

Струка (назив):		МАШИНСТВО И ОБРАДА МЕТАЛА		
Занимање (назив):		Авиотехничар за ваздухоплов и мотор		
Предмет (назив):		ОСНОВЕ ТЕРМОДИНАМИКЕ, ХИДРАУЛИКА И ПНЕУМАТИКА		
Опис (предмета):		Стручно – теоријски предмет		
Модул (наслов):		ИДЕАЛНИ ГАСОВИ И ПАРА		
Датум:		2026. година	Шифра:	Редни број: 01
Сврха				
Стицање основних знања о термодинамичким системима, законима идеалних гасова и трансформацији топлоте у рад, што је кључно за разумијевање рада ваздухопловних клипних и млазних мотора.				
Специјални захтјеви / Предуслови				
Познавање градива из предмета: <ul style="list-style-type: none">- Физика- Техничка механика и аеродинамика- Математика				
Циљеви				
Овај модул има циљеве да ученици: <ul style="list-style-type: none">- буду упознати са термодинамичким системима и величинама стања идеалног гаса,- разумију једначине стања идеалног гаса и принципе мијешања гасова,- дефинишу унутрашњу енергију, енталпију, топлоту и рад,- овладају првим законом термодинамике као основом енергетског биланса,- стекну основу за проучавање топлотних машина и термоенергетике.				
Теме				
<div>1. Основни појмови</div> <div>2. Идеални гасови и мјешавине идеалних гасова</div> <div>3. Енергија система</div> <div>4. Први закон термодинамике</div> <div>5. Водена пара</div>				
Тема	Исходи учења			Смјернице за наставнике
	Знања	Вјештине	Личне компетенције	
	Ученик је способан да:			
1. Основни појмови	<div>- дефинише термодинамички систем и величине стања (једначина стања),</div> <div>- објасни врсте термодинамичких</div>	<div>- кратко опише појам термодинамике у свакодневном животу,</div> <div>- одреди дијелове термодинамичког система,</div>	<div>- развија аналитичко, логичко и графичко размишљање кроз рад са дијаграмима, прорачунима и моделима,</div> <div>- усваја прецизност, систематичност и уредност у</div>	<div>Наставник ће:</div> <div>- повезати садржаје који се обрађују са открићем топлотног мотора,</div>

	<p>процеса и њихове карактеристике,</p> <ul style="list-style-type: none"> - дефинише појам унутрашње енергије и енталпије, - дефинише рад и топлоту као облике енергије, - дефинише први закон термодинамике (енергетски биланс), - дефинише појам ентропије и примјену другог закона термодинамике. 	<ul style="list-style-type: none"> - користи једначину стања система при рјешавању задатака, - разликује врсте термодинамичких процеса, - опише појам унутрашње енергије, - кратко опише појам енталпије, - примјењује први закон термодинамике код рјешавања задатака (енергетски биланс), - примјењује други закон термодинамике код рјешавања задатака. 	<p>техничком раду и графичком представљању процеса,</p> <ul style="list-style-type: none"> - развија способност тимског рада кроз групне вјежбе, дискусије и презентације, - усваја одговорност у интерпретацији резултата и техничком закључивању, - развија вјештину логичког закључивања и систематичност при рјешавању сложених задатака, - изграђује критички став према идеалним моделима и афирмише поштовање природних закона као граница у техничким рјешењима, - развија самосталност у коришћењу техничких приручника, таблица и у доношењу закључака на основу анализе процеса трансформације енергије, - подиже свијест о фундаменталном закону одржања енергије и прихвата значај енталпије, техничког рада и превентивног хлађења материјала, - повезује математичке моделе са стварним физичким промјенама и развија аналитичко размишљање о воденој пари. 	<ul style="list-style-type: none"> - повезати садржаје који се обрађују са усвојеним знањима из физике, - шематски приказати врсте система, - објаснити равнотежне, неравнотежне, повратне и неповратне процесе, - објаснити појам и значај механичког рада и топлоте, - користити графичке приказе и прорачуне, - извести обрасце за отворене и затворене системе, - извести образац за степен корисности.
2. Идеални гасови и мјешавине идеалних гасова	<ul style="list-style-type: none"> - наведе које термодинамичке величине утичу на стање гаса, - дефинише промјене стања идеалног гаса, - објасни значај процеса пригушивања, - дефинише састав мјешавине идеалних гасова. 	<ul style="list-style-type: none"> - одабере термодинамичке величине које утичу на стање гаса, - прикаже промјене стања идеалног гаса у дијаграмима, - одређује термодинамичке величине стања идеалног гаса кроз рјешавање задатака, - прорачуна рад и топлоту, - прикаже процес пригушивања, - класификује састав мјешавине идеалних гасова. - рјешава задатке из мјешавине идеалних гасова. 	<p>техничком раду и графичком представљању процеса,</p> <ul style="list-style-type: none"> - развија способност тимског рада кроз групне вјежбе, дискусије и презентације, - усваја одговорност у интерпретацији резултата и техничком закључивању, - развија вјештину логичког закључивања и систематичност при рјешавању сложених задатака, - изграђује критички став према идеалним моделима и афирмише поштовање природних закона као граница у техничким рјешењима, - развија самосталност у коришћењу техничких приручника, таблица и у доношењу закључака на основу анализе процеса трансформације енергије, - подиже свијест о фундаменталном закону одржања енергије и прихвата значај енталпије, техничког рада и превентивног хлађења материјала, - повезује математичке моделе са стварним физичким промјенама и развија аналитичко размишљање о воденој пари. 	<p>Наставник ће:</p> <ul style="list-style-type: none"> - извести једначину стања идеалног гаса, - урадити вјежбу са прорачуном и дијаграмом, - дати задатак ученицима у којем треба да прорачунају величине процеса. Ученици треба да рјешавају задатак у пару или групи. Резултате рада треба да презентују осталим ученицима, - извести прорачун енталпије, - извести једначину стања мјешавине гасова.

