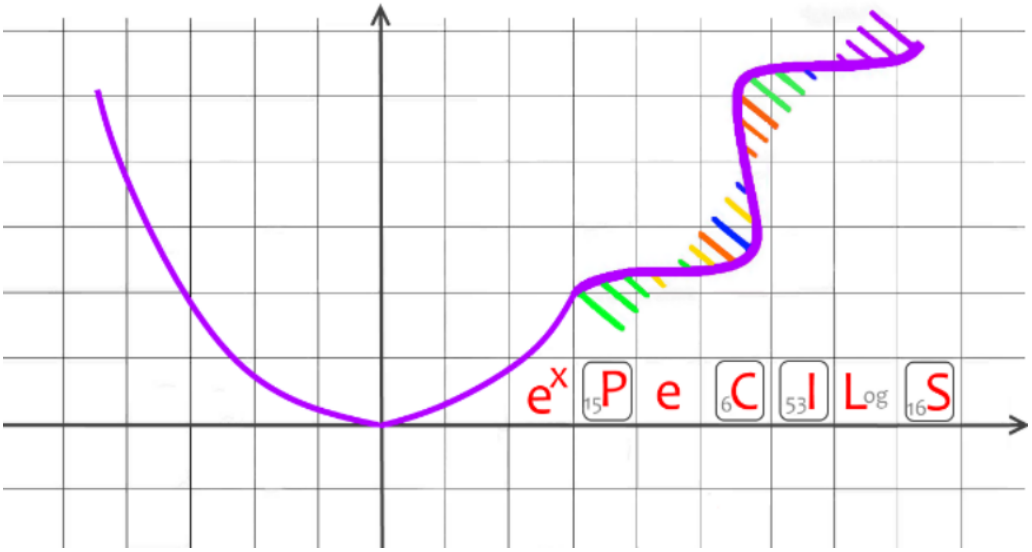
GIMNAZIJA FRANJE PETRIĆA ZADAR

ERASMUS + 'EXPECILS'

EXPECILS

Zbirka zadataka iz prirodoslovlja

2022



Doma Zidar, *biologija*
Dean Raonić, *matematika i fizika*
Nela Mandić, *biologija i kemija*
Renata Ruić Funčić, *kemija*

Erasmus+

AGENCIJA ZA MOBILNOST I PROGRAME EU

Recenzenti:
Davor Katunarić, *fizika*
Dubravka Turčinović, *kemija*
Šime Šuljić, *matematika*
Žaklin Lukša, *biologija*

Autor nekih grafova i interaktivnih materijala:
Šime Šuljić

EXPECILS - zbirka zadataka iz prirodoslovlja © 2022 by Doma Zidar, Dean Raonić, Nela Mandić i Renata Ruić Funčić is licensed under CC BY-NC-SA 4.0



SADRŽAJ:

Redni broj	Zadatak	stranica
1	Znanstvena metodologija	6
2	Otopine i udžbenik matematike	7
3	Otapanje čvrste tvari u vodi	7
4	Bergmanovo pravilo	8
5	Bergmanovo pravilo 2	9
6	Vrijeme poluraspada	10
7	Gripa	10
8	Ekološka valencija	11
9	Aspirin	12
10	Aspirin 2	13
11	Antipiretici	13
12	Osmoza u krumpiru	14
13	Osmoza u krumpiru 2	15
14	Reverzna osmoza	17
15	Fotosinteza	17
16	Fotosinteza 2	18
17	Biooksidacija i energija	20
18	Biooksidacija i energija 2	22
19	Glikoliza	23
20	Sumporovodik i fotosinteza	23
21	Sumporovodik i fotosinteza 2	25
22	Sumpor kao osnova disanja	27
23	Sumporovodik - dominantna vrsta za izvor energije na prebiotičkoj Zemlji	28
24	Sumporovodik - dominantna vrsta za izvor energije na prebiotičkoj Zemlji 2	30
25	Vrenje	31

