

ГИМНАЗИЈА
РАЗРЕД: ДРУГИ
СМЈЕР: ОПШТИ, РАЧУНАРСКО-ИНФОРМАТИЧКИ
НАСТАВНИ ПРЕДМЕТ: ФИЗИКА

Годишњи број часова: 72

Седмични број часова: 2

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 изо процесе; -користи једначину стања идеалног гаса и графике за објашњавање изо процеса; - објасни принцип рада гасног термометра; - дефинише Авогадров закон.	Ученик ће: -пратити излагање наставника и учествовати у разговору; -поновити стечена знања из хемије; -рјешавати рачунске задатке; - анализирати графике изо процеса; - на основу анализе графика зависности једног пара величина цртати графике зависности других парова величина (pV, VT, pT); - посматрати 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 података и графичко представљање података

	допринос развоју молекулско-кинетиче теорије.		
--	---	--	--

Наставна тема: Термодинамика			
Исходи учења	Активности ученика	Међупредметно повезивање	
Ученик ће бити способан да: - дефинише унутрашњу енергију; - користи изразе за унутрашњу енергију идеалног гаса; - разликује температуру и топлоту; - дефинише топлотни капацитет тијела и специфични топлотни капацитет; - опише начин 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 специфичне топлотне капацитете гаса при сталном притиску и при сталној запремини; - објасни како настају адијабатски процеси; - тумачи други принцип термодинамике; - разликује повратне и неповратне	Ученик ће: - пратити излагање наставника и учествовати у разговору о термодинамичким појмовима; - анализирати примјере промјене унутрашње енергије у свакодневном животу; - рјешавати рачунске задатке који укључују топлотни капацитет и специфични топлотни капацитет; - користити калориметар у лабораторијској вјежби и биљежити резултате мјерења; - примијенити први принцип термодинамике на изопроцесе; - анализирати рад идеалног гаса у изопроцесима уз помоћ дијаграма;	Предмет: Историја Математика Биологија Рачунарство и информатика	Тема: Парна машина, прва индустријска револуција Линеарне једначине График линеарне функције Терморегулација, метаболизам, размјена енергије Симулације физичких процеса

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; - опише принцип рада 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.	- посматрати демонстрациони оглед адијабатског процеса и изводити закључке; - објашњавати значај ентропије и другог принципа термодинамике; - анализирати принцип рада топлотних мотора на практичним примјерима; - истраживати рад фрижидера или клима уређаја и топлотне пумпе; - учествовати у дискусији о узроцима и посљедицама глобалног загријавања; - табеларно и графички приказати резултате лабораторијских мјерења; - самостално и у групи изводити закључке на основу експерименталних резултата. Лабораторијска вјежба: Одређивање специфичног топлотног капацитета металног тијела помоћу калориметра		
---	--	--	--

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 (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, дјелић флуида и струјне линије; - изведе, дефинише и објасни једначину континуитета; - објасни брзине протока у крвном систему човјека користећи једначину континуитета;	Ученик ће: - рјешавати рачунске задатке са притиском стуба флуида; - мјерити притиске на различитим дубинама у течности и провјерава 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 притисак у крвном систему човјека и у инфузији; - демонстрирати Паскалов закон са баллоном 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; - одређује силу потиска помоћу динамометра мјерењем стварне и привидне тежине тијела, те показује да је потисак једнак тежини тијелом истиснуте течности;	Предмет: Математика Рачунарство и информатика Биологија Географија Физичко васпитање	Тема: Линеарна функција Графичко представљање линеарне зависности Директна и обрнута пропорционалност Употреба MS Excel-а за табеларно прикупљање података и графичко представљање података Физиологија биљака Крвоток: срце и крвни судови Хидросфера Атмосфера Рукомет, кошарка, одбојка, фудбал (кретање ротирајуће лопте у ваздуху)

- 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 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.	- 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; - 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; - демонстрира и објашњава Бернулијеву једначину у експерименту са два листа папира, тениском лоптицом и феном; - анализира рад сфигмоманометра за мјерење крвног притиска		
--	--	--	--

