



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Termodinámica

|                       |                                                                                                               |        |       |              |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|--------------|
| Materia               | Termodinámica                                                                                                 |        |       |              |
| Código                | 007G410V01303                                                                                                 |        |       |              |
| Titulación            | Grao en Enxeñaría Aeroespacial                                                                                |        |       |              |
| Descritores           | Creditos ECTS                                                                                                 | Sinale | Curso | Cuadrimestre |
|                       | 6                                                                                                             | OB     | 2     | 1c           |
| Lingua de impartición | Castelán                                                                                                      |        |       |              |
| Departamento          | Física aplicada                                                                                               |        |       |              |
| Coordinador/a         | Cerdeiriña Álvarez, Claudio                                                                                   |        |       |              |
| Profesorado           | Cerdeiriña Álvarez, Claudio<br>Ferriz Mas, Antonio<br>Troncoso Casares, Jacobo Antonio                        |        |       |              |
| Correo-e              | calvarez@uvigo.es                                                                                             |        |       |              |
| Web                   | <a href="http://aero.uvigo.es">http://aero.uvigo.es</a>                                                       |        |       |              |
| Descrición xeral      | O estudantado será instruído nos conceptos, leis e principais aplicacións da ciencia básica da Termodinámica. |        |       |              |

## Competencias

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| B2     | Planificación, redacción, dirección e xestión de proxectos, cálculo e fabricación no ámbito da enxeñaría aeronáutica que teñan por obxecto, de acordo cos coñecementos adquiridos segundo o establecido no apartado 5 da orde CIN/308/2009, os vehículos aeroespaciais, os sistemas de propulsión aeroespacial, os materiais aeroespaciais, as infraestruturas aeroportuarias, as infraestruturas de aeronavegación e calquera sistema de xestión do espazo, do tráfico e do transporte aéreo. |
| C8     | Comprender os ciclos termodinámicos xeradores de potencia mecánica e pulo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| C16    | Coñecemento adecuado e aplicado á Enxeñaría de: Os conceptos e as leis que gobernan os procesos de transferencia de enerxía, o movemento dos fluídos, os mecanismos de transmisión de calor e o cambio de materia e o seu papel na análise dos principais sistemas de propulsión aeroespaciais.                                                                                                                                                                                                |
| C19    | Coñecemento aplicado de: a ciencia e tecnoloxía dos materiais; mecánica e termodinámica; mecánica de fluídos; aerodinámica e mecánica do voo; sistemas de navegación e circulación aérea; tecnoloxía aeroespacial; teoría de estruturas; transporte aéreo; economía e produción; proxectos; impacto ambiental.                                                                                                                                                                                 |
| D1     | Capacidade de análise, organización e planificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| D3     | Capacidade de comunicación oral e escrita na lingua nativa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| D4     | Capacidade de aprendizaxe autónoma e xestión da información                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| D5     | Capacidade de resolución de problemas e toma de decisións                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| D6     | Capacidade de comunicación interpersoal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| D8     | Capacidade de razoamento crítico e autocrítico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

## Resultados de aprendizaxe

| Resultados previstos na materia                                                             | Resultados de Formación e Aprendizaxe |                  |                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------|----------------------------------|
| RA1: Coñecemento, comprensión, análise e síntese dos principios e métodos da Termodinámica. | B2                                    | C8<br>C16<br>C19 | D1<br>D3<br>D4<br>D5<br>D6<br>D8 |

|                                                                                                                                                                                   |    |                  |                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------|----------------------------------|
| RA2: Coñecemento e comprensión dos dous primeiros principios da Termodinámica e a súa aplicación a sistemas abertos, tomando como exemplos algúns sistemas aeroespaciais típicos. | B2 | C8<br>C16<br>C19 | D1<br>D3<br>D4<br>D5<br>D6<br>D8 |
| RA3: Coñecemento, comprensión e aplicación das relacións termodinámicas xeneralizadas, do equilibrio e estabilidade de sistemas simples compresibles e dos cambios de fase.       | B2 | C8<br>C16<br>C19 | D1<br>D3<br>D4<br>D5<br>D6<br>D8 |