26	DNA	32
27	DNA 2	33
28	Hormoni ADH i aldosteroni	34
29	Enzimi	35
30	Kadulja	36
31	Hemofilija	37
32	Krv	38
33	Krvne grupe	38
34	Razina šećera u krvi	39
35	Puferi	40
36	Puferi 2	40
37	Toplinski kapacitet	41
38	Tjelesna toplina i termodinamika	42
39	Perilica rublja	43
40	Zrak i atmosferski tlak	44
41	Bohrova stacionarna stanja	45
42	Kosina	47
43	Biomembrane	47
44	Bakterije	48
45	Biodizel	49
46	Biodizel 2	50
47	Melanom	51
48	Vlak	52
49	Alkohol u krvi	53
50	Vransko jezero	54
51	Vransko jezero 2	55

UVOD

Zbirka zadataka iz prirodoslovlja tj. STEM područja rezultat je provedbe Erasmus + projekta '*Eksperimentiranje, kreativnost i inovativnost u učenju znanosti*' ('*Experimentation, creativity and innovation in learning science*' EXPECILS).

Zadaci su koncipirani tako da, što je više moguće, povežu bliske teme iz različitih područja prirodnih znanosti. Iako su prvenstveno namijenjeni maturantima, vjerujemo da mogu biti zanimljivi učenicima svih razreda srednje škole. Često u potrazi za informacijama odlazimo na Internet i par klikova mišem dođemo do potrebnih podataka. Ponekad je upitna točnost ponuđenih informacija na internetu i treba naučiti kritički promišljati pronađeno na web stranicama. Zato smo u nekim zadacima tražili od vas da pretragom različitih izvora podataka dođete do rješenja.

Zbirka je recenzirana od vrsnih recenzenata kojima smo zahvalni na trudu! Ako tijekom rješavanja zadataka naiđete na neku pogrešku ona je samo naša, autorska, i molimo vas da nam je javite.

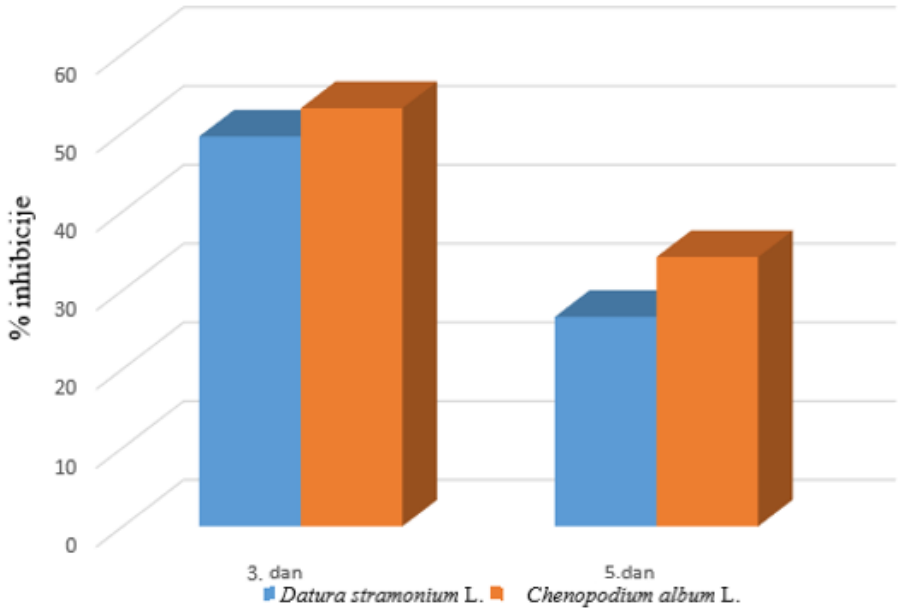
Nadamo se da ćete rješavanjem zadataka ove zbirke uočiti kako se pojave u svijetu mogu potpunije sagledati tek kad povežemo i primijenimo znanja prirodoslovnih znanosti naučenih kroz srednjoškolsko obrazovanje.

