



**MODEL ZADATKA
KEMIJSKE
TEHNOLOGIJE
U ŠKOLSKOJ GODINI
2024./2025.**



UVOD

Tema: SINTEZA I SVOJSTVA ACETILSALICILNE KISELINE

Model zadatka ovogodišnjeg natjecanja odnosi se na temu *Sinteza i svojstva acetilsalicilne kiseline* koja pruža mogućnost provjere vještina, znanja i kompetencija stečenih u kvalifikacijama Ekološki tehničar i Kemijski tehničar na kojima se temelji tehnički opis discipline *Kemijske tehnologije*. Navedeni model zadatka omogućit će neovisnu procjenu stečenih vještina, znanja i kompetencija koje odgovaraju realnom sektoru, a kako bi se potvrdila spremnost natjecatelja i primjenjivost obrazovnih kvalifikacija u području procesne kemijske industrije koja bilježi porast djelatnosti i sve veću angažiranost javnosti. Porast interesa javnosti i zapošljivosti u najvećoj mjeri odnosi se na djelatnosti povezane s proizvodnjom farmaceutika, sredstava za čišćenje i kozmetičkih proizvoda, naftnih prerađevina, te onih koji su posljedica provođenja zakonskih propisa a odnose se na opskrbu vodom, obradu otpadnih voda, gospodarenje otpadom i sanaciju okoliša (Zakon o zaštiti okoliša, Zakon o vodama, Zakon o održivom gospodarenju otpadom i dr.). Sve navedene djelatnosti usmjerene su na striktno provođenje mjera održivog razvoja i ciljeva kružnog gospodarstva čime se dodatno pozicioniraju kao pouzdan i vjerodostojan partner u napretku društva.

Naslov teme modela zadatka opisuje konačni cilj i područje rada, odnosno upućuje na to da će natjecatelji u zadatku provesti praćenje proizvodnog procesa tumačenjem rezultata dobivenih provođenjem standardnih analiza ključnih pokazatelja kakvoće na uzorku iz proizvodnog procesa ili iz njegova okoliša. Stoga se provjera vještina u zadatku *Sinteza i svojstva acetilsalicilne kiseline* odvija unutar prostora prilagođenog potrebama laboratorija.

Procesi kemijske industrije i okoliš u stalnoj su interakciji, a kako bi kemijska i srodne industrije mogle ispunjavati zakonitosti održivog razvoja i ciljeve kružnog gospodarstva, uz analizu karakterističnih procesnih veličina i fizikalno-kemijsku karakterizaciju proizvoda, neophodno je praćenje stanja osnovnih sastavnica okoliša: zraka, mora, vode i tla. Uz to, pri praćenju procesa kemijske i srodnih industrija posebnu pozornost treba obratiti energiji koja je potrebna za provedbu tih procesa, ali i materijalnim dobrima i kulturnoj baštini koja se nalazi u bližem ili daljem okolišu proizvodnog procesa. Treba uzeti u obzir kako je onečišćavanje okoliša promjena stanja okoliša uslijed izravnog ili neizravnog unošenja ili emitiranja nedozvoljenih onečišćujućih tvari koje za posljedicu imaju narušavanje zdravlja ljudi i kvalitete okoliša. Kako procesi kemijske i srodnih industrija u pravilu uključuju tvari koje mogu imati negativno djelovanje na sastavnice okoliša te na zdravlje ljudi, određivanje uzajamnog djelovanja industrijskog procesa i svih sastavnica okoliša ključno je za postizanje mjera održivog razvoja i ciljeva kružnog gospodarstva.

