Хемија

СТАНДАРДИ УЧЕНИЧКИХ ПОСТИГНУЋА ЗА ХЕМИЈУ

Документ је усвојен на 12. сједници Одбора Агенције за предшколско, основно и средње образовање одржаној 25. јануара 2021. године

СТАНДАРДИ УЧЕНИЧКИХ ПОСТИГНУЋА ЗА ХЕМИЈУ, КРАЈ ДЕВЕТОГОДИШЊЕГ ВАСПИТАЊА И ОБРАЗОВАЊА

ОБЛАСТ 1: МАТЕРИЈЕ

1. Компонента: **Структура и својства материје**

Исходи учења:

1. Разликује састав и врсту материје.
2. Анализира грађу материје.
3. Повезује структуру и својства материје.
4. Примјењује хемијску симболику за описивање састава материје.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
Ученик:		
1.а. Разликује елементарне материје од хемијских једињења на основу хемијских симбола и формула. 1.б. Препознаје разлику између чистих материја (елемената и једињења) и смјеса (хомогених и хетерогених). 1.в. Наводи поступке одвајања материје из смјесе.	1.а. Разликује елементе, једињења и смјесе из свакодневног живота на основу њихове сложености. 1.б. Разврстава чисте материје на хемијске елементе (метале и неметале) и хемијска једињења. 1.в. Предлаже поступке одвајања састојака смјесе на примјерима из свакодневног живота.	1.а. Упоређује молекуле елемента и молекуле једињења на основу хемијских формула. 1.б. Примјењује поступке одвајања састојака задате смјесе материје на основу познатог квалитативног састава.
2.а. Описује грађу атома (језгро и електронски омотач). 2.б. Препознаје врсте хемијских једињења. 2.в. Објашњава настајање позитивног и негативног јона. 2.г. Наводи особине електронског омотача атома на основу положаја елемента у ПСЕ. 2.д. Дефинише субатомске честице (протоне, неутроне, електроне). 2.ђ. Дефинише изотопе.	2.а. Препознаје да су особине елемената (металне или неметалне) повезане с мјестом у ПСЕ (периода, група). 2.б. Повезује грађу атома са положајем елемената у ПСЕ. 2.в. Објашњава грађу молекула (елемента, јонског и ковалентног једињења). 2.г. Одређује број субатомских честица на основу атомског и масеног броја.	2.а. Разврстава материје на елементе и једињења на основу разлике у грађи њихових молекула. 2.б. Илуструје (скицира) настајање хемијских једињења. 2.в. Скицира електронску конфигурацију атома. 2.г. Упоређује значење појмова атом и молекул.

3.а. Наводи карактеристике агрегатних стања (облик, запремина). 3.б. Класификује елементарне материје према хемијским особинама на метале и неметале. 3.в. Утврђује кисело – базне особине раствора помоћу индикатора. 3.г. Наводи примјере физичких и хемијских особина материје.	3.а. Указује на везу између положаја елемената у ПСЕ и њихових особина. 3.б. Разликује неутралне честице (атоме, молекуле) од електрички набијених честица (јона).	3.а. Повезује употребу материјала са њиховим физичким (тачка топљења и кључања, растворљивост) и хемијским (рђање, запаљивост) особинама. 3.б. Истражује физичке и хемијске особине материје извођењем експеримента (нпр.тачка топљења и кључања, растворљивост материје).
4.а. Дефинише појмове: релативна атомска маса (Ar), релативна молекулска маса (Mr), моларна маса (M). 4.б. Изводи хемијске формуле представника неорганских и органских једињења на основу валентности. 4.в. Именује електрично набијене и ненабијене честице.	4.а. Објашњава физичке и хемијске промјене на макроскопском нивоу користећи хемијску терминологију. 4.б. Објашњава квантитативно и квалитативно значење хемијских једначина наводећи примјере.	4.а. Анализира квантитативно и квалитативно значење хемијских симбола и формула на примјерима. 4.б. Илуструје настајање јона (нпр. Na^{+}, Cl^{-}, Ca^{+2},O^{-2}).

2. Компонента: Стехиометријски закони

Исходи учења:

1. Примјењује стехиометријске законе.
2. Спроводи поступке за доказивање стехиометријских закона.
3. Процјењује активности на доказивању стехиометријских закона.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Дефинише основне хемијске законе (Закон о одржању масе, Закон о сталним односима маса). 1.б. Повезује количину материје са Авогадровим бројем (N_A).	1.а. Повезује једначину хемијске реакције са Законом о сталним односима маса.	1.а. Примјењује Закон о одржању масе за изједначавање хемијских једначина.
2.а. Дефинише појмове хемијска реакција, реактанти и продукти.	2.а. Примјењује математичке изразе за израчунавање стехиометријских односа.	2.а. Вреднује експериментал-ним путем Закон о одржању масе (нпр. у реакцији ацетатне киселине и натријум хидрогенкарбоната).

2.б. Именује основне мјерне величине и јединице Међународног система (SI).	2.б. Израчунава квантитативне односе између реактаната и продуката те количине материје на основу једначина хемијских реакција.	
3.а. Препознаје везу између масе, количине материје и броја јединица.	3.а. Упоређује величине (нпр. масу и количину материје) користећи се стехиометријским законима.	3.а. Примјењује хемијске законе за израчунавање масе и количине материје у хемијским једначинама.

3. Компонента: Хемија животне средине

Исходи учења:

1. Препознаје утицај хемијских материја на животну средину.
2. Анализира утицај материја на средину.
3. Критички разматра употребу материја и њихов утицај на средину.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Идентификује главне загађиваче ваздуха, воде и тла.	1.а. Означава подручја из свог окружења која су онечишћена хемијским материјама бирајући опције очувања животне средине. 1.б. Објашњава посљедице загађивања ваздуха, воде и тла.	1.а. Предлаже рјешења за очување природе у локалној средини. 1.б. Упоређује промјене у природи настале загађењем животне средине.
2.а. Објашњава методе пречишћавања воде (физичко-механичке, хемијске и биолошке). 2.б. Објашњава важност рециклирања отпада. 2.в. Наводи примјере утицаја киселих киша на животну средину.	2.а. Повезује значај очувања животне средине са квалитетом људског живота. 2.б. Наводи примјере рециклирања, начина складиштења отпада за очување животне средине и планете Земље. 2.в. Објашњава значај озонског омотача, узрок и посљедице настанка озонских рупа. 2.г. Упоређује кружне циклусе неметала у природи (угљеник, кисеоник, водоник и азот).	2.а. Дебатује о начинима и методама разврставања отпада, употреби отпада и његовим утицајем на околину. 2.б. Аргументује допринос хемије у заштити животне средине и предлаже активности на њеном очувању. 2.в. Израђује план заштите површинских вода у свом окружењу.

3.а. Препознаје начине правилног складиштења материја са циљем очувања здравља и животне средине. 3.б. Описује начине сортирања отпадних материја као прву фазу управљања отпадом.	3.а. Предлаже начине правилног складиштења материја на основу њиховог хемијског састава.	3.а. Анализира начине сортирања отпада као једну од фаза управљања отпадом. 3.б. Критички процјењује утицај хемијских промјена на околину (стакленички гасови, корозија). 3.в. Предлаже мјере заштите тла/ваздуха/воде од различитих загађивача. 3.г. Процјењује утицај различитих врста загађивача околине на здравље људи.
4. Компонента: Приказивање експерименталних резултата **Исходи учења:** 1. Прикупља податке из различитих извора. 2. Примјењује математичке вјештине. 3. Уочава законитости података приказаних моделима, табелама и графиконима.		
ОСНОВНИ НИВО	**СРЕДЊИ НИВО**	**НАПРЕДНИ НИВО**
Ученик:		
1.а. Наводи инструменте којима се мјере различите величине (маса, температура, pH). 1.б. Изводи једноставнија мјерења (маса, запремина, pH).	1.а. Комбинује податке добијене из различитих извора (нпр. мјерење, претраживање литературе) у циљу рјешавања задатака /проблема. 1.б. Провјерава тачност добијеног резултата коришћењем више извора (уџбеник, интернет, стручна литература).	1.а. Презентује резултате истраживања о грађи материје користећи се информационим технологијама (графикони, дијаграми).
2.а. Именује мјерне јединице за физичке величине (нпр. масу, количину материје, број јединица). 2.б. Разликује математичке формуле (за масу и количину материје, број јединица, масени удио). 2.в. Израчунава релативну молекулску масу (Mr) везе на основу података из ПСЕ.	2.а. Примјењује формуле за израчунавање масе, количине материје, релативне молекулске масе, броја јединица.	2.а. Издваја податке из текстуалних задатака и примјењује их за израчунавање тражених величина (маса, количина материје, број јединица). 2.б. Израчунава процентни састав материје (масени удио елемената у вези, масени удио материје у раствору).

3.а. Приказује резултате добијене испитивањем особина материје путем табела и графикона.	3.а. Израђује скалу pH вриједности на основу резултата експеримената са киселинама и базама.	3.а. Презентује резултате истраживања особина материје користећи табеларне и графичке приказе података.

