

ГИМНАЗИЈА
РАЗРЕД: ДРУГИ
СМЈЕР: ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ
НАСТАВНИ ПРЕДМЕТ: ФИЗИКА

Годишњи број часова: 108

Седмични број часова: 3

СВРХА НАСТАВНОГ ПРЕДМЕТА

Сврха наставе физике у другом разреду гимназије је да ученици прошире и продубе знања о структури материје, топлотним појавама, особинама флуида, агрегатним стањима материје и електричним појавама, те да развијају научни начин размишљања, способност експерименталног рада и примјене физичких закона у свакодневном животу и техници. Настава физике доприноси формирању функционалних знања, логичког и критичког мишљења, као и интересовања за природне науке и техничке дисциплине.

ОПШТИ ЦИЉЕВИ ПРЕДМЕТА

Општи циљеви наставе физике у другом разреду гимназије су:

- развијање научног погледа на свијет заснованог на физичким законитостима;
- проширивање знања о молекулској структури материје и топлотним процесима;
- разумијевање основних особина флуида и агрегатних стања материје;
- усвајање основних појмова и закона електростатике и једносмјерне електричне струје;
- развијање способности примјене физичких закона у рјешавању теоријских и практичних задатака;
- оспособљавање ученика за експериментални рад, мјерење и анализу резултата;
- развијање логичког, критичког и аналитичког мишљења;
- повезивање физичких садржаја са другим природним наукама и примјенама у техници и свакодневном животу.

ПОСЕБНИ ЦИЉЕВИ ПРЕДМЕТА

Посебни циљеви наставе физике у другом разреду гимназије су да ученици:

- разумију молекулску структуру материје и повезаност микроскопских и макроскопских особина супстанци;
- усвоје основне појмове и законитости термодинамике и начина преноса топлоте;
- разумију физичке особине течности и гасова и примјену закона механике флуида;
- разликују агрегатна стања материје и објасне фазне прелазе;
- разумију основне појмове и законитости електростатике;
- усвоје основне појмове и законе једносмјерне електричне струје;
- развијају способност примјене физичких закона у рјешавању задатака и практичним ситуацијама;
- оспособљавају се за експериментални рад, правилно коришћење мјерних инструмената и анализу резултата мјерења;
- развијају логичко, критичко и самостално мишљење и интересовање за даље изучавање физике и других природних и техничких наука.

НАСТАВНЕ ТЕМЕ:

- 1. Молекулско-кинетичка теорија**
- 2. Термодинамика**
- 3. Флуиди**
- 4. Молекулске силе и агрегатна стања**
- 5. Електростатика**
- 6. Електрична струја**

Наставна тема: Молекулско-кинетичка теорија			
Исходи учења	Активности ученика	Међупредметно повезивање	
Ученик ће бити способан да: -дефинише молекулско-кинетички модел проучавања гасова; - дефинише ред величине димензија и масе молекула; -процијени број молекула у одређеној запремини; -разликује појмове идеалног и реалног гаса; - објасни појам температуре са микроскопског становишта и разликује Целзијусову и апсолутну скалу; - наброји и објасни брзине молекула; - опише појам притиска; - изрази основну једначину молекулско-кинетичке теорије; - изведе једначину стања идеалног гаса из основне једначине молекулско-кинетичке теорије; - повеже макроскопске карактеристике гаса са микроскопским карактеристикама кретања молекула; - дефинише изопроцесе; -користи једначину стања идеалног гаса и графике за објашњавање изопроцеса;	Ученик ће: -пратити излагање наставника и учествовати у разговору; -поновити стечена знања из хемије; -рјешавати рачунске задатке; - анализирати графике изопроцеса; - на основу анализе графика зависности једног пара величина цртати графике зависности других парова величина (pV, VT, pT); - посматрати и демонстрационе огледе; - табеларно и графички приказати резултате лабораторијских мјерења; - самостално и у групи изводити закључке на основу експерименталних резултата; - направити презентацију о физичарима који су дали значајан	Предмет: Математика Хемија Географија Рачунарство и информатика	Тема: Степеновање и корјеновање Линеарна функција Графичко представљање линеарне зависности Директна и обрнута пропорционалност Величина атома и молекула Количина супстанце, Авогадров број Мјерење физичких величина у метеорологији Изобаре и изотерме у географији Температура као фактор који утиче на климу, климатске промјене и живи свијет на Земљи Употреба MS Excel-а за табеларно прикупљање

- објасни принцип рада гасног термометра; - дефинише Авогадров закон.	допринос развоју молекулско-кинетиче теорије.		података и графичко представљање података
--	---	--	---

Наставна тема: Термодинамика			
Исходи учења	Активности ученика	Међупредметно повезивање	
Ученик ће бити способан да: - дефинише унутрашњу енергију; - користи изразе за унутрашњу емнергију идеалног гаса; - разликује температуру и топлоту; - дефинише топлотни капацитет тијела и специфични топлотни капацитет; - опише начин	Ученик ће: - пратити излагање наставника и учествују у разговору о термодинамичким појмовима;	Предмет: Историја Математика	Тема: Парна машина, прва индустијска револуција Линеарне једначине График линеарне функције

експерименталног одређивања специфичног топлотног капацитета металног тијела; - примјењује први принцип термодинамике; - израчунава рад идеалног гаса; - графички приказује рад гаса у pV-дијаграму у различитим процесима; - разликује специфични топлотни капацитет гаса и моларни топлотни капацитет гаса при сталном притиску и при сталној запремини; - објасни како настају адијабатски процеси; - примјењује Поаасонову једначину адијабате; - тумачи други принцип Термодинамике; - разликује повратне и неповратне процесе у гасу; - дефинише промјену ентропије Система; - опише принцип рада топлотне машине; - објасни радни циклус идеалног топлотног мотора; - израчунава коефицијент корисног дејства топлотне машине; - израчунава енергетски биланс у различитим процесима у гасу у току једног радног циклуса топлотног мотора задатог у $p-V$, $p-T$ и $V-T$ дијаграму;	- анализирати примјере промјене унутрашње енергије у свакодневном животу; - рјешавати рачунске задатке који укључују топлотни капацитет и специфични топлотни капацитет - користити калориметар у лабораторијској вјежби; - примјењивати први принцип термодинамике на једноставним примјерима; - анализирати рад идеалног гаса у изопроцесима уз помоћ дијаграма; - посматрати демонстрациони оглед адијабатског процеса и изводити закључке; - објашњавати значај ентропије и другог принципа термодинамике; - анализирати принцип рада топлотних мотора на практичним примјерима; - тумачити значај Карноовог циклуса;	Биологија Рачунарство и информатика	Терморегулација, метаболизам, размјена енергије Симулације физичких процеса
---	---	--	--