Dean, Doma, Nela i Renata

1. Znanstvena metodologija

Mia je provela istraživanje o utjecaju eteričnog ulja vrste *Hypericum perforatum* L. u sprječavanju razvoja virusa mozaika duhana kod dvije različite biljne vrste: *Datura stramonium* L. i *Chenopodium album* L.

Mjerila je postotak inhibicije treći i peti dan nakon prskanja zaraženih biljki eteričnim uljem. Rezultati navedenog istraživanja prikazani su na slici.



A. Odredite zavisnu i nezavisnu varijablu u ovom istraživanju.

B. Što zaključujete o postotku inhibicije virusa na temelju rezultata?

C. Navedene rezultate prikažite tablično.

2. Otopine i udžbenik matematike

A. U jednom udžbeniku matematike za prvi razred zadan je zadatak: 'Ako u 60 L alkohola koncentracije 70 % ulijemo 35 L alkohola koncentracije 90 %, kolika će biti koncentracija alkohola u smjesi'. Sa stanovišta iskazivanja sastava otopine zadatak je pogrešno postavljen. Koji su pojmovi pogrešno korišteni te kako bi trebao ispravno glasiti zadatak?

B. Kako biste riješili zadatak koristeći formulu za gustoću, volumen i maseni udio? Predlažemo da uzmete gustoću prve smjese 1,03 g/mL, a gustoća druge smjese 1,09 g/mL.

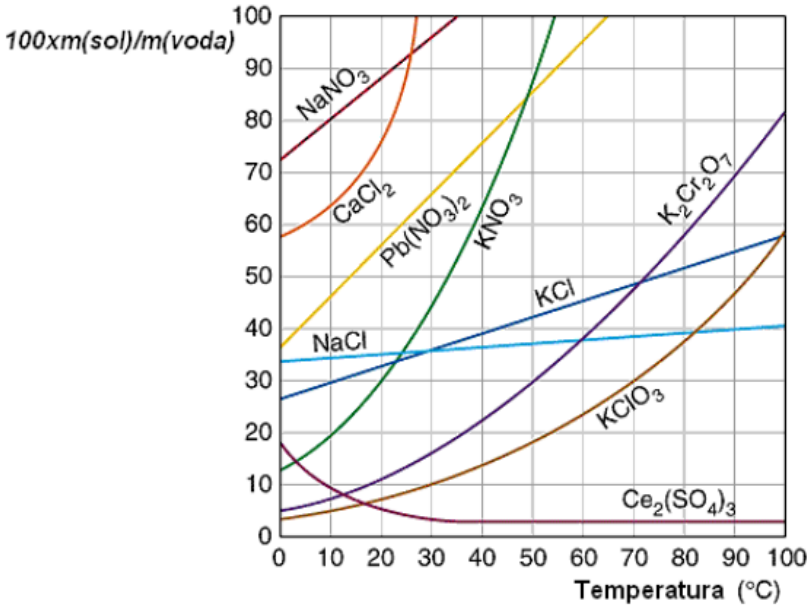
C. Kako biste riješili zadatak koristeći matematički izraz za postotni račun?

3. Otapanje čvrste tvari u vodi

Otopina je homogena smjesa koja se sastoji od otapala i otopljene tvari. I otapalo i otopljena tvar mogu biti u bilo kojem agregacijskom stanju, no tradicionalno se otopinama smatraju smjese u kojima je otapalo tekućeg agregacijskog stanja. Ovdje će se razmatrati otapanje čvrste tvari u tekućem otapalu.

A. Otapanje neke tvari topljive u vodi opisano je izrazom $S = S_0 \cdot \left(1 - e^{-kt}\right)$, pri čemu je S količina tvari koja se otopi u vremenu *t*, S_0 količina tvari potrebna za zasićenost otopine, a $k > 0$ konstanta koja ovisi o vrsti tvari koja se otapa. Ako se 20 g šećera otopi za 1 minutu, a 30 g za 2 minute, izračunaj količinu S_0 potrebnu da se postigne zasićenje otopine.

