

**Barbara Vilhar, Simona Strgulc Krajšek,  
Gregor Zupančič, Nejc Jogan**

# **ZNANOST GRE V ŠOLO**

---

**Zbirka delovnih listov  
za izvedbo aktivnosti pri pouku biologije  
v gimnazijah in srednjih šolah**

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

<http://znanost-gre-v-solo.biologija.org/>



**Evropski  
Socialni  
Sklad**

Izvedbo projekta "Znanost gre v šolo" je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za šolstvo in šport.

## Seznam aktivnosti

**Gibanje majhnih delcev in molekul v tekočinah**

**Difuzija (igra vlog)**

**Osmoza (igra vlog)**

**Kaj je difuzija in kako hitro poteka?**

**Mešanje barvila z vodo v kozarcu: difuzija ali kaj drugega?**

**Gibanje majhnih delcev in molekul v tekočinah Difuzija**

**Opisovanje in poimenovanje**

**Dihotomni določevalni ključ za določevanje učencev**

**Dihotomni določevalni ključ za določevanje praproti**

**Merjenje količine kisika v izdihanem zraku**

**Utrujanje mišic**

Zbirka vsebuje neizpolnjene delovne liste za učence za enajst praktičnih aktivnosti. Teoretična razlaga in navodila za izvedbo aktivnosti so objavljeni v knjigi

Vilhar B., Strgulc Krajšek S., Zupančič G., Jogan N. (2007): *Znanost gre v šolo- Priročnik za izvedbo aktivnosti pri pouku biologije v gimnazijah in srednjih šolah*. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Dodatno gradivo za učitelje (vključno s priročnikom za izvedbo aktivnosti) je objavljeno na spletnih straneh *Znanost gre v šolo*  
(<http://znanost-gre-v-solo.biologija.org/gradiva.htm>)

# Gibanje majhnih delcev in molekul v tekočinah

Ime in priimek: .....

Razred (skupina): .....

Datum izvedbe vaje: .....

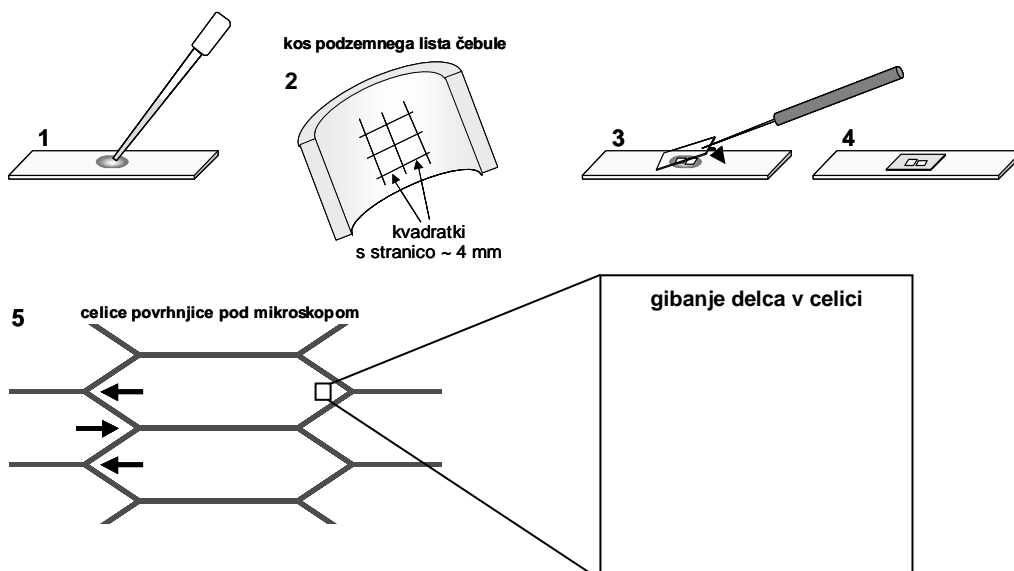
## Potrebščine

- mikroskop
- objektno in krovno stekelce
- britvica
- pinceta
- igla ali svinčnik z ostro konico
- čebula
- voda z dodanimi delci oglja
- štoparica ali ura s sekundnim kazalcem

## Gibanje »delcev« v živi celici

Gibanje delcev v živi celici si bomo pod mikroskopom ogledali v povrhnjici čebule. Pripravi čisto objektno stekelce in nanj kani kapljico vode (slika 1). Iz čebule izreži kos podzemnega lista, velik približno 2 cm x 2 cm. Izberi sočen svež list (ne na pol posušen list z zunanega dela čebule). V notranjo, konkavno stran lista z britvico vreži mrežo, tako da dobiš štiri kvadratke (slika 2). Rez naj bo globok približno do polovice debeline lista. S pinceto zagrabi vogal kvadratka, povrhnjico potegni z lista in položi v kapljico vode na objektnem stekelcu. Pri tem povrhnjico položi na objektno stekelce tako, da je zunanja stran povrhnjice obrnjena navzgor. V vodo prenesi še en ali dva koščka povrhnjice in pokrij s krovnim stekelcem. Pri polaganju krovno stekelce zadrži z iglo ali konico svinčnika (slika 3). Povrhnjico si oglej pod mikroskopom.

Pri veliki povečavi opazuj majhne »delce« v celici – najlažje jih najdeš v citoplazmi tik pod celično steno v koticčkih, kjer se celice stikajo (glej puščice na sliki 5). Ti majhni delci, ki nas pri tej vaji zanimajo, ne mirujejo, ampak se gibajo.



*V celice povrhnjice na sliki 5 z navadnim grafitnim svinčnikom vriši v približno pravilnem sorazmerju velikost delcev, ki jih opazuješ. V kvadrat »gibanje delca v celici« nariši močno povečan delec, nato pa s črto ponazori pot gibajočega se delca.*

*Kako se gibajo opazovani delci? Ali je njihovo gibanje usmerjeno?*

*Kako si razlagaš to gibanje? Ali je gibanje delcev v celici povezano z »životjjo« celice – ali je to posebna lastnost živih sistemov? Obrazloži svoje mnenje.*

*Kako bi lahko z raziskavo preveril, ali je gibanje delcev povezano z »životjjo« celice? Opiši načrt za svojo raziskavo.*

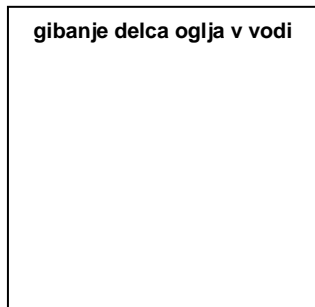
*Kaj bi lahko bili delci, ki jih opazuješ? So to celični organeli ali kaj drugega?*

## Gibanje delcev oglja v kapljici vode

Pod mikroskopom bomo opazovali majhne delce oglja v kapljici vode. V vodo smo poleg oglja dodali malo detergenta, ki preprečuje zlepljanje delcev oglja med seboj.

Na objektno stekelce kani kapljico vode z delci oglja in jo pokrij s krovnim stekelcem. Pri pokrivanju krovno stekelce zadrži z iglo ali konico svinčnika.

Večji delci oglja se posedejo na dno (na površino objektnega stekelca). Pri veliki povečavi mikroskopa opazuj zelo majhne delce oglja. Da boš te majhne delce opazil, izostri mikroskopsko sliko z mikrometrskim vijakom v različnih ravninah.



*Ali zelo majhni delci oglja mirujejo ali se gibajo? Če se gibajo, opiši njihovo gibanje in v zgornji kvadrat vriši pot delca. Ali se delci tudi vrtijo v prostoru?*

*Kako si razlagaš gibanje majhnih delcev? Obrazloži.*

*Ali je gibanje delcev, ki si ga opazoval v celicah povrhnjice pri čebuli, povezano z živostjo celice? Obrazloži.*

## Računalniška animacija: Gibanje majhnih delcev v tekočinah in plinih

Gibanje majhnih delcev v živih celicah in gibanje prašnih delcev v kapljici vode je leta 1827 pod mikroskopom opazil britanski botanik Robert Brown. Vendar Brown ni podal teoretične razlage za opaženi pojav. Matematično razlago za gibanje delcev, ki ga danes po Robertu Brownu imenujemo Brownovo gibanje, je leta 1905 objavil Albert Einstein.

Einstenova razlaga za gibanje delcev v plinih in tekočinah je prikazana v računalniški animaciji, ki jo najdeš na spletni strani <http://znanost-gre-v-solo.biologija.org/gradiva-ucitelji/brown-gibanje/brownovo-gibanje.htm>. Zaženi animacijo in si jo oglej.