3. Енергија система	<ul style="list-style-type: none"> - дефинише основне и изведене јединице енергије, - објасни појам унутрашње топлотне енергије система, - дефинише специфичну топлоту гаса при константној запремини и константном притиску, 	<ul style="list-style-type: none"> - разликује основне и изведене јединице енергије, - разликује појам унутрашње од механичке енергије система, - одреди специфичну топлоту гаса при константној запремини и константном притиску, - одреди вриједност унутрашње топлотне енергије идеалног гаса. 		<p>Наставник ће:</p> <ul style="list-style-type: none"> - објаснити разлику између унутрашње енергије, рада и топлоте, - представити основне и изведене јединице енергије које се користе у техници, - организовати кратку вјежбу претварања мјерних јединица, - објаснити природу унутрашње топлотне енергије и појам специфичне топлоте, - показати како се користе таблице специфичних топлота гасова у зависности од температуре - извести једноставан израз за промјену унутрашње енергије идеалног гаса, - задати рачунске вјежбе за прорачун количине топлоте и промјене унутрашње енергије на конкретним техничким примјерима.
4. Први закон термодинамике	<ul style="list-style-type: none"> - дефинише термодинамички процес, - објасни први закон термодинамике и његову математичку формулацију, - објасни основне гасне законе (изобарски – Геј Лисаков, изохорски – Шарлов, изотермски – Бојл-Мариотов, адијабатски – Поасонов) и њихове примјене, 	<ul style="list-style-type: none"> - разликује повратне од неповратних термодинамичких процеса, - прикаже термодинамичке процесе у p-V дијаграму, - изведе и примјени основне гасне законе (изобарски – Геј Лисаков, изохорски – Шарлов, изотермски – Бојл-Мариотов, адијабатски – Поасонов), - графички прикаже изобарски, изохорски, 		<p>Наставник ће:</p> <ul style="list-style-type: none"> - дефинисати термодинамички процес, - показати ученицима како се представљају процеси у p-V дијаграму, - извести математичку формулацију првог закона термодинамике, - анализирати појединачне промјене стања кроз експерименталне законе,