ОБЛАСТ 2: СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНАЛНА ПОВЕЗАНОСТ ПРОЦЕСА У ПРИРОДИ

1. Компонента: Метали и неметали

Исходи учења:

1. Утврђује особине, састав и врсту материје.
2. Повезује грађу и својства елементарних материја с њиховим положајем у ПСЕ.
3. Анализира хемијске промјене метала и неметала.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Дефинише основне врсте неорганских једињења (оксиди, киселине, базе, соли). 1.б. Описује физичке и хемијске особине метала и неметала.	1.а. Разликује основне врсте неорганских једињења (киселина, база, соли и оксида) на основу хемијских формула.	1.а. Анализира биолошки значај метала и неметала.
2.а. Упоређује особине метала и неметала.	2.а. Повезује грађу атома метала и неметала са положајем у периодном систему елемената (ПСЕ).	2.а. Повезује периодичност особина елемената с њиховим положајем у ПСЕ (групе и периоде, положај метала и неметала).
3.а. Наводи индустријски важније метале, неметале и њихове особине (Al, Fe, Cu, Cl, N, O). 3.б. Објашњава реакције метала и неметала на основу положаја у ПСЕ (оксидација, синтеза, супституција).	3.а. Приказује хемијске реакције синтезе оксида користећи хемијску симболику. 3.б. Објашњава употребу важних метала и неметала (свакодневни живот, индустрија). 3.в. Разликује хемијске реакције метала и неметала на примјеру (оксидација, супституција).	3.а. Приказује поступке добијања индустријски важних метала и неметала примјењујући хемијску симболику и Закон о одржању масе. 3.б. Анализира карактеристичне реакције алкалних и земноалкалних метала (реакције с водом, кисеоником, неметалима). 3.в. Приказује хемијским једначинама реакције метала и неметала са разблаженим и концентрованим киселинама.

2. Компонента: **Неорганске и органске материје**

Исходи учења:

1. Анализира физичке и хемијске промјене.
2. Утврђује услове равнотеже.
3. Анализира физичко-хемијске промјене неорганских и органских материја.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Наводи примјере физичких и хемијских промјена (топљење, горење, рђање, растварање) из свакодневног живота.	1.а. Разликује физичке од хемијских промјена на примјерима реакција неорганских и органских материја. 1.б. Разврстава хемијске реакције (горење, жарење $CaCO_3$) на егзотермне и ендотермне.	1.а. Испитује експериментима хемијске промјене на примјерима реакција органских материја (горење угљоводоника, алкохолно врење) и неорганских материја (горење Mg).
2.а. Наброји факторе који утичу на брзину хемијске реакције и хемијску равнотежу. 2.б. Дефинише појам брзине хемијске реакције.	2.а. Објашњава појам равнотежног стања хемијског система. 2.б. Описује на примјерима улоге ензима у хемијским реакцијама у живим системима.	2.а. Упоређује улогу катализатора и инхибитора у хемијским реакцијама.
3.а Препознаје хемијске реакције карактеристичне за неорганске и органске материје (неутрализација, адиција, супституција, полимеризација). 3.б. Наводи примјере органских једињења који омогућавају одвијање процеса у живим организмима (бјеланчевине, угљени хидрати, масти и уља, ензими). 3.в. Препознаје улогу кисеоника у реакцијама оксидације (горење, рђање).	3.а. Записује хемијске реакције адиције, супститу-ције и полимеризације примјењујући хемијска правила. 3.в. Повезује реакцију оксидације са процесима из свакодневног живота (горење, рђање).	3.а. Упоређује хемијске реакције органских и неорганских једињења (оксидација, неутрализација, адиција, супституција, полимеризација). 3.б. Анализира реакције настајања органских материја из неорганских (фотосинтеза, спаљивање фосилних горива).

3. Компонента: Хемијска технологија и одрживи развој

Исходи учења:

1. Утврђује важност технолошких процеса и њихов утицај на одрживи развој.
2. Аргументује важност природних ресурса и њихово коришћење у технолошким процесима.
3. Поткрепљује доказима претјерано искоришћавање природних ресурса и предлаже мјере унапређења заштите животне средине.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Препознаје важност рационалног коришћења технологије с циљем очувања животне средине и проналажења „зелених технологија“. 1.б. Наводи примјере употребе зелених технологија и органске производње с циљем очувања животне средине.	1.а. Објашњава утицај технолошких процеса (производња кокса, цемента) на животну средину. 1.б. Предвиђа могуће посљедице неконтролисаног изливања нафте у животну средину.	1.а. Анализира дјеловање отпадних вода из технолошких процеса на одрживи развој. 1.б. Објашњава утицај озонског омотача на животну средину. 1.в. Повезује рационалну употребу природних ресурса с очувањем животне средине (нпр. израдом мапе ума).
2.а. Наводи примјере употребе необновљивих природних ресурса (гас, нафта, угаљ). 2.б. Препознаје ефекте коришћења фосилних горива у свом окружењу. 2.в. Објашњава потребу и предности рециклаже чврстог отпада (папира, стакла, пластике, гуме).	2.а. Повезује важност употребе природних ресурса (угаљ, нафта) у технолошким процесима (петрохемија, добијање синтетичких материјала и пластичних маса). 2.б. Аргументује предности коришћења обновљивих извора енергије у односу на необновљиве изворе енергије.	2.а. Анализира дјеловање киселих оксида у атмосфери и фосилних горива на озонски омотач и живе организме. 2.б. Процјењује потенцијал природних ресурса за економски развој државе.
3.а. Описује посљедице загађења животне средине и доводи их у везу са неконтролисаним искоришћавањем природних ресурса.	3.а. Коментарише доказе о претјераном искоришћавању природних ресурса и оправдава потребу за заштитом животне средине.	3.а. Аргументује допринос хемије у заштити животне средине. 3.б. Анализира податке о посљедицама климатских промјена повезујући их са претјераним искоришћавањем природних ресурса.

4. Компонента: Експериментална примјена знања

Исходи учења:

1. Прикупља податке из различитих извора.
2. Повезује резултате експеримената с концептуалним сазнањима.
3. Уочава законитости података приказаних моделима, табелама и графиконима.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Упоређује особине метала и неметала на основу изведених експеримената.	1.а. Одређује физичке константе органских и неорганских материја (тачку топљења, тачку кључања, густину).	1.а. Анализира поузданост различитих извора информација (интернет, уџбеник, стручна литература).
2.а. Наводи начине употребе лабораторијског прибора и посуђа. 2.б. Наводи мјере опреза којих се треба придржавати при извођењу експеримената.	2.а. Изводи експерименте физичких и хемијских промјена неорганских и органских материја придржавајући се мјера опреза. 2.б. Употребљава лабораторијско посуђе и прибор при извођењу експеримената.	2.а. Испитује експериментално особине метала и њихових једињења (дјеловање киселина и база на метале, оксидација…) придржавајући се мјера опреза. 2.б. Демонстрира промјену боје кисело-базних индикатора у реакцији с киселинама и базама. 2.в. Примјењује експериментални поступак према задатом циљу/проблему/питању за истраживање.
3.а. Приказује грађу и промјене неорганских и органских материја користећи се различитим цртежима и моделима.	3.а. Презентује резултате истраживања процеса у природи у облику извјештаја, постера или презентација. 3.б. Приказује резултате истраживања процеса у природи табеларно и графички.	3.а. Презентује резултате истраживања процеса у природи користећи се информационим технологијама. 3.б. Изводи закључке на основу резултата истраживања процеса у природи.

ОБЛАСТ 3: СТРУКТУРА МАТЕРИЈЕ И ТРАНСФОРМАЦИЈА ЕНЕРГИЈЕ		
1. Компонента: **Физичко-хемијске особине материје и извори енергије** **Исходи учења**: 1. Објашњава структуру и физичко-хемијске особине материје. 2. Анализира промјену енергије при физичко-хемијским промјенама материје. 3. Анализира обновљиве и необновљиве изворе енергије.		
ОСНОВНИ НИВО	**СРЕДЊИ НИВО**	**НАПРЕДНИ НИВО**
Ученик:		
1.а. Препознаје физичке и хемијске промјене описане хемијском терминологијом и симболиком. 1.б. Наводи примјере физичких и хемијских особина материје.	1.а. Повезује физичка и хемијска својства материје са структуром: честицама које граде материју (атоми, молекули, јони).	1.а. Анализира физичка и хемијска својства материја извођењем експеримената. 1.б. Објашњава физичке и хемијске промјене на честичном нивоу користећи хемијску терминологију и симболику.
2.а. Дефинише ендотермне и егзотермне реакције. 2.б. Наводи физичке и хемијске промјене при којима долази до размјене енергије система и околине. 2.в. Описује промјене енергије приликом преласка материје из једног у друго агрегатно стање.	2.а. Објашњава процес претварања сунчеве у хемијску енергију (фотосинтеза). 2.б. Описује трансформацију енергије на примјерима физичких и хемијских промјена из свакодневног живота (топљење леда, кување хране, покретање аутомобила).	2.а. Упоређује егзотермне и ендотермне реакције на основу података о промјени температуре система и околине. 2.б. Приказује хемијске промјене праћене промјенама енергије (електролиза, пиролиза, горење) хемијским једначинама.
3.а. Наводи најчешће коришћене изворе енергије и утицај изгарања фосилних горива у животну средину. 3.б. Препознаје корисне и штетне учинке обновљивих и необновљивих извора енергије.	3.а. Повезује рационално коришћење природних ресурса с очувањем животне средине. 3.б. Процјењује ризике неадекватног одлагања отпада (нпр. од вјештачких полимера).	3.а. Процјењује предности и недостатке различитих извора енергије на основу њихове енергетске ефикасности те утицаја на животну средину.

