



Avtor gradiva: Brina Dojer

Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, UM

Evalvatorji gradiva:

Peter Juvančič (Šolski center Celje, Gimnazija Lava, Celje)

dr. Nika Golob (Fakulteta za naravoslovje in matematiko, UM)

Vplivi na hitrost kemijskih reakcij

Strategija (metoda): eksperimentalno delo učitelja

Starostna skupina, razred (vrsta srednje šole): 16 – 17 let, 2. Letnik, Gimnazija

Kompetence, ki se razvijajo:

a) generične:

- zbiranje informacij o vplivih na hitrost kemijskih reakcij
- sistematiziranje dobljenih podatkov v sistem
- interpretacija rezultatov z odgovori na vprašanja
- ustvarjanje zaključkov glede na rezultate
- samostojno izvajanje, opazovanje in organizacija
- učenje in reševanje problemov
- verbalna in pisna komunikacija

b) predmetno-specifične:

- zmožnost sodelovalnega in samostojnega reševanja problemov
- razvoj znanja in razumevanja kemijskih reakcij
- zmožnost uporabiti novo znanje na različnih primerih
- poznavanje vplivov na reakcije in uporaba novega znanja na drugih primerih
- urjenje v samostojnem eksperimentalnem delu

Umestitev v učni načrt/Nova vsebina:

- Potek kemijskih reakcij; Hitrost kemijskih reakcij

Način evalvacije:

- Samoevalvacija
- Evalvacija s strani profesorja

Navodila za profesorja

Na začetku gradiva je podanih le nekaj informacij o kemijskih reakcijah. Zato bi bilo smiselno, da dijaki že pred eksperimentiranjem poznajo potek reakcij in okvirno vplive na hitrost reakcij.

Poleg tega, kar spoznajo med eksperimenti, je potrebno še povedati, kako tlak vpliva na hitrost reakcij (s povečanjem tlaka se zmanjša volumen reaktantov in s tem poveča verjetnost trkov) ter razlike med homo- in



heterogeno katalizo (heterogena kataliza – katalizator ter reaktant in produkti so v različnih agregatnih stanjih, npr. vodikov peroksid in manganov(IV) oksid; homogena kataliza – katalizator ter reaktant in produkti so v istem agregatnem stanju, npr. raztopini kalijevega manganata(VII) in oksalne kisline dodamo manganove ione (Mn^{2+}) – raztopina se razbarva v nekaj sekundah, brez manganovih ionov pa v nekaj minutah).

Eksperimenti so zastavljeni tako, da prva dva izvajajo dijaki demonstratorji, katerim pred potekom (teden dni prej oziroma nekaj dni prej, kolikor se profesorju zdi potrebno) profesor poda navodila za eksperimentiranje, poleg tega pa dijaki tudi predčasno izvedejo eksperimente. Tretji eksperiment izvajajo vsi dijaki v skupinah. Na delovnih listih so navodila za delo. Četrty eksperiment izvaja profesor oziroma laborant v digestoriju, zaradi nevarnosti eksplozije.

Navodila za eksperiment 1:

Profesor nekaj dni pred izvajanjem eksperimenta zbere 6 dijakov demonstratorjev. Vsak par je zadolžen za izvedbo poskusa s posamezno raztopino vodikovega peroksida. Dijakom se pripravijo 3 Dewarjeve posode s termometri oziroma katerekoli druge termo posode s pokrovi in termometri, magnetna mešala, magnetki, merilne pipete ter 50 mL 10, 20 in 30% raztopine vodikovega peroksida in 3x po 5 mL 0.2 M raztopine kalijevega jodida. Dijaki edmonstratorji so opozorjeni na nevarnost kemikalij, obvezne so zaščitne halje, očala in rokavice. Prav tako naj slednji dijaki kasneje v laboratorijski učilnici poskrbijo za osveščenost še ostalih dijakov o nevarnostih uporabljenih kemikalij.

