Europska unija
Zajedno do fondova EU

KEMIJA

2. RAZRED SREDNJE ŠKOLE

PRIRUČNIK ZA NASTAVNIKE

Europska unija
Zajedno do fondova EU

EUROPSKI STRUKTURNI I INVESTICIJSKI FONDOVI

UČINKOVITI LJUDSKI POTENCIJALI

CARNet
HRVATSKA AKADEMSKA I ISTRAŽIVAČKA MREŽA
CROATIAN ACADEMIC AND RESEARCH NETWORK

Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.

Više informacija o EU fondovima možete pronaći na: www.strukturnifondovi.hr

Naručitelj i nakladnik: Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNet

Autori: Skupina autora

Stručnjak za izradu i dizajn digitalnih sadržaja te dizajn korisničkog sučelja: Darko Čengija

Stručnjaci za inkluzivno obrazovanje: Mara Modrić, Zrinjka Stančić

Stručnjak za pristupačnost: Zlatko Sobočan

Lektura: Marina Fakac

Izvoditelj: Profil Klett d.o.o.

Podizvoditelji: Centar Inkluzivne potpore IDEM, UX Passion

Više informacija:
Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNet
Josipa Marohnića 5, 10000 Zagreb
tel.: +385 1 6661 500
www.carnet.hr

Više informacija o fondovima EU:
Ministarstvo regionalnoga razvoja i fondova Europske unije www.strukturnifondovi.hr.

2017. g.

Ovo djelo je dano na korištenje pod licencom Creative Commons Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0. međunarodna

Sadržaj ovog materijala isključiva je odgovornost Hrvatske akademske i istraživačke mreže – CARNet.

SADRŽAJ

3. MODUL:
BRZINA I RAVNOTEŽA KEMIJSKIH REAKCIJA
3.1. Brzina kemijskih reakcija
3.2. Čimbenici koji utječu na brzinu kemijske reakcije
3.3. Ravnoteža kemijskih reakcija
3.4. Čimbenici koji utječu na pomak kemijske ravnoteže

BRZINA I RAVNOTEŽA KEMIJSKIH REAKCIJA

UVOD

Ovaj priručnik namijenjen je nastavnicima i odnosi se na treći modul nastave za drugi razred srednje škole. Treći modul nosi naslov *Brzina i ravnoteža kemijskih reakcija*. U priručniku su ukratko prikazane četiri jedinice koje su obuhvaćene trećim modulom. Kroz četiri jedinice objašnjeni su pojmovi brzine i dosega, te ravnoteže kemijske reakcije. Posebno je stavljen naglasak na uvjete koji moraju biti zadovoljeni da bi reakcija bila u ravnoteži, i što sve može utjecati na ubrzavanje ili na usporavanje kemijske reakcije. Naglašene su specifičnosti modula i pojedinih jedinica, te je ukazano na metode poučavanja i poteškoće koje nastavnik može očekivati u razredu pri radu na pojedinoj jedinici. U priručniku nije predviđeno da bude razmatrana izrada pripreme i radnih listića, ali su dani primjeri zadataka za uvježbavanje predstavljenog gradiva.

ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI NA RAZINI MODULA:

- ✓ uočiti zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih crtežima, tablicama i grafovima
- ✓ razviti znanstveni pogled
- ✓ razviti sposobnost rješavanja problema
- ✓ generalizirati sposobnost grafičkog prikazivanja rezultata opažanja
- ✓ razviti otvorenost prema utjecaju različitih čimbenika na ravnotežno stanje kemijskog i drugih sustava

METODIKA NASTAVE PREDMETA

Nastava kemije svakako mora biti praćena pokusima koji imaju veću vrijednost ako ih izvode učenici. Za veliki broj pokusa koje se može izvesti u školi nije neophodno raspolagati sa zahtjevnom opremom, skupim kemikalijama i posebnim prostorijama. Pokuse je potrebno prilagoditi na takav način da ih učenici mogu izvoditi poštujući sva pravila sigurnosti. Nastava bez pokusa ne može biti uspješna. Međutim, samo izvođenje pokusa nije garancija da je nastava uspješna. Svaki pokus mora biti ne samo doživljen, nego i objašnjen koristeći jednadžbe kemijskih reakcija. Naročito je važno, odmah nakon izvedenog pokusa i objašnjenja, provjeriti koliki je broj učenika razumio objašnjenja. Ako se ova provjera razumijevanja pokusa ne veže uz provjeru znanja i ocjenjivanje, onda se može očekivati da će učenici bez straha od loše ocjene postavljati pitanja i priznati da nešto nisu razumjeli. Takvim pristupom realno je za očekivati da kemija ne bude tretirana kao „težak predmet“ kojeg ne treba niti pokušati razumjeti. U suprotnom, dobro izvedeni pokus učenici mogu

doživjeti kao mađioničarsku predstavu u kojoj se vide zanimljivi efekti, ali im ostaje nejasno kako je i zašto do njih došlo.
Kod provjere znanja pitanjima kod kojih postoji 50%-tna vjerojatnost točnog odgovora, svakako uvijek treba tražiti i objašnjenje. Tek argumentiranim odgovorom na pitanje „Zašto?“ možemo procijeniti da nije bilo pogađanja i slučajno točnog izbora.