2. Компонента: Промјене материје и трансформација енергије

Исходи учења:

1. Повезује промјене материје с трансформацијом енергије у оквиру система.
2. Анализира промјену енергије у оквиру система.
3. Објашњава промјене материје и размјену енергије између система и околине.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Наводи примјере хемијских реакција при којима се ослобађа или апсорбује енергија.	1.а. Повезује брзину промјене агрегатног стања материје с температуром система.	1.а. Аргументује одвијање хемијске реакције на основу мјерења температуре система. 1.б. Аргументује повезаност хемијске енергије и структуре материје.
2.а. Разликује појмове температура и топлота.	2.а. Објашњава да физичке и хемијске промјене прате размјену енергије.	2.а. Објашњава промјену топлотне енергије система при одвијању физичких и хемијских промјена (отапање, горење) уз помоћ експеримената.
3.а. Описује трансформацију енергије на примјерима из свакодневног живота.	3.а. Расправља о облицима и појави енергије у природи и начинима њене употребе.	3.а. Поткрепљује аргументима размјену енергије у екосистемима.

3. Компонента: Материје богате енергијом

Исходи учења:

1. Упоређује особине, састав и врсту материја богатих енергијом.
2. Анализира трансформацију енергије у хемијским и биохемијским системима.
3. Процјењује утицај различитих извора енергије на животну средину.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Наводи врсте материја богатих енергијом (бјеланчевине, угљени хидрати, липиди) у исхрани. 1.б. Препознаје природне изворе материја богатих енергијом.	1.а. Објашњава врсту веза код биолошки важних органских молекула. 1.б. Класификује биолошки важна органска једињења на бјеланчевине, угљене хидрате и липиде. 1.в. Повезује структуру угљених хидрата и бјеланчевина са особинама и улогом у живим системима.	1.а. Користи се хемијском симболиком за писање једначина хемијских реакција органских материја богатих енергијом. 1.б. Израђује лични дневник потреба и потрошње енергије користећи понуђене апликације.

2.а. Препознаје енергетску улогу и заступљеност бјеланчевина, угљених хидрата и липида у живим системима.	2.а. Објашњава промјене енергије приликом хемијских реакција органских молекула (нпр. фотосинтеза, ћелијско дисање).	2.а. Анализира процесе фотосинтезе и ћелијског дисања као најважније процесе кружења угљеника у природи.
3.а. Објашњава улогу обновљивих и необновљивих извора енергије.	3.а. Објашњава одговоран однос човјека према изворима енергије на примјерима.	3.а. Анализира утицај обновљивих и необновљивих извора енергије на животну средину. 3.б. Повезује повећану емисију угљеник (IV)-оксида у атмосфери са промјенама климатских услова на Земљи. 3.в. Предлаже рјешења на основу утицаја обновљивих и необновљивих извора енергије.
4. Компонента: Истраживање и презентација резултата **Исходи учења:** 1. Прикупља податке из различитих извора. 2. Повезује резултате с концептуалним сазнањима. 3. Уочава законитости података приказаних моделима, табелама и графиконима.		
ОСНОВНИ НИВО	**СРЕДЊИ НИВО**	**НАПРЕДНИ НИВО**
Ученик:		
1.а. Истражује изворе информација о структури материје и трансфор-мације енергије.	1.а. Користи прикупљене податке у сврху израде ученичког истражи-вачког задатка о структури материје и трансформације енергије.	1.а. Процјењује поуздане изворе података о структури материје и трансформације енергије (нпр. интернет). 1.б. Презентује резултате ученичког истраживачког задатка о структури материје и трансфор-мације енергије.
2.а. Препознаје релевантне изворе информација о материји богатој енергијом која се користи у свакодневном животу.	2.а. Утврђује тачност, релевантност те опсежност добијених информација о структури материје и трансформацији енергије.	2.а. Критички процјењује доступне изворе информација о трансформацији енергије. 2.б. Истражује физичке и хемијске промјене материје извођењем експеримената.

3.а. Прикупља податке за истраживање о структури материје и трансфор-мацији енергије користећи се информационим технологијама.	3.а.Упоређује цртеже, табеларне и графичке приказе резултата истраживања о структури материје и трансформацији енергије.	3.а. Анализира резултате добијене истраживањем процеса у вези са структуром материје и трансформације енергије. 3.б. Приказује табеларно и графички резултате добијене истраживањем процеса у вези са структуром материје и трансформацијом енергије.

ОБЛАСТ 4: ПРОЦЕСИ И МЕЂУСОБНО ДЈЕЛОВАЊЕ ЖИВИХ И НЕЖИВИХ СИСТЕМА

1. Компонента: **Органске материје**

Исходи учења:

1. Описује својства, састав и врсте органских једињења.
2. Објашњава хемијску реактивност према функционалним групама.
3. Анализира хемијске реакције органских материја.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Наводи особине, састав и употребу органских једињења из свакодневног живота. 1.б. Препознаје врсте органских једињења на основу структурних хемијских формула. 1.в. Наводи тривијална имена органских једињења која се користе у свакодневном животу.	1.а. Разликује структурне, рационалне и молекуларне формуле органских једињења. 1.б. Објашњава разлику између засићених и незасићених угљоводоника на основу приказа структурних формула. 1.в. Приказује грађу молекула органских једињења примјењујући хемијску симболику.	1.а. Испитује присуство угљеника, водоника, кисеоника, сумпора и азота у органским једињењима помоћу експеримената. 1.б. Израђује моделе молекула (физичке или виртуелне) органских једињења (угљоводоника, алкохола, карбоксилних киселина). 1.в. Упоређује физичке особине (агрегатно стање, температуру кључања и топљења) у оквиру група органских једињења.
2.а. Наводи врсте хемијских реакција органских једињења (супституција, адиција, оксидација). 2.б. Препознаје функционалне групе карактеристичне за органска једињења на основу структурне формуле.	2.а. Приказује хемијским формулама структуре молекула органских једињења. 2.б. Објашњава реакције карактеристичне за засићене и незасићене угљоводонике (супституција и адиција).	2.а. Користи се структурним и рационалним формулама за писање хемијских реакција засићених и незасићених угљоводоника.

3.а. Препознаје хемијске реакције органских једињења (неутрализација, адиција, супституција, полимеризација). 3.б. Наводи примјере реакција органских једињења из свакодневног живота (нпр. реакције алкохолног и сирћетног врења, естерификације, сапонификације).	3.а. Записује хемијске реакције адиције, супституције, полимеризације и оксидације примјењујући хемијска правила.	3.а. Приказује хемијским једначинама хемијске реакције органских једињења (горење алкана, настајање алкохола, карбоксилних киселина). 3.б. Анализира примјере реакција органских једињења из свакодневног живота извођењем експеримената.

2. Компонента: **Биолошки важне органске материје - биомолекули**

Исходи учења:

1. Објашњава особине, састав и врсту одабраних биомолекула примјењујући хемијску симболику и терминологију.
2. Анализира хемијске промјене одабраних биомолекула.
3. Испитује трансформацију енергије током биохемијских реакција.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Наводи примјере органских једињења који омогућавају одвијање процеса у живим организмима (бјеланчевине, угљени хидрати, липиди). 1.б. Објашњава особине биолошки важних органских једињења (липиди, угљени хидрати, бјеланчевине).	1.а. Разликује биомолекуле на основу структурних формула. 1.б. Разликује структурне формуле глукозе и фруктозе (изомери). 1.в. Разликује функционалне групе у биомолекулима (нпр. кето, алдехидну, карбоксилну, амино групу).	1.а. Приказује хемијске реакције биомолекула примјењујући хемијску симболику. 1.б. Израђује моделе биомолекула (нпр. калотне, виртуелне). 1.в. Користи се хемијском симболиком за приказивање хемијских формула једноставнијих аминокиселина, бјеланчевина, липида.
2.а. Образлаже важност и улогу биомолекула у свакодневном животу на основу хемијских реакција у којима учествују. 2.б. Дефинише ензиме као катализаторе хемијских реакција у организму.	2.а. Објашњава улогу ензима као биокатализатора. 2.б. Анализира хемијска својства бјеланчевина, угљених хидрата, липида.	2.а. Приказује хемијским једначинама процесе: алкохолног врења, сирћетног врења, фотосинтезе и естерификације. 2.б. Истражује утицај ензима на одвијање хемијске реакције.

3.а. Описује примјерима трансформацију енергије у оквиру организма. 3.б. Наводи примјере енергетске улоге бјеланчевина, угљених хидрата, липида у организму.	3.а. Разликује енергетску и градивну улогу бјеланчевина, угљених хидрата и липида у организму.	3.а. Анализира енергетске промјене приликом одвијања хемијских реакција биомолекула. 3.б. Приказује процесе фотосинтезе, киселинске хидролизе, естерификације користећи хемијску симболику. 3.в. Критички разматра посљедице прекомјерне конзумације угљених хидрата и липида.