- опише принцип рада машине за хлађење и топлотне пумпе; - дефинише коефицијент корисног дејства машине за хлађење и топлотне пумпе; - наведе основне узроке глобалног загријавања и његове посљедице на живот на Земљи; - наведе активности које умањују или спречавају ефекат стаклене баште.	- учествовати у дискусији о узроцима и посљедицама глобалног загријавања; - табеларно и графички приказивати резултате лабораторијских мјерења; - самостално и у групи изводити закључке на основу експерименталних резултата.		
--	--	--	--

Наставна тема: Флуиди			
Исходи учења	Активности ученика	Међупредметно повезивање	
Ученик ће бити способан да: - објасни основне карактеристике флуида; - изведе и објасни формулу за притисак стуба флуида, те наводи од чега зависи дати притисак; - идентификује ограниченост формуле за притисак стуба флуида; - изведе, дефинише и објасни Паскалов закон; - објасни примјену Паскаловог закона на хидрауличној дизалици и преси	Ученик ће: - рјешавати рачунске задатке са притиском стуба флуида; - мјерити притиске на различитим дубинама у течности и провјеравати формулу за притисак стуба флуида (производ густине течности и гравитационог убрзања је нагиб на графику зависности притиска од дубине); - анализирати и демонстрирати примјену формуле за статички	Предмет: Математика Рачунарство и информатика	Тема: Линеарна функција Графичко представљање линеарне зависности Директна и обрнута пропорционалност Употреба MS Excel-а за табеларно прикупљање података и графичко представљање података

(подизање већег терета од примијењене силе); - изведе, дефинише и објасни Архимедов закон; - објасни појам привидне тежине тијела у флуиду; - објасни, према Архимедовом закону, зашто тијела плутају, пливају или тону на нпр. примјеру подморнице; - разликује идеални од реалног флуида; - дефинише стационарно протицање, дјелића флуида и струјне линије; - изведе, дефинише и објасни једначину континуитета; - објасни брзине протока у крвном систему човјека користећи једначину континуитета; - дефинише запремински и масени проток, те их повезује преко густине; - изведе, дефинише и објасни Бернулијеву једначину преко закона одржања енергије; - изводи формулу за Вентуријеву цијев, те објашњава како се она може користити за одређивање брзине протока флуида; - изводи Торичелијеву теорему за истицање течности из широког суда, те	притисак у крвном систему човјека и у инфузији; - демонстрирати Паскалов закон са балоном са рупицама по цијелој површини; - анализирати рад хидрауличног система кочења код аутомобила; - рјешавати задатке са Паскаловим и Архимедовим законом; - анализирати и демонстрирати Архимедов закон са тијелима различитих густина у датом флуиду; - одређивати силу потиска помоћу динамометра мјерењем стварне и привидне тежине тијела, те показати да је потисак једнак тежини тијелом истиснуте течности; - презентовати чувену причу о круни краља Хијерона и Архимедовом „Еурека“; - демонстрирати једначину континуитета на једноставним примјерима попут течности која протиче кроз еластичну цијев, која се стисне на једном крају; - демонстрирати брзине истицања течности кроз отворе на различитим дубинама у посуди;	Биологија Географија Физичко васпитање	Физиологија биљака Крвоток: срце и крвни судови Хидросфера Атмосфера Рукомет, кошарка, одбојка, фудбал (кретање ротирајуће лопте у ваздуху)
---	---	---	--

објашњава од чега зависи брзина и проток флуида који истиче; - објасни лет авиона користећи Бернулијеву једначину; - објасни промјену притиска при сужењу (стеноза) крвног суда користећи Бернулијеву једначину; - објасни значај Поазејевог закона и границе важења Бернулијеве једначине; - објашњава принцип мјерења крвног притиска.	- анализирати Бернулијеву једначину кориштењем симулација (PhET); - анализирати и дискутовати различите појаве примјеном Бернулијеве једначине: лет авиона, протицање крви кроз сужени крвни суд (настанак анеуризме), сифон за пражњење посуде (нпр. за гориво у аутомобилу), рад фонтане, Питоова цијев за мјерење брзине протока флуида (ријеке или брзине кретања авиона), хидроелектрана, ураган који подиже кров куће, распршивач (парфема), инјекција; - објашњавати Магнусов ефекат на разним примјерима кретања лопте у спорту; - демонстрирати и објашњава Бернулијеву једначину у експерименту са два листа папира, тениском лоптицом и феном; - анализирати рад сфигмоманометра за мјерење крвног притиска при аускултацијској методи мјерења крвног притиска; - рјешавати најприје једноставније, а затим и сложеније задатке са једначином континуитета и		
--	--	--	--

	Бернулијевом једначином у многобројним примјерима. Лабораторијске вјежбе: - Провјера Бернулијеве једначине помоћу Вентуријеве цијеви; - Провјера Торичелијеве теореме; - Провјера Архимедовог закона.		
--	---	--	--