Ovogodišnji model zadatka orijentiran je na proizvodni proces i odnosi se na analizu uzorka dobivenog sintezom te uz provedbu kemijske reakcije uključuje i ispitivanje dijela fizikalno-kemijskih veličina koje karakteriziraju uzorak. Analiza uzorka pri tome daje informaciju o uspješnosti i iskorištenju provedene sinteze i separacije. Provođenje zadatkom propisanih sinteze, separacije i fizikalno-kemijskih laboratorijskih analiza daje uvid u stečeno znanje natjecatelja s obzirom na poznavanje procesa te fizikalnih i kemijskih metoda određivanja karakterističnih veličina procesa koja se provode u većini laboratorija koji su podrška proizvodnim procesima kemijske i srodnih industrija ili su ispitni laboratoriji za kontrolu kakvoće prirodnih i tehnoloških voda, ali i karakterizaciju drugih procesnih tokova karakterističnih za djelatnosti povezane s kemijskom tehnologijom i gospodarenjem otpadom. Ovaj model zadatka uz znanja povezana s općom, organskom, analitičkom i fizikalnom kemijom zahtjeva poznavanje procesa kemijske industrije, a što je sve obuhvaćeno u znanjima i vještinama koje Ekološki tehničari i Kemijski tehničari stječu tijekom obrazovanja i stjecanja odgovarajućih srednjoškolskih kvalifikacija. Sve navedeno u potpunosti odgovara tehničkom opisu discipline *Kemijske tehnologije*.

Kako bi se postigla procjena kandidata prema postizanju točnosti i preciznosti mjerenja, Povjerenstvo mora provesti usporednu analizu izabranog modela zadatka, uzevši u obzir i planirano vremensko trajanje predviđeno za provedbu zadatka.

OPIS MODELA I ZADAĆA

Model zadatka discipline Kemijske tehnologije sastoji se od sljedećih modula:

- modul 1: priprema radnog mjesta
- modul 2: provedba procesa
- modul 3: uzimanje i priprema uzorka
- modul 4: priprema reagensa, standardnih otopina i analiza uzorka
- modul 5: obrada podataka (tablično/grafički/shematski)
- modul 6: prezentacija rezultata provedbe procesa i analize.

Napomena Organizatoru natjecanja i Povjerenstvu:

Prostor prilagođen potrebama laboratorija u kojem će se natjecanje održati mora biti čist i uredan prije ulaska natjecatelja. Prostor mora biti opremljen i označen u skladu s pozitivnim propisima zaštite na radu i rukovanja s kemikalijama u skladu s tehničkim opisom discipline. Sve potrebne posude za skupljanje i odlaganje otpada moraju biti vidljive i propisno označene. Radne površine moraju biti čiste i uredne, a aparatura, kemikalije, reagensi i pribor posloženi i na dohvat na jednak način za svakog natjecatelja prema popisu opreme predmetnog modela zadatka koji će biti dostupan za svakog natjecatelja.

Prilikom ulaska, jedan od članova Povjerenstva ukazat će svim sudionicima natjecanja na položaj i dostupnu zajedničku opremu, pribor, kemikalije i reagens potrebne za provođenje natjecanja te dati upute o radnom prostoru, s naglaskom na zasebni i zajednički radni prostor, te upute o ponašanju tijekom natjecanja. Također će se osvrnuti i na popis pojedinačne opreme za svakog natjecatelja koja je potrebna za provođenje natjecanja.

Povjerenstvo će objasniti kriterije ocjenjivanja te očekivanu primjenu dobre laboratorijske prakse kao osnovu natjecanja, a koja posebno uključuje primjenu zaštitnih sredstava, vođenje zapisa te sukladan rad prema zahtjevima metoda i parametrima ispitivanja.

UPUTE NATJECATELJIMA

MODUL 1: PRIPREMA RADNOG MJESTA

Radno vrijeme: 1 sat. Prvi dan natjecanja

Natjecatelji pristupaju dodijeljenom radnom mjestu te se pripremaju za rad što podrazumijeva primjenu osnovnih zaštitnih sredstava (oblačenje kute, vezanje kose i obuvanje odgovarajuće radne obuće) te proučavanje natjecateljskog zadatka.

Natjecatelji pripremaju radno mjesto za provedbu zadatka što uključuje provjeru dostupne aparature, pribora, kemikalija, reagensa i sredstava za rad. Potom slažu potrebnu aparaturu i provjeravaju njenu ispravnost.