### Opis animacije

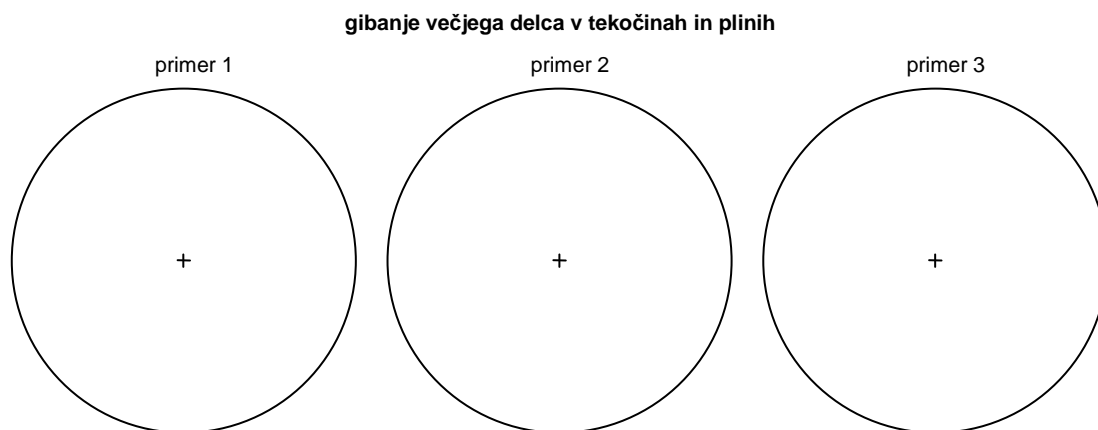
Majhni rdeči krogi predstavljajo molekule plina ali tekočine, velik moder krog pa lahko obravnavamo kot večjo molekulo ali majhen prašni delec. Animacija prikazuje dogajanje v dveh dimenzijah (na ravnini). V plinih in tekočinah se molekule gibajo v treh dimenzijah (v prostoru). Gibanje vseh delcev je močno upočasnjeno v primerjavi s hitrostmi gibanja pri »običajni«  
temperaturi (okrog 20 °C).

**Levo:** pogled skozi mikroskop. Delec se lahko premakne izven vidnega polja, ki je označeno z modrozelenim krogom.

**Desno:** dogodki na molekularni ravni, ki pojasnjujejo gibanje velikega modrega delca sem in tja. Rdeče molekule se zaletavajo med seboj in tudi v moder delec, ki ga potiskajo sem in tja.

*Večkrat zaženi računalniško animacijo in jo zaustavi po 60 sekundah. V spodnjih kvadratih s črno črto ponazori pot, ki jo veliki modri delec opravi v 60 sekundah. Prikaži pot delca pri treh zagonih animacije.*

*Z rdečo daljico označi razdaljo od začetka gibanja delca (v središču vidnega polja) do končnega položaja delca po 60 sekundah.*



*Ali je modri delec v vseh treh opazovanih primerih v enakem časovnem obdobju prepotoval enako dolgo pot v ravni črti od izhodišča do konca potovanja? Ali je vedno potoval v isti smeri? Opiši svoja opažanja.*

*Opazuj animacijo in odgovori na vprašanja.*

*Ali se velike in majhne molekule gibajo enako hitro?*

*Opazuj gibanje majhnih rdečih molekul. Naštej, kakšna »pravila« veljajo za gibanje teh molekul.*

*Opazuj gibanje modrega delca. Ali se ves čas giba enako hitro? Od česa je odvisna hitrost in smer njegovega gibanja?*

*Naštej nekaj pojavov v naravi, ki so povezani z Brownovim gibanjem molekul.*

## Vprašanja za razmislek

*S svojimi lastnimi, čim bolj »vsakdanjimi« besedami in brez uporabe novih izrazov, ki si se jih naučil pri vaji, opiši, kaj so bila tvoja glavna spoznanja ob izvedbi vaje.*

*Napiši najmanj eno vprašanje, na katerega ne znaš odgovoriti, se ti pa zdi pomembno in je povezano z vsebino vaje.*



# Difuzija (igra vlog)

Ime in priimek: .....

Razred (skupina): .....

Datum izvedbe vaje: .....

## Pripomočki

- dolga debela vrv, stoli ali drugi pripomočki, s katerimi lahko omejimo prostor,
- 5 papirnatih kap,
- ura (lahko štoparica)
- metronom (ni obvezno)
- podlaga za pisanje, alkoholni flomaster, prosojnica, grafoskop

## Izhodišče

Pri urah biologije večkrat naletimo na izraz **difuzija**, saj je ta povezana z vsemi kemijskimi procesi v živih organizmih.

*Kaj je difuzija? S svojimi besedami opiši proces, ki ga poznaš pod tem imenom.*

Za prikaz poteka difuzije potrebujemo topilo in topljenec, ki ga damo v topilo. Kaj se nato zgodi z molekulami, je odvisno od zakonitosti, ki veljajo pri molekulskih gibanjih.

V okvirčku 1 je narisano začetno stanje poskusa: bele kroglice predstavljajo molekule topila, sive pa molekule topljenca, ki smo ga dali v topilo. Okvirček je rob posode – lahko si jo predstavljaš kot ploščat pladenj. Na začetku poskusa smo vse molekule topljenca dali v en kot posode. V okvirček 2 nariši svojo hipotezo o tem, kakšno bo stanje v posodi, ko preteče zelo dolgo časa od začetka poskusa.

**Hipoteza**

1 **začetno stanje** 2 **končno stanje**

○ topilo (15 molekul)  
● topljenec (5 molekul)

**Igra vlog**

3 **začetno stanje** 4 **končno stanje**

○ topilo (razoglavci)  
● topljenec (kapičarji)

**Animacija**

5 **začetno stanje** 6 **končno stanje**

○ rdeče molekule (10)  
● modre molekule (10)

Hipotezo, ki si jo narisal v okvirček 1, bomo preverili z igro vlog.

## Priprava

Pred začetkom vaje omejimo kvadraten prostor, velik približno 6 m × 6 m.

Učenci boste imeli v tej vaji različne vloge. Večina vas bo predstavljala molekule, ki se gibajo v omejenem prostoru. Dva učenca (zapisovalca) bosta opazovala potek vaje in zapisovala stanje.

*Učenci, ki bodo predstavljali molekule, se bodo med igro gibali v skladu s preprostimi pravili, ki veljajo za gibanje molekul v prostoru. Naštej ta pravila.*

## Potek vaje

1. Učenci, ki boste imeli vlogo molekul, se enakomerno porazdelite po omejenem prostoru. Pet učencev, ki stojijo najbližje enega izmed kotov omejenega prostora, si na glavo nadene papirnate kape. Učenci brez kap (razoglavci) predstavljajo molekule topila, učenci s kapami (kapičarji) pa molekule topljenca.
2. *Zapisovalca na tablo (ali na prosojnico) narišeta začetno razporeditev učencev v prostoru.*
3. Na učiteljev znak vsi zamižite in se vrtite na mestu, dokler učitelj ne reče stop. Takrat odprite oči in ostanite obrnjeni v smer, v kateri ste se ustavili. Namen tega vrtenja je, da je na začetku vaje vsak obrnjen v naključno smer.
4. Na učiteljev znak se vsi učenci začnite počasi gibati naravnost v smeri, v kateri ste obstali po vrtenju. Hitrost korakov narekuje metronom ali učitelj z udarci svinčnika ob mizo. Ob trku dveh učencev morata oba spremeniti smer gibanja. Smer gibanja moraš spremeniti tudi, če zadeneš ob rob prostora.
5. Na učiteljev znak se gibanje konča in učenci obstanete na mestu.
6. *Zapisovalca na tablo (ali na prosojnico) narišeta razporeditev učencev v prostoru.*

*S svojimi besedami pojasni, kaj se je dogajalo v prostoru med potekom igre.*

*Na prosojnici, ki sta jo pripravila zapisovalca, si oglej razporeditev razoglavcev in kapičarjev v prostoru na začetku in na koncu gibanja. Rezultate nariši v okvirčka 3 in 4 v vrstici »Igra vlog«.*

*Kakšna je razlika v razporeditvi molekul (učencev) pred »poskusom« in po njem? Ali se ta razporeditev sklada s tvojo hipotezo (glej sliko, ki si jo narisal v okvirček 2 v vrstici »Hipoteza«)?*

*Kako imenujemo proces, ki smo ga ponazorili z igro?*

*Ali je definicija difuzije, ki si jo napisal pred izvedbo vaje, ustrezna? Kaj bi v njej popravil?*

*Pri višji temperaturi se delci gibajo hitreje kot pri nižji temperaturi. Kako bi pri igri vlog ponazoril povišanje temperature v prostoru? Kaj bi se zgodilo? Napiši hipotezo.*

*Kakšna bi bila razlika v poteku igre vlog, če bi bili kapičarji (molekule topljenca) vsaj desetkrat večji (debelejši) od razoglavcev (molekul topila)? Napiši hipotezo.*

Za konec si oglej še računalniško animacijo o difuziji, ki jo lahko najdeš na spletni strani <http://ull.chemistry.uakron.edu/genobc/animations/diffusion.mov>.