	<ul style="list-style-type: none"> - дефинише политропску промјену стања и њен значај, - објасни појам енталпије и техничког рада у контексту енергетског биланса. 	<ul style="list-style-type: none"> изотермски и адијабатски процес у p-V дијаграму, - примјени први закон термодинамике на различите процесе идеалног гаса, - изведе политропску промјену стања и користи појам енталпије у реалним процесима, - рјешава задатке из првог закона термодинамике. 		<ul style="list-style-type: none"> - објаснити специфичности адијабатског процеса, - примијенити први закон термодинамике на све четири основне промјене, - објаснити политропску промјену као општи модел, - дефинисати енталпију, - организовати вјежбе, самостално или у групи, скицирања процеса гдје ученици самостално цртају промјене из задатог почетног стања (експанзија или компресија) у p-V дијаграму, - указати на практичну примјену ових закона у раду мотора са унутрашњим сагоријевањем и пнеуматских система.
5. Водена пара	<ul style="list-style-type: none"> - дефинише појам реалног гаса, - објасни разлику између идеалног и реалног гаса, - опише процес настанка паре, - објасни величине стања водене паре и њихов значај, - објасни процес настанка паре у p-V, T-s и h-s дијаграму. 	<ul style="list-style-type: none"> - прикаже процес настанка паре у p-V дијаграму, - користи табеле за одређивање величина стања водене паре, - користи T-s дијаграм за водену пару, - користи h-s дијаграм за водену пару, - рјешава задатке из водене паре. 		<p>Наставник ће:</p> <ul style="list-style-type: none"> - приказати промјене стања реалног гаса у фазном дијаграму, - објаснити промјене стања водене паре и приказати их у p-V, T-s и h-s дијаграмима, - задати вјежбу и објаснити поступак прорачуна величина мокре паре, - упоредити промјене стања у p-V дијаграму са приказом истих процеса у T-s и h-s дијаграмима кроз графичку вјежбу, - урадити вјежбу графичког одређивања величина стања паре коришћењем дијаграма,

				Ученици треба да израђују задатак у пару или групи. Резултате рада презентовати осталим ученицима.
Интеграција				
Остварити везу са: <ul style="list-style-type: none"> - Физиком - Математиком - предметом Клипни мотори и елисе - Практичном наставом 				
Извори				
<ul style="list-style-type: none"> - Уџбеник одобрен од стране Министарства просвјете и културе Републике Српске - Друга стручна и теоријска литература - Презентације - Шеме - Слајдови - Цртежи - Интернет 				
Оцјењивање				
Оцјењивање се врши у складу са Законом о средњем образовању и васпитању и Правилником о оцјењивању ученика у настави и полагању испита у средњој школи. О техникама и критеријима оцјењивања ученике треба упознати на почетку изучавања модула.				

Струка (назив):		МАШИНСТВО И ОБРАДА МЕТАЛА		
Занимање (назив):		Авиотехничар за ваздухоплов и мотор		
Предмет (назив):		ОСНОВЕ ТЕРМОДИНАМИКЕ, ХИДРАУЛИКА И ПНЕУМАТИКА		
Опис (предмета):		Стручно – теоријски предмет		
Модул (наслов):		САГОРИЈЕВАЊЕ, КЛИМАТИЗАЦИЈА И ВЛАЖАН ВАЗДУХ		
Датум:	2026. година	Шифра:	Редни број: 02	
Сврха				
Стицање знања о кружним процесима топлотних машина, ентропији и карактеристикама горива релевантним за погонске системе ваздухоплова.				
Специјални захтјеви / Предуслови				
Завршен модул 01				
Циљеви				
Овај модул има циљеве да ученици: <ul style="list-style-type: none">- схвате други закон термодинамике и појам неповратности процеса,- анализирају рад топлотних мотора кроз Ото, Дизел и Џул циклусе,- овладају принципима хлађења и рада топлотних пумпи,- разумију термодинамику сагоријевања и енергетску вриједност горива,- знају прорачунати параметре климатизације и влажног ваздуха.				
Теме				
1. Други закон и деснокретни кружни процеси 2. Љевокретни кружни процеси 3. Сагоријевање и пренос топлоте 4. Климатизација и влажан ваздух				
Тема	Исходи учења			Смјернице за наставнике
	Знања	Вјештине	Личне компетенције	
	Ученик је способан да:			
1. Други закон и деснокретни кружни процеси	- опише деснокретни кружни процес на произвољном примјеру, - дефинише други закон термодинамике, - дефинише термодинамички степен искоришћења, - опише Карноов кружни циклус,	- прикаже деснокретни кружни процес у p-V дијаграму, - изведе термодинамички степен искоришћења, - скицира Карноов кружни циклус, - изведе математичку формулацију термодинамичког степена	- развија аналитичко, логичко и графичко размишљање кроз рад са дијаграмима, прорачунима и моделима, - усваја прецизност, систематичност и уредност у техничком раду и графичком представљању процеса,	Наставник ће: - демонстрирати деснокретни кружни процес на произвољном примјеру, - изложити основне формулације Другог закона термодинамике (Клаузијусову и Келвинову), - дефинисати термодинамички степен корисности као однос