- дефинише површински напон као посљедицу међумолекулских сила; - објасни утицај површинског напона на обликовање капи и плутање игле на површини воде; - објасни капиларне појаве (капиларно уздизање и спуштање) примјеном силе површинског напона и квашења; - наведе врсте фазних прелаза (топљење, очвршћавање, испаравање, кључање, кондензација, сублимација); - опише промјене унутрашње енергије при фазним прелазима; - израчунава топлоту фазног прелаза.	- 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 детергентом (нарушавање површинског напона - отварање „прозора“ на води попрашеној брашном); - урањањати стаклене цијеви различитих пречника у обојену воду и мјерити висину стуба; - демонстрирати са папирном марамом која упија воду – симулација биљних капилара; - експериментално одређивати Јунгов модул еластичности; - експериментално одређивати коефицијент површинског напона;	Биологија Географија	Кружење воде у природи, облаци падавине, фазни прелази у атмосфери и хидросфери
---	--	------------------------------------	--

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; – 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 еквипотенцијалне 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	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 расподелу наелектрисања у свакој фази огледа Препорука: https://www.physicsclassroom.com/class/estatics/Lesson-2/Charging-by-Induction; – мијењати количину наелектрисања и растојање у oPhysics симулацији, читавати 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	Предмет: Математика Хемија Географија Биологија	Тема: Пропорционалност и обрнута пропорционалност, вектори, скалари; симетрија Електронегативност и поларност молекула, јонска веза Атмосферско електрично поље, муња, громобран ЕКГ, јонски канали у мембранама, диполни карактер молекула воде

редне и паралелне везе и рјешава задатке са комбинованим везивањем; – израчуна енергију кондензатора; – наведе примјере из свакодневног живота и технике који су везани за електростатику.	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, читавати јачину поља у произвољним тачкама и нацртати еквипотенцијалне површине; - уочити да су еквипотенцијалне површине увијек нормалне на линије силе; – посматрати оглед електричног вјетра и образложити механизам кретања јона у пољу; – 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 аналогји 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 ($\sim 10^6$ 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; – 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; - наелектрисавање тијела: електроскоп, ебонитни штап/крзно, стаклени штап/свила; провјера предзнака привлачењем и одбијањем; -наелектрисавање индукцијом: приближавање наелектрисаног тијела неутралном проводнику, уземљење, удаљавање; расподела 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; – објасни разлог увођења појма густине електричне струје; – објасни постојање отпора протицању електричне струје; – 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; – 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;	Ученик ће: – ријешити рачунске задатке за јачину и густину електричне струје; – примијенити 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 електричне струје кроз дестиловану воду и слану воду); – израчунати електрични отпор познатог метала на основу његових димензија; – 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; – примјенити Кирхофова правила за струјна кола; – рачунати потрошњу електричне струје кућних потрошача (ученици донесу рачун од струје у својем	Предмет: Хемија	Тема: 2. Електрохемија 6. Метали s, p, d блока

– 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; – упореди механизме провођења електричне струје у металима и у течностима; – дефинише I и II Фарадејев закон електролизе; – разликује несамоствално и самоствално провођење електричне струје кроз гасове; – дискутује о физичким процесима провођења електричне струје у гасним цијевима када се притисак гаса снижава до вакуума.	домаћинству, анализирају ставке у рачуну, те рачунају потрошњу); – 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 1: 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 садржаје за површину, запремину, притисак (P , 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 изовђење 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 2: 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 изопроцеса 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 3: Флуиди

Тему флуиди треба засновати на многобројним примјенама у инжињерству, технологији и медицинским наукама. Скоро у сваком наставном садржају се могу извести демонстрације појава или предмета, те фотографије или видео-снимци, огледи или лабораторијске вјежбе, те симулације. Стога је битно да се у сваком наставном садржају праве повезнице са окружењем и примјенама закона, једначина и концепата који се раде у овој теми. Часови се могу започињати интересантним питањима попут: „Како масивни авиони могу да лете 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 научених 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 манометра 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 шира цијев значи мањи притисак. Међутим, код анеуризме брзина опада, те статички притисак расте, што услед ослабљеног зида крвног суда, може довести до његовог пуцања. Треба нагласити значај струјних линија у примјени Бернулијево једначине.