Dijaki demonstratorji eksperiment izvajajo po naslednjem zaporedju:

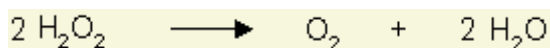
1. Dewarjevo posodo namestijo na magnetno mešalo ter opramijo z magnetkom
2. Dodajo po 50 mL raztopine vodikovega peroksida
3. Vključijo mešalo
4. Prvi demonstrator izmeri temperaturo raztopine
5. Drugi dijak doda v posodo 5 mL 0.2 M raztopine kalijevega jodida, o takoj zapre in opremi s termometrom in plastičnim pokrovom – istočasno drugi dijak vključi štoparico
6. Vsakih 10 sekund drugi dijak reče npr: »10«, prvi pa odčita temperaturo, ki si jo dijaki zapisujejo v ustrezno tabelo.
7. Ko spremembe temperature raztopine ni več, je reakcija končana, drugi dijak preneha merit čas.



Dijake profesor pouči o varnem odstranjevanju kemikalij (KI).

V laboratorijski učilnici dijaki demonstratorji povedo, kaj bodo delali, ostale dijake tudi poučijo o sestavinah aparature, ki jo morajo narisati na delovne liste.

Po končanih eksperimentih dijaki narišejo graf (vpišejo in označijo vse potrebno) in iz njega ugotovijo, da se z višanjem koncentracije reaktanta (v tem primeru H_2O_2) poveča hitrost reakcije. Profesor jih opozori na vlogo kalijevega jodida ter se posvetuje z dijaki o zapisu reakcije, ki je potekla med eksperimentom. Reakcija se lahko zapiše enostavno kot:



Profesor si lahko podoben eksperiment pogleda na strani:

http://www.chemie.uni-regensburg.de/Organische_Chemie/Didaktik/Keusch/chembox_KJ-e.htm

Navodila za eksperiment 2:

Prav tako kot za eksperiment 1, tudi v tem primeru potrebujemo dijaka demonstratorja, tokrat 2.

Za ta eksperiment potrebujemo 30% vodikov peroksid, vodo, živosrebrov klorid, dve rezini surovega krompirja ter 4 petrijevke.

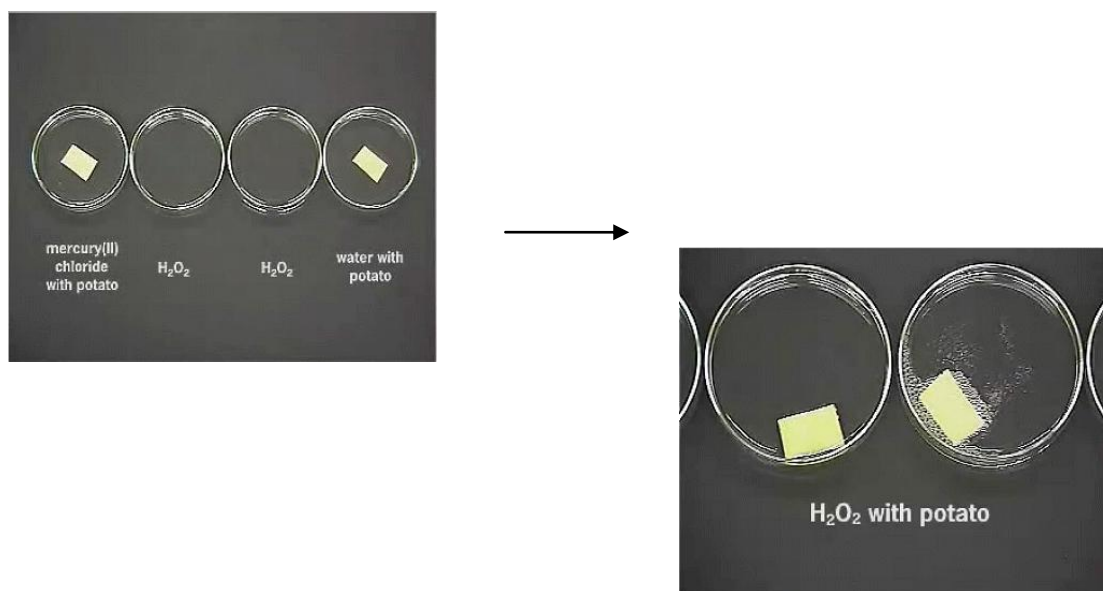
Eden od demonstratorjev je zadolžen za petrijevki 1 in 2, drugi za 3 in 4. V petrijevki 1 in 4 položita vsak po tanko rezino krompirja. Prvi dijak doda HgCl_2 , toliko, da pokrije rezino, drugi doda v petrijevko 4 enako količino vode. V petrijevki 2 in 3 nalijeta vodikov peroksid. Po nekaj minutah hkrati vzameta rezini krompirja iz petrijevk 1 in 4 ter ju položita v petrijevki 2 in 3. Poskus je za ostale dijake bolje viden pod projektorjem. Dijaki na delovno gradivo zapisujejo potrebno.