3. Компонента: Функционисање природних система и хемијски закони

Исходи учења:

1. Промјене енергије у биохемијским системима.
2. Анализира природне системе као функционалну и структурну цјелину, као и њихову повезаност и зависност.
3. Објашњава услове равнотеже у природним системима те указује на узроке и посљедице поремећаја равнотеже.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Описује сличности и разлике међу природним системима.	1.а. Објашњава промјену енергије између биохемијског система и околине.	1.а. Интерпретира размјену енергије између живе и неживе природе (сунчева енергија, хемијска, топлотна).
2.а. Објашњава улогу енергије у природним системима.	2.а. Анализира улогу и утицај извора енергије стављајући их у контекст природних система.	2.а. Објашњава хомеостазу на нивоу природног система и факторе који на њу утичу.
3.а. Описује ток, брзину и факторе који утичу на ензимску реакцију.	3.а. Поткрепљује доказима равнотежу у природним системима.	3.а. Приказује узроке и посљедице поремећаја равнотеже у природним системима.

4. Компонента: **Повезивање експерименталних резултата с концептуалним сазнањима**

Исходи учења:

1. Прикупља податке из различитих извора.
2. Повезује резултате с концептуалним сазнањима.
3. Уочава законитости података приказаних моделима, табелама и графиконима.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
Ученик:		
1.а. Прикупља информације из различитих извора о међусобном дјеловању природних система.	1.а. Анализира податке добијене из различитих извора о дјеловању органских материја на животну средину и здравље.	1.а. Презентује резултате анализе података о дјеловању органских материја на околину и здравље користећи се информационом технологијом.
2.а. Наводи корисне и штетне ефекте материја органског поријекла у животној средини.	2.а. Процјењује корисне и штетне ефекте органских материја у животној средини.	2.а. Изводи закључке о корисном и штетном дјеловању органских материја на животну средину и здравље.
3.а. Описује концепт интегрисаног управљања животном средином. 3.б. Препознаје врсте органских једињења на основу калотних модела молекула.	3.а. Приказује табеларно и графички резултате добијене испитивањем особина органских материја.	3.а. Схематски приказује процес кружења угљеника у природи и процес фотосинтезе. 3.б. Анализира цртеже, табеле те графичке приказе уочавајући специфичности приказаних података добијених истраживањем особина органских материја.

СТАНДАРДИ УЧЕНИЧКИХ ПОСТИГНУЋА ЗА ХЕМИЈУ, КРАЈ СРЕДЊОШКОЛСКОГ ВАСПИТАЊА И ОБРАЗОВАЊА

ОБЛАСТ 1: МАТЕРИЈЕ

1. Компонента: **Структура и својства материје**

Исходи учења:

1. Разликује састав и врсту материје.
2. Анализира грађу материје.
3. Повезује структуру и својства материје.
4. Примјењује хемијску симболику за описивање састава материје.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
Ученик:		
1.а. Разликује чисте материје и смјесе материја на основу физичких и хемијских особина. 1.б. Препознаје врсте смјеса на основу физичких и хемијских особина. 1.в. Упоређује материје по саставу, врсти и особинама.	1.а. Предлаже поступак раздвајања материје из смјесе на основу познавања хемијског састава смјесе и особина састојака. 1.б. Анализира врсте и особине дисперзних система. 1.в. Препознаје примјере дисперзних система у свакодневном животу.	1.а. Повезује особине дисперзних система с њиховом примјеном у свакодневном животу. 1.б. Повезује састав смјесе са колигативним особинама раствора (снижење тачке мржњења, повећање тачке кључања, осмотски притисак).
2.а. Објашњава како и зашто су се модели атома мијењали током времена. 2.б. Објашњава Боров модел атома и распоред електрона у електронском омотачу на основу положаја елемента у ПСЕ. 2.в. Разликује сљедеће појмове: атомски и масени број, изотоп, изоелектронска честица. 2.г. Разликује субатомске честице према маси и набоју.	2.а. Анализира прелазе електрона у атому из основног у побуђено стање и обратно. 2.б. Објашњава зашто атоми неких елемената д-блока немају очекивану електронску конфигурацију, нпр. бакар, сребро. 2.в. Одређује број субатомских честица и врсту атома на основу атомског и масеног броја. 2.г. Упоређује грађу и особине изотопа и изобара. 2.д. Разликује емисијске и апсорпцијске спектре атома водоника.	2.а. Анализира поступак и закључке Радерфордовог експеримента (алфа честице и листићи злата). 2.б. Користи Паулијев принцип искључења, Хундово правило и Ауфбау принцип при писању електронске конфигурације електрички неутралних и наелектрисаних атомских врста с обзиром на положај у ПСЕ. 2.в. Упоређује различите полумјере атома (атомски, јонски, ковалентни, Ван дер Валсов (Van der Waals).

3.а. Објашњава зависност макроскопских особина материје од врсте хемијске везе или међумолекуларних интеракција.	3.а. Повезује структуру материје, физичка и хемијска својства материје с врстом хемијске везе, поларношћу и енергијом јонизације. 3.б. Упоређује тачку кључања, тачку топљења и агрегатна стања материје према снази Ван дер Валсових (Van der Waals) сила.	3.а. Предвиђа физичка и хемијска својства материје зависно од типа хемијске везе, симетрије молекула, поларности и међумолекуларних интеракција. 3.б. Објашњава периодичност трендова (атомски полупречник, енергија јонизације, афинитет према електрону, електронегативност) на основу електронске конфигурације атома елемената у s, p и d блоковима ПСЕ.
4.а. Приказује квалитативни и квантитативни састав материје хемијским симболима/формулама. 4.б. Наводи примјере квантитативног и квалитативног значења хемијских једначина. 4.в. Одређује емпиријске и молекулске формуле једињења на основу задатих експериментних података.	4.а. Приказује структурне формуле за молекуларна једињења која садрже једноструке и вишеструке везе (нпр. CO_2, H_2O, C_2H_4) и за јонске кристалне структуре (нпр. NaCl).	4.а. Користи Левисову (Lewis) симболику при илустрацији настанка хемијских веза (јонске, ковалентне, координативно ковалентне и металне везе). 4.б. Примјењује правила IUPAC-а при писању хемијских формула и именовању неорганских једињења.

2. Компонента: Стехиометријски закони

Исходи учења:

1. Примјењује стехиометријске законе.
2. Спроводи поступке за доказивање стехиометријских закона.
3. Процјењује активности на доказивању стехиометријских закона.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Објашњава стехиометријске законе на примјерима (Закон о одржању масе, Закон сталних масених односа, Закон умножених масених односа, Закон сталних запреминских односа).	1.а. Примјењује стехиометријске законе при изради задатака.	1.а. Критички процјењује добијени резултат задатка базираног на примјени стехиометријских закона.

2.а. Објашњава однос мјеродавног реактанта и реактанта у вишку на примјерима хемијских реакција. 2.б. Повезује Далтонову теорију атома са стехио-метријским законима.	2.а. Провјерава Закон о одржању масе експерименталним путем.	2.а. Одређује мјеродавни (лимитирајући) реактант и реактант у вишку помоћу стехиометријских прорачуна. 2.б. Израчунава искоришћење (принос) хемијске реакције.
3.а. Разликује константе и варијабле у алгебарским изразима.	3.а. Изражава исту физичку величину различитим мјерним јединицама (нпр. густина, притисак, температура). 3.б. Изводи тражену физичку величину из задатих физичких величина у рачунским задацима.	3.а. Израчунава количине реактаната и продуката на основу стехиоме-тријске једначине хемијске реакције.
3. Компонента: Хемија животне средине **Исходи учења:** 1. Препознаје утицај хемијских материја на животну средину. 2. Анализира утицај материја на животну средину. 3. Критички разматра употребу материја и њихов утицај на животну средину.		
ОСНОВНИ НИВО	**СРЕДЊИ НИВО**	**НАПРЕДНИ НИВО**
Ученик:		
1.а. Препознаје посљедице антропогеног утицаја на промјене у екосистему. 1.б Објашњава појам одрживог развоја. 1.в. Наводи утицај полихалогених једињења на околину.	1.а. Повезује повећање интензитета саобраћаја у великим градовима са појавом фотохемијског смога. 1.б. Истражује значај озонског омотача, узроке и посљедице настанка озонских рупа. 1.в. Препознаје проблеме повезане са прекомјерном употребом пластике (нпр. потрошња фосилних горива, одлагање отпада).	1.а. Предлаже мјере за рјешавање проблема повезане са прекомјерном употребом пластике.
2.а. Наводи дјеловање материја које се користе у свакодневном животу на здравље и животну средину. 2.б. Објашњава узроке и посљедице киселих киша, као и поступке за спречавање појаве киселих киша.	2.а. Анализира штетно дјеловање човјека на биосферу (тло, воду и ваздух) - (фреони – CFC, озонске рупе; ефекат стаклене баште, угљеник (II)-оксид , метан; глобално загријавање; киселе кише, сумпор (IV)-оксид, азот (IV)-оксид).	2.а. Истражује важност утицаја хемије у заштити животне средине. 2.б. Аргументује штетне посљедице у атмосфери усљед нарушавања кружења воде у природи.

2.в. Објашњава ефекат стаклене баште.		2.в. Истражује утицај пестицида, вјештачких ђубрива, тешких метала (Hg, Pb, Cd, Cr) и једињења арсена те халогених органских једињења на човјека и животну средину. 2.г. Предвиђа посљедице прекомјерног коришћења пестицида и вјештачких ђубрива на човјека и животну средину.
3.а. Разликује ознаке за опасност, упозорења и обавјештења на амбалажи различитих производа. 3.б. Препознаје предности искоришћавања обновљивих извора енергије, примјену еколошки прихватљивих метода у пољопривреди, органског узгоја, прикупљања секундарних сировина и рециклаже.	3.а. Предлаже активности (нпр. рециклирање) за очување животне средине. 3.б. Анализира узроке и посљедице еколошких катастрофа.	3.а. Процјењује утицај савремене пољопривреде (коришћења пестицида, вјештачких ђубрива, закисељавања тла и вода) на животну средину. 3.б. Аргументује могућу уштеду природних ресурса рециклажом. 3.в. Предлаже поступке искоришћавања отпада за добијање топлоте или електричне енергије.