B. Dijagram prikazuje ovisnost topljivosti različitih soli o temperaturi. Napiši ime soli koja ima najveću promjenu topljivosti od 10 °C do 40 °C?



Dijagram preuzet sa: http://www.rudarska.hr, 27.12.2021.

C. Usporedite veličine entalpije kristalne rešetke i entalpije hidratacije za natrijev nitrat koristeći podatke iz dijagrama iz zadatka B? Odnos opiši simbolima.

D. izračunajte masu kalijeva klorida koja se istaloži hlađenjem 200 g otopine s 80 °C na 40 °C.

4. Bergmanovo pravilo

Zamislite tri jednostanična organizma (**A**, **B** i **C**) oblika kocke kojima su dimenzije navedene u tablici.

	A	**B**	**C**
Stranica *a* / cm	6	7	8
Površina kocke / cm²	36	49	64
Volumen kocke / cm³	216	343	512
Omjer *P*/*V*	0,17	0,14	0,13

A. Koji će organizam (**A, B** ili **C**) najsporije izmjenjivati tvari s okolišem? Objasni svoj odabir.

B. Koji omjer površine i volumena jednostaničnog organizma (**A, B** ili **C**) možemo usporediti s omjerom površine i volumena tijela sisavaca koji žive u hladnijim područjima (npr. polarna lisica)? Objasni svoj odabir.

5. Bergmanovo pravilo 2

U tablici su navedena obilježja četiri organizma.

Organizam	**A**	**B**	**C**	**D**
Površina / mm²	200	200	40	60
Volumen / mm³	400	275	21	40

A. Koji od navedenih organizma može biti prilagođen planktonskom načinu života i zašto? Objasnite svoj odgovor.

Organizam: _____

B. Koji od navedenih organizama ima metabolizam najslabijeg intenziteta pri istim uvjetima okoliša? Objasnite svoj odgovor.

Organizam: _____

C. Koji od navedenih organizama najučinkovitije izmjenjuje tvari s okolišem? Objasnite svoj odgovor.

Organizam: _____

6. Vrijeme poluraspada

Broj neraspadnutih jezgara *N* u ovisnosti o vremenu *t* za različite kemijske elemente dan je formulom $N(t) = N_0 \cdot 2^{\frac{-t}{T_{1/2}}}$, gdje je N_0 početni broj jezgara, a $T_{1/2}$ vrijeme poluraspada kemijskog elementa.

Prvu su nogometnu loptu na naše prostore, u Županju, donijeli engleski industrijalci, što je i dokazano datiranjem radioaktivnim ugljikom C-14kojega je u lopti tijekom istraživanja 1995. god izmjereno 98.798 % od udjela kojega taj izotop inače ima u prirodi.

Ako je vrijeme poluraspada radioaktivnog ugljika $C-14$ 5730 godina, koje su približno godine Englezi donijeli loptu u Županju?



Slika preuzeta: https://www.24sata.hr/sport/lopta-od-milijun-kuna-blago-naseg-nogometa-cuva-se-u-sefu-555941, 25.11.2021.

7. Gripa

U jednom gradu broj osoba zaražen gripom nakon *t* dana trajanja epidemije približno je jednak $Q(t) = \frac{5000}{1 + 1250e^{-kt}}$. Ako je nakon sedam dana bilo zaraženo 40 osoba, koliko će osoba biti bolesno nakon petnaest dana? Koji je organizam uzročnik gripe?

8. Ekološka valencija

Temperatura je važan ekološki čimbenik za razvoj ličinki kućne muhe, *Musca domestica* L.