Напреднији ученици могу да истраже појаве које се јављају у реалним флуидима, попут вискозности, кроз Поазејев закон. У овој теми се ученицима могу дати 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. 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 примијенити 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 4: 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 значајно олакшава разумијевање. Фазне прелазе обрадити систематично: топљење, очвршћавање, испаравање, кондензација и сублимација. Посебно нагласити енергетске промјене током прелаза и појам латентне топлоте. 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 5: 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 и постепено увођење физичких појмова.

Препоручени редослијед увођења концепата: (1) наелектрисање и Кулонов закон → (2) електрично поље и линије силе → (3) потенцијал и напон → (4) кондензатори и енергија. Свака цјелина треба да буде утемељена огледом или симулацијом, а затим повезана са одговарајућим физичким величинама и њиховим значењем.

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 не и потпуно идентична. Препоручује се да наставник на табли постави двије колоне (гравитационо поље | електрично поље) и паралелно разматра одговарајуће величине.

Посебно нагласити кључне разлике — постојање двију врста наелектрисања, могућност одбојног дјеловања и неупоредиво већу јачину електричне силе.

Концепт електричног поља је апстрактан и представља централну идеју теме. Не уводити га одмах математичком дефиницијом, већ га постепено градити кроз искуство. 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 сијеку), а потом увести појам јачине електричног поља као векторске величине дефинисане у свакој тачки простора и повезати га са силом на пробно наелектрисање. PhET симулација користи се за провјеру и продубљивање разумијевања.

Нагласити да потенцијал нема апсолутну вриједност — увијек се мјери у односу на 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) омогућава истовремено посматрање векторског поља јачине и скаларног поља потенцијала. ЕКГ може послужити као примјер примјене напона у живом систему, уз нагласак да је ријеч о биоелектричним процесима.

Кондензатори — препоручује се истраживачки редослијед: симулација/оглед → подаци → закључак → формула. Ученик који сам уочава зависност капацитета од геометрије лакше усваја израз $C = \epsilon_0 S/d$. Везивање кондензатора треба разумјети физички: паралелна веза одговара повећању ефективне површине плоча, а серијска повећању ефективног растојања. За енергију кондензатора користити примјере из праксе (дефибрилатор, блиц-лампа) како би се повезала апстрактна величина са реалним ефектима.

Задатке градити јасно: (1) директна примјена једне формуле, (2) задаци у више корака, (3) комбиновани задаци који повезују више концепата.

Историјски осврт — Лајднерска бочица, Бенџамин Френклин и громобран, Фарадејев кавез — даје теми наратив и доприноси бољем разумијевању значаја електростатике. Ово може бити тема ученичке кратке презентације (5–7 минута) на посљедњем часу теме.

За заинтересоване ученике може се квалитативно указати на општије законе електростатике (нпр. Гаусову теорему) и њихове посљедице, као што су поље унутар проводника једнако нули и расподела наелектрисања по површини. Такође се могу разматрати појаве као што су електростатичка индукција, заштита (Фарадејев кавез) и поларизација диелектрика, без увођења формалних извођења.

У редовној настави задржати нагласак на физичком значењу појава и њиховим примјенама, без детаљних математичких извођења (првенствено Гаусовог закона). Истовремено, ученицима скренути пажњу да ови резултати представљају посљедицу општијих закона електростатике који се формално не изучавају у општем смјеру.

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 6: 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 проводници). Важна карактеристика која класификује да ли је материјал провадан или полупроводан је његова промјена проводности са повећањем температуре (код проводника опада, код полупроводника расте). 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). Урадити експерименталну вјежбу мјерења потрошене електричне енергије двије сијалице при редној и параленој вези, те упоредити ефекте (потрошње и јачине свјетлости при различитим спојевима). За израду овог експремината 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=JC8xhZFOdaw> за 1. фарадејев закон). За провођење електричне струје кроз гасове, демонстрирати свјетлосне ефекте пражњења кроз гас помоћу 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>.