Наставна тема: Молекулске силе и агрегатна стања			
Исходи учења	Активности ученика	Међупредметно повезивање	
Ученик ће бити способан да: - опише природу молекулских сила (привлачне и одбојне); - објасни зависност молекулских сила од растојања између молекула; - објасни појам потенцијалне јаме и помоћу ње тумачи стабилност равнотеже молекула у чврстом и течном стању; - објасни појаву топлотног ширења на основу кретања честица; - примијени формуле за линеарно и запреминско ширење; - разликује кристална и аморфна тијела на основу уређености честица и температуре топљења;	Ученик ће: - цртати график зависности потенцијалне енергије међумолекулских сила од растојања; - анализирати анимирани приказ (нпр. PhET симулације) међумолекулских привлачних и одбојних сила; - мјерити ширења течности у капилари (нпр. алкохол у термометру) – групни рад; - рјешавати задатке израчунавањем линеарног и запреминског ширења коришћењем таблица кофицијената;	Предмет: Хемија Математика Биологија Географија	Тема: Чврсто, течно и гасовито стање, међумолекулске силе, повезивање структуре супстанце и агрегатног стања Графички приказ, анализа графика загријавања воде Вода у живим организмима, транспирација Кружење воде у природи, облаци падавине, фазни

- дефинише кристалну решетку и елементарну ћелију; - разликује монокристале од поликристала; - интерпретира график силе и издужења; - описује еластичне и пластичне деформације; - примијени Хуков закон на примјерима деформације истезања и сабијања укључујући задатке са серијском и паралелном везом опруге; - наведе основне особине течних тијела; - објасни површински напон као посљедицу међумолекулских сила и његов утицај на обликовање капи и плутање игле на површини воде; - опише капиларне појаве (капиларно уздизање и спуштање) и објасни их примјеном силе површинског напона и квашења; - наведе врсте фазних прелаза (топљење, очвврћавање, испаравање, кључање, кондензација, сублимација); - опише промјене унутрашње енергије при фазним прелазима; - објасни аномалију воде (највећа густина на 4 °C) и њен значај за живи свијет у природи; - квалитативно опише утицај нечистоћа и притиска на температуру топљења и кључања (нпр. пораст притиска	- посматрати кристале соли, шећера и сл. под лупом или микроскопом; - посматрати топљење воска или парафина (аморфно тијело) и нпр. нафталина (кристално тијело); - конструисати модел кристалне решетке помоћу куглица од стиропора и чачкалица; - одређивати коефицијент еластичности (константу опруге) са графика; - изводити демонстрацију са иглом на површини воде (плутање игле упркос већој густини); - изводити демонстрацију са детерџентом (нарушавање површинског напона - отварање „прозора“ на води попрашеној брашном); - урађати стаклене цијеви различитих пречника у обојену воду и мјерити висину стуба; - демонстрирати са папирном марамом која упија воду – симулација биљних капилара; - цртати и тумачити p-T дијаграме (тројна тачка, критична тачка); - експериментално одређивати Јунгов модул еластичности; - експериментално одређивати коефицијент површинског напона; - интерпретирати експерименталне резултате (заокруживање грешака		прелази у атмосфери и хидросфери
--	---	--	---

повишава тачку кључања, снижава тачку топљења леда); - анализира дијаграм фазних прелаза (p–T дијаграм) и одреди на њему тројну тачку, критичну тачку и области постојања чврстог, течног и гасовитог стања.	мјерења, закључак на основу графика).		
---	---------------------------------------	--	--

Наставна тема: Електростатика			
Исходи учења	Активности ученика	Међупредметно повезивање	
Ученик ће бити способан да: – објасни елементарну количину наелектрисања, начине наелектрисавања тијела (трењем, додиром и индукцијом) и примијени закон одржања количине наелектрисања; – искаже Кулонов закон, анализира зависност силе од количине наелектрисања и растојања и рјешава задатке са суперпозицијом Кулонових сила; – дефинише јачину електричног поља, графички прикаже поље помоћу линија силе и одреди јачину поља у задатим тачкама;	Ученик ће: – посматрати оглед наелектрисавања трењем, уочити привлачење и одбијање различитих парова наелектрисаних тијела и самостално закључити да постоје двије врсте наелектрисања; – посматрати оглед наелектрисавања индукцијом и нацртати расподјелу наелектрисања у свакој фази огледа. Препорука: https://www.physicsclassroom.com/class/estatics/Lesson-2/Charging-by-Induction – мијењати количину	Предмет: Математика Хемија Географија	Тема: Пропорционалност и обрнута пропорционалност, вектори, скалари; симетрија Електронегативност и поларност молекула, јонска веза Атмосферско електрично поље, муња, громобран

– изведе израз за рад силе у електричном пољу, закључи да рад не зависи од облика путање и повеже га са промјеном потенцијалне енергије наелектрисања; – дефинише електрични потенцијал и напон, нацрта екипотенцијалне површине и образложи њихов однос са линијама силе; – изведе и примијени везу између јачине хомогеног електричног поља и напона ($E = U/d$); – дефинише електрични капацитет проводника и кондензатора, изведе формуле за еквивалентни капацитет редне и паралелне везе и рјешава задатке са комбинованим везивањем; – израчуна енергију кондензатора; – дефинише флукс електричног поља ($\Phi = E \cdot S \cdot \cos\alpha$) и наведе јединицу; – искаже Гаусову теорему и образложи њен физички смисао; – примијени Гаусову теорему на одређивање јачине поља равномјерно наелектрисане равни, уведе површинску густину наелектрисања σ и изведе израз $E = \sigma/2\epsilon_0$; – примијени Гаусову теорему на раван кондензатор, изведе израз $E = \sigma/\epsilon_0$ и образложи занемарљивост поља изван кондензатора (идеалан случај); – примијени Гаусову теорему на наелектрисану сферу, изведе да је поље	наелектрисања и растојање у oPhysics симулацији, очитавати силу и графички верификовати Кулонов закон ($F \sim 1/r^2$); – ријешити задатке суперпозиције Кулонових сила и одредити резултујућу силу на треће наелектрисање смјештено између или изван двају наелектрисања; – нацртати линије силе за тачкасто позитивно и негативно наелектрисање, два иста и два супротна наелектрисања, као и за хомогено поље кондензатора, и уочити правила густине и смјера; – посматрати оглед са линијама силе у електричном пољу и упоредити добијени приказ са приказима у уџбенику или на интернет изворима; – користити PhET симулацију „Charges and Fields“, постављати наелектрисања, очитавати јачину поља у произвољним тачкама и нацртати екипотенцијалне површине; – уочити да су екипотенцијалне површине увијек нормалне на линије силе; – посматрати оглед електричног вјетра и образложити механизам кретања јона у пољу;	Биологија	ЕКГ, јонски канали у мембранама, диполни карактер молекула воде
--	---	------------------	--

