



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

Guía docente de la asignatura

Hidrógeno y Celdas de Combustible

Titulación: Máster en Energías Renovables
Curso 2018/2019

CSV:	07XDymra4RgkJ1Jflmz17VXJY	Fecha:	29/01/2019 23:30:21	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/07XDymra4RgkJ1Jflmz17VXJY	Página:	1/11	

1. Datos de la asignatura

Nombre	Hidrógeno y celdas de combustible		
Materia*	Química		
Módulo*	Especialización		
Código	211401007		
Titulación	Máster en Energías Renovables		
Plan de estudios	2010		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial		
Tipo	Fundamental		
Periodo lectivo	Cuatrimstral	Cuatrimstre 2	Curso 1º
Idioma	Castellano		
ECTS 6	Horas / ECTS 30	Carga total de trabajo (horas) 180	

* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

CSV:	07XDymra4RgkJ1Jflmz17VXJY	Fecha:	29/01/2019 23:30:21	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/07XDymra4RgkJ1Jflmz17VXJY	Página:	2/11	

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	José Javier López Cascales Antonio Jesús Fernández Romero		
Departamento	Arquitectura y Tecnología de la Edificación		
Área de conocimiento	Química Física		
Ubicación del despacho	Campus Alfonso XIII, Aulario II, despachos 8-9		
Teléfono	968325567/968325580	Fax	968325531
Correo electrónico	javier.lopez@upct.es ; antonioj.fernandez@upct.es		
URL / WEB	http://aulavirtual.upct.es/		
Horario de atención / Tutorías	Miércoles y viernes de 11-14 horas		
Ubicación durante las tutorías	Campus Alfonso XIII, Aulario II, despachos 8-9		

Perfil Docente e investigador	Docencia e investigación en diferentes aspectos relacionados con la química-física de procesos tecnológicos y biológicos.
Experiencia docente	Ambos profesores vienen impartiendo docencia por más de 15 años en diferentes asignaturas en el área de la química física.
Líneas de Investigación	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo y optimización de celdas de combustible tipo PEM - Desarrollo de nuevos sistemas de almacenamiento de energía eléctrica (baterías). - Simulación de sistemas supramacromoleculares, membranas celulares y péptidos con actividad antimicrobiana. - Caracterización Espectroscópica y electroquímica de Polímeros.
Experiencia profesional	<ul style="list-style-type: none"> - JJLC: Director del dep. de I+D+I de Plasbel Plásticos SAL del 1997-2001. - AJFR: Técnico de I+D+I de DSM Deretil (2000-2001)
Otros temas de interés	- Estudio mediante simulación en ordenador de diferentes sistemas supra-macromoleculares de interés tecnológico y biofísico.

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

Con la crisis energética global asociada al encarecimiento de las fuentes de energía clásicas derivadas de los combustibles fósiles, una excesiva dependencia del exterior y los efectos contaminantes asociados con su utilización, han hecho que el hidrógeno esté siendo propuesto como una fuente de energía alternativa, carente de los efectos adversos asociados a estos combustibles fósiles.

En este sentido, la asignatura de Hidrógeno y Celdas de Combustible nos introduce en la utilización del hidrógeno como vector energético en diferentes aplicaciones tecnológicas, donde serán abordados aspectos relacionados con el estudio de sus propiedades fisicoquímicas, su reactividad química, técnicas de almacenamiento, así como el impacto medioambiental y socioeconómico asociado a su utilización.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

En esta asignatura, tras unos conceptos básicos relacionados con procesos de adsorción y catálisis heterogénea del hidrógeno, serán estudiadas las propiedades fisicoquímicas del hidrógeno y los procesos electroquímicos que tienen lugar en las celdas de combustible. Una vez introducidos estos principios básicos, serán estudiados los diferentes tipos de celdas de combustible y los rendimientos de las mismas, al igual que serán evaluadas sus posibles aplicaciones industriales.