*Začetno stanje je narisano v okvirčku 5. V okvirček 6 nariši končno stanje.*

*Kaj se zgodi z molekulami, ko se obe vrsti snovi med seboj zmešata in ni več koncentracijskega gradienta (ravnovesje)? Ali se molekule še vedno gibajo ali obstanejo?*

### **Vprašanja za razmislek**

*S svojimi lastnimi, čim bolj »vsakdanjimi« besedami in brez uporabe novih izrazov, ki si se jih naučil pri vaji, opiši, kaj so bila tvoja glavna spoznanja ob izvedbi vaje.*

*Napiši najmanj eno vprašanje, na katerega ne znaš odgovoriti, se ti pa zdi pomembno in je povezano z vsebino vaje.*

# Osmoza (igra vlog)

Ime in priimek: .....

Razred (skupina): .....

Datum izvedbe vaje: .....

## Pripomočki

- dolga debela vrv, stoli ali drugi pripomočki, s katerimi lahko omejimo prostor,
- stoli za predelitev prostora,
- 5 papirnatih kap,
- ura (lahko štoparica)
- metronom (ni obvezno)
- podlaga za pisanje, alkoholni flomaster, prosojnica, grafoskop

## Izhodišče

Organizmi so zgrajeni iz celic. **Biotska membrana**, ki obdaja vse žive celice, predstavlja mejo z okoljem. Ena pomembnih lastnosti biotske membrane je **izbirna prepustnost**. To pomeni, da skozijo lahko prehajajo le določene snovi. Za žive organizme je zelo pomembno prehajanje vode. Voda prehaja v celice in iz njih skozi vodne kanalčke. Prehajanje vode preko biotske membrane imenujemo **osmoza**.

## Priprava

Osmozo bomo prikazali s pomočjo igre vlog, podobno kot pri vaji, v kateri smo ponazorili difuzijo.

Pred začetkom vaje omejimo kvadraten prostor, velik približno  $6\text{ m} \times 6\text{ m}$ . Prostor z vrsto stolov predelimo na dva enaka dela. V vrsti stolov naj bodo štirje presledki, širine okoli 80 cm. Presledki predstavljajo vodne kanalčke v izbirno prepustni membrani.

Učenci boste imeli v tej vaji različne vloge. Večina vas bo predstavljala molekule, ki se gibajo v omejenem prostoru. Dva učenca (zapisovalca) bosta opazovala potek vaje in zapisovala stanje.

*Učenci, ki bodo predstavljali molekule, se bodo med igro gibali v skladu s preprostimi pravili, ki veljajo za gibanje molekul v prostoru. Pravila so enaka kot pri vaji "Difuzija (igra vlog)". Zapiši jih.*

V okvirčku 1 je narisano začetno stanje: bele kroglice predstavljajo molekule topila (vode), sive pa molekule topljenca, ki so prisotne le na eni strani izbirno prepustne membrane. Molekule se gibajo po pravilih, ki si jih navedel pri prejšnjem vprašanju. Ob tem pa velja še dodatno pravilo: molekule topila (vode) lahko prehajajo skozi vodne kanalčke v izbirno prepustni membrani (prekinjena črta, ki deli okvirček na dva dela), molekule topljenca pa ne. Okvirček predstavlja rob posode. V okvirček 2 nariši svojo hipotezo o tem, kakšno bo stanje v posodi, ko preteče zelo dolgo časa od začetka poskusa. Preštej število molekul vode in topljenca na vsaki strani membrane in števila zapiši poleg krogcev pod okvirčkom 2 (tako kot je zapisano pri začetnem stanju).

**Hipoteza**

1 **začetno stanje** **2 končno stanje**

○ molekula topila (vode)  
● molekula topljenca

**Igra vlog**

3 **začetno stanje** **4 končno stanje**

○ molekule topila (razoglavci)  
● molekule topljenca (kapičarji)

Hipotezo, ki si jo narisal v okvirček 1, bomo preverili z igro vlog.

### Potek vaje

Učenci, ki boste imeli vlogo molekul, se enakomerno porazdelite po omejenem prostoru. Na vsaki strani membrane naj bo enako število učencev. Na eni strani membrane si pet učencev na glavo nadene papirnate kape. Učenci brez kap (razoglavci) predstavljajo molekule vode, ki bodo lahko prehajale preko membrane skozi vodne kanalčke, učenci s kapami (kapičarji) pa molekule topljenca, ki skozi vodne kanalčke ne morejo.

7. Zapisovalca na tablo (ali na prosojnico) narišeta začetno razporeditev učencev v prostoru.
8. Na učiteljev znak vsi zamižite in se vrtite na mestu, dokler učitelj ne reče stop. Takrat odprite oči in ostanite obrnjeni v smer, v kateri ste se ustavili. Namen tega vrtenja je, da je na začetku vaje vsak obrnjen v naključno smer.
9. Na učiteljev znak se vsi učenci začnite počasi gibati naravnost v smeri, v kateri ste obstali po vrtenju. Hitrost korakov narekuje metronom ali učitelj z udarci svinčnika ob mizo. Ob trku dveh učencev morata oba spremeniti smer gibanja. Smer gibanja moraš spremeniti tudi, če zadeneš ob rob prostora. **Pozor!** Kapičarji ne morejo skozi odprtine v pregradi! Če pa razoglavce naključno »zadane« odprtino v pregradi, preide skozi pregrado na drugo stran.
10. Na učiteljev znak se gibanje konča in učenci obstanejo na mestu.
11. Zapisovalca na tablo (ali na prosojnico) narišeta razporeditev učencev v prostoru.

*S svojimi besedami pojasni, kaj se je dogajalo v prostoru med potekom igre.*

*Na prosojnici, ki sta jo pripravila zapisovalca, si oglej razporeditev razoglavcev in kapičarjev v prostoru na začetku in na koncu gibanja. Rezultate nariši okvirčka 3 in 4 v vrstici »Igra vlog«.*

*Kakšna je razlika v razporeditvi molekul (učencev) pred in po igri? Ali se ta razporeditev sklada s tvojo hipotezo (glej sliko, ki si jo narisal v okvirček 2 vrstici »Hipoteza«)? Komentiraj rezultat.*

*Kako molekule vode »vedo«, na kateri strani membrane je višja koncentracija vode in na kateri nižja?*



## Vprašanja za razmislek

*S svojimi lastnimi, čim bolj »vsakdanjimi« besedami in brez uporabe novih izrazov, ki si se jih naučil pri vaji, opiši, kaj so bila tvoja glavna spoznanja ob izvedbi vaje.*

*Napiši najmanj eno vprašanje, na katerega ne znaš odgovoriti, se ti pa zdi pomembno in je povezano z vsebino vaje.*

## Kaj je difuzija in kako hitro poteka?

Ime in priimek: .....

Razred (skupina): .....

Datum izvedbe vaje: .....

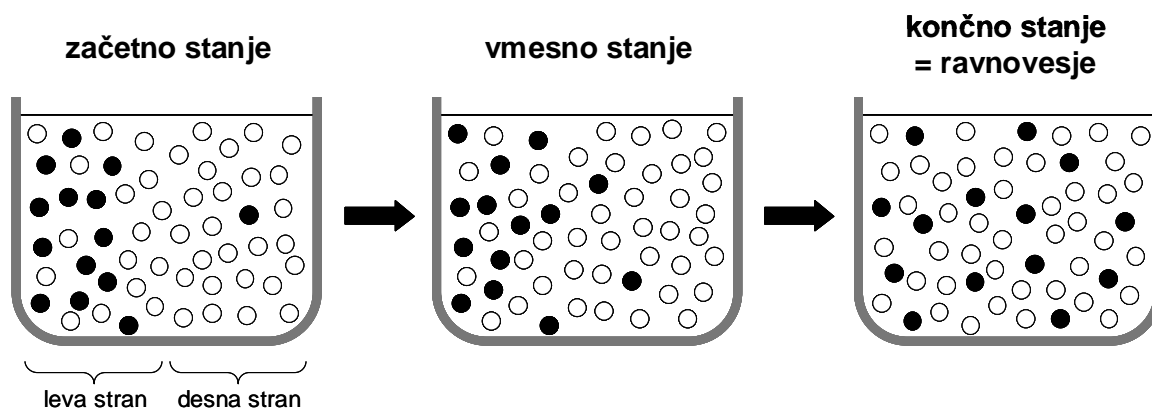
V citosolu (tekočini, ki obdaja celične organele v celici) so v vodi raztopljene mnoge snovi. Med njimi najdemo različne ione (npr.  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$ ), majhne organske molekule (npr. sladkorje, aminokisliline, substrate in produkte različnih encimskih reakcij), velike organske molekule (npr. beljakovine – encime) itd. Vse te molekule po načelih Brownovega gibanja potujejo sem ter tja in se naključno zaletavajo med seboj.