Računski zadatci koji su uključeni u ovom modulu nisu zahtjevni s računskog aspekta. Istraživanja Nacionalnog centra za vanjsko vrjednovanje pokazala su na uzorku od 25 000 učenika da veliki broj učenika ima problema s elementarnim računskim operacijama. Zbog toga se na ovakvim jednostavnim zadatcima osim kemijskih pojmova, može također uvježbavati i elementarno računanje, pretvaranje mjernih jedinica, iskazivanje zadanih podataka pomoću potencija broja deset, rad bez pomoći kalkulatora računajući napamet i „pješke“. Da učenici ne bi ovakav pristup shvatili kao uvredu jer se od njih traži nešto što „oni odavno znaju“, ovakav način rada može se prikazati kao igra i natjecanje „mozak protiv kalkulatora“ i uspoređivati rezultate dobivene kalkulatorom s onima dobivenim bez pomoći kalkulatora. Time se ostvaruje snažna korelacija s fizikom i matematikom, a nakon nekoliko sati ovakvog pristupa zadatcima, i nastavnik i učenici će biti iznenađeni rezultatima.

Rješavanje računskih zadataka, prije bilo kakvih razmišljanja o tome kako zadatak riješiti, treba započeti s izlučivanjem svih podataka zadanih riječima i njihovim izražavanjem pomoću simboličkog jezika. Ta procedura kolikogod izgledala jednostavna i nepotrebna ima vrlo veliku metodičku važnost u savladavanju metodologije rješavanja zadataka! Između ostalog, vrijeme potrošeno na izlučivanje zadanih podataka, najčešće je dovoljno vrijeme inkubacije potrebno za traženje načina rješavanja zadatka.
Pri rješavanju zadataka uz numerički pristup, gdje god je to moguće, treba njegovati i grafički pristup. Takvim načinom rada njeguje se korelacija s matematikom i fizikom, a učenici uvježbavaju crtanje dijagrama koristeći digitalne alate, ali također, što je jednako važno, skiciranje dijagrama bez pomoći digitalnih alata.

3.1. DOS jedinica: Brzina kemijskih reakcija

Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ objasniti pojam brzine kemijske reakcije
- ✓ na temelju računa odrediti doseg reakcije
- ✓ povezati doseg reakcije s množinom reakcijskih pretvorbi
- ✓ izračunati brzinu kemijske reakcije, brzinu trošenja reaktanta i brzinu nastajanja produkta
- ✓ grafički objasniti rezultate mjerenja brzine kemijske reakcije

Metodika predmeta

Osnovna tema ove jedinice je upoznavanje pojmova brzine i dosega kemijske reakcije, te pravilnog razlikovanja tih dvaju pojmova. Brzinu kemijske reakcije lako je objasniti uspoređujući je s pojmom brzine kako je proučavana u fizici i provodeći analogiju između gibanja tijela, tj. promjene položaja tijela u prostoru i promjene koncentracije reaktanata/produkata u kemijskoj reakciji. Dakle, kao što u fizici brzina gibanja opisuje napredovanje tijela s vremenom, u kemiji će brzina kemijske reakcije opisivati napredovanje kemijske reakcije s vremenom. Postavlja se pitanje kako brzini kemijske reakcije pridijeliti njezino fizičko značenje? Za to će poslužiti pojam *dosega*.

Pojam dosega je utoliko teže objasniti što nema analognog pojma u fizici, nego je to karakterističan pojam vezan uz kemijske reakcije. Korištenje čestičnog pristupa će znatno olakšati razumijevanje ovog pojma. Kemijsku reakciju u kojoj ne vidimo što se događa s pojedinom česticom u reakcijskom volumenu, ne treba promatrati kao neku količinu reaktanata od kojih nastaje neka količina produkata. Reakciju treba analizirati na razini pojedine čestice i pitati se koliko je čestica reaktanta, od svih onih čestica prisutnih u reakcijskom volumenu, pretrpjelo promjenu. Postavlja se dakle pitanje koju je množinu jediničnih pretvorbi reaktant doživio. Zbog toga je uveden pojam dosega reakcije koji pokazuje množinu jediničnih pretvorbi promatranog reaktanta, odnosno sudionika u kemijskoj reakciji. Naime, na sličan način moguće je izračunati doseg reakcije za svakog sudionika promatrane reakcije, kako za svakog reaktanta, tako i za svakog produkta u nekoj kemijskoj reakciji. Doseg neke kemijske reakcije, kao fizičku veličinu, moguće je izračunati kao kvocijent množine promatranog sudionika kemijske reakcije i stehiometrijskog koeficijenta tog istog sudionika.

Za istu reakciju doseg će biti jednaki, bez obzira računamo li preko reaktanata ili produkata. Za izraz “doseg reakcije” ponekad se koristi izraz “napredak reakcije”.

Nakon definiranja dosega, moguće je i brzini kemijske reakcije pridijeliti njezino fizičko značenje i to kao kvocijent dosega reakcije i vremena tijekom kojega je reakcija tekla.

Mjerna jedinica za doseg reakcije je mol, kao i za množinu tvari. Budući da množinu tvari u reakciji nije lako mjeriti, često se brzina reakcije izražava ne pomoću dosega, nego pomoću koncentracije tvari, jer se koncentraciju lakše mjeri.

Prilikom analiziranja promjene brzine neke kemijske reakcije, te proučavanja prosječne i trenutne brzine kemijske reakcije, svakako treba uz računski pristup iskoristiti i grafički pristup, kako pomoću digitalnih alata, tako i slobodnim crtežom, tj. shematskim crtanjem grafikona. U ovoj prilici iskoristite korelaciju s matematikom i fizikom, pa čak i s likovnim odgojem i predmetom iz tehničke struke.

Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNet-ovoj mrežnoj stranici:

Stehiometrija kemijske reakcije:

https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/stehiometrija-kemijske-reakcije/

Imam sudar:

https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/imam-sudar/

Brz – spor (Brzina kemijske reakcije): još se ne nalazi na mrežnoj stranici

https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/predmeti/kemija/

Kemijski račun: još se ne nalazi na mrežnoj stranici

https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/predmeti/kemija/

Crtanje grafikona treba izvježbati olovkom na milimetarskom papiru i također koristeći digitalne alate, npr. u Excelu ili koristeći Meta-Chart (http://e-laboratorij.carnet.hr/meta-chart-izradite-grafikone-bez-muke/) ili neki drugi alat kojega se može naći na mrežnim stranicama.

Za učenike koje kemija posebno zanima, tema brzine i ravnoteže kemijske reakcije može biti proširena pojmom reda reakcije i rješavanjem niza zadataka priloženih na kraju ove jedinice.

Uputa za rad s učenicima s teškoćama

U svrhu upoznavanja općenitih didaktičko-metodičkih uputa za rad s učenicima s teškoćama, ideje možete pronaći na stranici:

https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/wp-content/uploads/2016/09/CARNET_Didakticko-metodicke-upute.pdf

Uvod i motivacija

S učenicima se ponavlja pojam **brzina kemijske reakcije** kroz primjere svakodnevnog života (*brzina u različitim sportovima*). Učenici ponavljaju definiciju brzine, oznaku te mjernu jedinicu brzine. Pojam brzine uspoređuje se s fizikalnom veličinom s kojom su se učenici susreli u fizici tijekom osnovnoškolskog te srednjoškolskog obrazovanja.
U radu s učenicima s teškoćama važno je, unutar svakog zadatka, isticanje i označavanje pojedine fizikalne veličine brzine (*v*) te formula za izračunavanje. Pri zapisu istih, vodi se računa o primjerenom oblikovanju teksta (*font, veličina, razmak, prored*). U skladu s individualnim potrebama učenika s teškoćama, poželjno je isticanje bitnih podataka raznim tehnikama isticanja (*boja, podebljanje*). To je posebno važno u radu s učenicima s poremećajem pažnje i hiperaktivnosti, s učenicima s poremećajem čitanja i pisanja i dr.
Radi isticanja formule za izračun brzine, formulu prikazujemo u tankom crvenom okviru radi preglednosti prikaza i usmjeravanja pažnje učenika (*učenici sa specifičnim teškoćama učenja, učenici s poremećajem iz spektra autizma, učenici s ADHD poremećajem i dr.).* Primjeri pojma brzine u svakodnevnom životu, mogu se prikazati odabranim videozapisima ili slikovnim prikazima. Važno je voditi računa o preglednosti sadržaja videozapisa, jasnoće slikovnog prikaza. Prilikom vođenog gledanja videozapisa, pažnja učenika može se usmjeriti povremenim zaustavljanjem projekcije, sažetim ponavljanjem gledanog, postavljanjem poticajnih pitanja uz nastavak gledanja, predviđanjem mogućih reakcija, iznošenjem kratkih zaključaka. Za slijepe i slabovidne učenike, neophodno je detaljno opisati sadržaje prikazane u videozapisu ili na slikovnom prikazu. S obzirom na uvodni dio sata, u svrhu motivacije učenika za novi sadržaj, važno je poticati suradničko učenje, kako bi učenici radom u paru ili skupinama, putem unaprijed pripremljenih uloga i zadataka, dodatno istraživali primjere iz svakodnevnog života a koji prikazuju pojam brzine kemijskih reakcija.

Razrada sadržaja učenja i poučavanja

S učenicima je važno ponoviti pojam kemijske reakcije. Također, kao kod pojma brzine poželjno je pojam kemijske reakcije potkrijepiti primjerima iz svakodnevnog života (*npr. hrđanje, truljenje voća i dr.*).
Svaka kemijska reakcija prikazuje se kemijskom jednadžbom. S učenicima se ponavljaju pojmovi produkata i reaktanata, pri tome je poželjno usmjeriti pažnju učenika na pojmove u pojmovniku ili opcijom ponovimo (*kratka definicija u oblaku iznad izdvojenih ključnih pojmova*). U radu s učenicima na spektru autizma, učenicima sa specifičnim teškoćama učenja (*poremećaj čitanja i dr.*) poželjno je vizualizirati nove i složene pojmove crtežima ili slikom. Kako bi učenici što bolje razumjeli novo gradivo poželjno je usmjeriti njihovu pažnju na ranije usvojenu jedinicu pod nazivom *Entalpija*, u toj su se DOS jedinici učenici susreli s reaktantima i produktima u kemijskim jednadžbama. U svrhu isticanja, usmjeravanja pažnje,