Por tanto, esta asignatura proporcionará a los alumnos un conocimiento global acerca de la utilización del hidrógeno como vector energético, así como de sus potenciales aplicaciones industriales, las cuales abarcan el sector de la automoción, plantas de co-generación de energía eléctrica, e incluso aplicaciones navales, fundamentalmente en el ámbito de la defensa.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

Dado que esta asignatura no tiene una relación específica con otras asignaturas del máster, para cursar esta asignatura no se requiere la matriculación obligatoria en otras asignaturas.

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No presenta

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se aconseja que los alumnos matriculados hayan cursado asignaturas básicas de Química durante el grado.

3.6. Medidas especiales previstas

En caso de alumnos con necesidades educativas especiales se solicitará ayuda a los organismos competentes.

4. Competencias y resultados del aprendizaje

CSV:	07XDymra4RgkJ1Jflmz17VXJY	Fecha:	29/01/2019 23:30:21	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/07XDymra4RgkJ1Jflmz17VXJY	Página:	4/11	

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

CG3: Ser capaces de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CG5: Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

CG6: Respeto a los derechos fundamentales y de igualdad entre los hombres y mujeres.

CG7: Respeto y promoción de los Derechos Humanos y los principios de accesibilidad universal y diseño para todos de conformidad con lo dispuesto en la disposición final décima de la Ley 51/2003, de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.

CG8: Acuerdo con los valores propios de una cultura de paz y de valores democráticos.

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.

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CB16 - Ser capaces de fomentar, en contextos profesionales, el avance tecnológico, social o cultural dentro de una sociedad basada en el conocimiento

CB19 - Ser capaces de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio

CB17 - Ser capaces de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad

CB18 - Haber desarrollado la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES

E1.1 Conocimiento en las materias básicas matemáticas, física, química, organización de empresas, expresión gráfica e informática, que capaciten al alumno para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías

E1.2 Conocimientos en materias tecnológicas para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos

COMPETENCIAS PROFESIONALES

E2.3 Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas

CSV:	07XDymra4Rgk1Jflmz17VXJY	Fecha:	29/01/2019 23:30:21	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/07XDymra4Rgk1Jflmz17VXJY	Página:	5/11	

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

COMPETENCIAS INSTRUMENTALES

- T1.1 Capacidad de análisis y síntesis
- T1.2 Capacidad de organización y planificación
- T1.3 Comunicación oral y escrita en lengua propia
- T1.5 Habilidades básicas computacionales
- T1.6 Capacidad de gestión de la información
- T1.7 Resolución de problemas

COMPETENCIAS PERSONALES

- T2.2 Trabajo en equipo
- T2.3 Habilidades en las relaciones interpersonales
- T2.7 Sensibilidad hacia temas medioambientales

COMPETENCIAS SISTÉMICAS

- T3.1 Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica
- T3.2 Capacidad de aprender
- T3.7 Habilidad de realizar trabajo autónomo
- T3.9 Preocupación por la calidad

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

- A1- Describir las aplicaciones básicas del hidrógeno.
- A2- Explicar la relación entre fenómenos de adsorción y catálisis heterogénea.
- A3- Racionalizar los procesos cinéticos de electrodo en reacciones heterogéneas
- A4- Asociar las propiedades fisicoquímicas del hidrógeno con su posibilidad de utilización como vector energético.
- A5- Determinar diferentes técnicas de almacenamiento y generación del hidrógeno.
- A6- Determinar como la termodinámica limita la utilización del hidrógeno como fuente de energía renovable.
- A7- Contextualizar las celdas de combustible en la sociedad del siglo XXI
- A8- Justificar el cambio hacia modelos energéticos menos contaminantes como el del hidrógeno.
- A9- Viabilidad del hidrógeno como vector energético en automoción.
- A10- Caracterizar los diferentes tipos de celda de combustible.

**** Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Introducción a los procesos de adsorción, estudio de la catálisis heterogénea, el hidrógeno como combustible, tipos de celdas de Combustible, impacto socioeconómico y medioambiental del hidrógeno

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

BLOQUE 1. Introducción los procesos de adsorción

Tema 1. Procesos de fisiadsorción y quimiadsorción.

Tema 2. Efecto de la temperatura en los procesos de adsorción.

Tema 3. Isotermas de adsorción

BLOQUE 2. Estudio de la catálisis heterogénea

Tema 5. Introducción a los procesos catalíticos

Tema 6. Etapas de la catálisis heterogénea

Tema 7. Tipos y naturaleza de los catalizadores

BLOQUE 3. El hidrógeno como combustible

Tema 8. Propiedades Físicoquímicas del Hidrógeno

Tema 9. Procedimientos de obtención.

Tema 10. Limitaciones en su utilización como combustible: densidad energética.

Tema 11. Métodos de almacenamiento y transporte.

BLOQUE 4. Celdas de Combustible

Tema 12. Funcionamiento y rendimiento.

Tema 13. Tipos de celdas de combustible: Características principales.

Tema 14. Descripción de las partes de una celda de combustible.

Tema 15. Aplicaciones: Cogeneración y automoción.

BLOQUE 5. Impacto socioeconómico y medioambiental.

Tema 16. Dependencia energética exterior (petróleo)

Tema 17. Calentamiento global

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

Práctica 1. Generación de hidrógeno.

Práctica 2. Determinar el rendimiento de la producción de hidrógeno mediante técnicas electrolíticas y su posterior utilización en una celda de hidrógeno de membrana polielectrolítica (PEM).

CSV:	07XDymra4RgkJ1Jflmz17VXJY	Fecha:	29/01/2019 23:30:21	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/07XDymra4RgkJ1Jflmz17VXJY	Página:	7/11	

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

I. Introduction to the adsorption processes

- 1- Physical and chemical adsorption
2. Effect of the temperature on the adsorption processes
3. Adsorption isothermal
4. Steady and kinetic adsorption processes.

II. Heterogeneous catalysis

5. An introduction to the heterogeneous catalysis.
6. Catalysis steps.
7. Type and nature of heterogeneous catalysts

III. Hydrogen as fuel

8. Hydrogen Physicochemical properties.
9. Hydrogen generation
10. Limitation facts associated to the use of hydrogen as fuel.
11. Storage and transportation of hydrogen.

IV. Fuel cells

12. Function and yield.
13. Fuel cell types and main characteristics.
14. Description of hydrogen fuel cells.
- 15 Applications of fuel cells in cogeneration and automation.

V. Relation of hydrogen with society, economy and environment

16. Dependency energetic
17. Global warming

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

CSV:	07XDymra4RgkJ1Jflmz17VXJY	Fecha:	29/01/2019 23:30:21	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/07XDymra4RgkJ1Jflmz17VXJY	Página:	8/11	

6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Exposición de contenidos mediante presentación y/o explicación por parte del profesor	Presencial: Asistencia y participación activa	33
		No presencial: Estudio de la materia	31,5
Clase de problemas. Resolución de problemas tipo y casos prácticos	Resolución de problemas tipo y análisis de casos prácticos guiados por el profesor.	Presencial: Participación activa. Resolución de ejercicios y problemas. Planteamiento de dudas.	9
		No presencial: Estudio de la materia. Resolución de ejercicios y propuestos por el profesor.	27
Clase de Prácticas. Sesiones de laboratorio	Actividades relacionadas con la materia, desarrolladas en el Laboratorio bajo la supervisión del profesor.	Presencial: Realización de las prácticas de Laboratorio propuestas.	9
		No presencial: Elaboración de los informes de prácticas realizadas.	30
Otra/s actividades de aprendizaje	Se realizarán otra u otras actividades complementarias para mejorar el aprendizaje (seminarios, trabajos individuales y/o cooperativos, exposiciones, puestas en común, sesiones de resolución de dudas presenciales y/o no presenciales, etc.).	Presencial:	
		No presencial: Realización de las actividades de aprendizaje propuestas	10,5
Actividades de evaluación formativas y sumativas	Se suministran (de manera directa o a través del aula virtual) cuestionarios que sirven como técnica de autoevaluación y/o evaluación del alumno. Se podrán realizar una o más sesiones de resolución de exámenes en presencia del profesor además de la prueba final escrita.	Presencial:	
		No presencial:	30
			180

