

Filomena Pinto

filomena.pinto@Ineg.pt

mfpinto@fc.ul.pt

210 92 4787

Critérios de avaliação

Avaliação Contínua

0,60 Prova Escrita + 0,20 Trabalho Teórico + 0,20 Apresentação

Nota: Classificação mínima na prova escrita – 9 v. (0 – 20v.)

Avaliação por Exame

100% Exame

Evaluation Options

Continuous Evaluation

0,60 Test + 0,20 Theoretical work + 0,20 Presentation of the work

Note: Minimum mark in written test – 9 v. (0 – 20v.)

By Examination

100% Examination

Critérios de avaliação

Avaliação Contínua

Ficha 1 - Teórica	10 %
Ficha 2 - Teórica-Prático	10 %
Teste (ou Ficha 3 - Teórica)	20 %
Teste (ou Ficha 4 - Teórica-Prática)	20 %
Trabalho Teórico	20 %
Apresentação	20 %

Avaliação por Exame

100% Exame

Critérios de avaliação

Continuous Evaluation

Test 1 – Theoretical Part	10 %
Test 2 – Practical Part	10 %
Test 3 – Theoretical Part	20 %
Test 4 – Practical Part	20 %
Theoretical work	20 %
Presentation	20 %

By Examination

100% Examination

Proposta 2021

	Apresentações dos Trabalhos	Entrega dos Trabalhos	Saída das Notas
Todos os Grupos	6/7 Maio	15 de Maio?	22 de Maio?

Ficha 1	17 de Março?	Teórico
Ficha 2	1 de Abril?	Teórico-Prático
Ficha 3	14 de Maio?	Teórico
Ficha 4	14 de Maio?	Teórico-Prático

Exame 1.ª Época - 19 de Junho? (2ª feira), 9h00, Sala 6.2.47

Exame 2.ª Época - 29 de Junho? (2ª feira), 9h00, Sala 6.2.47

Época Especial - 16 de Julho? (5ª feira), 13h00, Sala 8.2.14

Proposal 2021

	Works Presentations	Delivery of Works	Course grades
All Groups	28/29 de Maio	15th May ?	22nd May?

Test 1	17th March?	Theoretical Part
Test 2	1st April?	Practical Part
Test 3	14th May?	Theoretical Part
Test 4	14th May?	Practical Part

Examination 1st Date – 19th June? 9h00, Room 6.2.47

Examination 2nd Date – 29th June?, 9h00, Room 6.2.47

Examination Especial Date – 18th July?, 13h00, Room 8.2.14

Janeiro

D S T Q Q S S

					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

1: Confraternização Universal

☾ 6 ● 13 ☾ 20 ○ 28

Fevereiro

D S T Q Q S S

	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28						

16: Carnaval 17: Cinzas

☾ 4 ● 11 ☾ 19 ○ 27

Março

D S T Q Q S S

	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

8: Dia Internacional da Mulher

☾ 5 ● 13 ☾ 21 ○ 28

Abril

D S T Q Q S S

					1	2	3
4	5	6	7	8	9	10	
11	12	13	14	15	16	17	
18	19	20	21	22	23	24	
25	26	27	28	29	30		

2: Paixão de Cristo 4: Páscoa 19: Dia do Índio
21: Tiradentes 22: Descobrimento do Brasil

☾ 4 ● 11 ☾ 20 ○ 27

Maio

D S T Q Q S S

						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

1: Dia do Trabalho 9: Dia das Mães

☾ 3 ● 11 ☾ 19 ○ 26

Junho

D S T Q Q S S

		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

3: Corpus Christi 12: Dia dos Namerados

☾ 2 ● 10 ☾ 18 ○ 24

Julho

D S T Q Q S S

				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

☾ 1 ● 9 ☾ 17 ○ 23 ● 31

Agosto

D S T Q Q S S

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

8: Dia dos Pais

● 8 ☾ 15 ○ 22 ☾ 30

Calendarização das Aulas Teorico-Práticas

Nº	Data	Sumário
1	11 de Fevereiro	Apresentação. Descrição do funcionamento da disciplina.
2	18 de Fevereiro	Problema I
3	25 de Fevereiro	Problema II
4	4 de Março	Problema III
5	11 de Março	Problema IV
6	18 de Março	Problema IV
7	25 de Março	Problema IV
8	1 de Abril	Ficha nº 2
9	8 de Abril	Apresentações do índice e do progresso dos trabalhos. Problema V
10	15 de Abril	Problema VI
11	22 de Abril	Problema VI
12	29 de Abril	Revisões – Problema de Revisão
13	6 de Maio	Apresentações dos Trabalhos / Esclarecimento de Dúvidas