4. Компонента: Приказивање експерименталних резултата

Исходи учења:

1. Прикупља податке из различитих извора.
2. Примјењује математичке вјештине.
3. Уочава законитости података приказаних моделима, табелама и графиконима.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Формулише проблем за процес истраживања везан за хемију животне средине или структуру и особине материје прикупљајући информације из различитих извора.	1. а. Поставља хипотезе за рјешавање постављеног проблема истраживања везаног за хемију животне средине или структуру и особине материје.	1.а. Истражује хемијско дјеловање материје на здравље и животну средину.
2.а. Израчунава количину, масу или запремину утрошеног реактанта и/или насталог производа на основу задатих података.	2.а. Израчунава количину јаке киселине потребну за потпуну неутрализацију водених раствора јаких база и обратно.	2.а. Спроводи стехиометријска израчунавања на основу хемијских реакција неорганских једињења.

2.б. Израчунава квантитативни састав раствора (масена концентрација, количинска концентрација, масени и запремински удио) и густину с припадајућим мјерним јединицама у рачунским задацима на основу задатих података. 2.в. Примјењује хемијски рачун за припремање раствора задатог састава разблаживањем раствора веће концентрације или растварањем чврсте материје.	2.б Израчунава концентрације H^+ и OH^- јона, pH и pOH вриједности водених раствора на основу јонског производа воде.	2.б. Изводи прерачунавања једног начина изражавања квантитативног састава раствора у други (претварање концентрација).
3.а. Приказује моделима просторну грађу материје. 3.б. Очитава податке из графичког или табеларног приказа (зависност концентрације учесника реакције од времена, зависност топљивости задате соли од температуре, зависност брзине реакције од температуре, крива титрације). 3.в. Приказује промјене материје (реакције неутрализације, промјена агрегатних стања материје) користећи се информационим технологијама.	3.а. Израђује молекуларне моделе за једињења која садрже једноструке и вишеструке везе (нпр. CO_2, H_2O, C_2H_4) и за јонске кристалне структуре (нпр. NaCl). 3.б. Приказује зависност концентрације реактаната од времена, зависност растворљивости задате соли од температуре, зависност брзине реакције од температуре, криву титрације графиконима и табелама на основу задатих података.	3.а. Анализира графичке приказе (зависност учесника у реакцији од времена, зависност растворљивости задате соли од температуре, зависност брзине реакције од температуре, крива титрације).

ОБЛАСТ 2: СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНАЛНА ПОВЕЗАНОСТ ПРОЦЕСА У ПРИРОДИ		
1. Компонента: **Метали и неметали**		
Исходи учења:		
1. Утврђује особине, састав и врсту материје.		
2. Повезује грађу и особине елементарних материја с њиховим положајем у ПСЕ.		
3. Анализира хемијске промјене метала и неметала.		
ОСНОВНИ НИВО	**СРЕДЊИ НИВО**	**НАПРЕДНИ НИВО**
Ученик:		
1.а. Препознаје важност руда као извора метала и неметала. 1.б. Наводи примјену метала, неметала и племенитих гасова у свакодневном животу. 1.в. Описује квалитативни састав и примјену легура бакра, жељеза и алуминијума. 1.г. Објашњава киселине и базе према Архениусу, Бронстеду и Левису (Arrhenius, Bronsted и Lewis). 1.д. Разликује јаке и слабе киселине и базе на основу степена дисоцијације. 1.ђ. Утврђује кисело – базна својства раствора помоћу индикатора. 1.е. Објашњава појмове квантитативна и квалитативна анализа.	1.а. Истражује распрострањеност метала и неметала у природи. 1.б. Упоређује физичка и хемијска својства метала и њихових легура (отпорност на корозију, проводљивост топлоте и електричне струје, ковност, могућност обликовања, еластичност, тврдоћа). 1.в. Наводи карактеристике неорганских једињења (HCl, H_2SO_4, HNO_3, H_3PO_4, NaOH, раствор амонијака, H_2O_2) у комерцијалним производима хемијске индустрије, мјере предострожности и начин складиштења. 1.г. Објашњава различите методе добијања метала у елементарном стању (електролиза раствора, редукција са алуминијумом, редукција са угљеником и CO). 1.д. Објашњава принцип подјеле катјона и анјона у основне аналитичке групе. 1.ђ. Објашњава поступке у гравиметријској и волуметријској анализи.	1.а. Процјењује зашто су неке технологије производње метала прихватљивије од других (економски ефекат, утицај производње на здравље људи и животну средину). 1.б. Анализира употребу метала, неметала и њихових једињења у свакодневном животу. 1.в. Предвиђа кисело-базна својства водених раствора соли на основу реакција соли са водом. 1.г. Процјењује јачину киселина и база на основу константи дисоцијације K_a и K_b.. 1.д. Приказује јонске једначине реакција за доказивање катјона и анјона, на основу изведених експеримената. 1.ђ. Истражује основне принципе примијењене у инструменталним аналитичким методама.

2.а. Препознаје везу између структуре метала и неметала и њихових особина. 2.б. Повезује структуру атома метала и неметала с њиховим положајем у ПСЕ. 2.в. Повезује физичка својства кристала с врстом њихове градивне јединице (атоми, молекули, јони). 2.г. Објашњава својства елемената д-блока и њихових једињења (базна, кисела, амфотерна својства).	2.а. Повезује особине метала, неметала и њихових једињења са њиховом практичном примјеном. 2.б. Анализира физичка својства и реактивност елемента на основу положаја елемента у ПСЕ. 2.в. Упоређује својства најважнијих једињења (хидриди, оксиди, киселине, базе,соли).	2.а. Анализира физичка и хемијска својства метала и неметала одређених структуром њихових атома/молекула. 2.б. Анализира општа физичка и хемијска својства елемената 1. и 2. групе, 13 – 17. групе, д-блока и њихових једињења.
3.а. Записује хемијске једначине реакција метала и неметала примјењујући хемијску симболику. 3.б. Предвиђа реактивност метала на основу положаја у напонском низу. 3.в. Повезује реактивност елемената са обликом налажења у природи (атомском, молекулском или у облику једињења) и електронском конфигурацијом. 3.г. Разматра поступке заштите технички важнијих метала од корозије (нпр. наношење металних и органских превлака).	3.а. Упоређује реактивност метала прве и друге групе ПСЕ, алуминијума, жељеза, бакра, олова и цинка с водом, кисеоником, угљеник (IV)-оксидом. 3.б. Објашњава реакције настајања CO, CO_2, SO_2, HCl, NH_3.	3.а. Објашњава хемијске реакције метала (жељезо, бакар, цинк) са разблаженим и концентрованим киселинама на основу редукцијског својства метала. 3.б. Представља хемијским једначинама реакције у којима се испољавају амфотерна својства материје.

2. Компонента: Неорганске и органске материје

Исходи учења:

1. Анализира физичке и хемијске промјене.
2. Утврђује услове равнотеже.
3. Анализира физичко – хемијске промјене неорганских и органских материја.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Повезује брзину трошења реактанта или брзину настајања продуката с брзином реакције. 1.б. Објашњава утицај фактора (додирна површина, агрегатно стање, температура, концентрација, катализатор, инхибитор) на брзину хемијске реакције и хемијску равнотежу. 1.в. Описује утицај температуре на брзину растварања материје.	1.а. Повезује енергију активације са процесом одвијања хемијских реакција. 1.б. Анализира утицај катализатора и инхибитора на енергију активације и брзину хемијских реакција.	1.а. Израчунава просјечну брзину хемијских реакција, просјечну брзину трошења реактаната или просјечну брзину настајања продуката из промјене количинске концентрације реактаната и продуката у неком временском интервалу. 1.б. Процјењује важност катализатора у хемијској индустрији и биолошким системима.
2.а. Наводи примјере реверзибилних реакција. 2.б. Описује појам равнотежног стања хемијског система (константа равнотеже, Ksp, pH, пуфери). 2.в. Приказује константу хемијске равнотеже математичким изразом. 2.г. Описује начин дјеловања пуфера у физиолошким условима.	2.а. Израчунава вриједност константе равнотеже на темељу састава реакцијске смјесе у равнотежи. 2.б. Процјењује улогу пуфера у физиолошким условима.	2.а. Анализира утицај промјене концентрације, температуре и притиска на однос концентрација реактаната и продуката у затвореном равнотежном систему Шателијеров (Le Chatelier) принцип. 2.б. Приказује равнотежну реакцију у пуферском раствору једначином. 2.в. Аргументује значај пуфера на основу њиховог састава и хемијских особина.
3.а. Одређује оксидационе бројеве елемената у једињењима. 3.б. Повезује појмове оксидације и редукције с промјеном оксидационог броја атома.	3.а. Објашњава оксидацију и редукцију као процесе отпуштања и примања електрона. 3.б. Истражује примјере оксидације и редукције у свакодневном животу.	3.а. Приказује једначинама хемијских реакција карактеристичне реакције киселина, база и соли (неутрализација, хидролиза).

