

**АКАДЕМИЈА СТРУКОВНИХ СТУДИЈА ЗАПАДНА СРБИЈА**

Седиште Ужице, Трг Светог Саве 34

О Д С Е К У Ж И Ц Е**Плана рада**

Назив предмета	Термодинамика				
Студијски програм/и (модул)	ОСС Технолошко инжењерство				
Година студија	II	Семестар	III	ЕСПБ	6
Статус предмета	обавезни		Услов	положен испит из предмета Физика	

Подаци о наставницима и сарадницима на предмету	
Име и презиме, академско звање, термин консултација, електронска адреса	Др Весна Марјановић, професор струковних студија среда од 11 до 13 часова vesnamarjanovic031@gmail.com vesna.marjanovic@vpts.edu.rs
Име и презиме, академско звање, термин консултација, електронска адреса	

Циљеви предмета
Упознавање студената са: (1) постављањем масених и енергетских биланса, својствима енергије, законима термодинамике и њиховом применом у различитим физичким, хемијским и другим процесима из праксе; (2) методама одређивања термодинамичких величина идеалног гаса и реалних флуида; (3) терминологијом, механизмима и основним прорачунима у области преноса топлоте.

Садржај и структура предмета
<i>Теоријска настава:</i> ОСНОВНИ ПОЈМОВИ ТЕРМОДИНАМИКЕ. Термодинамички систем и околина. Врсте и граница термодинамичког система. Термодинамичке величине стања. Нулти принцип термодинамике. Једначине стања идеалног гаса и реалних флуида. Повратни и неповратни процеси. Топлота и рад. Укупна енергија система. Унутрашња енергија. Енталпија. Топлотни капацитет. ЗАКОНИ ОДРЖАЊА МАСЕ И ЕНЕРГИЈЕ. Општи материјални и енергетски биланси. Први закон термодинамике за затворен термодинамички систем. Изохорска, изобарска, изотермска, адијабатска и политропска промена стања у затвореном систему. Први закон термодинамике за отворен термодинамички систем. Примена биланса енергије на процесе струјања. ДРУГИ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКЕ И БИЛАНС ЕНТРОПИЈЕ. Појам ентропије. Веза ентропије и термодинамичке температуре. Различите формулације Другог закона термодинамике. Математичка формулација Другог закона термодинамике. Примена Другог закона термодинамике на кружне процесе. Карноов деснокретни кружни процес и термодинамички степен корисности кружног процеса. Деснокретни и левокретни кружни процеси. Промена ентропије за изохорску, изобарску, изотермску адијабатску и политропску промену стања. Биланс ентропије и повратност процеса. Ентропија и неповратност процеса. Принцип повећања ентропије система. МАКСИМАЛАН РАД И НЕРНСТОВА ТЕОРЕМА. Максималан рад за кружне и монотермне процесе. Максималан рад хемијских процеса. Промена Хелмхолцове и Гибсове енергије. Топлотни ефекат хемијске реакције. Хесов и Кирхофов закон. Услови равнотеже за процесе при изохоро-изотермским и изобаро-изотермским условима. Гибс-

Хелмхолцова једначина. Нернстова теорема. Трећи закон термодинамике и апсолутна ентропија. СМЕШЕ ИДЕАЛНИХ ГАСОВА. Масени и запремински удели. Парцијални притисак. Привидне моларне масе, гасне константе, топлотних капацитета, унутрашње енергије, енталпије и ентропије мешавина. РЕАЛНИ ФЛУИДИ. Водена пара. Дијаграм стања фаза. Једнофазна и двофазна подручја. Горња и доња гранична крива. Дефиниција основних величина стања у двофазном подручју. Основне промене стања водене паре. Клаусиус-Клапејронова једначина. Влажан ваздух. Апсолутна, релативна влажност и густина влажног ваздуха. Енталпија влажног ваздуха. Процеси са влажним ваздухом. ПРЕНОС ТОПЛОТЕ. Начини преноса топлоте. Провођење топлоте (Температурно поље, Градијент температуре, Топлотни проток и Фурјеов закон). Провођење топлоте кроз једнослојан и вишеслојан раван, цилиндричан и сферичан зид. Прелажење топлоте без фазне трансформације флуида (Њутнов закон). Конвективна размена топлоте између тока флуида и површине равнoг, цилиндричног и сферичног зида. Пролажење топлоте. Пролажење топлоте кроз једнослојан и вишеслојан раван, цилиндричан и сферичан зид. Простирање топлоте зрачењем. Закони зрачења топлоте. Размена топлоте зрачењем између крутих тела.