	<ul style="list-style-type: none"> - опише Отов циклус, Дизелов циклус и Џулов циклус, - дефинише термодинамичку температуру, - објасни други закон термодинамике и његову математичку формулацију, - објасни изобарски, изохорски, изотермски, адијабатски и политропски процес, - дефинише ентропију изолованог система, ентропију повратних и неповратних процеса. 	<ul style="list-style-type: none"> корисности Карноовог циклуса, - скицира Отов циклус, Дизелов циклус и Џулов циклус, - изведе математичку формулацију другог закона термодинамике, - скицира изобарски, изохорски, изотермски, адијабатски и политропски процес у Т-S дијаграму, - скицира Т-S дијаграм за Карноов кружни процес, - повеже теоријске циклусе са радом клипних и млазних мотора. 	<ul style="list-style-type: none"> - развија способност тимског рада кроз групне вјежбе, дискусије и презентације, - усваја одговорност у интерпретацији резултата, техничком прорачуну и доношењу закључака, - изграђује одговоран однос према заштити животне средине и афирмише принципе одрживог развоја, - развија професионалну знатижељу и етику у тражењу и примјени техничких рјешења, - разумије основе рада клипних и млазних мотора и прихвата значај праћења циклуса рада ради дијагностике кварова, - развија свијест о енергетским губицима и потреби за оптимизацијом топлотних машина, уз афирмацију инжењерског размишљања за повећање степена корисности, 	<ul style="list-style-type: none"> добијеног рада и уложене топлоте, - анализирати Карноов кружни циклус, - извести математичку формулацију степена корисности за Карноов циклус, - дефинисати промјену ентропије за изоловане системе, - математички формулисати други закон термодинамике кроз израз за промјену ентропије, - урадити вјежбе и задатке са прорачунима измјењене количине топлоте, корисног рада и термодинамичког степена искоришћења за све деснокретне кружне процесе.
2. Љевокретни кружни процеси	<ul style="list-style-type: none"> - објасни принцип рада расхладних уређаја и топлотних пумпи, - објасни рад компресора, - објасни разлику између истосмјерних и супротно смјерних измјењивача, - објасни принцип рада расхладних уређаја и топлотних пумпи, - дефинише ефикасност хлађења, - дефинише коефицијент хлађења, - објасни измјењиваче топлоте. 	<ul style="list-style-type: none"> - разликује коефицијенте хлађења и гријања, - процјењује интензитет преноса топлоте у различитим условима, - упореди истосмјерне и супротносмјерне измјењиваче кроз конкретне примјере, - скицира шему компресорске расхладне машине, - препознаје принципе рада клима-уређаја, - препознаје енергетски ефикасне системе гријања. 	<ul style="list-style-type: none"> - схвата значај енергетски ефикасних расхладних система и развија еколошку свијест о штетности радних материја (нпр. фреона), - показује прецизност при анализи размјене енергије и подржава технологије попут топлотних пумпи као дио одрживог развоја, - развија одговорност при руковању горивима и разумије пожарне ризике, уз 	<p>Наставник ће:</p> <ul style="list-style-type: none"> - демонстрирати принцип рада љевокретног циклуса, - детаљно описати функцију компресора, - дефинисати и математички објаснити коефицијент хлађења, - упоредити ефикасност хлађења са ефикасношћу топлотне пумпе, - објаснити улогу измјењивача топлоте (испаривача и кондензатора) у систему,