3.в. Објашњава врсте реакција органских једињења (адиција, супституција, оксидација, елиминација, полимеризација, естерификација).	3.в. Предвиђа једначине полуреакција оксидације и редукције те укупне редокс реакције за задати процес. 3.г. Исписује хемијске једначине јонских реакција.	3.б. Приказује једначину хемијске реакције (са или без означених агрегатних стања) за задати редокс-процес. 3.в. Анализира настајање неорганских из органских материја. 3.г. Анализира поступак и резултате титрације јаке киселине јаком базом и обрнуто.

3. Компонента: Хемијска технологија и одрживи развој

Исходи учења:

1. Утврђује важност технолошких процеса и њихов утицај на одрживи развој.
2. Аргументује важност природних ресурса и њихово коришћење у технолошким процесима.
3. Поткрепљује доказима претјерану експлоатацију природних ресурса и предлаже мјере унапређења заштите животне средине.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Описује природне и антропогено изазване промјене и процесе у природи.	1.а. Објашњава природни и антропогени утицај на динамичку равнотежу у природи наводећи примјере.	1.а. Преиспитује чињенице и ставове о начинима спречавања и/или санирања загађења у природи. 1.б. Процјењује еколошку прихватљивост појединих технолошких процеса код искоришћавања природних ресурса.
	2.а. Објашњава узроке и посљедице нарушавања кружних циклуса угљеника, азота и фосфора у атмосфери.	2.а. Поткрепљује доказима важност очувања природних ресурса. 2.б. Анализира утицај природних ресурса на економски развој.
3.а. Наводи примјере претјеране експлоатације природних ресурса.	3.а. Објашњава утицај климатских промјена на живот на Земљи. 3.б. Поткрепљује доказима постојање трајних поремећаја у околини као посљедицу претјеране експлоатације природних ресурса.	3.а. Расправља о посљедицама климатских промјена и њиховој вези с претјераном експлоатацијом природних ресурса. 3.б. Аргументује допринос хемије у заштити животне средине.

		3.в. Предлаже активности које доприносе очувању животне средине.

4. Компонента: Експериментална примјена знања

Исходи учења:

1. Прикупља податке из различитих извора.
2. Повезује резултате експеримената с концептуалним сазнањима.
3. Уочава законитости података приказаних моделима, табелама и графиконима.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Поставља истраживачко питање/ хипотезу у контексту задатог истраживања. 1.б. Наводи лабораторијске технике и прибор за тачно одређивање запремине, масе и температуре. 1.в. Изводи мјерење запремине, масе и температуре.	1.а. Прикупља податке експериментално и/или из других извора. 1.б. Примјењује физичко – хемијске методе квалитативне и квантитативне анализе.	1.а. Приказује прикупљене податке табеларно и графички (дијаграми). 1.б. Анализира резултате истраживачког рада доносећи одређене препоруке.
2.а. Разликује интензивне и екстензивне особине материје. 2.б. Испитује експериментима реактивност Al, Fe, Cu, Zn с кисеоником, водом и хлоридном киселином као и реакције кисеоника са водоником, угљеником и сумпором.	2.а. Примјењује правила за одређивање значајних цифри при исказивању резултата. 2.б. Израчунава средњу вриједност резултата мјерења. 2.в. Изводи уопштавања и систематизацију резултата. 2.г. Закључује на основу експеримената о сличностима и разликама у својствима елемената у истој групи.	2.а. Комбинује математичке изразе при рјешавању стехиометријских задатака. 2.б. Рјешава задате квалитативне и квантитативне проблеме на основу усвојеног знања о особинама и структури неорганских и органских материја. 2.в. Закључује о структури и особинама органских и неорганских материја на основу резултата експеримента. 2.г. Анализира експериментима физичка и хемијска својства елемената 1. и 2. групе, 13-17. групе, д-блока и њихових једињења.

3.а. Разликује аморфне материје, кристале, полиморфе и алотропе на основу приказане структуре (модела).	3.а. Користи се информационим технологијама у креирању табела и графикона за презентовање резултата истраживања.	3.а. Упоређује прикупљене податке кроз цртеже, табеле или графиконе. 3.б. Закључује на основу табеларних приказа како се мијењају физичка својства елемената у групи (агрегатно стање, тврдоћа, густина, температура топљења, температура кључања, електродни потенцијал).

ОБЛАСТ 3: СТРУКТУРА МАТЕРИЈЕ И ТРАНСФОРМАЦИЈА ЕНЕРГИЈЕ

1. Компонента: Физичко-хемијска својства материје и извори енергије

Исходи учења:

1. Објашњава структуру и физичко-хемијска својства материје.
2. Анализира промјену енергије при физичко-хемијским промјенама материје.
3. Анализира обновљиве и необновљиве изворе енергије.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Разликује хемијске везе и међумолекулске интеракције. 1.б. Описује Ван дер Валсове (Van der Waals) привлачне силе и јон-јон интеракције. 1.в. Наводи примјере молекула који се могу повезивати водонииковим једињењима. 1.г. Објашњава настајање водоникове везе и њен значај у природним системима.	1.а. Предвиђа доминантну врсту међумолекулских интеракција на основу грађе молекула. 1.б. Предвиђа природу везе (нпр. неполарна ковалентна, поларна ковалентна, јонска) користећи коефицијент електронегативности атома. 1.в. Повезује расподјелу електронског облака с поларношћу молекула.	1.а. Повезује структуру материје са апсорпцијом и емисијом електромагнетног зрачења. 1.б. Упоређује енергије различитих хемијских једињења и међучестичних дјеловања. 1.в. Упоређује физичка и хемијска својства јонских и молекуларних једињења (нпр. NaCl и CH_4; NaOH и H_2O). 1.г. Истражује физичка и хемијска својства материје извођењем експеримената.
2.а. Разликује галванске и електролитичке ћелије. 2.б. Упоређује трансформацију енергије у хемијским и електрохемијским реакцијама.	2.а. Анализира промјене енергије у електрохемијским ћелијама. 2.б. Објашњава промјене на електродама у електрохемијским ћелијама.	2.а. Примјењује Фарадејеве (Faraday) законе електролизе у изради задатака. 2.б. Истражује утицај количине електрицитета на количину материје излучене на електродама.

2.в. Наводи примјену галванских ћелија. 2.г. Приказује задату електрохемијску ћелију цртежом или схематски.	2.в. Израчунава разлику стандардних електродних потенцијала на основу задатих стандардних редукционих електродних потенцијала ћелија.	2.в. Предвиђа могуће реакције на електродама задате електрохемијске ћелије примјеном електрохемијског низа.
3.а. Упоређује обновљиве и необновљиве изворе енергије према енергетској ефикасности. 3.б. Препознаје еколошки оправдане изворе енергије.	3.а. Процјењује еколошку прихватљивост обновљивих и необновљивих извора енергије. 3.б. Истражује утицај хидроелектрана и вјетроелектрана на животну средину.	3.а. Критички разматра експлоатацију обновљивих и необновљивих извора енергије. 3.б. Предвиђа могућности искоришћења геотермалне енергије. 3.в. Истражује енергетске потенцијале Босне и Херцеговине.

2. Компонента: Промјене материје и трансформација енергије

Исходи учења:

1. Повезује промјене материје с трансформацијом енергије у оквиру система.
2. Анализира промјену енергије у оквиру система.
3. Објашњава промјене материје и размјену енергије између система и околине.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Наводи физичке и хемијске промјене које доводе до промјене енергије и енталпије у оквиру система. 1.б. Описује топлотно ширење тијела користећи примјере из свакодневног живота. 1.в. Наводи енергетске промјене до којих долази током промјене агрегатног стања и током хемијске реакције.	1.а. Објашњава промјену топлотне енергије система при одвијању физичких и хемијских промјена. 1.б. Повезује просјечну кинетичку енергију честица с температуром.	1.а. Анализира промјене енергије приликом кидања и настајања хемијских једињења те стварања међучестичних интеракција. 1.б. Повезује промјену енталпије с физичким и хемијским промјенама.
2.а. Објашњава појам енталпије и унутрашње енергије. 2.б. Наводи практични значај егзотермних и ендотермних реакција.	2.а. Објашњава трансформацију енергије у оквиру посматраног система. 2.б. Препознаје егзотермне и ендотермне реакције на основу вриједности промјене енталпије.	2.а. Анализира унутрашњу енергију система и потенцијалну енергију садржану у хемијским везама те међучестична дјеловања.

		2.б. Анализира термодинамичку равнотежу при физичким и хемијским промјенама.
3.а. Разликује начине размјене материје и енергије између система и околине (топлота и рад).	3.а. Објашњава размјену енергије између система и околине. 3.б. Описује промјене енергије током фотохемијских реакција у атмосфери те процеса који воде до глобалног отопљавања.	3.а. Повезује размјену енергије између система и околине с промјенама у систему током физичких и хемијских процеса (ΔH, ΔS, ΔG).

