Propagation in Elastic Solids
Amsterdam.
North-Holland/American Elsevier, 1973

LAY, T., WALLACE, T. C.
Modern global seismology
U.S.A.
Academic Press, 1995

STEIN S., WYSESSION M.
An Introduction to Seismology, Earthquakes and Earth Structure
U.S.A.
Blackwell Publishing, 2003

Bibliografía complementaria:

AKI, K., RICHARDS P.
Quantitative seismology
2nd. edition,
U.S.A.
University Science Books, 2002

BEN-MENACHEM, A., SINGH, J.S.
Seismic Waves

Nueva York
Springer-Verlag, 2000



ELMORE, C., HEALD M.A.

Physics of Waves

Canada

Dolven Edition, 1985

KENNETT, B. L. N.

The seismic wavefield, Vol. 1: Introduction and theoretical development

U.S.A.

Cambridge University Press, 2001

Sugerencias didácticas:

Exposición oral

X

Exposición audiovisual

X

Ejercicios dentro de clase

X

Ejercicios fuera del aula

X

Seminarios

X

Lecturas obligatorias

X

Trabajos de investigación

X

Prácticas de taller o laboratorio

X

Prácticas de campo

Otras:

X

Forma de evaluar:

Exámenes parciales

X

Exámenes finales

X

Trabajos y tareas fuera del aula

X

Participación en clase

X

Asistencias a prácticas

Otras:

X

Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura

El profesor debe tener conocimientos aceptables de todos los temas del programa de la asignatura, así como experiencia de al menos 3 años en áreas afines a Física de las Ondas

Formación académica:

Licenciatura en Ingeniero Geofísico

Estudios de Posgrado en Geofísica.

Experiencia profesional:

Docencia e investigación

Experiencia docente y/o laboral mínima de 3 años en el área.

Especialidad:

Exploración Petrolera, Sismología.

Aptitudes y actitudes:

Enseñanza-Aprendizaje, motivado hacia el aprendizaje,
alta capacidad de abstracción