određivanja reaktanata i produkata u kemijskim jednadžbama, pojam reaktanata označava se zelenom bojom u tekstu, a pojam produkata plavom bojom. Isticanje teksta podebljanjem ili bojom dobro je za sve učenike razreda, a ne samo za učenike s teškoćama. Ukoliko boje ne uzrokuju raspršenje pažnje pojedinih učenika, i kemijske se formule u jednadžbi, odnosno reaktanti i produkti jednadžbe, mogu označiti bojom (zelenom i plavom). Pri svemu je važno jezično pojednostaviti tekst tj. složene rečenice uvijek razložiti na dvije do tri jednostavne rečenice.
U jedinici *Brzina kemijske reakcije* učenici se susreću s novim, složenim pojmovima, poput domet reakcije, brzina kemijske reakcije i dr. U jedinici se ponavljaju fizikalne veličine, ali i mjerne jedinice ranije usvojene (*množina, mol*), stoga, uvijek je važno ponoviti (pojam u oblaku, pojam u pojmovniku) prethodno usvojene pojmove.
U zadatcima DOS jedinice, pojavljuje se fizikalna veličina koncentracije (*c*). Potrebno je potaknuti prisjećanje učenika na jedinicu u kojoj su obrađene množinske i masene koncentracije. Uz zapisivanje fizikalnih veličina, simbola istih te mjernih jedinica, ponavljanje se može provoditi kroz primjere iz svakodnevnog života koji prikazuju iste. Nove pojmove, važno je istaknuti različitim tehnikama označavanja (boja, podebljanje), ovisno o individualnim potrebama i preferencijama učenika. Fizikalne veličine koje su prikazane slovom grčkog alfabeta (Δ ξ, čitati: ksi), važno je pročitati učenicima te uvijek napisati izgovor. Pri formiranju rečenica u tekstu, vodimo se smjernicama lako čitljivog teksta, osobito za učenike s teškoćama čitanja, pisanja, poremećajima iz spektra autizma, ADHD poremećajem. U radu s učenicima s teškoćama, važno je provjeriti razumijevanje pojmova u tekstu od strane učenika te dodatno pojašnjenje primjerom bliskim učeniku.
S obzirom na složenost formula koje definiraju obrađene fizikalne veličine, poželjno je pregledno pisanje formula, s primjerenim razmakom i proredom u zapisu formule. Radi lakšeg usmjeravanja pažnje, formule treba uvijek istaknuti u crvenom okviru (*označava nešto jako važno, nešto što se može koristiti i kao lako dostupan podsjetnik*).
Kroz zadatke DOS jedinice, učenici analiziraju promjene brzina kemijskih reakcija te proučavaju prosječne i trenutne brzine kemijske reakcije, pri čemu se koriste grafičkim prikazima. Kod učenika s teškoćama vidne percepcije, oštećenjem vida, specifičnim teškoćama učenja, važno je da grafički prikazi budu pregledno prikazani. Poželjno je reaktante i produkte prikazati različitim bojama. Ukoliko se učenik teško snalazi na grafičkom prikazu zbog većeg broja prikazanih reaktanata i produkata, poželjno je smanjiti broj primjera na istom koordinatnom sustavu. Preporuča se da nastavnik zajedno s učenicima dogovorno označi pojedine krivulje različitim bojama. Moguće je iste iscrtati, ali i svaku zasebno kako bi učenik uočio promjene brzine kemijske reakcije ili promatrao prosječne i trenutne brzine kemijske reakcije. Kod učenika s motoričkim oštećenjima gornjih ekstremiteta, grafičke prikaze je potrebno unaprijed pripremiti te izbjegavati samostalno ucrtavanje u grafikon ili crtanje samog grafikona.

Završetak

Učenike treba uvijek poticati na suradničko učenje, rad u paru ili skupini, u svemu učenici s teškoćama trebaju aktivno sudjelovati, nikako samo promatrati što rade drugi učenici. U paru ili skupini, učenici mogu promatrati zadane grafikone i određivati zadane brzine. Kada nastavnik u razredu ima učenika oštećena vida (*npr. slijepoga učenika*) pažnju učeniku treba usmjeriti na slušanje opisa te izvedbu zadatka radom u paru. Također, učenici mogu na temelju zadane kemijske jednadžbe crtati grafikone tehnikom olovka-papir, no može se i poticati korištenje IKT alata, koristeći digitalne alate, npr. u Excelu ili koristeći Meta-Chart http://e-laboratorij.carnet.hr/meta-chart-izradite-grafikone-bez-muke/ ili neki drugi alat kojega se može naći na mrežnim stranicama. U svrhu generalizacije usvojenog sadržaja jedinice, moguće je s učenicima organizirati kviz. Također, pomoću aplikacija (npr. Plickers), s učenicima se može na zanimljiv način ponoviti usvojeno gradivo u obrađenoj DOS jedinci.

3.2. DOS jedinica: Čimbenici koji utječu na brzinu kemijske reakcije

Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ objasniti i zaključiti nakon izvedenih pokusa kako agregacijsko stanje, ukupna površina reaktanata i koncentracija utječu na brzinu kemijske reakcije
- ✓ objasniti i zaključiti nakon izvedenih pokusa kako temperatura i katalizator utječu na brzinu kemijske reakcije objasniti i razlikovati pojmove: kataliza, katalizator i inhibitor
- ✓ objasniti pojam enzima i ulogu enzimskih funkcija u živim sustavima
- ✓ primijeniti, povezati i kombinirati potrebne matematičke izraze, očitati numeričke podatke iz grafičkih prikaza

Metodika predmeta

Da bi učenici razumjeli kako dolazi do kemijske reakcije, posebnu pozornost treba obratiti na činjenicu da čestice reaktanata imaju neku energiju i da sve čestice nemaju jednaku energiju iako se sustav nalazi na stabilnoj temperaturi. U reakciju će stupiti samo neke čestice i to one koje imaju energiju veću od neke kritične energije koja je svojstvena baš toj reakciji, a naziva se aktivacijska energija. Čestica koja je dosegla aktivacijsku energiju sposobna je izazvati uspješni sudar, tj. kemijski reagirati.