A. Na temelju podataka, navedenih u tablici, nacrtajte linijski dijagram ovisnosti vremena potrebnog za razvoj ličinki o temperaturi.

temperatura / ºC	15	17	20	22	25	30	33	36
broj dana razvoja	150	90	40	20	18	10	25	50

B. Popunite tablicu:

	ekološki minimum	ekološki maksimum	ekološki optimum
temperatura / °C			

C. Na osnovu podataka iz tablice odredite ekološku valenciju za čimbenik temperature pri sazrijevanju ličinki kućne muhe, *Musca domestica* L. iznosi_____

D. S obzirom na vrijednost ekološkog optimuma u kojem godišnjem dobu očekujete najveći broj razvijenih ličinki kućne muhe, *Musca domestica* L.?

E. Muhe privlači otpad, posebno bačeni ostaci hrane, no poznato je da muhe ne vole miris octa. Predložite kako biste pomoću octa smanjili brojnost populacije navedene vrste.

9. Aspirin

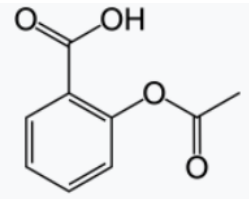
Tablete Aspirin® upotrebljavaju se za liječenje povišene tjelesne temperature i blage do umjerene boli, primjerice: grlobolje, zubobolje, bolova u mišićima te kod blagih artitičnih bolova. Lijek sadrži acetilsalicilne kiseline..



Slika preuzeta: https://www.medicalnewstoday.com/articles/161255, 15.03.2022.

A. Nedugo nakon uzimanja aspirina, analizom je u krvi bolesnika utvrđena prisutnost 300 miligrama tog lijeka. Ako se količina lijeka u krvi svaka dva sata smanjuje na polovinu vrijednosti, koliko će aspirina biti u krvi bolesnika nakon 5 sati?

B. Slika prikazuje strukturu molekule acetilsalicilne kiseline.



Koja je molekulska formula acetilsalicilne kiseline? Koje funkcijske skupine postoje u molekuli?

C. Prikaži jednadžbom kemijske reakcije kisela svojstva ove molekule.

D. Aspirin na vlažnom zraku polako hidrolizira dajući salicilnu i octenu kiselinu. Napiši jednadžbu te reakcije. Prikaži strukturnim formulama molekule reaktanata i produkata.

10. Aspirin 2

Aspirin je lijek koji ublažava glavobolju, smanjuje povišenu temperaturu i upale. Tablete Aspirin 500 sadrži 500 mg acetilsalicilne kiseline. Acetilsalicilna kiselina se dobiva reakcijom esterifikacije salicilne kiseline i anhidrida etanske kiseline.

A. Salicilna kiselina je aromatska kiselina molekulske formule $C_7H_6O_3$ te ima hidroksilnu skupinu na drugom atomu ugljika. Veznim crticama prikaži strukturu molekule salicilne kiseline te navedi barem dva sustavna imena salicilne kiseline.

B. Na osnovu građe molekule salicilne kiseline odredi postoje li enantiomeri ove molekule? Obrazloži odgovor.

C. Prikaži strukturnim formulama jednadžbu dobivanja acetilsalicilne kiseline.

D. Koliku masu salicilne kiseline treba uzeti za dobivanje 500 mg acetilsalicilne kiseline ako je iskorištenje reakcije 90 %?

E. Djelovanje aspirina u organizmu temelji se na inhibiciji enzima koji proizvodi prostaglandine. Pretragom različitih izvora podataka pronađi što su prostaglandini, koja im je uloga u tijelu te kako inhibicija enzima koji proizvodi prostaglandine utječe na smanjenje osjećaja boli u tijelu.

11. Antipiretici

Termoregulacija kod čovjeka uključuje različite mehanizme djelovanja više organskih sustava. Normalna tjelesna temperature kod čovjeka kreće se između 36 °C i 37 °C. Svako povišenje tjelesne temperature ukazuje na poremećaj homeostaze. Katkad regulacijski homeostatski mehanizmi nisu dovoljno uspješni u regulaciji tjelesne temperature jer određene pirogene tvari, koje nastaju tijekom bolesti, mogu poremetiti djelovanje centra za regulaciju tjelesne temperature.