изван сфере исто као поље тачкастог наелектрисања, а да је унутар проводне сфере поље једнако нули, и нацрта график зависности $E(r)$;

- образложи услове електростатичке равнотеже у проводнику: поље унутар проводника једнако је нули, вектор електричног поља нормалан је на површину, а потенцијал свих тачака проводника исти;
- закључи да се наелектрисање распоређује по спољашњој површини проводника и да је већа густина наелектрисања на мјестима мањег полупречника закривљености;
- разликује поларне и неполарне молекуле и опише индукциони и оријентациони механизам поларизације диелектрика;
- дефинише диполни моменат ($p = ql$) и изведе израз за момент силе на дипол у хомогеном пољу ($M = pE \cdot \sin\alpha$);
- објасни да се дипол у нехомогеном пољу истовремено ротира и транслаторно креће, и повеже ту појаву са привлачењем лаквих тијела (нпр. папира) наелектрисаним предметом;
- објасни зашто је јачина електричног поља у диелектрику ϵ_r пута мања од јачине спољашњег поља ($E = E_0/\epsilon_r$);
- наведе примјере из свакодневног живота и технике који су везани за електростатику.

- анализирати рад Кулонове силе при кретању наелектрисања по двјема различитим путањама између истих тачака хомогеног поља;
- израчунати рад у оба случаја и закључити да је електрично поље конзервативно;
- дискутовати о аналогiji потенцијал–висина и повезати промјену потенцијалне енергије наелектрисања са промјеном потенцијалне енергије тијела у гравитационом пољу;
- користити oPhysics симулацију (em4), посматрати векторско поље јачине и скаларно поље потенцијала и уочити да је E нормалан на еквипотенцијале и јачи тамо гдје су еквипотенцијале гушће;
- примијенити везу $E = U/d$ на конкретан примјер, израчунати јачину поља и упоредити је са јачином поља у муњи ($\sim 10^6 \text{ V/m}$);
- дискутовати о томе гдје се у техници срећу хомогена електрична поља;
- повезати мјерење разлике потенцијала са ЕКГ-ом и уочити да електроде на тијелу мјере разлику потенцијала коју срчани мишић генерише при свакој контракцији;
- користити PhET симулацију

„Capacitor Lab Basics“, самостално истражити како се капацитет мијења при повећању површине плоча и смањењу растојања између њих и резултате унијети у табелу;

- истражити зависност капацитета од диелектрика помоћу PhET симулације „Capacitor Lab“;
- ријешити задатке везивања кондензатора градираног нивоа: редна веза, паралелна веза и комбинована мрежа;
- израчунати еквивалентни капацитет, наелектрисање и напон на сваком кондензатору;
- израчунати енергију наелектрисаног кондензатора и дискутовати о практичним примјенама складиштења енергије у кондензаторима;
- посматрати оглед са Лајднерском бочицом и повезати га са историјом кондензатора;
- израчунати флукс кроз правоугаону површину у хомогеном електричном пољу за различите углове α , уочити када је флукс максималан, а када једнак нули, и повезати га са бројем линија силе;
- примијенити Гаусову теорему на равномјерно наелектрисану раван: нацртати Гаусов цилиндар, изразити флукс преко дефиниције и

преко Гаусове теореме, изједначити изразе и добити $E = \sigma/2\epsilon_0$;

- примијенити Гаусову теорему на раван кондензатор, искористити суперпозицију поља двију равни и закључити да се поља изван плоча поништавају;
- примијенити Гаусову теорему на наелектрисану сферу, одредити поље изван сфере ($r > R$) и унутар ње ($r < R$), нацртати график зависности $E(r)$ и упоредити га са пољем тачкастог наелектрисања;
- нацртати распоред наелектрисања на проводницима различитих облика (кугла, шиљак, равна плоча), образложити концентрацију поља на шиљку и повезати је са дјеловањем громобрана;
- посматрати скретање млаза воде под дјеловањем наелектрисаног штапа, образложити појаву поларизацијом молекула воде (оријентациони ефекат) и упоредити је са привлачењем папира (индукциони ефекат код неполарних молекула);
- користити PhET „Capacitor Lab“ за поређење поља и напона кондензатора са ваздухом и са диелектриком у двјема ситуацијама: (а) када је кондензатор спојен на извор и (б) када је одспојен, те

закључити у ком случају се мијења напон, а у ком укупно наелектрисање кондензатора;
– дискутовати о примјенама електростатике, као што су громобран, електростатичко прскање боје, копирни апарат и јављач дима;
– посматрати оглед са Фарадејевим кавезом и повезати га са заштитом осјетљиве електронике.

Демонстрациони огледи:

– наелектрисавање тијела: електроскоп, ебонитни штап/крзно, стаклени штап/свила; провјера предзнака привлачењем и одбијањем;
– наелектрисавање индукцијом: приближавање наелектрисаног тијела неутралном проводнику, уземљење, удаљавање; расподјела наелектрисања у свакој фази;
– линије силе у електричном пољу: гриз или сјеменке траве у уљу;
– електрични вјетар: наелектрисани шиљак одбацује пламен свијеће;
јонизација ваздуха у јаком пољу;
– Фарадејев кавез: метална мрежа штити унутрашњост од спољашњег поља; демонстрација са радио-пријемником или мобилним телефоном;

	– зависност капацитивности кондензатора од растојања између плоча, површине плоча и диелектрика између плоча; – Лајднерска бочица: пуњење и пражњење, историјски увод у кондензаторе; препорука: youtube.com/watch?v=IN3oHY3ekSI – Ван де Графов генератор (ако је доступан): одбијање косе, искра.		
--	---	--	--