Brzina kemijske reakcije nije stalna veličina. Ona se mijenja ne samo tijekom vremena kako se reakcija odvija, nego ovisi i o uvjetima pod kojima se ona odvija. Objašnjenje za obje spomenute konstatacije je isto, a to je broj uspješnih sudara. Naime, tijekom vremena reaktanata je sve manje jer se troše, pa je sve manje uspješnih sudara. Reakciju možemo i ubrzavati i usporavati, ovisno o koncentraciji, temperaturi, agregacijskom stanju i aktivnoj površini, jer su to sve čimbenici koji utječu na povišenje ili smanjenje broja uspješnih sudara. Važno je uočiti da ovdje promatramo istu kemijsku reakciju koja može biti podložna promjeni vremena, koncentracije, temperature, agregatnog stanja ili veličine aktivne površine. Promjenom bilo koje od navedenih veličina, kemijska reakcija se ne mijenja, to je ista reakcija, ali se odvija različitim brzinama ovisno o nametnutom uvjetu pod kojim se događa.

Brzina kojom se kemijska reakcija odvija, odnosno broj uspješnih sudara, dakako utječe na brzinu pridobivanja produkata.

Međutim, brzina pridobivanja željenih produkata ovisi ne samo o broju uspješnih sudara, nego i o katalizatoru, odnosno inhibitoru. Ipak izjava da katalizator utječe na brzinu kemijske reakcije nije točna jer implicira činjenicu da se radi o istoj kemijskoj reakciji.

Dodavanjem katalizatora, zadire se u bit pretvorbe reaktanata: katalizator izaziva drugačiju kemijsku reakciju, i to onu koja teče uz nižu aktivacijsku energiju. Jedan od načina kako će doći do promjene kemijske reakcije je taj da katalizator stupi u reakciju s reaktantom stvarajući nestabilni kompleks. Tijekom napredovanja reakcije nestabilni kompleks se raspada, da bi na kraju reakcije katalizator bio u obliku u kakvom je bio na početku reakcije. Ako je na kraju reakcije dodana tvar promijenjena, onda se takvu tvar ne može nazvati katalizatorom. U reakciji s katalizatorom energija aktivacije za najsporiju elementarnu reakciju niža je od energije aktivacije one elementarne reakcije koja određuje brzinu kemijske reakcije bez katalizatora. Stoga će u reakciji s katalizatorom postojati veći broj čestica koje imaju dovoljnu energiju za pokretanje reakcije i na taj način je povećana brzina reakcije. Dakle, ponovo je riječ o povećanom broju uspješnih sudara, ali u drugačijoj reakciji.

Unatoč tome što su reaktanti istovrsni i produkti su istovrsni u oba slučaja – sa i bez katalizatora – to su dvije bitno različite reakcije s bitno različitim aktivacijskim energijama. Zbog toga nije ispravno reći da katalizator utječe na brzinu kemijske reakcije, nego treba naglasiti da katalizator utječe na brzinu pridobivanja produkata, ali kroz drugačiju reakciju koja je energijski povoljnija.

Učenike treba upozoriti da definiciju katalitičkih reakcija ne treba shvatiti doslovno: “Katalitičkim reakcijama naziva se one kemijske reakcije u kojima sudjeluju tvari koje djeluju na brzinu reakcije i pri tome se ne mijenjaju.” Naime, iako katalizator može stupiti u reakciju s reaktantima, iz reakcije izlazi nepromijenjen, tj. u obliku u kakvom je ušao u reakciju, pa se može reći da se katalizator u reakciji ne troši.

U jedinici je prikazano nekoliko pokusa i zadataka koji ilustriraju problematiku čimbenika koji utječu na brzinu kemijskih reakcija.

Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNet-ovoj mrežnoj stranici:

Kemijski panta rhei:

https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/kemijski-panta-rhei/

U okviru korelacije s fizikom, darovite učenike treba uputiti na grafikon distribucije brzina čestica u nekom sustavu na istoj temperaturi (Maxwell-Boltzmannova distribucija). Poznavanjem ove raspodjele učenici će bolje razumjeti neke od zadataka koji su priloženi u gradivu.

Uputa za rad s učenicima s teškoćama

Uvod i motivacija

Kako bi se učenike motiviralo za rad na satu, pripremite primjere iz učenikova života koji će dočarati nastavni sadržaj. Primjerice, kroz videozapis ili slikovni prikaz, prikažite učenicima primjere kako se različite kemijske reakcije odvijaju različitom brzinom. Spora kemijska reakcija može se prikazati reakcijom hrđanja željeza, dok se brza kemijska reakcija može prikazati gorenjem mangana ili ionskom reakcijom otopina olova nitrata ($Pb(NO_3)_2$ i kalijeva jodida (K_1) od kojih trenutno nastaje žuti talog olovova(II)jodida (Pb_{12}).
U uvodnom dijelu, predviđen je pokus reakcije razrijeđene klorovodične kiseline s cinkom. Kroz slikovne prikaze, važne za učenike s teškoćama, prikažite pribor i kemikalije potrebne za izvođenje pokusa. Pokus je poželjno prikazati u koracima te na kraju izdvojiti zaključak.
Koraci pokusa ispisani su na listu papira, kako bi učenici lakše pratili izvođenje pokusa. Kemijskim simbolima označeni su reaktanti. Učenike s teškoćama važno je usmjeravati kroz korake izvođenja pokusa i provjeriti razumiju li učenici što se izvodi u pojedinom koraku.

Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Nove pojmove važno je uvijek istaknuti u tekstu (*boja, podebljanje*) te iste potkrijepiti primjerima iz učenikova života (*katalizator, inhibit*or), a tekst je važno primjereno oblikovati *(font, veličina, razmak, prored*).
Za prikaza čimbenika koji utječu na brzinu kemijske reakcije, važno je prisjetiti se pojma brzine kemijske reakcije iz prethodne nastavne jedinice.
Čimbenike koji utječu na brzinu kemijske reakcije (*koncentracija, temperatura, površina reaktanata, agregacijsko stanje*), potkrijepite primjerima iz svakodnevnog okruženja te se prisjetite navedenih fizikalnih veličina iz prethodnih nastavnih sadržaja. Učenike koji poznaju tehniku potaknite na izradu umne mape, dok ostali mogu koristiti grafičke organizatore kako bi lakše usvojili navedene čimbenike i primjere istih.
Pojmove, reaktante i produkte u tekstu te u kemijskim jednadžbama označite istim bojama kao u prethodnoj jedinici (*plavo, zeleno*). Također, pojmovi egzotermne i endotermne reakcije označeni su bojama kao u prethodnom modulu (*crveno, plavo*). Uporaba boje u svrhu isticanja bitnoga u tekstu olakšava zapamćivanje pojedinih pojmova.
U svim problemskim zadatcima, važno je označavanje i izdvajanje kemijskih simbola te fizikalnih veličina. Učenike vodite kroz korake rješavanja zadataka u primjerima na nastavnom satu obrade gradiva. Primjereno oblikovanje problemskih i računskih zadataka opisani su u modulu 1 i 2.
U zadatcima se pojavljuje fizikalna veličina reakcijske entalpije te je važno da se učenici prisjete odgovarajuće formule te samog pojma reakcijske entalpije. Radi složenosti jedinice važno je osigurati češće proaktivno ponavljanje.

U zadatcima koji sadrže grafičke prikaze, poželjno je koristiti smjernice opisane u jedinici *Brzina kemijske reakcije*, uvijek pazite na kontrast podloge i slova, poželjna su plava slova na bijeloj podlozi, žuta na crnoj, crna na žutoj podlozi.

Završetak

U svrhu generalizacije, učenici mogu radom u paru ili u skupinama izrađivati grafičke organizatore, neki učenici mogu i mapirati (personalizirana strategija), a također se mogu prikazivati i novi pojmovi te primjeri iz svakodnevnog života koji potkrjepljuju navedene pojmove.
U završnom dijelu jedinice, predviđen je kviz. Učenici u kvizu rješavaju računske ili zadatke grafičke analize promjena utjecaja čimbenika okruženja na brzinu kemijskih reakcija. Prilikom pripreme zadataka važno je voditi se smjernicama opisanim u modulu 1 u jedinici *Usustavljivanje gradiva*.
Učenike se potiče na korištenje IKT alata, ali nikako ne smije izostati usmjeravanje tijekom rada i to sve dok učenici ne dođu do samostalnog obavljanja istog.

3.3. DOS jedinica: Ravnoteža kemijskih reakcija

Odgojno-obrazovni ishodi:

✓ objasniti pojam ravnotežnog stanja kemijskoga sustava

✓ napisati izraz za empirijsku konstantu ravnoteže kemijskoga sustava

Metodika predmeta

U ovoj jedinici učenici se sreću s dvije važne činjenice. Prva se sastoji u tome da postoje takve kemijske reakcije u kojima se reaktanti transformiraju u produkte nakon čega reakcija prestaje. Ovakve procese naziva se ireverzibilnim ili nepovratnim procesima. Druga činjenica se sastoji u tome da postoje takve reakcije koje se zbivaju u oba smjera, tj. da reaktanti prelaze u produkte što se naziva polaznom reakcijom, ali i da produkti prelaze natrag u reaktante, što se naziva povratnom reakcijom. Ovakve procese naziva se reverzibilnim ili povratnim procesima.

Pojam ravnoteže kemijskih reakcija treba razmatrati s aspekta promjene brzine kemijske reakcije kod reverzibilnih procesa. Važno je uočiti da se brzina polazne reakcije smanjuje s obzirom da se smanjuju koncentracije reaktanata. Povratna reakcija je moguća tek nakon što je nastala mala količina produkata. Zbog te male početne koncentracije produkata, mala je i brzina povratne reakcije. Kako se brzina polazne reakcije smanjuje, tako se brzina povratne reakcije povećava. U jednom trenutku nastupa ravnoteža, a to je trenutak u kojem su ove dvije brzine izjednačene.

Ovu činjenicu treba istaknuti budući da se na tom saznanju temelji rješavanje zadataka iz područja ravnoteže kemijskih reakcija.

Učenicima posebno treba naglasiti da se kemijska ravnoteža ne sastoji u tome da se u reakcijskom volumenu ništa ne događa, nego da se istovremeno događaju obje reakcije, tj. da se reaktanti pretvaraju u produkte, a produkti natrag u reaktante. Zbog toga se ovakvo stanje naziva dinamičkom ravnotežom.

Pri obradi zakona o djelovanju masa ili Guldberg – Waageovog zakona i definiranju koncentracijske konstante kemijske ravnoteže, važno je naglasiti da ova konstanta nije univerzalna konstanta za promatranu kemijsku reakciju, nego je samo konstanta pri odabranoj temperaturi.