			аналитички приступ у рјешавању проблема прегријавања и прорачуну топлотних губитака,	- визуелно представити процес у p-h дијаграму (притисак-енталпија).
3. Сагоријевање и пренос топлоте	<ul style="list-style-type: none"> - објасни врсте ваздухопловних горива, - дефинише топлотну моћ горива (горњу и доњу), - дефинише основне начине преношења топлоте: кондукцију, конвекцију и зрачење, - дефинише реакцију сагоријевања, - наведе основне начине преношења топлоте, - дефинише појам термичке проводљивости и коефицијента прелаза топлоте, - дефинише специфични топлотни флуks зрачења и пролажења топлоте кроз зид, - разликује апсолутни рад од техничког рада у термодинамичким системима. 	<ul style="list-style-type: none"> - процјењује квалитет горива на основу његовог састава и енергетске вриједности, - анализира реакцију сагоријевања, - прорачунава количину ослобођене топлоте из горива, - одређује количину топлоте која се пренесе провођењем кроз једнослојан, вишеслојан и цилиндричан зид, - израчунава количину топлоте која прелази са чврстог зида на флуид (конвекција), - анализира специфични топлотни флуks за раван и цилиндричан зид, - графички приказује технички рад у p-V дијаграму и користи га у енергетским билансима. 	<ul style="list-style-type: none"> - схвата важност микроклиме за здравље људи и безбједност рада, развија систематичност у коришћењу сложених дијаграма (нпр. h-x дијаграм) и исказује професионалну етику у одржавању климатизационих система, - прихвата значај контроле микроклиме за правилан рад осјетљиве техничке опреме и исказује одговорност у одржавању система за климатизацију. 	<p>Наставник ће:</p> <ul style="list-style-type: none"> - објаснити зашто је за авијацију пресудна доња топлотна моћ и како хемијски састав горива утиче на снагу мотора, - дефинисати доњу топлотну моћ горива, - демонстрирати пренос топлоте кроз дијаграме, - користити реалне примјере за конвекцију и зрачење, - визуелно приказати разлику између рада у затвореном цилиндру (клипни мотор) и рада на вратилу (турбина) користећи p-V дијаграм.
4. Климатизација и влажан ваздух	<ul style="list-style-type: none"> - дефинише састав влажног ваздуха (смјеша сувог ваздуха и водене паре), - објасни разлику између апсолутне и релативне влажности ваздуха, - објасни појам тачке росе и значај кондензације влаге, 	<ul style="list-style-type: none"> - користи хигрометар и психрометар за мјерење влажности, - опише припрему ваздуха, - користи h-x дијаграм за приказ процеса климатизације, - разликује типове хладњака и гријача у ваздухоплову, 		<p>Наставник ће:</p> <ul style="list-style-type: none"> - показати ученицима како се тачка росе појављује у пракси (нпр. замагљивање стакала или кондензација на инсталацијама), - објаснити значај влажности за електронику,

	<ul style="list-style-type: none"> - објасни структуру и сврху h-x (Молијеровог) дијаграма, - опише основне елементе клима коморе (гријач, хладњак, овлаживач), - објасни појам и улогу климатизације, - дефинише појам чисте собе и значај филтрације ваздуха. 	<ul style="list-style-type: none"> - прорачунава количину кондензата који се издваја при хлађењу ваздуха, - анализира процесе загријавања, хлађења и сушења ваздуха у клима системима, - одређује потребну количину топлоте за постизање жељених параметара микроклиме. 		<ul style="list-style-type: none"> - демонстрирати рад клима уређаја кроз фазе, - повезати тему са безбједношћу лета (залеђивање пито-цијеви или кабине услед влаге), - организовати вјежбу у којој ученици на основу измјерене температуре и влажности у учионици одређују тачку росе и енталпију помоћу дијаграма, - објаснити механизам рада аутоматске регулације.
Интеграција				
<ul style="list-style-type: none"> - Физика - Математика - Клипни мотори и елисе - Практична настава 				
Извори				
<ul style="list-style-type: none"> - Уџбеник одобрен од стране Министарства просвјете и културе Републике Српске - Друга стручна и теоријска литература - Презентације - Шеме - Слајдови - Цртежи - Интернет 				
Оцјењивање				
Оцјењивање се врши у складу са Законом о средњем образовању и васпитању и Правилником о оцјењивању ученика у настави и полагању испита у средњој школи. О техникама и критеријима оцјењивања ученике треба упознати на почетку изучавања модула.				