Predstavljalj si, da so v posodi bele in črne molekule. Kot bele molekule si lahko predstavljaš vodo, kot črne pa topljenec. Na začetku je na levi strani posode večja koncentracija črnih molekul kot na desni strani (glej sliko – začetno stanje).

Molekule se gibajo sem ter tja in se naključno zaletavajo med seboj. Ker je na desni strani posode samo ena črna molekula, je verjetnost, da se bo kakšna črna molekula naključno premaknila na levo stran posode, zelo majhna. Po drugi strani pa je na levi strani posode veliko črnih molekul, zato je verjetnost, da se bo kar nekaj teh molekul naključno premaknilo na desno stran posode, dokaj velika. To pa pomeni, da se bo zaradi naključnih trkov in naključnega gibanja v določenem času več črnih molekul premaknilo z leve na desno stran posode kot pa v nasprotni smeri (glej sliko – primerjaj začetno in vmesno stanje).

Podobno velja tudi za bele molekule. Teh je na začetku več na desni strani kot na levi, zato je verjetnost, da se bo veliko molekul pomaknilo na levo stran posode, večja, kot je verjetnost, da se bo veliko belih molekul premaknilo z leve na desno stran posode. Torej se bo zaradi naključnih trkov in naključnega gibanja v določenem času več belih molekul premaknilo z desne na levo stran posode kot pa v nasprotni smeri (glej sliko – primerjaj začetno in vmesno stanje).

Posledica naključnih trkov in naključnega gibanja molekul je, da se v določenem času več molekul določene snovi premakne z območja z veliko koncentracijo te snovi na območje z manjšo koncentracijo kot pa v obratni. Ta proces imenujemo **difuzija**.



Po določenem času doseže mešanje molekul *koncentracijsko ravnovesje*. Koncentracija črnih molekul je na levi in desni strani posode enaka. Ravno tako je koncentracija belih molekul na levi in desni strani posode enaka (glej sliko – končno stanje). Seveda se molekule še naprej gibajo in trkajo med seboj. Vendar je število črnih molekul, ki se v določenem času premaknejo z leve na desno, enako številu črnih molekul, ki se premaknejo z desne na levo. Ravno tako je število belih molekul, ki se v določenem času premaknejo z leve na desno, enako številu belih molekul, ki se premaknejo z desne na levo. Ugotovimo lahko, da se koncentracija snovi v različnih delih posode ne spreminja več.

Difuzija poteka ne poteka samo v mešanica različnih snovi v tekočem stanju, ampak tudi v zmesih plinov. Hitrost, s katero posamezne molekule potujejo sem in tja, pa je odvisna od različnih dejavnikov. Tako se majhne oz. lahke molekule gibajo hitreje kot velike oz. težke molekule. Pri višji temperaturi se molekule gibajo hitreje kot pri nižji temperaturi.

Posamezne molekule se z omenjenimi hitrostmi gibajo sem in tja po naključni cik-cak krivulji. Kadar govorimo o hitrosti difuzije, pa nas zanima, kako hitro bodo molekule prišle iz enega do drugega območja. To pa pomeni, da nas zanima, kako dolgo pot molekula v danem času prepotuje v ravni črti od enega do drugega območja, ne pa, kako dolga je zveržena cik-cak črta, po kateri dejansko potuje.

**Povprečna razdalja, ki jo molekula prepotuje z difuzijo v ravni črti od izhodišča potovanja do končnega položaja, je sorazmerna kvadratnemu korenu časa, ki ga porabi za potovanje.** Predstavljajmo si molekulo, ki v 1 sekundi povprečno prepotuje 1  $\mu\text{m}$ . Ta molekula prepotuje razdaljo 2  $\mu\text{m}$  v 4 sekundah in 10  $\mu\text{m}$  v 100 sekundah.

Znanstveniki so izmerili, da majhna organska molekula za 10  $\mu\text{m}$  dolgo pot po vodni raztopini v povprečju porabi 0,2 s. Na osnovi tega podatka lahko izračunamo, koliko časa ta molekula potrebuje za različno dolge poti (glej preglednico).

*Glede na vsakdanje izkušnje pričakujemo, da je čas, ki ga molekula porabi za 100  $\mu\text{m}$  dolgo pot, desetkrat večji od časa, ki ga porabi za 10  $\mu\text{m}$  dolgo pot. Na osnovi podatkov v preglednici ugotovi, ali to drži za potovanje molekule z difuzijo. Razloži svojo ugotovitev.*

*Izračunaj čas, ki ga molekula potrebuje za 15  $\mu\text{m}$  dolgo pot. Upoštevaj, da je opravljena pot sorazmerna s kvadratom porabljenega časa. Rezultat vpiši v prazno polje v preglednici.*

**Povprečen čas, ki ga potrebuje majhna organska molekula v vodni raztopini za različno dolgo pot z difuzijo**

| Razdalja          | Čas                           |
|-------------------|-------------------------------|
| 1 $\mu\text{m}$   | 0,002 s                       |
| 5 $\mu\text{m}$   | 0,05 s                        |
| 10 $\mu\text{m}$  | 0,2 s                         |
| 15 $\mu\text{m}$  |                               |
| 20 $\mu\text{m}$  | 0,8 s                         |
| 50 $\mu\text{m}$  | 5,0 s                         |
| 100 $\mu\text{m}$ | 20 s                          |
| 1 mm              | 2 000 s = 33 min              |
| 1 cm              | 200 000 s = 56 h              |
| 10 cm             | $20 \cdot 10^6$ s = 33 tednov |
| 1 m               | $2 \cdot 10^9$ s = 64 let     |

*Običajno so evkariontske celice velike od 15 do 100  $\mu\text{m}$ . Na osnovi podatkov v preglednici ugotovi, ali je difuzija dovolj hiter proces za transport snovi po evkariontski celici. Svojo ugotovitev obrazloži.*

*Ali je difuzija dovolj hiter proces za transport snovi po prokariontski celici? Svojo trditev obrazloži.*

*Ali je difuzija dovolj hiter proces za transport snovi po telesu večceličnih organizmov? Razloži, na kakšen način je pri večceličnih organizmih zagotovljen dovolj hiter transport snovi po telesu.*

### **Vprašanja za razmislek**

*S svojimi lastnimi, čim bolj »vsakdanjimi« besedami in brez uporabe novih izrazov, ki si se jih naučil pri vaji, opiši, kaj so bila tvoja glavna spoznanja ob izvedbi vaje.*

*Napiši najmanj eno vprašanje, na katerega ne znaš odgovoriti, se ti pa zdi pomembno in je povezano z vsebino vaje.*

## Mešanje barvila z vodo v kozarcu: difuzija ali kaj drugega?

Ime in priimek: .....

Razred (skupina): .....

Datum izvedbe vaje: .....

**Pripomočki:** 2 čaši, 2 kapalki, črnilo, termometer, vroča in hladna voda

*Oglej si demonstracijo poskusa, pri katerem v čaši z vodo z različnima temperaturama kanemo kapljico črnila:*

**Potek poskusa:** Pripravimo dve enaki čaši in ju napolnimo z vodo. V prvi čaši je hladna voda sobne temperature (20 °C, voda iz pipe), v drugi pa vroča voda (80 °C). V obe čaši z majhne višine istočasno kapnemo po eno kapljico črnila za nalivno pero in opazujemo dogajanje.

*Kaj opaziš?*

*Ali gre v prikazanem primeru za difuzijo? Razloži rezultat opazovanja, če upoštevaš podatke o hitrosti difuzije v preglednici pri prejšnji vaji.*

## Vprašanja za razmislek

*S svojimi lastnimi, čim bolj »vsakdanjimi« besedami in brez uporabe novih izrazov, ki si se jih naučil pri vaji, opiši, kaj so bila tvoja glavna spoznanja ob izvedbi vaje.*

*Napiši najmanj eno vprašanje, na katerega ne znaš odgovoriti, se ti pa zdi pomembno in je povezano z vsebino vaje.*

# Gibanje majhnih delcev in molekul v tekočinah

## Difuzija

Ime in priimek: .....