Summary of Theoretical and Practical Lessons

Date	Summary
11th February	Presentation. Description of the semester
18th February	Problem I
25th February	Problem II
4th March	Problem III
11th March	Problem IV
18th March	Problem IV
25th March	Problem IV
1st April	Test 2 – Practical Part
8th April	Presentations of the index and of the work progress. Problem V
15th April	Problem VI
22th April	Problem VI
29th April	Revisions – Revision Problem
6th May	Presentation of Theoretical Works

Índice

➤ Introdução

- ❖ O que é o hidrogénio
- ❖ Historial
 - Aplicações actuais do hidrogénio
- ❖ Porquê do uso do hidrogénio como forma de energia
- ❖ Economia do Hidrogénio
 - Barreiras
 - Políticas/Sociais
 - Económicas
 - Infra-estruturas
 - Questões de segurança e regulamentação
 - Incentivos
 - Desenvolvimento económico e aumento populacional
 - Segurança energética e de fornecimento
 - Alterações climáticas
 - Qualidade do ar
 - Investimento de grandes empresas
 - Investimentos institucionais
 - Portugal
 - O curto prazo e as células de combustível

Índice

➤ Fontes e meios de produção

❖ “Reforming de combustíveis”

- “Steam reforming”
- Oxidação parcial de hidrocarbonetos pesados
- Reforming Autotérmico

❖ Conversão termoquímica de combustíveis sólidos

Gasificação

- Gasificação do carvão
- Gasificação de biomassa

Pirólise

- Pirólise de hidrocarbonetos
- Pirólise de biomassa

❖ Electrólise

- Origem não renovável
- Origem renovável
 - Hidroeléctrica
 - Eólica
 - Geotérmica
 - Solar
 - Fotovoltaica
 - Térmica

Índice

- ❖ Fotoelectrólise ou electrólise assistida

- ❖ Conversão biológica

- Digestão anaeróbia
- Processos fotobiológicos

- ❖ Processos térmicos

- Processos termoquímicos
 - Ciclo do Zinco
 - Ciclo Westinghouse
 - Ciclo GA's Sulfur – Iodine
 - Ciclo UT-3

- Decomposição térmica da água

- **Ciclo de vida dos sistemas energéticos do H₂**

- ❖ Emissões de CO₂
- ❖ Custos associados

- **Manuseamento do H₂**

- ❖ Propriedades Físicas e Químicas
- ❖ Segurança

Índice

➤ Armazenamento e Transporte

- ❖ Armazenamento líquido
- ❖ Armazenamento de gás comprimido
- ❖ Hidretos metálicos
- ❖ Nanotubos
- ❖ Micro-esferas de vidro
- ❖ Armazenamento sob a forma de outros compostos químicos

➤ Aplicações

❖ Tipos

- Combustão directa em motores de combustão interna e turbinas
- Processos electroquímicos em pilhas de combustível
 - Células de combustível alcalinas (AFC)
 - Células de combustível ácido fosfóricas (PAFC)
 - Células de combustível de carbonato fundido (MCFC)
 - Células de combustível de óxido sólido (SOFC)
 - Células de combustível com membrana de permuta de protões
 - Células de combustível de metanol directo (DMFC)
 - Células de combustível de Zinco-ar
 - Células de combustível regenerativas

Índice

- **O futuro do H2: soluções para a mobilidade sustentável**
 - ❖ Células de combustível
 - ❖ Combustão interna de hidrogénio

- **Situação internacional**
 - ❖ Japão
 - ❖ EUA
 - ❖ União Europeia
 - ❖ Islândia

- **O Hidrogénio em Portugal**

- **Necessidades de I&D para incrementar a utilização de hidrogénio para produção de energia**

Temas para trabalhos teóricos

- 1) Problemas e benefícios duma economia baseada no hidrogénio, considerando os aspetos da produção e utilização.
- 2) A utilização de hidrogénio como fonte de energia - problema ou solução para a crise energética?
- 3) Comparação entre os principais métodos de produção de hidrogénio.
- 4) Produção de hidrogénio a partir da utilização de fontes renováveis.
- 5) Métodos para produção de bio-hidrogénio.
- 6) Produção de energia a partir da utilização de hidrogénio em pilhas de combustível.
- 7) Produção de energia a partir da combustão de hidrogénio.
- 8) Produção de hidrogénio a partir de gasificação de biomassa e/ou de resíduos.
- 9) Opções para a utilização de hidrogénio no sector automóvel.
- 10) Problemas e soluções associados ao armazenamento e transporte de hidrogénio.
- 11) Necessidades de I&D para incrementar a utilização de hidrogénio para produção de energia.
- 12) Principais projetos de demonstração na área da utilização de hidrogénio.
- 13) Outros.