Rješavajući zadatke u području ravnoteže kemijskih reakcija treba u korelaciji s matematikom i fizikom intenzivno vježbati koristiti se grafikonima, kako slobodnim skiciranjem, tako i uz pomoć digitalnih alata, npr. u Excelu ili koristeći Meta-Chart (http://e-laboratorij.carnet.hr/meta-chart-izradite-grafikone-bez-muke/) ili neki drugi alat kojega se može naći na mrežnim stranicama.

Učenike koji žele znati više kemije, može se uputiti u osnove kemijske kinetike. Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNet-ovoj mrežnoj stranici:

Primjena sile protiv volje: još se ne nalazi na mrežnoj stranici:

https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/predmeti/kemija/

Idealan, a realno nestašan: još se ne nalazi na mrežnoj stranici

https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/predmeti/kemija/

Uputa za rad s učenicima s teškoćama

Uvod i motivacija

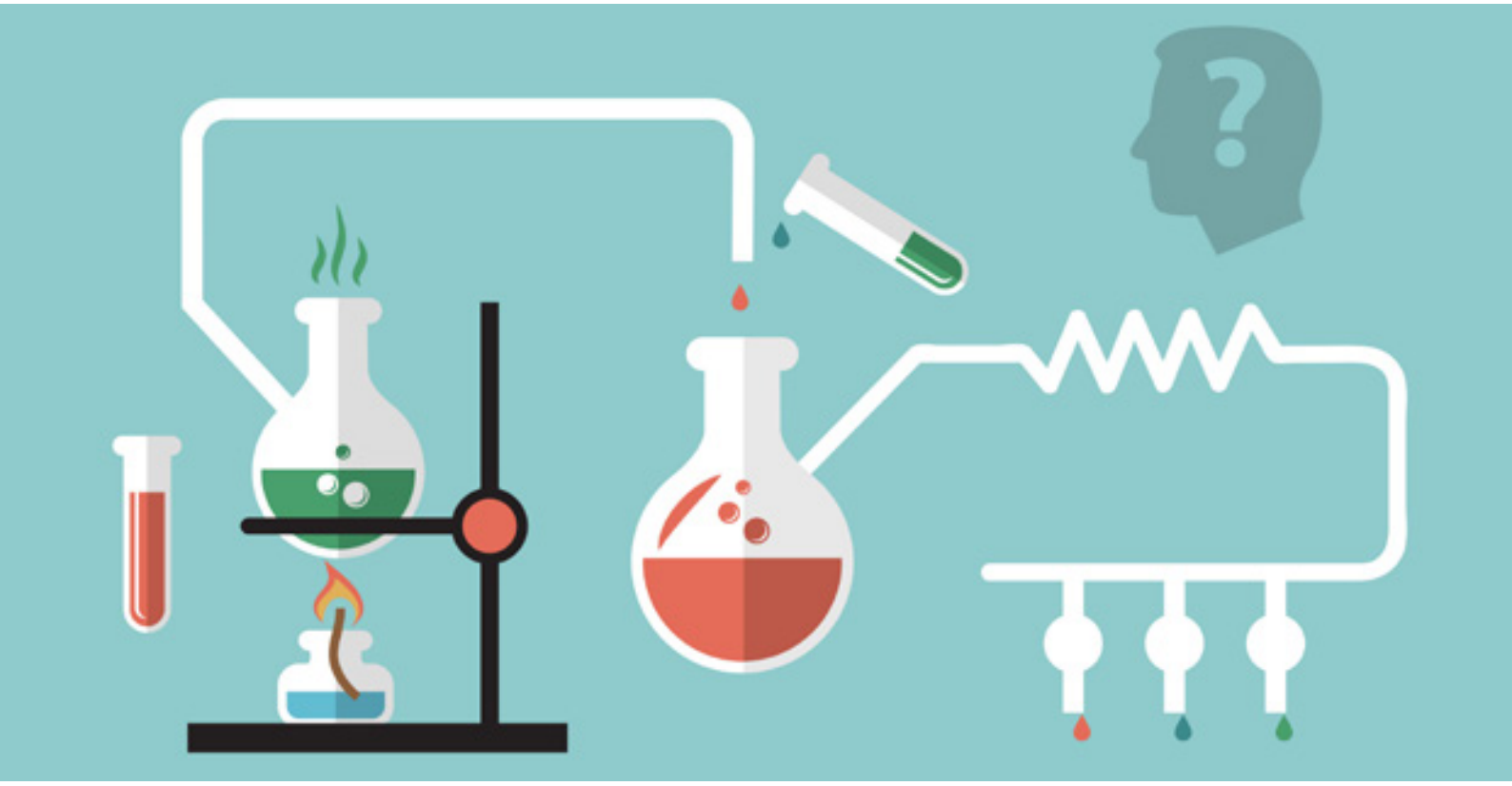
Kako biste uveli učenike u složene pojmove ravnotežnog stanja kemijskog sustava važno je osigurati češće ponavljanje ili provjeravanje ranije naučenih pojmova: reaktant, produkt, metabolički proces, stehiometrija i dr. Pri svemu je važno povezivati pojmove s primjerima bliskim učenicima, tražiti ih u aktivnostima svakodnevnog života. Ovisno o potrebama učenika, poželjno je označavanje teksta bojom koja ima asocijativnu funkciju, kao i u prethodnim modulima. Učenicima oštećena vida (npr. slijepim učenicima) možete pripremiti ili izraditi model natrij-kalijeve crpke, u suprotnom usmjerite njihovu pažnju na mogućnost slušanja naracije koja je osigurana kao oblik inkluzivne potpore.