Po reakciji ugotovijo, da HgCl_2 očitno uniči »neko« snov v krompirju, zaradi katere se vodikov peroksid ne razgrajuje. Z znanjem iz biologije bodo najbrž ugotovili, da gre za encim katalazo, ki je prisoten v krompirju, in je katalizator v danem eksperimentu. Iz predhodno pridobljenega znanja in eksperimenta 1 najbrž tudi vedo, kakšna je vloga katalizatorjev v reakcijah.

Dijaki imajo že napisano reakcijo, ki jo profesor po potrebi razloži. Vpraša jih lahko tudi, če poznajo še kakšen primer, s katerim bi lahko potrdili trditev, ki jo imajo zapisano na delovnem gradivu.

Profesor si lahko eksperiment pogleda na strani:

http://www.chemie.uni-regensburg.de/Organische_Chemie/Didaktik/Keusch/D-Catalase-e.htm



Navodila za eksperiment 3:

Postopek izvedbe eksperimenta je napisan v delovnem gradivu, eksperiment izvajajo dijaki sami. Vsaka skupina potrebuje 4 čaše, šumeče tablete (vseeno katere, samo da so enake), štoparico, 2 grelnika, 4 termometre, krpe ali rokavice, s katerimi lahko dijaki primejo čaše s segreto vodo).

Ko skupine prenehajo z eksperimentom, posamezni dijak iz skupine poroča o rezultatih, ki si jih ostale skupine zapišejo in izračunajo potrebno. Dijaki ustrezno označijo in dopolnijo graf ter odgovorijo na vprašanja.

Profesor si lahko eksperiment pogleda na strani:

http://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project_ideas/Chem_p027.shtml

Navodila za eksperiment 4:

Eksperiment izvaja profesor v digestoriju zaradi večje varnosti. Dijaki opazujejo in si zapišejo opažanja. Z eksperiment je potrebno imeti kalijev permanganat v prahu ter kristale kalijevega permanganata in glicerol. Poleg



tega je potrebna keramična ali druga zaščitna ploščica, na katero položimo posamezno obliko kristalov kalijevega permanganata.

Istočasno na obe obliki permanganata dodamo po 1 mL glicerola in počakamo. Seveda se prej vžge kalijev permanganat v prahu zaradi večje aktivne površine. Slednjo ugotovitev naj podajo dijaki. Profesor jih lahko vzpodbudi, naj razmislijo še o kakšni reakciji, morda iz vsakdanjega življenja, s katero lahko potrdimo zgornjo trditev.

Profesor si lahko eksperiment pogleda na strani:

<http://www.youtube.com/watch?v=iwnm7cde4tA>



Navodila za dijake demonstratorje

Navodila za eksperiment 1:

Eksperiment izvaja 6 dijakov demonstratorjev oziroma trije pari. Vsak par je zadolžen za izvedbo poskusa s posamezno raztopino vodikovega peroksida (10, 20, 30%). Dijaki demonstratorji dobijo 3 Dewarjeve posode s termometri oziroma katerekoli druge termo posode s pokrovi in termometri, magnetna mešala, magnetke, merilne pipete ter 50 mL 10, 20 in 30% raztopine vodikovega peroksida in 3x po 5 mL 0.2 M raztopine kalijevega jodida. Dijaki edmonstratorji moratjovedeti, kakšne so nevarnosti pri delu s kemikalijama, ki ju bodo uporabljali pri eksperimentu (poglejte znake za nevarnost). Njihova obvezna oprema so zaščitne halje, očala in rokavice. Prav tako je njihova naloga, da kasneje v laboratorijski učilnici poskrbijo za osveščenost še ostalih dijakov o nevarnostih uporabljenih kemikalij. Njihova naloga je tudi, da ostalim dijakom razložijo, kaj bodo delali, pokažejo sestavne dele aparature, ki jo bodo sestavili in jim naročijo, naj si pred eksperimentom preberejo celotne naloge, da bodo vedeli, kaj morajo medtem, ko bodo demonstratorji eksperimentirali, delati.