Só estão disponíveis os temas a preto

Themes for theoretical work

- 1) Problems and benefits of an economy based on hydrogen, considering the aspects of use.
- 2) The use of hydrogen for energy - a problem or solution to the energy crisis?
- 3) Comparison of the main methods for producing hydrogen.
- 4) Production of hydrogen by the use of renewable sources.
- 5) Methods for the production of bio-hydrogen.
- 6) Energy production by using hydrogen in fuel cells.
- 7) Energy generation from hydrogen combustion.
- 8) Hydrogen production from biomass and/or wastes gasification.
- 9) Hydrogen use methods for the automotive sector.
- 10) Problems and solutions associated with the storage and transport of hydrogen.
- 11) R&D needs to increase the use of hydrogen for energy production.
- 12) Most important demonstration projects in the area of hydrogen use.
- 13) Others.

Only black written themes are available

Grupo		Trabalho Teórico
Grupo 1 6 de Maio	49714 Cláudia Bento, 49924 Duarte Abreu, 49927 Maria Beatriz Costa	Problemas e benefícios duma economia baseada no hidrogénio.
Group 2 6 de Maio	51095 Duarte Batista 53251 Carolina Crespo 49800 Lara Ribeiro	Problemas e soluções associados ao armazenamento e transporte de hidrogénio
Grupo 3 6 de Maio	49915 Ricardo Duarte Emanuel Parracho	Produção de hidrogénio a partir da utilização de fontes renováveis
Grupo 4 6 de Maio	51538 Beatriz Ferreira 51544 Cátia Santos 49933 Laura Jesus 50367 Rita Coelho	Produção de energia a partir da combustão de hidrogénio
Grupo 5 6 de Maio		
Grupo 6 6 de Maio		
Grupo 7 6 de Maio		

Trabalho Teórico

Partes do Trabalho

- 1) Capa
 - Título
 - Autores
 - Instituição
 - Data de realização
- 2) Agradecimentos
- 3) Resumo
- 4) Palavras Chave
- 5) Índice Geral
- 6) Índice de Figuras
- 7) Índice de Tabelas
- 8) Nomenclatura
- 9) Lista de Abreviaturas

Partes do Trabalho

10) Introdução:

- Motivação
- Importância do tema abordado

11) Desenvolvimento do Tema

12) Conclusões

- Síntese dos pontos principais abordados
- Principais conclusões do que foi apresentado
- Considerações finais

Partes do Trabalho

13) Tendências Futuras

- Referir temas para reflexão

14) Bibliografia (listagem da bibliografia consultada, a qual pode ou não ser referida no texto).

15) Anexos

Nota: O trabalho em grupo não pode ser a junção de várias partes feitas por pessoas diferentes. O relatório ter de ser uma sequência lógica e coerente.

Bibliografia

Relatórios de organismos reconhecidos

Exemplos de Revistas a consultar:

Renewable and Sustain. Energy Reviews

Int. J. Hydrogen Energy

Energy & Fuels

Fuel

Fuel Processing Technology

Ind. Eng. Chem. Res.

Biomass Bioenergy

Renewable Energy

Applied Catalysis A/B

Catalysis Today

Theoretic Work

Work Main Parts

- 1) Cover
 - Title
 - Authors
 - University
 - Date
- 2) Acknowledgments
- 3) Abstract
- 4) Key words
- 5) General Index
- 6) Figures Index
- 7) Tables Index
- 8) Nomenclature
- 9) List of Abbreviations

Work Main Parts

10) Introduction:

- Motivation
- Importance of the subject

11) Development of the subject

12) Conclusions

- Summary of the main points addressed
- Key findings of what was presented
- Final considerations

Work Main Parts

13) Future Trends

- Refer themes for reflection

14) Bibliography (list of consulted bibliography, which may or may not be mentioned in the text).

15) Annexes

Note: The work cannot be the addition of different parts made by different people. The report must show a logical and consistent sequence.

References

Reports from entities with recognized merit

Examples of Important Journals:

Renewable and Sustain. Energy Reviews

Int. J. Hydrogen Energy

Energy & Fuels

Fuel

Fuel Processing Technology

Ind. Eng. Chem. Res.