Natjecatelji mogu prema vlastitom izboru pristupiti pripremi aparature za izvođenje zadatka uz obavezu primjene dodatnih zaštitnih sredstava, odnosno zaštitnih rukavica i naočala.

Natjecatelji trebaju obratiti pozornost na emisije otpada koje proizlaze iz zadatka odnosno svakog pojedinog modula te se pripremiti na ispravno gospodarenje s istima što uključuje razumijevanje pravilnog zbrinjavanja otpadnih kemikalija.

MODUL 2: PROVEDBA PROCESA

Radno vrijeme: 1 sat. Prvi dan natjecanja

Sinteza acetilsalicilne kiseline

Pribor:

Erlenmeyerova tikvica volumena 100 mL, graduirana pipeta volumena 5 mL, dvije laboratorijske čaše volumena 600 mL, menzura volumena 25 mL, tehnička vaga, stativ s mufom i klemom, električni rešo ili magnetska miješalica s grijačem, kapalica, stakleni štapić, boca štrcaljka, posudica za vaganje

Kemikalije: salicilna kiselina ($C_7H_6O_3$), anhidrid octene kiseline, ($C_4H_6O_3$), $\rho = 1,08 \text{ g cm}^{-3}$, koncentrirana sumporna kiselina (H_2SO_4), destilirana voda

Postupak rada:

Odvagati 2,0 g salicilne kiseline i prebaciti u Erlenmeyerovu tikvicu volumena 100 mL. Nakon toga u Erlenmeyerovu tikvicu dodati 5 mL anhidrida octene kiseline i 5 kapi koncentrirane sumporne kiseline (Anhidrid octene kiseline i sumpornu kiselinu dodavati s oprezom uz obaveznu primjenu odgovarajućih mjera zaštite!). Pripremiti vodenu kupelj zagrijavanjem destilirane vode u čaši volumena 600 mL na električnom rešou/magnetskoj miješalici s grijačem. Erlenmeyerovu tikvicu pričvrstiti mufom i klemom za stativ i uroniti u pripremljenu vodenu kupelj s kipućom vodom u vremenu od deset minuta. Nakon toga izvaditi Erlenmeyerovu tikvicu iz vodene kupelji.

MODUL 3: UZIMANJE I PRIPREMA UZORKA

Radno vrijeme: 1 sat. Prvi dan natjecanja

Izdvajanje acetilsalicilne kiseline iz reakcijske smjese

Pribor:

eksikator, aparatura za vakuum filtraciju, tehnička vaga, sušionik, posudica za vaganje, satno staklo, stakleni štapić, filter-papir, škare, boca štrcaljka volumena 500 mL

Kemikalije:

destilirana voda, led

Postupak rada:

U reakcijsku smjesu u Erlenmeyerovoj tikvici dodati 10 mL prethodno pripremljene destilirane ledene vode. Otopinu hladiti u ledenoj kupelji, uz povremeno miješanje staklenim štapićem do prestanka stvaranja kristala. Dobivene kristale odvojiti vakuum-filtracijom, isprati s 10 mL hladne vode u Büchnerovom lijevku, prebaciti na označeno satno staklo i osušiti pola sata u sušioniku pri $100 \text{ }^\circ\text{C}$. Nakon sušenja satno staklo s kristalima prebaciti u eksikator.

MODUL 4: PRIPREMA REAGENSA, STANDARDNIH OTOPINA I ANALIZA UZORKA

Radno vrijeme: 4 sata. Drugi dan natjecanja

Određivanje acetilsalicilne kiseline u uzorku konduktometrijskom titracijom

a) Kalibracija konduktometra

Pribor:

staklena čaša volumena 250 mL, boca štrcaljka volumena 500 mL, konduktometar ili multimetar s elektrodom za mjerenje električne provodnosti s temperaturnom kompenzacijom

Kemikalije:

standardna otopina poznate električne provodnosti

Postupak rada:

Konduktometar uključiti i kalibrirati standardnom otopinom poznate električne provodnosti prema uputama proizvođača. Konduktometrijsku elektrodu nakon kalibracije isprati destiliranom vodom.