Практична настава - Рачунске вежбе: Једначине стања чистих флуида (идеалног и реалног гаса); Примена Првог закона термодинамике на затворен систем; Примена Првог закона термодинамике на отворен систем; Енергетска анализа процеса струјања; Израчунавање промене ентропије за примере повратних и неповратних промена стања; Примена Другог закона термодинамике на кружне процесе; Одређивање величина стања идеалних гасовитих смеша; Термодинамичке величине стања и промене стања водене паре; Промене стања влажног ваздуха; Одређивање топлотног протока и топлотног флукса при провођењу топлоте; Одређивање топлотног протока и коефицијента пролажења топлоте.

План и распоред извођења наставе	
Наставна недеља	НАЗИВ НАСТАВНЕ ЈЕДИНИЦЕ
Предавања	
1	Упознавање са циљем и очекиваним исходом предмета, планом и начином рада на предмету. Представљање литературе. Термодинамички систем и околина. Термодинамичке величине стања.
2	Нулти закон термодинамике. Једначине стања идеалног гаса и реалних флуида. Повратни и неповратни процеси.
3	Енергија система. Топлота и рад. Укупна енергија система. Унутрашња енергија. Енталпија. Топлотни капацитет.
4	Закони одржања масе и енергије. Први закон термодинамике за затворен термодинамички систем. Политропска промена стања у затвореном систему.
5	Количина топлоте и рад при политропској, изохорској, изобарској, изотермској и адијабатској и промени стања у затвореном термодинамичком систему.
6	Први закон термодинамике за отворен термодинамички систем. Материјални биланс отвореног система. Енергетски биланс отвореног система.
7	Формулације Другог закона термодинамике. Ентропија и математичка формулација Другог закона термодинамике. Веза ентропије и термодинамичке температуре. Изрази за промену ентропије идеалног гасовитог система у зависности од промене величина стања система.
8	Промена ентропије за изохорску, изобарску, изотермску, адијабатску и политропску промену стања. Примена Другог закона термодинамике на кружне процесе. Деснокретни и левокретни кружни процеси. Ентропија система. Принцип повећања ентропије система. Ентропија и неповратност процеса.
9	Максималан рад за кружне и монотермне процесе. Максималан рад хемијских процеса. Основни појмови термохемије.
10	Промена Хелмхолцове и Гибсове енергије. Нернстова теорема. Трећи закон

	термодинамике и апсолутна ентропија. Реални флуиди. Поређење понашања реалних флуида и идеалног гаса.
11	Реални флуиди. Фазне трансформације реалних флуида. Водена пара. Фазни дијаграми воде.
12	Идеалне гасовите смеше. Масени, запремински и молски састав смеше. Једначине стања смеше. Унутрашња енергија, енталпија и ентропија смеса идеалних гасова.
13	Влажан ваздух. Апсолутна, релативна влажност и густина влажног ваздуха. Енталпија влажног ваздуха.
14	Простирање топлоте. Механизми простирања топлоте. Провођење топлоте.
15	Конвективно простирање топлоте. Пролажење топлоте. Зрачење топлоте.
Вежбе	
1	Упознавање са програмском и организационом концепцијом вежби, предиспитним активностима и обавезама. Методологија израде задатака.
2	Једначина стања чистих идеалних флуида.
3	Израчунавање топлотних капацитета система.
4	Примена Првог закона термодинамике на затворен систем.
5	Израчунавање количине топлоте и рада размењених при променама стања у затвореном систему.
6	Примена Првог закона термодинамике на отворен систем. Енергетска анализа процеса струјања.
7	Провера знања.
8	Израчунавање промене ентропије за примере изохорске, изобарске, изотермске, адијабатске и политропске промене стања.
9	Израчунавање топлотних ефеката хемијских реакција. Примена Хесовог закона за одређивање топлотних ефеката хемијских реакција.
10	Примери примене Другог закона термодинамике на кружне процесе (циклусе).
11	Одређивање величина стања водене паре.
12	Одређивање величина стања идеалних гасовитих смеша.
13	Одређивање величина стања влажног ваздуха.
14	Провера знања.
15	Одређивање топлотног протока и топлотног флукса при провођењу топлоте и при конвекцији топлоте. Одређивање топлотног протока и коефицијента пролажења топлоте.

Начин оцењивања – структура и број поена на предиспитним обавезама и испиту			
Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
Активност у току предавања	5	писмени испит	45
Активност у току рачунских вежби	10	усмени испит	
Колоквијум-и	40	

Литература
Литература
1. Ђорђевић Б, Валент В, Шербановић С, Термодинамика са термотехником, Београд, ТМФ, 2010.
2. Ђорђевић Б. и остали, Збирка задатака из термодинамике са термотехником, Београд, ТМФ, 2007.
3. Нинковић Р. и остали, Теоријски основи неорганске хемијске технологије, Београд, ТМФ, 2003.

4. Вороњец Д. и остали, Решени задаци из термодинамике са изводима из теорије, Београд, МФ, 2001.
5. Марјановић В, Термодинамика – теоријске основе са рачунским задацима, материјал са предавања и вежби, Академија струковних студија Западна Србија, Одсек Ужице, 2020.