| Contidos                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Principios.                | Energía, entropía e temperatura. Procesos termodinámicos e reversibilidade. Traballo presión-volumen. Primeiro Principio: traballo adiabático e calor. Ecuación de estado e coeficientes volumétricos. Capacidade calorífica. Relacións termodinámicas en sistemas pVT a partir de procesos isocóricos, isobáricos, isotérmicos e adiabáticos. Segundo Principio: extensividade, concavidade, ecuación de Euler e ecuación de Gibbs-Duhem. Transicións de fase: regra das fases, diagramas de fases e ecuacións de Clapeyron. Tercer Principio. Apéndice 1.1. Transferencia de calor. |
| Máquinas térmicas.         | Interconversión de calor en traballo. Irreversibilidade térmica: ciclo de Carnot. Irreversibilidade mecánica. Traballo máximo e exerxia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Potenciais termodinámicos. | Transformadas de Legendre e potenciais termodinámicos. Energía libre e principio extremal para F e G. Principio extremal para U, concavidade, convexidade e derivadas segundas. Relacións de Maxwell e ecuacións de Gibbs-Helmholtz. Apéndice 3.1. Gases reais. Apéndice 3.2. Elasticidad. Apéndice 3.3. Termodinámica de superficies.                                                                                                                                                                                                                                                |
| Termofluídica.             | Volúmenes de control. Conservación da masa. Traballo de fluxo e enerxía dun fluído en movemento. Análisis de enerxía de sistemas de fluxo estacionario. Dispositivos inxenieriles de fluxo estacionario.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Prácticas de laboratorio   | Itinerario "Ecuación de Estado": Gas ideal; Coeficiente adiabático; Efecto Joule-Thomson.<br>Itinerario "Transicións de Fase": Equilibrio líquido-vapor; Punto crítico, Ferromagnetismo.<br>Itinerario "Varios": Calor específico dos sólidos; Motores; Lei de Stefan-Boltzmann.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| Planificación                                                                                                            |               |                    |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
|                                                                                                                          | Horas na aula | Horas fóra da aula | Horas totais |
| Lección maxistral                                                                                                        | 19            | 43.5               | 62.5         |
| Seminario                                                                                                                | 20            | 44                 | 64           |
| Prácticas de laboratorio                                                                                                 | 11            | 10                 | 21           |
| Exame de preguntas de desenvolvemento                                                                                    | 2.5           | 0                  | 2.5          |
| *Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado. |               |                    |              |

| Metodoloxía docente      |                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          | Descrición                                                                                                                                                                                                                 |
| Lección maxistral        | O/a profesora desenvolverá ao longo de cada hora de clase o mais relevante dos contidos da asignatura. Favorecerase a participación activa do estudantado.                                                                 |
| Seminario                | O/a profesor/a adicará cara hora de clase a complementar as sesións maxistrais e á resolución de exercicios. Favorecerase a participación activa do estudantado.                                                           |
| Prácticas de laboratorio | De xeito simultáneo ao desenrolo dos contidos de teoría e problemas nas sesións maxistrais e seminarios, o estudantado realizará prácticas de laboratorio baixo a tutela do/a profesor/a. Fomentarase o traballo autónomo. |

| Atención personalizada   |                                                          |
|--------------------------|----------------------------------------------------------|
| Metodoloxías             | Descrición                                               |
| Prácticas de laboratorio | O/a profesor/a supervisará o traballo de cada estudante. |