Наставна тема: Електрична струја			
Исходи учења	Активности ученика	Међупредметно повезивање	
Ученик ће бити способан да: – дефинише електричну струју као проток наелектрисаних честица; – разликује електростатику од електричне струје; – дефинише физички и технички смјер електричне струје; – разликује брзину кретања носилаца наелектрисања од брзине преноса електричне енергије; – објасни разлог увођења појма густине електричне струје; – објасни природу електричне отпорности при протицању носилаца наелектрисања;	Ученик ће: – ријешити рачунске задатке за јачину и густину електричне струје; – примјенити Омов закон за линеарни струјни елемент; – упоредити вриједности специфичне електричне отпорности за проводнике, полупроводнике и изолаторе; – показати да су јони одговорни за протицање електричне струје у течностима (демонстрациони експеримент о протицању	Предмет: Хемија	Тема: 2. Електрохемија 6. Метали s, p, d блока

– дефинише Омов закон за дио струјног кола; – расправља о разлозима увођења специфичне отпорности; – класификује проводнике, легуре и полупроводнике на основу величине и предзнака термичког коефицијента електричног отпора; – упореди линеарне (за које важи Омов закон) и нелинеарне струјне елементе; – дефинише пад напона на отпорнику уз аналогију са смањењем гравитационе потенцијалне енергије код протицања воде; – дефинише ЕМС на основу рада батерија и акумулатора; – дефинише Џул-Ленцов закон и расправља о зависности ослобођене топлоте од величине електричног отпора; – дефинише термоелектричне појаве (Себеков ефекат) и опише рад термопара; – дефинише унутрашњи отпор струјног извора и Омов закон за цијело струјно коло; – дефинише I и II Кирхофово правило; – разликује струјно -напонске карактеристике серијске и паралелне везе отпорника; – дефинише рад и снагу електричне струје;	електричне струје кроз дестиловану воду и слану воду); – израчунати електрични отпор познатог метала на основу његових димензија; – разликовати графике струјно-напонских карактеристика ($I-U$) линеарних и нелинеарних струјних елемената; – испитати промјене напона када се двије ЕМС (батерије) споје у а) редну и б) паралелну везу; – рачунати топлоту која се ослободи на отпорнику на основу Џул-Ленцовог закона; – примијенити термопар за мјерење температуре; – примијенити Кирхофова правила за струјна кола; – рачунати потрошњу електричне струје кућних потрошача (ученици донесу рачун од струје у својем домаћинству, анализирају ставке у рачуну, те рачунају потрошњу); – разликовати проводност од суперпроводности и дискутоваати на који начин би појава високо-температурне суперпроводности ријешила енергетске проблеме човјечанства;		
---	--	--	--

– упореди механизме провођења електричне струје у металима (помоћу електрона) и у течностима (помоћу јона); – дефинише I и II Фарадејев закон електролизе; – разликује несамостално и самостално провођење електричне струје кроз гасове; – дискутује о физичким процесима провођења електричне струје у гасним цијевима када се притисак гаса снижава до вакуума; – наброји типове вакуумских цијеви (диоду и триоду).	– примијенити Фарадејеве законе при израчунавању масе електроплатираног метала на електроди; – мјерити и поредити потрошњу електричне енергије за 2 сијалице када се оне вежу: а) редно и б) паралелно; – испитати свјетлосне ефекте који се дешавају при протицању електричне струје у гасовима (пражњење у гасним цијевима), при смањењу притиска.		
---	--	--	--

Дидактичко-методичке препоруке

Тема: Молекулско - кинетичка теорија

Како је ово прва тема у другом разреду која се у великом дијелу не ослања на градиво које се учило у основној школи, ученике упозорити на значај редовног рада. Поновити јединице за површину, запремину, притисак (Pa , bar , mm Hg) као и претварање истих. Ученицима је потребно приближити физику великог броја молекула и модела идеалног гаса. Рјешавање рачунских задатака би требало прилагодити свима и груписати задатке према висини жељене оцјене. Посебно инсистирати на графичком представљању гасних закона јер се на тај начин врши синтеза стечених знања и ученици подстичу на логичко размишљање. На крају теме пожељно је урадити писмену провјеру у трајању од петнаест минута која би садржала провјеру усвојености основних појмова (дефиниције, повезивање појмова, формула и јединица, математичко извођење једне од величина из познате формуле и слично) и простог рачунског задатка. На овај начин се реализује и формативно праћење рада ученика и препоручује се формирање досијеа за сваког ученика у којем би се нашле провјере послје сваке наставне теме. Демонстрациони огледи који се могу извести су модел Брауновог кретања и Рејлијев оглед, а од лабораторијских вјежби може се урадити провјера једног од гасних закона. Анимације за гасне законе могу се пронаћи на: <https://phet.colorado.edu/sr/>

Тема: Термодинамика

При реализацији наставне теме Термодинамика наставник треба да наставне садржаје систематски повезује са претходно усвојеним знањима ученика из молекулско-кинетичке теорије, како би се омогућило постепено и смислено увођење нових појмова као што су унутрашња енергија, количина топлоте, топлотни капацитет и ентропија. Посебну пажњу потребно је посветити правилном разликовању појмова температура, количина топлоте и унутрашња енергија, уз ослањање на примјере из свакодневног живота и техничке праксе, како би ученици лакше разумјели њихово физичко значење.

Током обраде наставних садржаја препоручује се коришћење графичких приказа термодинамичких процеса, нарочито p – V дијаграма, ради лакшег разумијевања процеса и промјена стања идеалног гаса. Наставу је потребно реализовати комбинацијом теоријског објашњавања, демонстрационих огледа и лабораторијских вјежби, при чему треба подстицати ученике на посматрање, анализу и самостално извођење закључака. Посебан значај има извођење лабораторијске вјежбе одређивања специфичног топлотног капацитета помоћу калориметра, уз наглашавање правилног коришћења мјерних инструмената, обраде резултата и уочавања извора грешке мјерења.