3. Компонента: Материје богате енергијом

Исходи учења:

1. Упоређује особине, састав и врсту материја богатих енергијом.
2. Анализира трансформацију енергије у хемијским и биохемијским системима.
3. Процјењује утицај различитих извора енергије на животну средину.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Објашњава хемијске везе у биолошки важним органским молекулима.	1.а. Објашњава особине, састав и врсту биолошки важних органских молекула богатих енергијом. 1.б. Аргументује важност заступљености материја богатих енергијом у исхрани.	1.а. Повезује енергију везе биолошки важних органских молекула с њиховом структуром. 1.б. Повезује структуру биолошки важних органских молекула са њиховом улогом у организму. 1.в. Анализира енергетску вриједност намирница.
2.а. Упоређује хемијске реакције биолошки важних органских молекула при којима се догађа размјена енергије.	2.а. Записује термохемијске једначине реакције горења и пиролизе биолошки важних органских молекула примјењујући хемијска правила.	2.а. Анализира садржај енергије биолошки важних органских молекула на основу експерименталних резултата.
3.а. Описује моделе за рационалну употребу и уштеду обновљивих и необновљивих извора енергије. 3.б. Аргументује ризике и предности коришћења фосилних горива.	3.а Анализира могућности употребе биогорива за смањење загађења животне средине.	3.а. Анализира важност технолошких процеса за добијање енергије из алтернативних извора. 3.б. Процјењује утицај фосилних горива на одрживи развој.

		3.в. Критички процјењује еколошку оправданост извора енергије заснованих на електрохемијским ћелијама.

4. Компонента: Истраживање и презентација резултата

Исходи учења:

1. Прикупља податке из различитих извора.
2. Повезује резултате с концептуалним сазнањима.
3. Уочава законитости података приказаних моделима, табелама и графиконима.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Користи различите изворе информација (приручнике, енциклопедије, интернет) у складу с постављеним проблемом истраживања.	1.а. Упоређује прикупљене податке о структури материје и трансформацији енергије. 1.б. Израчунава промјену енталпије (измијењену топлоту при сталном притиску) на основу резултата калориметријског експеримента.	1.а. Спроводи истраживање еколошке оправданости извора енергије засновано на електрохемијским ћелијама. 1.б. Анализира резултате истраживачког рада о енергетској ефикасности у свом окружењу.
2.а. Процјењује информације о важности природних ресурса и одрживог развоја.	2.б. Израчунава реакцијску енталпију на основу задате измијењене топлоте (промјене енталпије) током хемијске реакције и количине утрошеног реактанта (или насталог производа).	2.а. Спроводи стехиометријска израчунавања на основу хемијских реакција органских једињења. 2.б. Закључује о реактивности материја богатих енергијом на основу резултата експеримента. 2.в. Примјењује Хесов (Hess) закон за израчунавање енталпије одабраних хемијских реакција.
3.а. Приказује графички промјене агрегатних стања материје у зависности од температуре и притиска.	3.а. Приказује енталпијским дијаграмом енергетске промјене при отапању чврсте материје у односу на енталпије разарања кристалне структуре и хидратације.	3.а. Анализира односе енталпија реактаната и производа те смјер реакцијске промјене на основу енталпијског дијаграма.

	3.б. Презентује резултате истраживања о рационалном коришћењу природних ресурса и енергије користећи се информационим технологијама. 3.в. Приказује прикупљене податке табеларно и графички (дијаграми).	3.б. Формулише закључке добијене анализом енергетских промјена система. 3.в. Упоређује прикупљене податке о структури материје и трансфор-мацији енергије кроз цртеже, табеле или графиконе.

ОБЛАСТ 4: ПРОЦЕСИ И МЕЂУСОБНО ДЈЕЛОВАЊЕ ЖИВИХ И НЕЖИВИХ СИСТЕМА

1. Компонента: **Органске материје**

Исходи учења:

1. Описује особине, састав и врсте органских једињења.
2. Објашњава хемијску реактивност према функционалним групама.
3. Анализира хемијске реакције органских материја.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Наводи разлике између органских и неорганских једињења. 1.б. Објашњава четворовалентност угљеника и начин повезивања атома угљеника у органским молекулима. 1.в. Објашњава процес фракционе дестилације нафте. 1.г. Класификује органска једињења према саставу и структури њихових молекула. 1.д. Наводи тривијалне називе органских једињења (хлороформ, формалдехид, сирћетна киселина, мрављa киселина). 1.ђ. Описује физичка својства (агрегатно стање, температура топљења и кључања, растворљивост у поларним и неполарним растварачима, густина) органских једињења.	1.а. Разликује органска једињења на основу структурне формуле, функционалне групе, назива према IUPAC номенклатури и тривијалним називима. 1.б. Приказује опште, рационалне и структурне формуле органских једињења на основу назива једињења према IUPAC номенклатури (са до 10 атома угљеника у молекулу). 1.в. Објашњава врсте изомерије органских једињења. 1.г. Пише формуле изомера и њихове називе према IUPAC номенклатури. 1.д. Објашњава структуру и особине сапуна и детерџената. 1.ђ. Описује структуру и особине најлона и полијестера.	1.а. Анализира економску важност нафте. 1.б. Анализира sp^3, sp^2 и sp хибридизацију атома угљеника. 1.в. Објашњава утицај структуре и утицај удаљене групе на киселост и базичност органских једињења. 1.г. Упоређује киселост алкохола, фенола и карбоксилних киселина на основу грађе молекула и базичност амина у односу на неорганске базе. 1.д. Разликује изомере који садрже исте и различите функционалне групе. 1.ђ. Повезује физичка и хемијска својства органских једињења с употребом и значајем у свакодневном животу (нпр. гориво, сировине).

1.е. Именује органска једињења према IUPAC номенклатури (са до 10 атома угљеника у молекулу). 1.ж. Препознаје функционалне групе у молекулу ацетилсалицилне киселине.	1.е. Објашњава здравствене ризике и потенцијалну токсичност ароматичних угљоводоника.	1.е. Анализира важност придржавања мјера предострожности приликом употребе органских растварача.
2.а. Објашњава утицај функционалне групе и дужине угљениковог ланца на физичка и хемијска својства органских једињења. 2.б. Наводи карактеристичне реакције на функционалне групе.	2.а. Објашњава утицај атома халогеног елемента на поларност и реактивност деривата угљоводоника. 2.б. Разликује карактеристичне реакције за доказивање органских једињења.	2.а. Предвиђа врсте хемијских реакција органских једињења на основу познавања структуре молекула (функционалне групе). 2.б. Предвиђа производе хемијских реакција органских једињења на основу реактивности функционалних група.
3.а. Анализира поларност молекула органских једињења. 3.б. Наводи хемијске реакције угљоводоника (супституција, адиција, полимеризација и оксидација), алкохола (дехидратација, оксидација), алдехида и кетона (оксидација, редукција, алдолна кондензација), карбоксилних киселина (неутрализација, естерификација), естера (хидролиза), амида. 3.в. Наводи начине синтезе органских једињења.	3.а. Разликује електрофилне и нуклеофилне реагенсе и слободне радикале. 3.б. Објашњава разлику у реактивности примарних, секундарних и терцијарних алкохола, као и разлику између алдехида и кетона на основу реакција оксидације и редукције.	3.а. Анализира електрофилну и нуклеофилну адицију и супституцију. 3.б. Предвиђа хомолитичко и хетеролитичко цијепање ковалентне везе. 3.в. Записује једначине хемијских реакција угљоводоника, алкохола, алдехида, кетона, карбоксилних киселина, естера, амида. 3.г. Приказује ток и механизам одвијања органских хемијских реакција (супституција, адиција, елиминација).

2. Компонента: **Биолошки важне органске материје - биомолекули**

Исходи учења:

1. Објашњава особине, састав и врсту одабраних биомолекула примјењујући хемијску симболику и терминологију.
2. Анализира хемијске промјене одабраних биомолекула.
3. Испитује трансформацију енергије током биохемијских реакција.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
Ученик:		
1.а. Препознаје аминокиселине као мономерне јединице протеина на основу структурне формуле. 1.б. Објашњава улогу биолошки важних једињења у живим системима. 1.в. Разликује рибонуклеотиде од дезоксирибонуклеотида. 1.г. Наводи тривијалне називе за представнике хетероцикличних једињења (пирол, фуран, тиофен, пирин, пиридин, пиримидин, пурин). 1.д. Описује структуру и физичка својства биолошки важних органских једињења: моносахарида, дисахарида и полисахарида, липида, протеина.	1.а. Разликује Фишерове и Хејвортове (Fischer i Haworth) формуле моносахарида. 1.б. Повезује структуру биолошки важних једињења (угљених хидрата, масти, уља и воскова, аминокиселина, протеина, нуклеинских киселина) са особинама и улогом у живим системима. 1.в. Препознаје штетно и корисно физиолошко дјеловање алкалоида као природних и вјештачких једињења.	1.а. Објашњава појаву стереоизомерије код моносахарида. 1.б. Анализира биолошку активност протеина у живим системима. 1.в. Објашњава дјеловање лијекова (аспирин, пеницилин) на људски организам. 1.г. Разликује улоге иРНК, рРНК и тРНК у живим системима.
2.а. Приказује структурним формулама разлику у начину повезивања моносахарида у дисахаридима и полисахаридима. 2.б. Разликује четири нивоа структурне организације протеина (примарну, секундарну, терцијарну и кватерну).	2.а. Анализира настајање цикличних облика моносахарида. 2.б. Приказује настајање гликозидне и пептидне везе хемијским једначинама. 2.в. Креира формуле триацилглицерола који садрже остатке палмитинске, стеаринске и олеинске киселине.	2.а. Истражује хемијске промјене биолошки важних једињења (естерификација, хидролиза масти и уља, циклизације глукозе и фруктозе, настајање пептидне везе те доказивање угљених хидрата, аминокиселина и протеина).