b) Priprema otopine natrijevog hidroksida, $c = 0,0100 \text{ mol dm}^{-3}$

Pribor:

odmjerna tikvica volumena 1 L, lijevak, stakleni štapić, reagens boca volumena 1 L, etikete

Kemikalije:

natrijev hidroksid (NaOH) – titrival, destilirana voda

Postupak rada:

Pripremiti 1 L otopine natrijevog hidroksida, $c = 0,0100 \text{ mol dm}^{-3}$ korištenjem titrivala. Pripremljenu otopinu prelići u odgovarajuću reagens bocu. Reagens bocu s otopinom natrijevog hidroksida označiti na propisan način.

c) Određivanje masenog udjela acetilsalicilne kiseline u uzorku

Pribor:

bireta volumena 50 mL, dvije čaše volumena 250 mL, odmjerna tikvica volumena 250 mL, trbušasta pipeta volumena 25 mL menzura volumena 100 mL, lijevak, stakleni štapić, konduktometar ili multimetar s elektrodom za mjerenje električne provodnosti s temperaturnom kompenzacijom, tehnička vaga, magnetna miješalica, magnetić, stalak za biretu, dvije hvataljke, dvije mufe, propipeta, boca štrcaljka volumena 500 mL

Kemikalije:

standardna otopina NaOH, $c = 0,0100 \text{ mol dm}^{-3}$, etanol, $w = 96 \%$, uzorak acetilsalicilne kiseline, destilirana voda

Postupak rada:

Konduktometar uključiti i složiti aparaturu. U čaši volumena 250 mL odvagati uzorak acetilsalicilne kiseline na tehničkoj vagi. U čašu s uzorkom dodati 30 mL etanola i 70 mL destilirane vode te štapićem usitniti i otopiti uzorak. Čašu s dobivenom smjesom staviti na magnetsku miješalicu, dodati magnetič i miješati 5 minuta. Smjesu potom kvantitativno prebaciti preko lijevka u odmjernu tikvicu volumena 250 mL i nadopuniti destiliranom vodom do oznake. Pipetirati 25 mL smjese iz odmjerne tikvice u drugu čašu volumena 250 mL i u čašu dodati 100 mL destilirane vode. U čašu staviti magnet, uroniti elektrodu, te po potrebi dodati destiliranu vodu kako bi elektroda bila uronjena u uzorak do potrebne razine. Biretu napuniti pripremljenom otopinom NaOH poznate koncentracije. Uključiti magnetnu miješalicu. Iz birete dodavati po 1 mL otopine NaOH. Za svaki dodani volumen otopine NaOH poznate koncentracije izmjeriti provodnost. Mjerne rezultate zabilježiti u tablici.

Odrediti masu acetilsalicilne kiseline i izračunati njezin maseni udio u uzorku.

Radno vrijeme: 2 sata. Drugi dan natjecanja**Snimanje apsorpcijskog spektra acetilsalicilne kiseline****Pribor:**

dvije odmjerne tikvice volumena 100 mL, čaša volumena 250 mL, graduirana pipeta volumena 5 mL, tehnička vaga, magnetska miješalica, magnetič, UV/VIS spektrofotometar, lijevak, propipeta, posudica za vaganje, kvarcne kivete

Kemikalije:

uzorak acetilsalicilne kiseline, destilirana voda

Postupak rada:

U posudici za vaganje odvagati 0,1 g uzorka sintetizirane acetilsalicilne kiseline iz eksikatora i prebaciti u čašu volumena 250 mL. U čašu dodati 70 mL destilirane vode i miješati na magnetskoj miješalici petnaest minuta. Dobivenu otopinu kvantitativno prenijeti u odmjernu tikvicu volumena 100 mL te tikvicu nadopuniti destiliranom vodom do oznake. Pipetirati 5 mL dobivene otopine iz odmjerne tikvice u drugu odmjernu tikvicu volumena 100 mL te ju nadopuniti do oznake destiliranom vodom. Tako pripremljenoj otopini uzorka acetilsalicilne kiseline snimiti apsorpcijski spektar u UV području (200 - 350 nm) koristeći destiliranu vodu kao slijepu probu. Usporediti dobiveni apsorpcijski spektar s relevantnim spektrom nađenim na internetu na način da se odrede apsorpcijski maksimumi i zaključiti o kvalitativnom sastavu uzorka acetilsalicilne kiseline.