Dijaki demonstratorji eksperiment izvajate po naslednjem zaporedju:

1. Dewarjevo posodo namestijo na magnetno mešalo ter opremijo z magnetkom
2. Dodajo po 50 mL raztopine vodikovega peroksida
3. Vključijo mešalo
4. Prvi demonstrator izmeri temperaturo raztopine
5. Drugi demonstrator doda v posodo 5 mL 0.2 M raztopine kalijevega jodida, jo takoj zapre in opremi s termometrom ter plastičnim pokrovom – istočasno drugi dijak vključi štoparico
6. Vsakih 10 sekund drugi dijak reče npr: »10«, prvi pa odčita temperaturo, ki si jo dijaki zapisujejo v ustrezno tabelo.
7. Ko spremembe temperature raztopine ni več, je reakcija končana, drugi dijak preneha merit čas.

Dijaki demonstratorji morajo vedeti, da gre pri reakciji za kataliziran razpad vodikovega peroksida s kalijevim jodidom, poleg tega morajo znat zapisati kemijsko reakcijo, ki poteče. Prav tako morajo vedeti, da je kalijev jodid katalizator.

Dijaki demonstratorji ostale dijake opomnijo, da morajo zapisane vrednosti vnest v graf in rešit še ostale naloge.

Dijaki demonstratorji si lahko pogledajo naslednjo s spletno stran:
http://www.chemie.uni-regensburg.de/Organische_Chemie/Didaktik/Keusch/chembox_KJ-e.htm

Navodila za eksperiment 2:



Eksperiment izvajata dva dijaka demonstratorja. Za izvedbo potrebujeta 30% vodikov peroksid, vodo, živosrebrov klorid, dve rezini surovega krompirja, 4 petrijevke, čaše.

Dijaka demonstratorja naročta, naj si ostali dijaki pred eksperimentom preberejo celotne naloge, da bodo vedeli, kaj morajo delati, medtem ko bodo demonstratorji eksperimentirali.

Eksperiment se izvaja po naslednjih korakih:

1. Eden od demonstratorjev je zadolžen za petrijevki 1 in 2, drugi za 3 in 4.
2. V petrijevki 1 in 4 položita vsak po tanko rezino krompirja.
3. Prvi dijak doda HgCl_2 , toliko, da pokrije rezino, drugi doda v petrijevko 4 enako količino vode.
4. V petrijevki 2 in 3 nalijeta vodikov peroksid.
5. Po nekaj minutah hkrati vzameta rezini krompirja iz petrijev 1 in 4 ter ju položita v petrijevki 2 in 3.

Poskus je za ostale dijake bolje viden pod projektorjem. Dijaki na delovno gradivo zapisujejo potrebno.

Po reakciji ugotovijo, da HgCl_2 očitno uniči »neko« snov v krompirju, zaradi katere se vodikov peroksid ne razgrajuje. Z znanjem iz biologije bodo najbrž ugotovili, da gre za encim katalazo, ki je prisoten v krompirju, in je katalizator v danem eksperimentu. Iz predhodno pridobljenega znanja in eksperimenta 1 najbrž tudi vedo, kakšna je vloga katalizatorjev v reakcijah.

Dijaki si lahko pogledajo naslednjo spletno stran: http://www.chemie.uni-regensburg.de/Organische_Chemie/Didaktik/Keusch/D-Catalase-e.htm



Vplivi na hitrost kemijskih reakcij

Kemijska reakcija je proces, ki vodi do spremembe ene kemijske snovi v drugo. Kako hitro pa bo ta sprememba potekla, je odvisno od večih dejavnikov. Hitrost kemijske reakcije definiramo kot spremembo koncentracije reaktantov ali produktov v določenem času. Nanjo vplivajo naslednji parametri:

- Koncentracija reaktantov
- Velikost (aktivne) površine
- Pritisk
- Aktivacijska energija
- Temperatura
- Prisotnost katalizatorja

Ob naslednjih eksperimentih boste spoznali vpliv nekaterih zgoraj naštetih dejavnikov na hitrost reakcije.