Posebno je opasna povišena tjelesna temperatura od 41 °C i više. Tad govorirmo o hipertermiji. Tako povišenu tjelesnu temperaturu potrebno je brzo sniziti jer u protivnom

može doći do daljnjeg povećanja i fatalnih posljedica. Temperatura od 43 °C dovodi do sigurne smrti. Antipiretici su lijekovi koje koristimo za smanjivanje vrućice.

A. Gdje se u tijelu čovjeka nalazi središte za regulaciju tjelesne temperature?

B. Zašto je opasno povišenje tjelesne temperature od 41 °C?

C. Je li nužna upotreba antipiretika pri porastu tjelesne temperature do 38 °C?

D. Lupocet junior sirup sadrži 120 mg paracetamola u 5 mL sirupa koji djeluje kao antipiretik. Djeca iznad 3 mjeseca starosti smiju primiti maksimalnu dozu paracetamola 10-15 mg/kg svakih 6 sati. Upute za lijek kažu da se doziranje se treba temeljiti na tjelesnoj masi djeteta. Ukoliko dvogodišnjak ima 11 kg izračunajte koju maksimalnu dozu sirupa dnevno to dijete smije popiti, koliki volumen sirupa može uzeti u jednoj dozi te koliko doza dnevno

E. Koji se mehanizmi u tijelu čovjeka uključuju prilikom hipertermije? Zaokruži **dva** točna odgovora.
a) širenje krvnih žila u koži (vazodilatacija)
b) suženje krvnih žila u koži (vazokonstrikcija)
c) povećanje mišićne aktivnosti
d) smanjenje mišićne aktivnosti
e) smanjenje protoka krvi kroz kožu i ekstremitete

F. Zašto ponekad imamo zimicu i drhtimo kod povišene temperature?

12. Osmoza u krumpiru

Učenici su pokusom htjeli ispitati propusnost stanične membrane. Kockice krumpira različite mase stavili su u vodene otopine natrijeva klorida različitih koncentracija. Pokuse su izvodili na temperaturi od 20 °C pri tlaku 1 atm. Nakon 12 sati izvadili su kockice iz otopina i izvagali ih.

U tablici su prikazani podaci mjerenja.

Kockica krumpira	Masa krumpira na početku / g	Masa krumpira na kraju / g
A	3,50	3,20
B	3,00	3,30
C	3,40	3,20
D	2,90	3,10

A. Koji je proces zaslužan za uočene promjene u masi krumpira?

B. Kakve su vodene otopine NaCl u odnosu prema staničnoj tekućini u krumpiru?

C. Izračunajte osmotski tlak otopine koja je upotrebljena u jednom od pokusa ako je množinska koncentracije otopine bila 0,60 mol/L.

D. Osmotski tlak bit će najveći za vodenu otopinu:

a) NaCl koncentracije 1 mmol/L
b) NaCl koncentracije 0,01 mol/L
c) glukoze koncentracije 1 mmol/L
d) Na_2SO_4 koncentracije 0,01 mol/L
e) CH_3CH_2COOH koncentracije 1 mmol/L
f) glukoze koncentracije 0,01 mol/L

E. Otopina glukoze koncentracije 0,5 mol/L izotonična je s otopinom natrijeva klorida nepoznate koncentracije. Izračunajte množinsku koncentraciju natrijeva klorida u otopini.

13. Osmoza u krumpiru 2

Učenici su pokusom htjeli ispitati propusnost stanične membrane. Kockice krumpira različite mase stavili su u vodene otopine natrijeva klorida različitih koncentracija. Pokuse su izvodili na temperaturi od 20 ^{o}C pri tlaku 1 atm. Nakon 12 sati izvadili su kockice iz otopina i izvagali ih.

U tablici su prikazani podaci mjerenja.