При обради првог и другог принципа термодинамике пожељно је нагласити њихов значај у тумачењу природних појава и примјени у техничким системима, посебно у раду топлотних мотора и енергетских уређаја, као и значај Карноовог циклуса као идеалног модела за процјену степена корисности топлотних машина. Демонстрација адијабатских процеса компресије и експанзије доприноси бољем разумијевању промјена стања гаса без размјене топлоте са околином.

Наставник треба да подстиче ученике на активан рад, дискусију и повезивање усвојених знања са појавама у окружењу, посебно у контексту савремених енергетских проблема и појаве глобалног загријавања, чиме се развија свијест о значају рационалног коришћења енергије и заштите животне средине. Током реализације наставе препоручује се прилагођавање тежине задатака индивидуалним могућностима ученика, као и континуирано подстицање развоја логичког и научног начина размишљања и правилне употребе физичких појмова и јединица.

Тема: Флуиди

Тему флуиди треба засновати на многобројним примјенама у инжињерству, технологији и медицинским наукама. Скоро у свакој наставној јединици се могу извести демонстрације појава или предмета, те фотографије или видео-снимци, огледи или лабораторијске вјежбе, те симулације. Стога је битно да се у свакој наставној јединици праве повезнице са окружењем и примјенама закона, једначина и концепата који се раде у овој теми. Лекције се могу започињати интересантним питањима попут: “Како масивни авиони могу лете да у ваздуху?”, “Како огромни танкери плутају на води?”, “Зашто се осјећа притисак у ушима при рођењу на различитим дубинама?”, “Како се мјери притисак крви?”, “Како раде хидрауличне кочнице?” итд. Ова питања се могу поставити и као проблемски задатак ученицима да истражују и сами дођу до одговора кориштењем стечених знања из ове теме. Демонстрациони огледи су врло често једноставни и користе предмете које можемо пронаћи или у учионици или у домаћинствима. Огледе могу да припреме или наставници или ученици, те демонстрирају одјељењу. Ови огледи су наведени у колони Активности ученика и могу се често брзо и лако извести. На примјер, сваки ученик би могао да у својој клупи узме два листа папира и дува између њих, те уочава њихово приближавање. Након тога може да слиједи дискусија о наведеној појави, који ученици треба да објасне кориштењем Бернулијеве једначине. Затим би могли да се на то надовежу слједећим питањем: “Зашто је опасно стајати близу ивице перона када пролази брзи воз?”.

Предлаже се кориштење радних листова на којима би ученици имали конкретне кораке за испитивање разних појава везаних за ову тему. Могу да иду од огледа до огледа датих на клупама, по групама, те изведу експеримент и објасне га на датим радним листовима користећи научене једначине и законе из ове теме. Након тога би слиједила дискусија, чиме се сумирају закључци. Такође, уз експерименте овај принцип би се могао примијенити и на симулацијама. За ову тему постоје многобројне симулације, а најпознатија је PhET, која укључује демонстрације за: Архимедов закон, једначину континуитета и Бернулијеву једначину:

<https://phet.colorado.edu/sr/simulations/buoyancy>

<https://phet.colorado.edu/sr/simulations/under-pressure>

<https://phet.colorado.edu/sr/simulations/fluid-pressure-and-flow>

Ученици би могли, слиједећи припремљене радне листове, да испитују утицај различитих параметара на поменуте феномене, те да своје закључке уносе на радне листове. Овај начин рада пружа самосталност ученицима при доношењу закључака, те

дубље разумијевање самих једначина. Може да се ради индивидуално, у паровима или групама. Након активности, ученици могу да дијеле своје закључке са одјелењем или да предају радне листове на преглед.

Ова тема даје прилику за развијање експерименталних вјештина и анализе података:

- Уколико у наставним средствима постоји сензор притиска могу се врло брзо прикупити подаци за притисак на различитим дубинама. Обрада података у MS Excel-у, уз цртање графика и израчунавање нагиба правца, омогућава ученицима да емпиријски потврде формулу за притисак стуба флуида.
- Архимедов закон: Експеримент треба организовати тако да ученици упоређују три вриједности: тежину тијела у ваздуху, тежину у води (привидна тежина) и тежину истиснуте течности. Овај приступ отклања забуну око тога шта заправо мјери вага када је тијело потопљено.
- Бернулијева једначина: Уколико школа посједује Вентуријеву цијев са манометарским стубовима, ученици могу експериментално потврдити везу између протока и притиска. Мјерењем времена потребног да исцури одређена запремина флуида одређује се проток, док се истовремено са стубова читава разлика висина. Циљ је показати да већи проток изазива већу разлику притисака између ширег и ужег дијела цијеви, што је директна потврда Бернулијевог принципа. Проток се може мијењати различитим одвртањима чесме на коју је цијев спојена.
- Бернулијева једначина: Може се испитивати и Торичелијева теорема. На доњем дијелу боце се направи отвор, те се означе различите висине воде изнад отвора (у једнаким инкрементима). Ученици пуштају воду да истиче и мјере хоризонтални домет млаза на подлози. Овај експеримент помаже ученицима да схвате зашто су резервоари за воду (водоторњеви) постављени на високим тачкама у граду.

Посебну пажњу треба обратити да ученици правилно разумију појаве. Често долази до забуне код неких појава. Неки од примјера су следећи. Ученици често теже објашњавају зашто течност из балона са рупицама истиче једнако у свим правцима. Појам привидне тежине је често збуњујући, те објашњење зашто вага мјери мању масу у води. Ученици често сматрају да шири цијев значи мањи притисак. Међутим, на примјер, код анеуризме брзина опада, те статички притисак расте, што усљед ослабљеног зида крвног суда, може довести до његовог пуцања. Треба нагласити значај струјних линија у примјени Бернулијеве једначине.