Biomass Bioenergy

Renewable Energy

Applied Catal A/B

Catalysis Today

Problema I

Supondo que se pretende produzir hidrogénio a partir de “reforming” do gás natural com vapor, considere que o gás natural apresenta a composição a seguir indicada e que a conversão global da reacção de “reforming” é de 83%. Admita que o vapor de água condensa e considere o gás seco. Calcule:

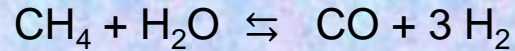
- 1) A composição final do gás admitindo que ocorre somente a reacção de formação de CO a partir de “reforming” de metano ($\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO} + 3 \text{H}_2$).
- 2) A composição final do gás admitindo que ocorre também a conversão do etano.
- 3) A composição final do gás admitindo que para além das reacções anteriores, ocorrem também as reacções correspondentes à formação de CO_2 ($\text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2$ e $\text{C}_2\text{H}_6 + 4 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2 \text{CO}_2 + 7 \text{H}_2$). Admita que a conversão desta reacção é de 38%.
- 4) O caudal de hidrogénio produzido à temperatura ambiente (25°C) e nas condições consideradas na alínea 3), se o caudal total de gás após “reforming” à temperatura de 100°C for de $190,26 \text{ m}^3/\text{h}$.
- 5) O caudal de hidrogénio produzido se o caudal de gás natural for de $40,5 \text{ m}^3/\text{h}$ ($T=25^\circ\text{C}$).
- 6) A quantidade molar de vapor utilizado para as condições da alínea 3), considerando um excesso de vapor de 65%.
- 7) Supondo que 14% do gás produzido diariamente por “reforming” é escoado em reservatórios de 50 L à temperatura ambiente e à pressão de 245 atmosfera, calcule o número de reservatórios necessários.

	% molar
Metano	91,7
Etano	3,9
Propano	0
Azoto	2,1
Dióxido de Carbono	2,3

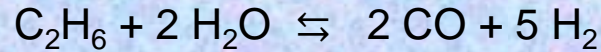
Problema I

Informação Adicional:

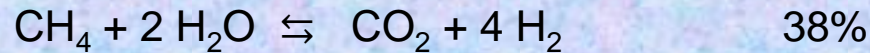
1) A composição final do gás admitindo que ocorre somente a reacção de formação de CO



2) Que ocorre também a conversão do etano.



3) Que para além das reacções anteriores, ocorrem também as reacções correspondentes à formação de CO₂



$$4) P_1 V_1 = nRT_1$$

$$P_2 V_2 = nRT_2$$

$$7) V = C \cdot Vt$$

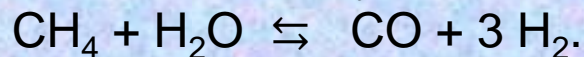
V é o volume de gás em condições normais de P e T (1 atmosfera e 25°C), Vt volume do tanque e C factor de compressão, é função da temperatura e pressão do gás.

(pé ³)	T (°F)	3 600 Psi
C	76	210.8
	78	210.1

Problem I

To produce hydrogen from natural gas reforming, a gas whose composition is shown in the next table is used. The global conversion of reforming reactions is 83%. After steam condensation the produced gas is dry. Determine:

1) The final gas composition if only the next methane reforming reaction occurs



2) The final gas composition if ethane reforming reaction also occurs.

3) The final gas composition if methane and ethane reforming reactions leading to CO_2 formation also take place ($\text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2$). Please consider that these reactions conversions are 38%.

4) Hydrogen flow rate at 25°C in the conditions of 3) if total reforming gas flow rate is 190.26 m³/h at 100°C.

5) Hydrogen flow rate if the flow rate of initial gas is 40.5 m³/h (T=25°C).

6) Steam molar flow rate in the conditions of 3) if an excess of 65% of steam is used.

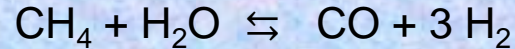
7) If 14% of the produced gas is compressed till 245 atmosphere and stored in tanks with 50 L at 25°C.

Determine the number of tanks needed.

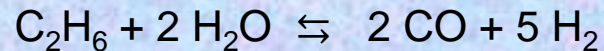
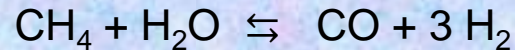
	% molar
Methane	91.7
Ethane	3.9
Propane	0
Nitrogen	2.1
Carbon Dioxide	2.3

Problem I

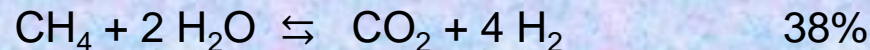
- 1) Consider that only the next reaction occurs



- 2) Consider that the next 2 reaction occur.



- 3) Besides the previous reactions, the following ones also take place:



4) $P_1V_1 = nRT_1$

$P_2V_2 = nRT_2$

7) $V = C \cdot V_t$

V is the H₂ volume at standard P and T conditions (1 atmosphere and 25°C), V_t is the tank volume and C is the compression factor, it depends on gas temperature and pressure.

	T (F)	3 600 Psi
C (ft ³)	76	210.8
	78	210.1