| Avaliación |
|------------|
|------------|

| Descrición                            |                                                                                                                                                                                                                                              | Cualificación | Resultados de Formación e Aprendizaxe |                  |                                  |  |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|------------------|----------------------------------|--|
| Lección maxistral                     | Realizarase unha proba escrita durante o desenvolvemento das clases. Dita proba celebrarase conxuntamente coa relativa aos seminarios e será liberatoria para o estudantado que acade unha cualificación superior a 7 puntos sobre 10.       | 20            | B2                                    | C8<br>C16<br>C19 | D1<br>D3<br>D4<br>D5<br>D6<br>D8 |  |
| Seminario                             | Realizarase unha proba escrita durante o desenvolvemento das clases. Dita proba celebrarase conxuntamente coa relativa ás sesións maxistras e será liberatoria para o estudantado que acade unha cualificación superior a 7 puntos sobre 10. | 20            | B2                                    | C8<br>C16<br>C19 | D1<br>D3<br>D4<br>D5<br>D6<br>D8 |  |
| Prácticas de laboratorio              | A avaliación será levada a cabo no laboratorio.                                                                                                                                                                                              | 10            | B2                                    | C8<br>C16<br>C19 | D1<br>D3<br>D4<br>D5<br>D6<br>D8 |  |
| Exame de preguntas de desenvolvemento | Realizarase unha proba escrita sobre a totalidade dos contidos na data oficial de exame.                                                                                                                                                     | 50            | B2                                    | C8<br>C16<br>C19 | D1<br>D3<br>D4<br>D5<br>D6<br>D8 |  |

### Outros comentarios sobre a Avaliación

Avaliación de decembro/xaneiro: requirírase, en primeiro lugar, obter unha cualificación superior a 5 puntos sobre 10 na valoración conxunta do exame celebrado durante o desenvolvemento das clases e o exame na data oficial. En segundo lugar, esixírase obter unha cualificación superior a 5 puntos sobre 10 na parte de laboratorio. A cualificación final obterase consonte ás porcentaxes indicadas. No caso de que a nota ponderada supere un 5 sin que o fagan individualmente as notas relativas a teoría e seminarios e a laboratorio, a cualificación outorgada será 4,9.

Avaliación de xuño/xullo: requirírase obter unha cualificación superior a 5 puntos sobre 10 nunha proba única sobre a totalidade dos contidos (teoría, problemas e laboratorio) a celebrar na data oficial de exame.

Avaliación para non asistentes: requirírase obter unha cualificación superior a 5 puntos sobre 10 nunha proba única sobre a totalidade dos contidos (teoría, problemas e laboratorio) a celebrar na data oficial de exame.

O calendario de probas de avaliación aprobado oficialmente pola Xunta de Centro da EEAE atópase publicado na páxina web <http://aero.uvigo.es/gl/docencia/exames>

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

J. F. Tester, M. Modell, **Thermodynamics and Its Applications**, 3ª ed., Prentice Hall, 1996

M. Alonso, E. J. Finn, **Física**, Addison-Wesley Iberoamericana, 1992

H. B. Callen, **Termodinámica**, 1ª ed., Editorial AC, 1981

H. B. Callen, **Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics**, 2ª ed., John Wiley & Sons, 1985

L. I. Sedov, **Mechanics of Continuous Media**, World Scientific, 1997

Y. A. Cengel, M. A. Boles, **Termodinámica**, 8ª edición, McGraw-Hill, 2015

#### Bibliografía Complementaria

D. Kondepudi, I. Prigogine, **Modern Thermodynamics**, John Wiley & Sons, 1998

B. Widom, **Thermodynamics - Equilibrium**, Encyclopedia of Applied Physics, Vol. 21, Wiley, 1997

### Recomendacións

#### Materias que continúan o temario

Mecánica de fluídos/O07G410V01402

#### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Física: Física I/O07G410V01103

### Plan de Continxencias

**Descrición**

---

En caso de alerta sanitaria provocada polo covid-19, terase en conta o seguinte:

- A docencia de aula e de laboratorio así como as tutorías están planificadas para migrar se fose necesario a 100% virtual.
  - As probas de avaliación realizaranse de forma virtual empregando as ferramentas de faiTIC e Campus Remoto.
-