		2.б. Предвиђа наелектрисање аминокиселина на различитим pH вриједностима. 2.в. Истражује основне принципе чувања, преноса и испољавања генетских информација аргументујући резултате.
3.а. Наводи улогу ензима у живим системима и утицај различитих фактора на активност ензима.	3.а. Објашњава хемизам дјеловања ензима у организму (енергија активације). 3.б. Предвиђа енергетске промјене током биохемијских реакција. 3.в. Анализира равнотежу биохемијских реакција.	3.а. Анализира катаболизам (разградњу органских молекула и ослобађање енергије која се акумулира у облику АТР-а и редукованих форми коензима). 3.б. Истражује анаболизам при којем се енергија и неки једноставни молекули који настају у катаболичким процесима користе за изградњу сложених биомолекула.

3. Компонента: Функционисање природних система и хемијски закони

Исходи учења:

1. Промјена енергије у биохемијским системима.
2. Анализира природне системе као функционалну и структурну цјелину, као и њихову повезаност и зависност.
3. Објашњава услове равнотеже у природним системима те указује на узроке и посљедице поремећаја равнотеже.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Објашњава значај процеса фотосинтезе за живот свих живих бића. 1.б. Објашњава начела биоенергетике, термодинамике и кинетике реакција које се одвијају у живом организму. 1.в. Објашњава ћелијско дисање као процес којим аеробни организми долазе до енергије.	1.а. Објашњава метаболизам, важности молекула АТР, главне карактеристике процеса ћелијског дисања и процеса фотосинтезе. 1.б. Упоређује фотосинтезу и хемосинтезу с обзиром на реактанте и производе тих реакција.	1.а. Анализира одвијање прве и друге фазе фотосинтезе. 1.б. Предвиђа енергетске промјене током биохемијских реакција (АТР).

2.а. Разликује законитости међудјеловања честица и сложених система (атома, молекула, дијелова ћелија, ткива, органа и организма).	2.а. Разматра функције и особине природних система те њихову повезаност и зависност. 2.б. Упоређује структуре и функције протеина: хемоглобин, миоглобин, колаген, еластин. 2.в. Препознаје важност елемената транскрипције РНК и синтезе протеина.	2.а. Повезује особине функционалних група и биолошких молекула/ макромолекула у цјелини те биолошких мембрана с њиховом функцијом. 2.б. Процјењује особине течних кристала на примјеру слагања фосфолипида (као главних састојака ћелијске мембране). 2.в. Образлаже биохемијски механизам репликације ДНК, настајање и поправљање генетских грешака.
3.а. Објашњава важност сталног протока енергије и надзирања брзина биопроцеса за одржавање устаљеног стања у живим организмима.	3.а. Идентификује кључне реакције које одређују брзину метаболичких путева. 3.б. Издваја основне физичко-хемијске законе и принципе у биолошким процесима.	3.а. Анализира основне хомеостатске механизме (O_2, CO_2, pH, гликемија) који омогућавају функционисање организма. 3.б. Истражује хормонску регулацију функције организма. 3.в. Повезује механизам ензимске кинетике и регулациона својства ензима.

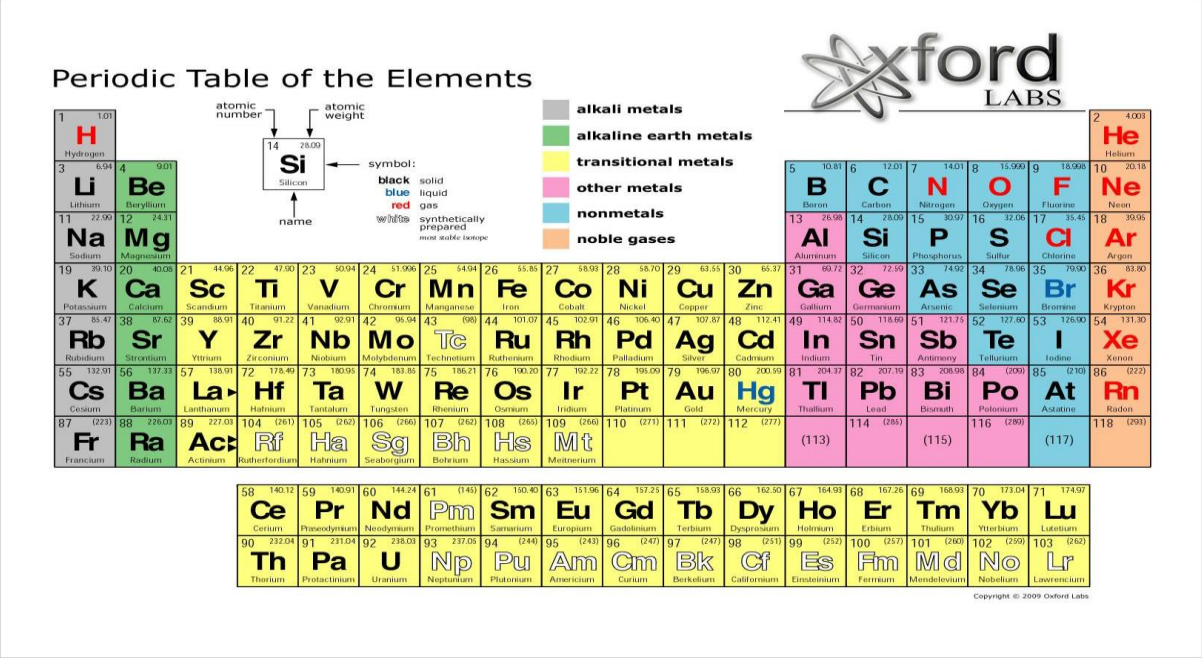
4. Компонента: Повезивање експерименталних резултата с концептуалним сазнањима

Исходи учења:

1. Прикупља податке из различитих извора.
2. Повезује резултате с концептуалним сазнањима.
3. Уочава законитости података приказаних моделима, табелама и графиконима.

ОСНОВНИ НИВО	СРЕДЊИ НИВО	НАПРЕДНИ НИВО
	Ученик:	
1.а. Формулише истраживачко питање на основу доступних података о употреби производа органске хемијске индустрије. 1.б. Поставља хипотезу о очекиваним резултатима интердисциплинарног истраживања усклађеног са психофизичким узрастом ученика.	1.а. Прикупља информације о примјени органских материја у свакодневном животу. 1.б. Објашњава прикупљене податке на основу истраживања у оквиру препоручених тема, користећи се стручном и научном литературом.	1.а. Предвиђа посљедице и ризике везане за квалитет ваздуха и квалитет снабдијевања водом. 1.б. Аргументује важност мониторинга квалитета ваздуха и квалитета снабдијевања водом.

	1.в. Примјењује методе изолације и пречишћавања (дестилација,екстракција, кристализација, хроматографија) природних производа.	1.в. Истражује важеће правне акте који регулишу параметре воде за људску потрошњу у Босни и Херцеговини и вриједности максималних допуштених концентрација појединих параметара који се мјере приликом испитивања квалитета воде.
2.а. Описује специфичности концепта интегрисаног приступа у планирању коришћења природних ресурса (фосилна горива). 2.б. Објашњава здравствене ризике изложености различитим врстама зрачења (УВ зрачење, радиоактивно зрачење).	2.а. Објашњава механизме дјеловања потенцијално штетних хемијских фактора околине (тешки метали, микотоксини, пестициди, диоксини, производи настали термичком обрадом хране, прехрамбени адитиви). 2.б. Истражује утицај савремене индустрије на фотосинтезу. 2.в. Изводи експериментално хемијске реакције у оквиру сваке групе органских једињења (реакција на двоструку везу, реакција са Толенсовим (Tollens) реагенсом...).	2.а. Процјењује корист као и опасност примјене органских материја у свакодневном животу. 2.б. Процјењује повезаност технолошког напретка цивилизације са стањем у животној средини. 2.в. Спроводи квалитативну анализу материја органског поријекла.
3.а. Користи табеле, графиконе и симулације за приказивање резултата.	3.а. Приказује прикупљене податке у облику извјештаја. 3.б. Израђује моделе органских материја примјеном информационих и комуникационих технологија (ИКТ).	3.а. Расправља о добијеним резултатима и закључцима истраживања о међудјеловању живих и неживих система. 3.б. Приказује распоред атома у изомерима органских једињења употребом структурних формула и молекуларних модела.



Попис коришћених скраћеница:

Ar - Релативна атомска маса

ATP – аденозин трифосфат

DNK/ДНК – дезоксирибонуклеинска киселина

IUPAC – International Union of Pure and Applied Chemistry – Међународна унија за чисту и примијењену хемију

iRNK/иРНК – информациона рибонуклеинска киселина

Mr – Релативна молекулска маса

M – Моларна маса

N_A – Авогардов број/константа

SI – Међународни систем мјерних јединица

PSE (ПСЕ) – Периодни систем елемената

CFC – Chlorofluorocarbon – хлорофлоругљеник

pH – pH вриједност – негативни логаритам концентрације/активитета водоникових јона у раствору

pOH - pOH вриједност – негативни логаритам концентрације/активитета хидроксилних јона у раствору

ΔH – промјена енталпије

ΔS – промјена ентропије

ΔG – промјена Гибсове енергије

rRNK/рРНК – рибозомска рибонуклеинска киселина

tRNK/тРНК – транспортна рибонуклеинска киселина

UV – ултраљубичасто (ултравиолетно) зрачење