Напреднији ученици могу да детаљније истраже појаве које се јављају у реалним флуидима, попут вискозности, кроз Поазејев закон. Није потребно меморисати формулу. Овдје је битно нагласити утицај смањења полупречника цијеви на проток (полупречник је на четврти степен), те појаву, на примјер, хипертензије код човјека. Такође, усљед увођења појма вискозности, може се објаснити опадање притиска усљед трења. Корисна је и паралела са Омовим законом, који се ради тек у 6. теми, али је најчешће познат ученицима из 9. разреда основне школе. Вискознији флуид (нпр. гушћа крв) одговара већем отпору протицању (хидраулички отпор), а то одговара слабијем електричном проводнику. Ово се може повезати са питањем: “Зашто је теже пити шејк него воду кроз танку сламку?”. Интересантно је и питање: “Како дехидратација утиче на оптерећење срчаног мишића?”. У овој теми се ученицима могу дати ученицима различите презентације на интересантне теме, као што су: принцип рада хидрауличне кочнице, Магнусов ефекат, аеродинамичност болида у тркама (нпр. у формули 1), срце као пумпа и мјерење

крвног притиска аускултацијском методом. Такође, нуде се и пројекти да се направе разне демонстрације. Један од примјера је Картезијски гњурац, који може да представља модел подморнице: <https://www.youtube.com/watch?v=gNWglfPb0vw> Задатке треба градити од једноставних (примјена једне формуле) до сложених који комбинују једначину континуитета и Бернулијеву једначину. Треба кроз што већи број различитих примјера примјенити Бернулијеву једначину. Питоова цијев представља већи изазов због укључивања два различита флуида (нпр. ваздух који струји и жива у манометру), те се препоручује корак-по-корак анализа притисака у различитим тачкама система.

Тема: Агрегатна стања и фазни прелази

Реализацију теме започети увођењем појма молекулских сила, наглашавајући њихову зависност од растојања између честица. Концепт потенцијалне јаме представити квалитативно, кроз график зависности потенцијалне енергије од растојања, како би ученици разумјели равнотежни положај и стабилност система. Ово поставља основу за разумијевање различитих агрегатних стања.

При обради топлотног ширења тијела ослонити се на експерименте (нпр. ширење метала или течности) и повезати их са појачаним кретањем честица при повећању температуре. Кристална и аморфна тијела обрадити кроз поређење уређености структуре, уз коришћење визуелних модела и примјера из свакодневног живота. Еластичност чврстих тијела и Хуков закон представити експериментално (истезање опруге), уз графички приказ зависности силе и издужења. Важно је нагласити границе важења закона и појам еластичне деформације. Особине течних тијела увести кроз дискусију о облику, запремини и кретању честица, а затим прецизније обрадити површински напон и капиларне појаве. Ове појаве је посебно корисно демонстрирати (нпр. подизање течности у капиларној цијеви, облик капи), јер визуелизација олакшава разумијевање. Фазне прелазе обрадити систематично: топљење, очвршћавање, испаравање, кондензација и сублимација. Посебно нагласити енергетске промјене током прелаза и појам латентне топлоте. Дијаграме фазних прелаза (p – T дијаграм) увести као синтезу знања, објашњавајући фазне области и критичне тачке на квалитативном нивоу. Током цијеле теме препоручује се комбиновање фронталног рада, демонстрационих експеримената, једноставних ученичких огледа и дискусије. Пожељно је подстицати ученике да повезују градиво са реалним појавама (материјали, технологија), чиме се повећава мотивација и трајност знања.

Тема: Електростатика

Тему отворити феноменолошки, провокативним питањима прије иједног закона: „Зашто се балон лијепи за зид?“, „Зашто нас понекад удари статички електрицитет кад дотакнемо металну кваку?“, „Шта је муња и зашто гром удара у громобран, а не у кућу?“ Ученици нека покушају да одговоре ослањајући се на интуицију — погрешни одговори су добродошли, јер отварају простор за корекцију и дубље разумијевање.

Препоручени редослијед увођења концепата: (1) наелектрисање и Кулонов закон → (2) електрично поље и линије силе → (3) потенцијал и напон → (4) кондензатори и енергија. Свака тачка треба да буде утемељена огледом или симулацијом прије него се пређе на математички формализам, али код природно-математичког смјера инсистирати на постепеном увођењу и формалних дефиниција и извођења.

Аналогија са гравитационим пољем је моћан методички алат у овој теми. Ученици из 1. разреда познају гравитациону силу, потенцијалну енергију и рад у гравитационом пољу — структура је аналогна, али са суштинским разликама. Препоручује се да наставник на табли постави двије колоне (гравитационо поље | електрично поље) и паралелно изводи аналогне величине. Посебно нагласити кључне разлике — постојање двију врста наелектрисања, могућност одбојног дјеловања и неупоредиво већу јачину електричне силе.

Концепт електричног поља је апстрактан и обично највећи изазов у теми. Не уводити га одмах математичком дефиницијом — она долази након интуитивног разумијевања. Прво: оглед са линијама силе (гриз у уљу, ако је апаратура доступна, иначе видео), затим цртање линија на табли уз јасна правила (линије излазе из позитивног наелектрисања, улазе у негативно, густина одговара јачини поља, линије се не сијекну), а потом увести дефиницију јачине поља ($E = F/q$) и користити PhET симулацију за провјеру и продубљивање разумијевања.

Нагласити да потенцијал нема апсолутну вриједност — дефинисан је до адитивне константе и увијек се мјери у односу на произвољно изабрану референтну тачку. Зато је физички значајна величина напон — разлика потенцијала двију тачака — која не зависи од избора референце. Аналогија са висинском разликом у гравитационом пољу: разлика висина одређује извршени рад. oPhysics симулација (em4) корисна је за истовремени приказ векторског поља јачине и скаларног поља потенцијала. ЕКГ може послужити као примјер примјене напона у биолошком систему, уз напомену да је ријеч о биоелектричним процесима.