Razred (skupina): .....

Datum izvedbe vaje: .....

### Potrebščine

- računalniški prikaz gibanja molekul in računalniška animacija
- ura (lahko štoparica)
- dolga debela vrv, stoli ali drugi pripomočki, s katerimi lahko omejimo prostor,
- 5 papirnatih kap,
- metronom (ni obvezno)
- podlaga za pisanje, alkoholni flomaster, prosojnica, grafoskop

### Računalniška animacija: Gibanje majhnih delcev v tekočinah in plinih

Gibanje majhnih delcev v živih celicah in gibanje prašnih delcev v kapljici vode je leta 1827 pod mikroskopom opazil britanski botanik Robert Brown. Vendar Brown ni podal teoretične razlage za opaženi pojav. Matematično razlago za gibanje delcev, ki ga danes po Robertu Brownu imenujemo Brownovo gibanje, je leta 1905 objavil Albert Einstein.

Einstenova razlaga za gibanje delcev v plinih in tekočinah je prikazana v računalniški animaciji, ki jo najdeš na spletni strani

<http://znanost-gre-v-solo.biologija.org/gradiva-ucitelji/brown-gibanje/brownovo-gibanje.htm>.

Zaženi animacijo in si jo oglej.

### Opis animacije

Majhni rdeči krogi predstavljajo molekule plina ali tekočine, velik moder krog pa lahko obravnavamo kot večjo molekulo ali majhen prašni delec. Animacija prikazuje dogajanje v dveh dimenzijah (na ravnini). V plinih in tekočinah se molekule gibajo v treh dimenzijah (v prostoru). Gibanje vseh delcev je močno upočasnjeno v primerjavi s hitrostmi gibanja pri »običajni«  
temperaturi (okrog 20 °C).

**Levo:** pogled skozi mikroskop. Delec se lahko premakne izven vidnega polja, ki je označeno z modro-zelenim krogom.

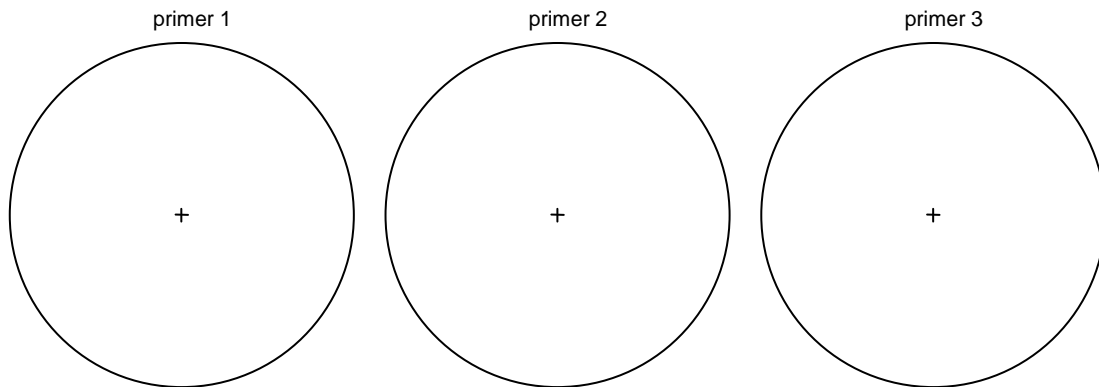
**Desno:** dogodki na molekularni ravni, ki pojasnjujejo gibanje velikega modrega delca sem in tja. Rdeče molekule se zaletavajo med seboj in tudi v moder delec, ki ga potiskajo sem in tja.



Večkrat zaženi računalniško animacijo in jo zaustavi po 60 sekundah. V spodnjih kvadratih s črno črto ponazori pot, ki jo veliki modri delec opravi v 60 sekundah. Prikaži pot delca pri treh zagonih animacije.

Z rdečo daljico označi razdaljo od začetka gibanja delca (v središču vidnega polja) do končnega položaja delca po 60 sekundah.

**gibanje večjega delca v tekočinah in plinih**



Ali je modri delec v vseh treh opazovanih primerih v enakem časovnem obdobju prepotoval enako dolgo pot v ravni črti od izhodišča do konca potovanja? Ali je vedno potoval v isti smeri? Opiši svoja opažanja.

Opazuj animacijo in odgovori na vprašanja.

Ali se velike in majhne molekule gibajo enako hitro?

Opazuj gibanje majhnih rdečih molekul. Naštej, kakšna »pravila« veljajo za gibanje teh molekul.

Opazuj gibanje modrega delca. Ali se ves čas giba enako hitro? Od česa je odvisna hitrost in smer njegovega gibanja?

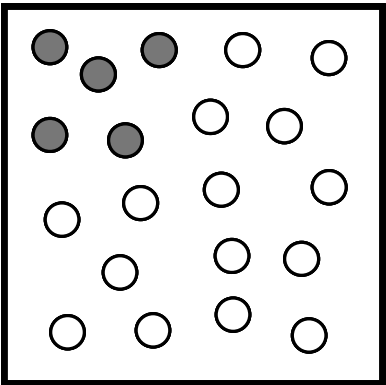
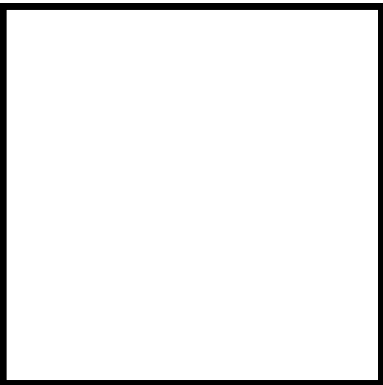


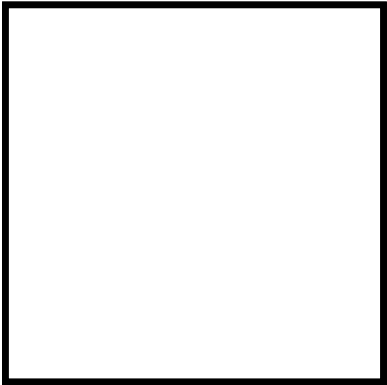
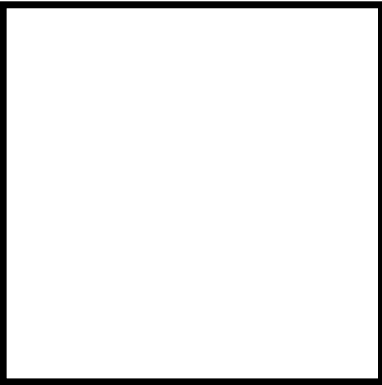


## Difuzija – igra vlog

Pri urah biologije večkrat naletimo na izraz **difuzija**, saj je ta povezana z vsemi kemijskimi procesi v živih organizmih.

*Kaj je difuzija? S svojimi besedami opiši proces, ki ga poznaš pod tem imenom.*

Za prikaz poteka difuzije potrebujemo topilo in topljenec, ki ga damo v topilo. Kaj se nato zgodi z molekulami, je odvisno od zakonitosti, ki veljajo pri molekulskih gibanjih.

*V okvirčku 1 je narisano začetno stanje poskusa: bele kroglice predstavljajo molekule topila, sive pa molekule topljenca, ki smo ga dali v topilo. Okvirček je rob posode – lahko si jo predstavljaš kot ploščat pladenj. Na začetku poskusa smo vse molekule topljenca dali v en kot posode. V okvirček 2 nariši svojo hipotezo o tem, kakšno bo stanje v posodi, ko preteče zelo dolgo časa od začetka poskusa.*

|                  |   |  |  |
|------------------|---|--|--|
|                  | <b>začetno stanje</b>   | <b>končno stanje</b>   |  |
| <b>Hipoteza</b>  | 1  | 2  | <ul style="list-style-type: none"> <li> topilo (15 molekul)</li> <li> topljenec (5 molekul)</li> </ul> |
|                  | <b>začetno stanje</b>   | <b>končno stanje</b>   |  |
| <b>Igra vlog</b> | 3  | 4  | <ul style="list-style-type: none"> <li> topilo (razoglavci)</li> <li> topljenec (kapičarji)</li> </ul> |

Hipotezo, ki si jo narisal v okvirček 1, bomo preverili z igro vlog.

## Priprava

Pred začetkom vaje omejimo kvadraten prostor, velik približno 6 m × 6 m.

Učenci boste imeli v tej vaji različne vloge. Večina vas bo predstavljala molekule, ki se gibajo v omejenem prostoru. En učenec (zapisovalec) bo opazoval potek vaje in zapisoval stanje.