Eksperiment 1: Vpliv koncentracije reaktanta na hitrost reakcije




Razpad vodikovega peroksida pri reakciji s kalijevim jodidom

Dijaki demonstratorji so vam pripravili eksperiment, ob rezultatih katerega boste spoznali, kako koncentracija reaktanta vpliva na hitrost reakcije. Sledite njihovem eksperimentiranju!

Naloga 1: Spodaj sta zapisani kemikaliji, ki ju potrebujemo za izvedbo eksperimenta. Narišite skico aparature (označite in poimenujte posamezne dele aparature)!

Kemikaliji:

Skica aparature:

1.  raztopina kalijevega jodida
2.   10, 20 in 30% vodikov peroksid

Naloga 2: Opazujte dijake demonstratorje in sproti izpolnjujte posamezno tabelo! Po opravljenih eksperimentih narišite graf temperature raztopine v odvisnosti od časa!

Eksperiment z 10% H_2O_2 :

Čas [s]	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Temperatura raztopine											



[°C]											
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Eksperiment z 20% H_2O_2 :

Čas [s]	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Temperatura raztopine [°C]											

Eksperiment s 30% H_2O_2 :

Čas [s]	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Temperatura raztopine [°C]											

Graf:



Naloga 3: Glede na rezultate eksperimentov odgovorite na spodnja vprašanja oziroma zapišite potrebno:

1. Zapišite reakcijo, ki poteka:

2. Kakšno vlogo ima KI v reakciji?



3. Glede na rezultate eksperimentov lahko sklepamo naslednje: čim _____ je koncentracija reaktantov tem _____ je hitrost reakcije.



Ekspiriment 2: Vpliv katalizatorja na hitrost reakcije

Razpad vodikovega peroksida s pomočjo katalaze

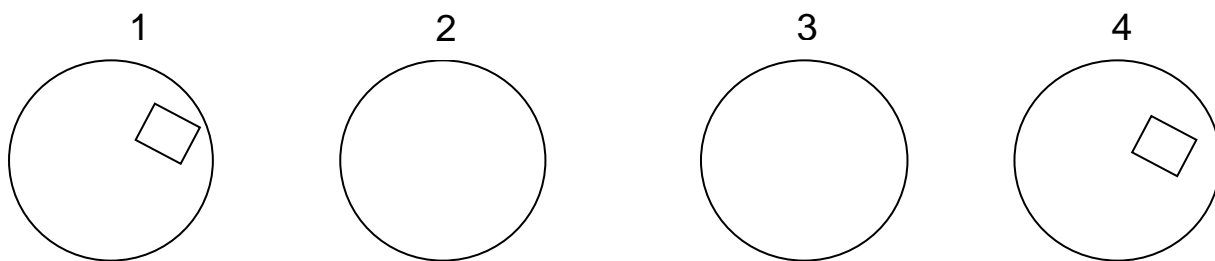
Dijaka demonstratorja sta vam pripravila eksperiment, z rezultati katerega se boste seznanili, kako katalizator vpliva na hitrost kemijske reakcije.

Naloga 1: K znakom za nevarnost ustrezno vpišite kemikaliji, ki ju uporabljamo pri eksperimentu!

1.   _____

2.    _____

Naloga 2: Spodnji krogi shematsko prikazujejo petrijevke. Pod vsako vpišite, kaj je v njej!



Naloga 3: Odgovorite na spodnja vprašanja!

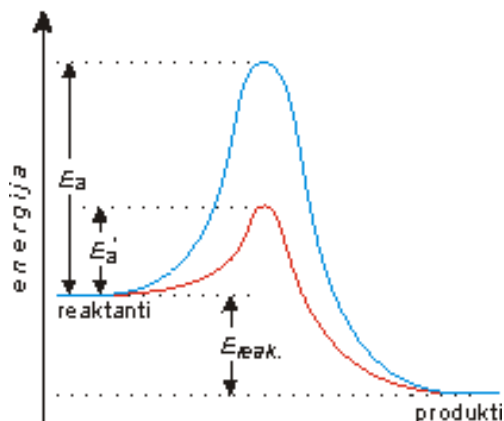
1. Kaj se zgodi v petrijevkah 2 in 3, ko damo vanju košček kromprja?