Кондензатори — препоручује се истраживачки редослијед: симулација/оглед → подаци → формула. Након тога инсистирати на извођењу израза за капацитет равног кондензатора ($C = \epsilon_0 S/d$) и његовој интерпретацији. Везивање кондензатора треба разумјети и формално и интуитивно: паралелна веза повећава ефективну површину, а серијска ефективно повећава растојање између плоча. За енергију кондензатора користити изразе $W = CU^2/2$, $W = QU/2$ и $W = Q^2/2C$, те их повезати са физичким значењем.

Задатке градити јасно: (1) директна примјена једне формуле, (2) задаци у више корака, (3) сложени задаци који укључују комбинацију више концепата (поље, потенцијал, енергија, кондензатори).

Историјски осврт — Лајднерска бочица, Бенџамин Френклин и громобран, Фарадејев кавез — даје теми наратив и „хуманизује“ физику. Ово може бити тема ученичке кратке презентације (5–7 минута) на посљедњем часу теме.

Код ученика природно-математичког смјера препоручује се увођење Гаусове теореме као централног закона електростатике и њена примјена на симетричне расподеле наелектрисања (раван, сфера, цилиндрична симетрија). Посебно нагласити услове електростатичке равнотеже у проводницима и физичке посљедице (поље унутар проводника једнако нули, наелектрисање на површини, нормалност вектора поља).

Такође, увести појам поларизације диелектрика, диполни моменат и понашање дипола у хомогеном и нехомогеном електричном пољу, уз квалитативну и квантитативну анализу.

У настави природно-математичког смјера потребно је задржати интуитивни приступ и физичко објашњење појава као полазиште, али их постепено допуњавати формалним дефиницијама, извођењима и квантитативном анализом. Математички формализам треба уводити као природан наставак физичке интерпретације, у складу са нивоом ученика и структуром смјера.

Симулације:

– **PhET: Наелектрисања и поља** — линије силе, еквипотенцијалне површине, мјерење јачине поља:
<https://phet.colorado.edu/sr/simulations/charges-and-fields>

– **PhET: Кондензатор лаб (основна верзија)** — геометрија плоча:
<https://phet.colorado.edu/sr/simulations/capacitor-lab-basics>

– **PhET: Кондензатор лаб (пуна верзија)** — укључује диелектрик:
<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/capacitor-lab/latest/capacitor-lab.html?simulation=capacitor-lab&locale=sr>

– **oPhysics: Кулонов закон** — график зависности силе од растојања, $F(r)$:
<https://ophysics.com/em1.html>

– **oPhysics: Поље и потенцијал истовремено** — векторски и скаларни приказ:
<https://ophysics.com/em4.html>

– **Ithaca College: Поље и потенцијал** — додатни приказ са тест-наелектрисањем:
<https://icphysweb.z13.web.core.windows.net/simulation.html>

Тема: Електрична струја

Истицати аналогију електричне струје са кретањем флуида, нпр. воде (честице које преносе електричну струју су електрони, док су код воденог тока то капљице воде; ЕМС има аналогију са воденом пумпом која подиже воду на неку висину; јачина електричне струје има аналогију са јачином воденог тока; електрични отпор са отпором протицању воде). Сличну аналогију користити и при дефинисању Омовог закона (већа разлика висина - јачи водени ток; већи отпор протицању - слабији водени ток). Важно је показати да Омов закон има своја ограничења и важи само за линеарне струјне елементе. За додатну наставу напредније ученике упознати са појавом суперпроводности и напорима научника да се овај ефекат добије на што вишим температурама. Указати на разлике у способности материјала да проводе електричну струју и на важност величине специфичне отпорности (или проводности) која директно указује колико добро нека супстанца проводи електричну струју (тј. да ли је изолатор, полупроводник или проводник). Важна карактеристика која класификује да ли је материјал проводан или полупроводан је његова промјена проводности са повећањем температуре (код проводника опада, код полупроводника расте). Анализирати величину отпорности по класичној теорији (Друдеов модел) у којој је појава отпорности посљедица судара носилаца наелектрисања са јонима чврсте материје. Нагласити да по тој теорији отпорност метала расте са температуром због повећања амплитуде осциловања јона (и веће вјероватноће судара електрона са јоним), док код полупроводника са температуром расте и број носилаца - што узрокује пораст проводности. Укључити ученике у рад демонстрационих огледа (нпр. повезати батерије у серију и паралелу, па измјерити напоне) уз дискусију добијених резултата. За анализу струјних кола веома корисне могу бити сљедеће симулације:

<https://phet.colorado.edu/sr/simulations/circuit-construction-kit-dc>

<https://www.falstad.com/circuit/circuitjs.html>

Указати на термичке ефекте при протицању електричне струје (Џулов закон), расправљати о потреби кориштења тих ефеката (грејни елементи), али и штетним утицајима (губитак електричне енергије на топлоту у далеководима). Код анализе термоелектричних појава (Себеков ефекат) показати како се ове појаве користе у пракси (од мјерења температуре помоћу термопара, па до генерисања електричне енергије из топлоте). Урадити експерименталну вјежбу мјерења потрошене електричне енергије двије сијалице при редној и паралелној вези, те упоредити ефекте (потрошње и јачине свјетлости при различитим спојевима). За израду овог експеримента су довољна и минимална средства (јефтинији унимер, жице, батерије и двије мале сијалице).

За провођење електричне струје кроз течности користити едукативне видео материјале (нпр. <https://www.youtube.com/watch?v=JC8xhZF0daw> за 1. фарадејев закон). За провођење електричне струје кроз гасове, демонстрирати свјетлосне ефекте пражњења кроз гаспомоћу Круксових цијеви и Теслиног калема.

Уколико школа не посједује ову апаратуру, могу се користити едукативни видео материјали: <https://www.youtube.com/watch?v=MYEVXMYKBAc>; <https://www.youtube.com/watch?v=zGlgaxLBeu4>;

https://www.youtube.com/watch?v=_LlZcaokCi0; <https://www.youtube.com/watch?v=ASOh-tPRowM>; као и платформа
<https://mojaskola.rtsplaneta.rs/show/1475700/549/ss2-fizika-elektricna-struja-u-tecnostima-i-gasovima>.