*Učenci, ki bodo predstavljali molekule, se bodo med igro gibali v skladu s preprostimi pravili, ki veljajo za gibanje molekul v prostoru. Naštej ta pravila.*

## Potek vaje

12. Učenci, ki boste imeli vlogo molekul, se enakomerno porazdelite po omejenem prostoru. Pet učencev, ki stojijo najbližje enega izmed kotov omejenega prostora, si na glavo nadene papirnate kape. Učenci brez kap (razoglavci) predstavljajo molekule topila, učenci s kapami (kapičarji) pa molekule topljenca.
13. *Zapisovalec na tablo (ali na prosojnico) nariše začetno razporeditev učencev v prostoru.*
14. Na učiteljev znak vsi zamižite in se vrtite na mestu, dokler učitelj ne reče stop. Takrat odprite oči in ostanite obrnjeni v smer, v kateri ste se ustavili. Namen tega vrtenja je, da je na začetku vaje vsak obrnjen v naključno smer.
15. Na učiteljev znak se vsi učenci začnite počasi gibati naravnost v smeri, v kateri ste obstali po vrtenju. Hitrost korakov narekuje metronom ali učitelj z udarci svinčnika ob mizo. Ob trku dveh učencev morata oba spremeniti smer gibanja. Smer gibanja moraš spremeniti tudi, če zadeneš ob rob prostora.
16. Na učiteljev znak se gibanje konča in učenci obstanete na mestu.
17. *Zapisovalec na tablo (ali na prosojnico) nariše razporeditev učencev v prostoru.*

*S svojimi besedami pojasni, kaj se je dogajalo v prostoru med potekom igre.*

*Na prosojnici, ki jo je pripravil zapisovalec, si oglej razporeditev razoglavcev in kapičarjev v prostoru na začetku in na koncu gibanja. Rezultate nariši v okvirčka 3 in 4 v vrstici »Igra vlog«.*

*Kakšna je razlika v razporeditvi molekul (učencev) pred »poskusom« in po njem? Ali se ta razporeditev sklada s tvojo hipotezo (glej sliko, ki si jo narisal v okvirček 2 v vrstici »Hipoteza«)?*

*Kako imenujemo proces, ki smo ga ponazorili z igro?*

*Ali je definicija difuzije, ki si jo napisal pred izvedbo vaje, ustrezna? Kaj bi v njej popravil?*

*Pri višji temperaturi se delci gibajo hitreje kot pri nižji temperaturi. Kako bi pri igri vlog ponazoril povišanje temperature v prostoru? Kaj bi se zgodilo? Napiši hipotezo.*

*Kaj se zgodi z molekulami, ko se obe vrsti snovi med seboj zmešata in ni več koncentracijskega gradienta (ravnovesje)? Ali se molekule še vedno gibajo ali obstanejo?*

## Vprašanja za razmislek

*Naštej nekaj pojavov v naravi, ki so povezani z Brownovim gibanjem molekul.*

*S svojimi lastnimi, čim bolj »vsakdanjimi« besedami in brez uporabe novih izrazov, ki si se jih naučil pri vaji, opiši, kaj so bila tvoja glavna spoznanja ob izvedbi vaje.*

*Napiši najmanj eno vprašanje, na katerega ne znaš odgovoriti, se ti pa zdi pomembno in je povezano z vsebino vaje.*

# Opisovanje in poimenovanje

Ime in priimek: .....

Razred (skupina): .....

Datum izvedbe vaje: .....

## Potrebščine

- storž v neprozorni škatlici (eden na par učencev)
- fotokopija označene skice storža

## Potek vaje

Na mizi imaš škatlico s storžem. Objekt si deliš s sošolcem, ki s tabo sedi v klopi. Storž naj ves čas vaje ostane v škatli, razen, ko učitelj pozove, da ga nekateri pokažete ostalim.

*Oglej si storž in ga na kratko opiši. Kljub temu da imata s sošolcem skupni material, delajta samostojno.*

Nekdo izmed učencev v razredu bo na glas prebral opis svojega storža. Pozorno ga poslušaj in ugotovi, ali tvoj storž ustreza opisu. Če opis ustreza, na učiteljev poziv vzemi storž iz škatle in ga dvigni v zrak, da ga vidijo tudi drugi. Nato vrni storž v polo.

*Ali so vsi storži, ki so ustrezali opisu, res enaki? Pojasni rezultat.*

*Kako bi dosegel, da bi tvoj opis drugi učenci razumeli enako kot ti.*

Oglej si risbo storža z označenimi in poimenovanimi deli. Na risbi označene dele poišči na primerku storža, ki ga imaš v škatli.

Ugotovi, katere izraze si v opisu uporabil za posamezne dele.

Ugotovitve napiši v preglednico. Dodaj še izraze, ki so jih za isti del uporabili tvoji sošolci.

| <b>Strokovni izraz</b>             | <b><i>PLODNA LUSKA</i></b> | <b><i>KROVNA LUSKA</i></b> | <b><i>SEME</i></b> |
|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|
| <b>Izrazi uporabljeni v opisih</b> |                            |                            |                    |
|                                    |                            |                            |                    |
|                                    |                            |                            |                    |
|                                    |                            |                            |                    |
|                                    |                            |                            |                    |

Ali so tudi nesporazumi glede opisa lastnosti prispevali k izbiri napačnega storža? Kako si opisal velikost, obliko in barvo storža?

Ugotovitve napiši v preglednico. Dodaj še izraze, ki so jih za isti del uporabili tvoji sošolci. Na kakšen način bi bilo najbolj primerno opisati naštetih lastnosti, da bi bile razumljive za vse?

| <b>Lastnost</b>                                   | <b><i>VELIKOST</i></b> | <b><i>BARVA</i></b> | <b><i>OBLIKA</i></b> |
|---|------------------------|---------------------|----------------------|
| <b>Izrazi uporabljeni za opisovanje lastnosti</b> |                        |                     |                      |
|   |                        |                     |                      |
|   |                        |                     |                      |
|   |                        |                     |                      |
|   |                        |                     |                      |
| <b>Rešitev – primeren opis</b>                    |                        |                     |                      |

Na podlagi novih ugotovitev glede opisovanja, storž ponovno opiši.

Napiši popravljen opis storža, ob upoštevanju ustreznih izrazov in opisov lastnosti.

Nekdo izmed vas bo na glas prebral izboljšani opis svojega storža. Pozorno ga poslušaj in ugotovi, ali tvoja storž ustreza opisu. Če opis ustreza, ga na učiteljev poziv vzemi iz škatle in ga dvigni v zrak, da ga vidijo tudi drugi. Nato storž vrni v škatlo.

*Ali so vsi storži, ki so zdaj ustrezali opisu, enaki?*

*Kakšen je pomen natančno definiranih izrazov v raziskovanju?*

*Zakaj sogovornik ne more točno vedeti, kako velik je majhen storž?*

*S svojimi lastnimi, čim bolj »vsakdanjimi« besedami in brez uporabe novih izrazov, ki si se jih naučil pri vaji, opiši, kaj so bila tvoja glavna spoznanja ob izvedbi vaje.*



# Dihotomni določevalni ključ za določevanje učencev

Ime in priimek: .....

Razred (skupina): .....

Datum izvedbe vaje: .....

## Potrebščine

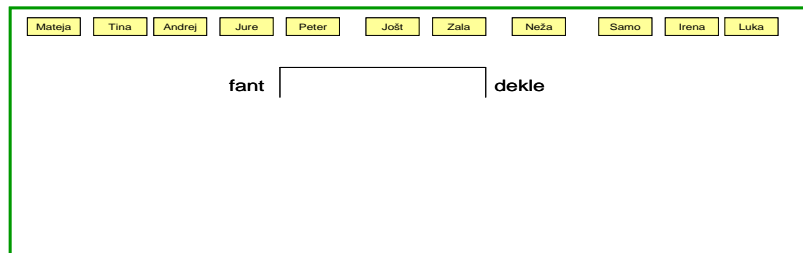
- samolepilni lističi, na katerih so s čim večjimi črkami napisana imena učencev v razredu
- šolska tabla in kreda

## Potek vaje

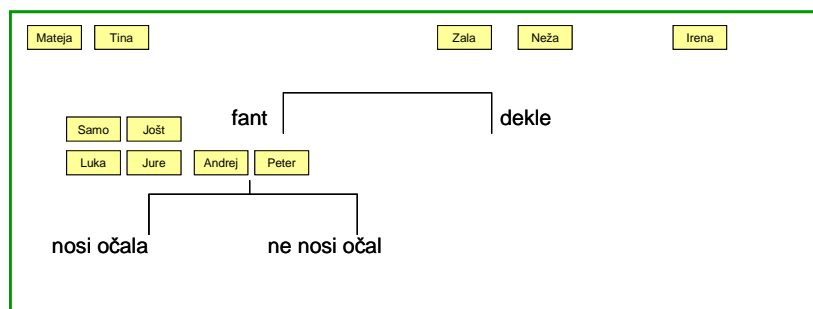
Izdelali bomo določevalni ključ za določevanje učencev iz razreda. Shema ključa bo korak za korakom nastajala na tabli, ti pa si jo sproti prerisuj na delovni list.