Razrada sadržaja učenja i poučavanja

Kako bi učenici postigli uspjeh u rješavanju brojnih računskih zadataka, s obzirom na prisutne teškoće pažnje, koncentracije, teškoće radne memorije, teškoće učenja, važno je osigurati rješavanje zadataka u koracima, s uvidom u kontrolu mogućih pogrešaka, dodatne podsjetnike na ključne pojmove odabirom mogućnosti “ponovimo”, podsjetnike s računskim formulama, podatcima vrijednosti kemijskih i fizikalnih veličina, vrijednostima mjernih jedinica, uvijek istaknute na način kao u prethodnim modulima. Učenicima cijelo vrijeme treba biti osiguran stolni kalkulator ili pristup računalu i/ili pametnom telefonu.

Završetak

U zadatcima koji zahtijevaju promatranje ili rad na grafovima (ravnoteže kemijskim reakcijama i dr.), važno je zadane krivulje označiti podebljanjem ili bojom, istaknutom pripadajućom fizikalnom veličinom. Nadarene učenike koji žele znati više, a pri svemu njihovo učenje ometaju teškoće u području pažnje, pamćenja, čitanja, pisanja ili računanja, uvijek su važne smjernice značajne za potporu u učenju, npr. potaknite ih na slušanje ključnih audiozapisa, poticajnu raspravu i sl.



3.4. DOS jedinica: Čimbenici koji utječu na pomak kemijske ravnoteže

Odgojno-obrazovni ishodi:

- ✓ objasniti Le Chatelierovo načelo
- ✓ objasniti važnost razlikovanja početne i ravnotežne koncentracije sudionika reakcije
- ✓ objasniti utjecaj promjene temperature, tlaka i koncentracije na ravnotežno stanje kemijskoga sustava

Metodika predmeta

Kao ilustracija činjenice da se kemijska ravnoteža može pomaknuti u smjeru reaktanata ili u smjeru produkata iskorištena je ideja “nevidljive tinte”. Promjenom uvjeta pod kojima se kemijska reakcija odvija, reakcija će doći u stanje neravnoteže. Međutim, reakcija će se pokrenuti u nekom smjeru kako bi se ponovo uspostavilo stanje ravnoteže. Zato se govori o pomaku kemijske ravnoteže, a kako se ravnoteža pomiče ovisno o promjeni uvjeta, objašnjava se Le Chatelierovim načelom.

Čimbenici koji utječu na pomak ravnoteže su promjena koncentracije bilo kojeg od reaktanata ili produkata, promjena temperature na kojoj se reakcija odvija, ovisno o tome je li reakcija endotermna ili egzotermna i promjena tlaka, ovisno o tome je li broj molekula produkata veći ili manji od broja molekula reaktanata promatrajući jednadžbu kemijske reakcije.

Promjena svakog od navedenih parametara uzrokuje promjenu kemijske ravnoteže, ali se sve promjene svode na jednu zakonitost. Ona je poznata pod nazivom Le Chatelierovo načelo, a ono kazuje da će promjena uvjeta pri kojima je neki sustav u ravnoteži, izazvati takvu reakciju da će sustav ponovo biti doveden u stanje ravnoteže. To znači da se promjenom nekog od uvjeta, ravnoteža kemijske reakcije može pomaknuti u smjeru reaktanata, kada se produkti transformiraju u reaktante, odnosno u smjeru produkata kada se reaktanti transformiraju u produkte. Može se dakle reći da Le Chatelierovo načelo objašnjava da će se u sustavu koji naiđe na promjenu, ponovo uspostaviti dinamička kemijska ravnoteža na način da se suprotstavi promjeni.

U jedinici su dani zadatci, pokusi i poveznice što sve ilustrira Le Chatelierovo načelo. Za darovite učenike koji žele znati više kemije, moguće je proširiti listu ponuđenih zadataka i pokusa. Interes učenika se može potaknuti uključivanjem IK tehnologije u nastavu korištenjem scenarija poučavanja izrađenih u okviru pilot projekta e-Škole, a koji se nalaze na CARNet-ovoj mrežnoj stranici:

Kemijski panta rhei:

https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/scenarij-poucavanja/kemijski-panta-rhei/

Brz – spor (Brzina kemijske reakcije): još se ne nalazi na mrežnoj stranici

https://scenariji-poucavanja.e-skole.hr/predmeti/kemija/

Uputa za rad s učenicima s teškoćama

Uvod i motivacija

Pri uvođenju učenika s teškoćama u pojam Le Chatelierovo načelo, ideja “nevidljive tinte” poticajno je rješenje za sve učenike. Svakako je važno da učenici dođu do zaključka o otopini kobaltova (II) klorida heksahidrata i filtriranog papira. U radu s učenicima oštećena vida osigurajte da opipom osjete razliku u teksturi papira.

Razrada sadržaja učenja i poučavanja

U jedinici su ponuđeni brojni problemski zadatci te zadatci analize grafičkih prikaza promjena. U radu s učenicima s teškoćama neizostavna je dosljedna primjena pravila rješavanja zadataka radom u koracima, uporabom podsjetnika i kalkulatora različitog tipa.

Završetak

Prilikom rješavanja zadataka, pokusa ili pak poveznica značajno je pratiti napredak učenika. Povremeno, osobito u početnom vježbanju pružite priliku učenicima da dobiju ili sudjeluju u otkrivanju zadatka s riješenim početkom. Svakako je važno da učenici na kraju dođu do zaključka o promjeni parametara koji uzrokuju promjenu kemijske ravnoteže.