MODUL 5: OBRADA PODATAKA (TABLIČNO/GRAFIČKI/SHEMATSKI)

Radno vrijeme: 1 sat. Treći dan natjecanja

Određivanje acetilsalicilne kiseline u uzorku konduktometrijskom titracijom

Napomena:

Obradu rezultata provesti primjenom programskog paketa Excel.

Mjerne podatke unijeti u tablicu.

Tablični prikaz rezultata mjerenja

V_{NaOH} [mL]	κ / [$\mu\text{S/cm}$]	V_{NaOH} [mL]	κ / [$\mu\text{S/cm}$]	V_{NaOH} [mL]	κ / [$\mu\text{S/cm}$]	V_{NaOH} [mL]	κ / [$\mu\text{S/cm}$]

Grafički prikazati ovisnost $\kappa = f(V_{\text{NaOH}})$.

Izračunati masu acetilsalicilne kiseline u uzorku i izraziti je u mg. Izračunati maseni udio acetilsalicilne kiseline u uzorku.

Račun:

m (uzorka) = _____

m (acetilsalicilne kiseline) = _____

w (acetilsalicilne kiseline, uzorak) = _____

Snimanje apsorpcijskog spektra acetilsalicilne kiseline

Apsorpcijski maksimumi: _____

Zaključak:

MODUL 6: PREZENTACIJA REZULTATA PROVEDBE PROCESA I ANALIZE

Radno vrijeme: 3 sata. Treći dan natjecanja

Na temelju provedenih procesa i analize uzorka, prikupljenih i obrađenih podataka izraditi prezentaciju. Prezentacija mora sadržavati: uvod, cilj zadatka, materijale i metode, rezultate, raspravu, zaključke i literaturu.

Usmeno prezentirati provedeni zadatak, analizirati problem, raspraviti rezultate te izvesti zaključak kojim će se zadatak povezati s praćenjem proizvodnog procesa.

Odgovoriti na pitanja državnog Povjerenstva.

OPREMA, STROJEVI, INSTALACIJE I POTREBNI MATERIJALI

Infrastrukturni popis:

Optimalni broj vaga je jedna tehnička vaga na četiri učenika, dva uređaja za vakuum-filtraciju, jedan eksikator, jedan sušionik i jedan UV/VIS spektrofotometar na osam učenika. U prostoru za provedbu eksperimentalnog dijela natjecanja moraju biti osigurani i spremnici za zasebno zbrinjavanje kiselina, lužina, ostalih kemikalija i drugih vrsta otpada. Laboratorijsko stakleno posuđe i pribor učenik mora prati tijekom provedbe zadatka i ponovno koristiti. Prostor u kojemu će se provoditi natjecanje mora biti opremljen vatrogasnim aparatima sukladno pravilima struke ili hidrantskom mrežom.

Materijali i oprema iskazani su po jednom učeniku.

Oprema:

bireta volumena 50 mL, dvije odmjerne tikvice volumena 100 mL, odmjerna tikvica volumena 250 mL, odmjerna tikvica volumena 1 L, Erlenmeyerova tikvica volumena 100 mL, graduirana pipeta volumena 5 mL, trbušasta pipeta volumena 25 mL, menzura volumena 25 mL, menzura volumena 100 mL, tri laboratorijske čaše volumena 250 mL, dvije laboratorijske čaše volumena 600 mL, eksikator, satno staklo, stakleni štapić, lijevak, posudica za vaganje, stativ s dvije mufe i dvije kleme, električni rešo ili magnetska mješalica s grijanjem, aparatura za vakuum-filtraciju, konduktometar ili multimetar s elektrodom za mjerenje električne provodnosti s temperaturnom kompenzacijom, sušionik, UV/VIS spektrofotometar, kvarcne kivete, magnetna mješalica, magnetič, stalak za biretu, reagens boca volumena 1 L, boca štrcaljka volumena 500 mL, kapalica, propipeta, etikete, filter-papir, škare, računalo opremljeno programskim paketom MS Office