1. Učitelj bo na vrh table nalepil samolepilne lističe z imeni učencev iz razreda.

2. Skupaj bomo poiskali prvi znak, na podlagi katerega lahko vse učence nedvoumno razdelimo v dve enakomerno veliki skupini (glej sliko). Seveda ni nujno, da izberemo enako delitev, kot je navedena v primeru.



3. Lističe z vrha table razdelimo na dva dela, glede na izbrano lastnost.



4. Vsako izmed skupin nato na isti način delimo naprej. Postopek ponavljamo, dokler niso vsi listki z učenci vsak zase na dnu table, torej na koncu določevalnega ključa.

*Prostor za shemo določevalnega ključa:*

**5.** Ko je shema ključa izdelana, na podlagi nje napišemo dihotomni ključ. Najprej si na posamezne razvejitve napišemo številke. Pomembno je, da pri pisanju številk vedno dokončamo eno izmed poti do končne rešitve, nato pa se vrnemo nazaj.

**6.** Točko za točko (od številke 1 do najvišje številke) prepisujemo ključ v tekstovno obliko.

*Prostor za prepis določevalnega ključa:*

1

1a

2

2a

3

3a

**7.** Izdelani ključ je treba preizkusiti. Učitelj bo izbral enega izmed učencev, s pomočjo katerega bomo preizkusili ključ. Z določevanjem začnemo na začetku in se na vsaki točki odločimo za eno izmed ponujenih možnosti.

*Ali so pri določevanju nastale kakšne težave? Opiši jih.*

*Ali so katere izmed lastnosti napisane dvoumno? Navedi jih.*

*Kakšni tipi napak so se pojavljali v ključu? Kako bi jih odpravil?*

*Izberi si enega izmed sošolcev (ali sošolk) in iz izdelanega ključa izpiši njegove (njene) lastnosti.*

*Ali se izpisane lastnosti ujemajo z dejanskimi lastnostmi te osebe?*

*Kakšna je uporabnost izdelanega ključa za določanje učencev drugih razredov?*

*S svojimi lastnimi, čim bolj »vsakdanjimi« besedami in brez uporabe novih izrazov, ki si se jih naučil pri vaji, opiši, kaj so bila tvoja glavna spoznanja ob izvedbi vaje.*

# Dihotomni določevalni ključ za določevanje praproti

Ime in priimek: .....

Razred (skupina): .....

Datum izvedbe vaje: .....

## Potrebščine

- določevalni ključ za določevanje praproti
- označeni listi različnih vrst praproti v herbarijski poli
- risba lista praproti z označenimi deli
- merilo

## Potek vaje

S sošolcem bosta dobila nekaj listov različnih vrst praproti.

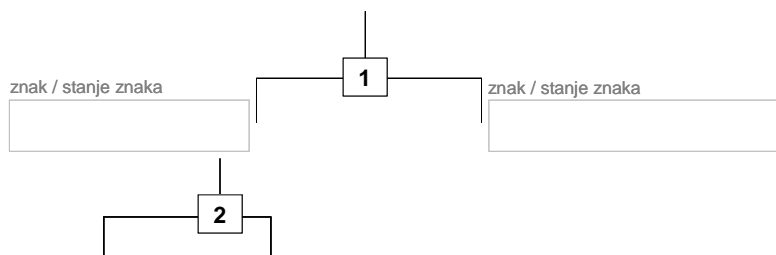
1. Primerjaj eno izmed praproti v herbarijski poli z risbo praproti in na njej poišči vse označene dele.
2. Eno izmed praproti iz pole, bomo določili skupaj. Uporabili bomo dihotomni določevalni ključ. Za pomoč pri določevanju uporabi risbo praproti z označenimi deli.

*Zapiši nekaj znakov, ki so uporabljeni v določevalnem ključu.*

*Kakšna je razlika med pojmom znak in stanje znaka?*

3. Skupaj s sošolcem v paru izdelajta svoj določevalni dihotomni ključ za določanje praproti. To najlažje naredita tako, da liste praproti razporedita po mizi in poiščeta znak, na podlagi katerega praproti najenostavneje razdelita v dve čim bolj enako veliki skupini. Praproti nato razdelita v skupini. Nato si izberita eno izmed skupin in ponovno poiščita nov znak. Postopek nadaljujeta do konca, dokler ne bodo vse skupine razdeljene.

*Shemo določevalnega ključa nariši na delovni list. V pomoč naj ti bo začetek sheme.*



4. Na podlagi izdelane sheme napiši dihotomni ključ v obliki besedila.

5. Z bližnjim parom si zamenjajte izdelan ključ. S sošolcem preverita, ali ključ, ki sta ga dobila, deluje. S pomočjo ključa določita nekaj izbranih praproti in odgovorita na vprašanja.

*Ali so pri določanju nastale kakšne težave? Opiši jih.*

*Ali so katere izmed uporabljenih lastnosti napisane dvoumno? Katere?*

*Izberi si eno izmed praproti in iz ključa izpiši njene lastnosti. Ali se izpisane lastnosti ujemajo z dejanskimi lastnostmi izbrane praproti?*

*Kakšna je uporabnost izdelanega ključa?*

### **Vprašanja za razmislek**

*S svojimi lastnimi, čim bolj »vsakdanjimi« besedami in brez uporabe novih izrazov, ki si se jih naučil pri vaji, opiši, kaj so bila tvoja glavna spoznanja ob izvedbi vaje.*

*Napiši najmanj eno vprašanje, na katerega ne znaš odgovoriti, se ti pa zdi pomembno in je povezano z vsebino vaje.*



# Merjenje količine kisika v izdihanem zraku

Ime in priimek: .....

Razred (skupina): .....

Datum izvedbe vaje: .....

## Potrebščine

- računalnik
- Vernierjev vmesnik
- senzor za merjenje koncentracije kisika v zraku
- plastenka z odprtino (iz Vernierjevega kompleta), na katero lahko namestimo senzor za merjenje koncentracije kisika
- gumijasta cevka premera približno 1 cm (za vpihovanje zraka v plastenko)
- štoparica
- papirnate brisače

## Potek vaje

Pri celičnem dihanju se porablja kisik. Kisik pride do celic z dihanjem preko pljuč in s transportom po krvnem obtoku. Zrak, ki ga izdihnemo, zato vsebuje manjši delež kisika kot zrak v prostoru. V tej vaji boš spoznal, koliko kisika je v izdihanem zraku glede na različno stopnjo telesne aktivnosti in čas zadrževanja izdiha.

Vse meritve bomo izvedli na enem učencu. Pri meritvah bomo uporabljali *senzor za merjenje količine kisika v zraku*, ki je preko računalniškega vmesnika povezan z računalnikom.

### 1. Izvedli bomo tri serije meritev:

**MIROVANJE (kontrola):** Merjenje količine kisika v izdihanem zraku ob mirovanju po petih zaporednih globokih vdihih in izdihih.

**MIROVANJE IN ZADRŽEVANJE DIHA:** Merjenje količine kisika v izdihanem zraku ob mirovanju po petih zaporednih globokih vdihih in izdihih in 1 minutnem zadrževanju izdiha.

**TELESNA AKTIVNOST IN ZADRŽEVANJE DIHA:** Merjenje količine kisika v izdihanem zraku ob telesni aktivnosti in 15 sekundnem zadrževanju izdiha. Učenec najprej naredi 20 počepov, nato zajame zrak, zadrži dih in nadaljuje z delanjem počepov. Po 15 sekundah zrak izdiha v plastenko.

Pri vsaki seriji bomo meritve izvedli dvakrat.