6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1) (opcional)										
	Resultados del aprendizaje (4.5)									
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clases de Teoría	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ejercicios de clase	x	x	x	x						
Trabajos e informes	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Clases prácticas							X		x	
Prueba de teoría	x	x	x	x	x	X	X	x	x	x
Prueba de ejercicios	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Trabajo en grupo							X	x	X	x

7. Metodología de evaluación

CSV:	07XDymra4Rgk1Jflmz17VXJY	Fecha:	29/01/2019 23:30:21		
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/07XDymra4Rgk1Jflmz17VXJY	Página:	9/11		

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba final escrita individual ⁽¹⁾		x	Cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas: Constará de un examen escrito que podrá incluir tanto cuestiones teóricas (conceptos, definiciones, etc.), como cuestiones teórico-prácticas relacionadas con la aplicación de los conocimientos teóricos	30,00%	De A1 a A10
Prueba final escrita individual ⁽¹⁾		x	Problemas: Problemas de media o larga extensión. Se evalúa principalmente la capacidad de aplicar conocimientos a la práctica y la capacidad de análisis	30,00	De A1 a A10
Trabajo de clase y exposición	x		Se valorarán los trabajos realizados en clase y la exposición oral de los mismos.	30%	De A1 a A10
Prácticas de Laboratorio		x	Se evalúan los conocimientos adquiridos en el Laboratorio.	10%	De A1 a A10

7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante alguno o algunos de los siguientes mecanismos:

- Valoración de otras actividades de aprendizaje
 - Asistencia y participación en seminarios
 - Asistencia y participación en puestas en común
 - Asistencia y participación en sesiones de resolución de dudas
 - Asistencia a clase
 - Trabajos realizados
- Valoración de las actividades de evaluación formativa y/o sumativa realizadas
 - Resolución de cuestionarios o preguntas, orales o escritas
 - Participación en las actividades de autoevaluación,
- Valoración de la realización de las sesiones de prácticas de laboratorio y de los conocimientos en ellas adquiridos
- Valoración de la Prueba Final Escrita Individual

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

1. Química Física, Atkins Ediciones Omega, 6ª Edición, 1999..

2. Química Física, J.B. Rusca y J.N. Delgado, Ariel Ciencia 2002.
3. Electrochemistry: principles, methods, and applications, Brett Ch., Brett A. Ed. Oxford, 1994.

8.2. Bibliografía complementaria*

4. Hydrogen and Fuel Cells: Emerging technologies and applications. Bent Sorensen, Elsevier Academic Science 2005.
5. Tomorrow's Energy: Hydrogen fuel cells and prospects for a cleaner planet, The Mit Press, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge Massachusetts, 2000.
6. Designing and Building Fuel Cells, Colleen S. Spiegel, Mc Graw Hill 2007.
7. La pila de combustible, J.A. López Sastre, J.A. Díaz García, C.Romero Avila García, Ed. Universidad de Valladolid, 2004.
8. Fuel Cells: From fundamentals to applications, Supramaniam Srinivasan, Springer 2006.

8.3. Recursos en red y otros recursos

<http://aulavirtual.upct.es>

CSV:	07XDymra4RgkJ1Jflmz17VXJY	Fecha:	29/01/2019 23:30:21	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/07XDymra4RgkJ1Jflmz17VXJY	Página:	11/11	