2. Kaj preprečuje reakcijo v petrijevki 2 in zakaj?

3. Katere snovi vsebuje krompir in kakšna je vloga te snovi?

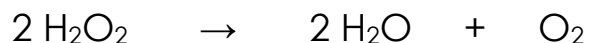


Naloga 4: Glede na spodnjo skico dopolnite besedilo!



Potek kemijske reakcije brez katalizatorja prikazuje _____ krivulja, potek reakcije s katalizatorjem pa _____ krivulja.
Katalizatorji so snovi, ki _____ aktivacijsko energijo med reakcijo in tako _____ hitrost reakcije.

Reakcija, ki poteka pri zgornjem eksperimentu je naslednja:
katalaza





Eksperiment 3: Vpliv temperature na hitrost reakcije

Raztapljanje »šumečih« tablet

S pomočjo tega eksperimenta boste ugotovili, kako temperatura vpliva na hitrost kemijske reakcije.

Šumeča tableta je farmacevtska oblika, ki se v vodi raztopi ob sproščanju ogljikovega dioksida. Navadno sta v šumečih tabletah prisotna natrijev ali kalijev karbonat ter ustrezna kislina (zlasti citronska, vinska ali jabolčna). V vodi karbonat in kislina reagirata, pri tem se sprosti CO₂.

Reakcija med natrijevim karbonatom in citronsko kislino v vodi:



Naloga 1: Eksperiment izvajajte po navodilih:

- Razdelite se v 4 skupine, vsaka skupina dobi 4 čaše in 4 šumeče tablete (iste vrste).
- Vsaka skupina si pripravi vodo s temperaturami, zapisanimi v spodnji tabeli. Na razpolago imate grelnike in termometre. Bodite pozorni, da je temperatura vode res enaka tisti, zapisani v tabeli. Vroče čaše prijemajte z rokavicami ali krpami!
- Ko imaste vodo, segreto na določeno temperaturo, odstranite termometer, dajte v vodo šumečo tableto ter merite čas, v katerem se slednja popolnoma raztopi (pomeni, da ni več trdnih delcev, CO₂ pa je nehal izhajati).
- Rezultate zabeležite v tabelo (Zabeležite rezultate samo svoje skupine, ostale skupine vam bodo poročale o svojih rezultatih!)

Temperatura vode [°C]	Reakcijski čas [s]				Povprečen reakcijski čas [s]
	Skupina 1	Skupina 2	Skupina 3	Skupina 4	
5					
20					
50					
80					

Izračunajte posamezen povprečni reakcijski čas in ga vpišite v tabelo!



Naloga 2: Narišite graf povprečnega reakcijskega časa [s] v odvisnosti od temperature vode [°C]!



Naloga 3: Odgovorite na vprašanje in dopolni besedilo!

Kako se reakcijski čas raztapljanja tablete spreminja s temperaturo vode?

_____ Temperatura _____ hitrost kemijske reakcije, ker se poveča kinetična energija delcev, s tem pa tudi njihova gibljivost in število trkov v časovni enoti.



Eksperiment 4: Vpliv površine snovi na hitrost reakcije

Vžig kalijevega manganata(VII)

Z eksperimentom boste spoznali, kako površina snovi vpliva na hitrost kemijske reakcije.

Trden kalijev manganat(VII) je močan oksidant. Burno reagira z oksidirajočimi snovmi, kot je npr. glicerol.



Eksperiment izvaja profesor ali laborant v digestoriju!

Naloga 1: Zapišite obe kemikaliji, uporabljeni pri eksperimentu!

1.    _____

2. _____

Naloga 2: Odgovorite na naslednje vprašanje in dopolnite besedilo!

Zakaj se kalijev manganat(VII) v enem primeru vžge hitreje kot v drugem?

_____ kot je aktivna površina delcev _____ je kemijska reakcija.