Graf, ki prikazuje rezultate vseh meritev, natisni in nanj napiši ustrezne oznake.  
Prostor za natisnjen graf iz programa Logger Pro:

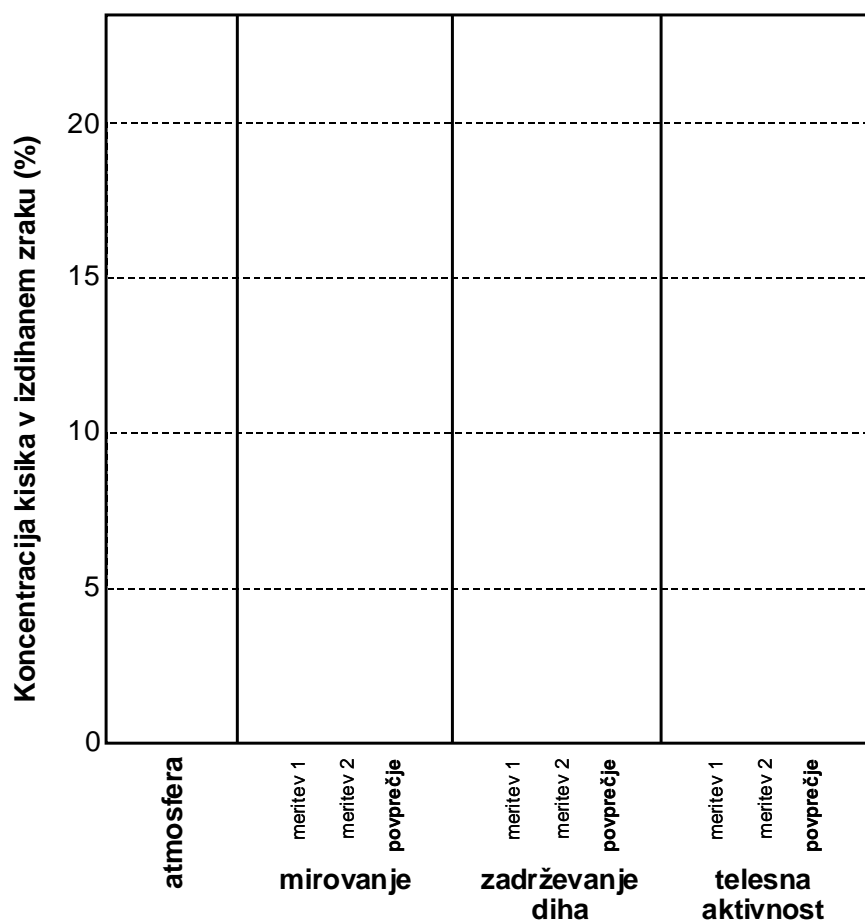
2. Po končanih meritvah prepisi izmerjene koncentracije kisika za vsako izmed meritev v preglednico. Pri vsaki meritvi nas zanimata naslednji vrednosti:

- začetna koncentracija kisika v atmosferi, ko je bil senzor še na mizi,
- koncentracija kisika v izdihanem zraku.

Senzor, ki ga uporabljamo pri meritvah, se počasi odziva na spremembe v koncentraciji kisika. Zato pri vsaki meritvi koncentracijo kisika odčitamo šele tedaj, ko se krivulja izmerjenih koncentracij ustali.

| Serija            | Meritev   | Barva krivulje | Koncentracija kisika (%)       |                               |               | Opombe |
|-------------------|-----------|----------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------|--------|
|                   |           |                | Začetno stanje – atmosfera (A) | Najnižja vrednost - izdih (B) | Razlika (A-B) |        |
| Mirovanje         | 1         |                |                                |                               |               |        |
|                   | 2         |                |                                |                               |               |        |
|                   | povprečje |                |                                |                               |               |        |
| Zadrževanje diha  | 1         |                |                                |                               |               |        |
|                   | 2         |                |                                |                               |               |        |
|                   | povprečje |                |                                |                               |               |        |
| Telesna aktivnost | 1         |                |                                |                               |               |        |
|                   | 2         |                |                                |                               |               |        |
|                   | povprečje |                |                                |                               |               |        |

Rezultate meritev prikaži s stolpičnim diagramom.



Kakšne so razlike v koncentraciji kisika v izdihanem zraku med tremi serijami meritev? Razloži.

Razloži, zakaj smo vsako meritev dvakrat ponovili. Ali je to dovolj veliko število ponovitev?

*Zakaj smo vse meritve opravili na isti osebi?*

*Kako se organizem odzove na večjo porabo kisika ob telesni aktivnosti?*

### **Vprašanja za razmislek**

*S svojimi lastnimi, čim bolj »vsakdanjimi« besedami in brez uporabe novih izrazov, ki si se jih naučil pri vaji, opiši, kaj so bila tvoja glavna spoznanja ob izvedbi vaje.*

*Napiši najmanj eno vprašanje, na katerega ne znaš odgovoriti, se ti pa zdi pomembno in je povezano z vsebino vaje.*

# Utrujanje mišic

Ime in priimek: .....

Razred (skupina): .....

Datum izvedbe vaje: .....

## Potrebščine

- puhalčka s cevjo, povratnim ventilom in z igličnim razbremenilnim ventilom (del manometra za merjenje krvnega tlaka),
- merilnik tlaka (Vernier, ZDA),
- vmesnik za računalnik (analogno-digitalni pretvornik; Vernier, ZDA),

## Potek vaje

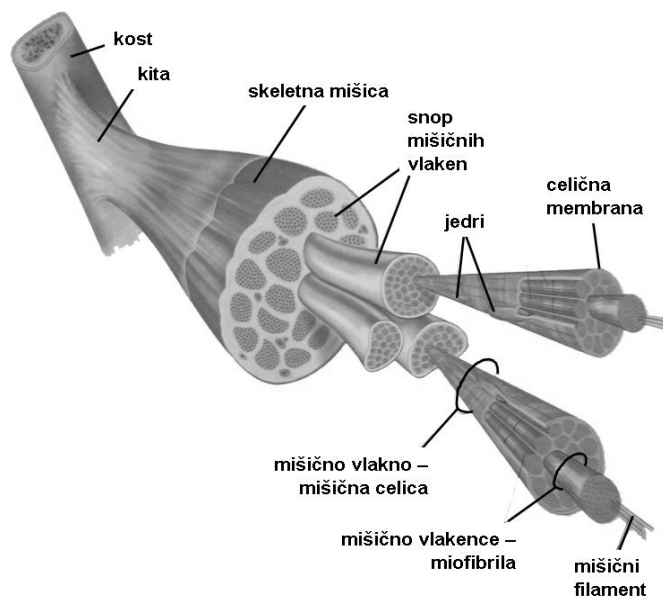
Za izvedbo vaje bomo uporabili senzor za merjenje tlaka, ki bo preko Vernierjevega vmesnika priklopljen na računalnik. Na senzor za tlak bomo preko cevke povezali puhalčko, ki smo jo vzeli z merilnika za merjenje krvnega tlaka. Ob stisku puhalčke z roko bo iztisnjeni zrak povišal tlak v cevki, ki vodi do sensorja – senzor bo ta povišani tlak zaznal. Ob puhalčki je odprt ventil, skozi katerega bo ob spustu puhalčke vanjo ponovno prišel zrak. To bo senzor zaznal s padcem tlaka na začetno točko.

S pomočjo te naprave lahko ugotavljamo, s kakšno močjo in kako hitro stiskamo puhalčko.

Primerjali bomo moč stiska leve in desne roke pri izbranem učencu. Naloga izbranega učenca bo, da čim hitreje stiska puhalčko, povezano s senzorjem za tlak. Meritev stiskanja na vsaki roki bo potekala 1 minuto.

Meritev bomo izvedli pri dveh učencih.

*Oglej si shemo zgradbe skeletne mišice.*



*Prostor za izpis meritve*

*Kaj pomeni višina vrha krivulje ob vsakem stisku?*

*Kaj pomeni razdalja med dvema zaporednima vrhovoma na grafu?*

*Ali je iz izpisa vidno utrujanje mišic? Kako?*

*Izpolni preglednico:*

|  | 1. učenec (ime): |            | 2. učenec (ime): |            |
|--|------------------|------------|------------------|------------|
|  | Leva roka        | Desna roka | Leva roka        | Desna roka |
| <b>Število stiskov v prvih 10 sekundah</b>   |                  |            |                  |            |
| <b>Število stiskov v zadnjih 10 sekundah</b> |                  |            |                  |            |
| <b>Dijak je desničar / levičar</b>           |                  |            |                  |            |

*S katero roko je učenec močnejše stiskal puhalko? Ali je učenec s katero roko naredil večje število stiskov?*

*Kako si razlagaš odgovora na zadnji dve vprašanji?*

*Opiši, kakšne razlike bi najverjetneje opazil, če bi izvedel enako meritev pri različnih učencih.*

*Kje mišice dobijo energijo za krčenje?*

### **Vprašanja za razmislek**

*S svojimi lastnimi, čim bolj »vsakdanjimi« besedami in brez uporabe novih izrazov, ki si se jih naučil pri vaji, opiši, kaj so bila tvoja glavna spoznanja ob izvedbi vaje.*

*Napiši najmanj eno vprašanje, na katerega ne znaš odgovoriti, se ti pa zdi pomembno in je povezano z vsebino vaje.*