Materijali:

salicilna kiselina ($C_7H_6O_3$) mase 5 g, anhidrid octene kiseline, ($C_4H_6O_3$), $\rho = 1,08 \text{ g cm}^{-3}$ volumena 20 mL, koncentrirana sumporna kiselina (H_2SO_4) volumena 10 mL, titrival za pripremu otopine NaOH, $c = 0,0100 \text{ mol L}^{-1}$, standardna otopina poznate električne provodnosti volumena 500 mL, etanol, $w = 96 \%$ volumena 200 mL, uzorak acetilsalicilne kiseline, destilirana voda volumena 5 L, led mase 0,5 kg

MATERIJALI, OPREMA I ALATI KOJI DONOSE NATJECATELJI

Natjecatelj na natjecanje donosi samo pribor za pisanje, kalkulator i osobna zaštitna sredstva (laboratorijska kuta i naočale).

MATERIJALI, OPREMA I ALATI KOJI SU ZABRANJENI NA RADNOM MJESTU

Smiju se upotrebljavati samo materijali koje je pribavio organizator i/ili koje je donio natjecatelj/mentor prema gore navedenom popisu materijala, opreme i alata koji se koriste za izvođenje modula natjecateljske discipline.

Na natjecanju nije dozvoljeno korištenje mobitela, tableta i prijenosnih osobnih računala te drugih uređaja kojima se može ostvariti kontakt s vanjskim dionicima.

TABLICA OCJENJIVANJA

	KRITERIJI					
	Priprema radnog mjesta	Provedba procesa	Uzimanje i priprema uzorka	Priprema reagensa, standardnih otopina i analiza uzorka	Statistička obrada podataka i grafički prikaz rezultata	Prezentacija rezultata analize
	A	B	C	D	E	F
Priprema radnog mjesta	10	0	0	0	0	0
Provedba procesa	0	10	0	0	0	0
Uzimanje i priprema okolišnog uzorka	0	0	10	0	0	0
Priprema reagensa, standardnih otopina i analiza uzorka	0	0	0	40	0	0
Obrada podataka (tablično/grafički /shematski)	0	0	0	0	15	0
Prezentacija rezultata analize	0	0	0	0	0	15
Ocjene	10	10	10	40	15	15

SADRŽAJ

UVOD	2
OPIS MODELA I ZADAĆA	3
UPUTE NATJECATELJIMA	3
MODUL 1: PRIPREMA RADNOG MJESTA	3
MODUL 2: PROVEDBA PROCESA	4
MODUL 3: UZIMANJE I PRIPREMA UZORKA	4
MODUL 4: PRIPREMA REAGENSA, STANDARDNIH OTOPINA I ANALIZA UZORKA	5
MODUL 5: OBRADA PODATAKA (TABLIČNO/GRAFIČKI/SHEMATSKI)	7
MODUL 6: PREZENTACIJA REZULTATA PROVEDBE PROCESA I ANALIZE	8
OPREMA, STROJEVI, INSTALACIJE I POTREBNI MATERIJALI	9
MATERIJALI, OPREMA I ALATI KOJI DONOSE NATJECATELJI	10
MATERIJALI, OPREMA I ALATI KOJI SU ZABRANJENI NA RADNOM MJESTU	11
TABLICA OCJENJIVANJA	12
SADRŽAJ	13



world skills Croatia



Agencija za
strukovno obrazovanje
i obrazovanje odraslih



ESF+
Učinkoviti ljudski
potencijali



Sufinancira
Europska unija



PODRŠKA IZVRSNOSTI,
INOVATIVNOSTI I VIDLJIVOSTI
STRUKOVNOG OBRAZOVANJA
I OSPOSOBLJAVANJA