Kockica krumpira	Masa krumpira na početku (g)	Masa krumpira na kraju (g)
A	3,50	3,20
B	3,00	3,30
C	3,40	3,20
D	2,90	3,10

A. Proces koji je zaslužan za uočene promjene u masi krumpira jest osmoza. Osmoza se ponegdje definira kao proces prijelaza tvari iz razrijeđenije otopine u koncentriranu kroz polupropusnu membranu. U čemu je problem kod ovakve definicije osmoze?

B. Kakve se promjene dogode u biljnoj stanici u uvjetima kakvim su izloženi uzorci krumpira **B** i **D**? Jesu li te promjene korisne biljkama?

C. Koji od navedenih spojeva ima gradivnu ulogu u stanicama nadzemnog dijela krumpira?

a) celuloza b) škrob c) amilaza d) kolesterol

D. Koliko je vrelište otopine pripravljene od 150 g vode i 0,60 mol natrijeva klorida? Ebulioskopska konstanta za vodu iznosi 0,52 K kg mol^{-1}.

E. Koliki je tlak para vodene otopine natrijeva klorida pri 100 °C, ako je maseni udio natrijeva klorida u toj otopini $w = 0,10$?

14. Reverzna osmoza

Zemlje siromašne pitkom vodom, a bogate energetskim izvorima dobivaju pitku vodu iz mora reverznom osmozom.

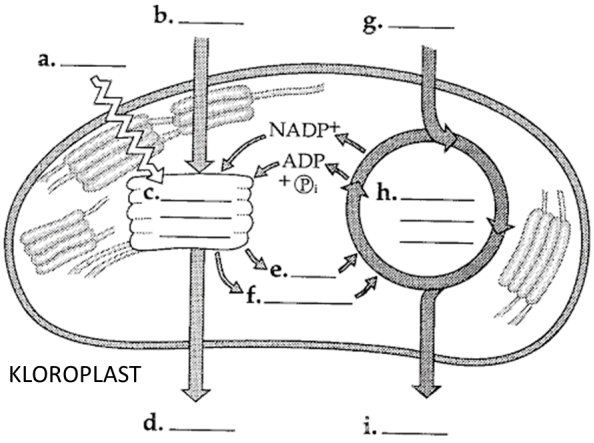
A. Koliki je osmotski tlak mora na 20 °C ako uzmemo da je more vodena otopina natrijeva klorida (c = 0,470 mol/L) i magnezijeva klorida (c = 0,068 mol/L) te da su oba spoja potpuno disocirana.

B. Koliki se teoretski (zanemarimo vrstu membrane i veličinu njezinih pora) volumen svježe vode može dobiti iz 1 L mora reverznom osmozom na 20 °C pri tlaku od 5000 kPa.

C. Zbog razlike u koncentraciji otopljenih soli u tijelu i izvan tijela, morske ribe koštunjače gube vodu kroz škrge. Kakve osmoregulatorne mehanizme su morale razviti zbog navedenih procesa?

15. Fotosinteza

Slika prikazuje stanični organel kloroplast:



Slika preuzeta s: http://instrukcije-kemija.blogspot.com, 25.01.2022.

A. Dopuni prikaz traženim pojmovima koji se odnose na mjesto odvijanja fotosinteze, nazive reakcija fotosinteze, te nazivima spojeva koji ulaze i izlaze iz određenih primarnih i sekundarnih reakcija fotosinteze. Popunjeni prikaz trebao bi prikazivati pravilan tijek odvijanja procesa fotosinteze u biljaka.

B. Kemijskom jednadžbom opiši proces fotosinteze.

C. Kako se naziva proces u kojem se molekula vode razgrađuje pod utjecajem svjetlosti? Napiši jednadžbu te kemijske reakcije.

D. U kojem dijelu stanice se odvija ta reakcija?

E. Izračunajte masu glukoze koja nastaje reakcijom 50 L ugljikova dioksida i 36 g vode pri 18 ^{o}C i tlaku od 1 atm. Ukoliko postoji, izračunajte masu suviška.

16. Fotosinteza 2

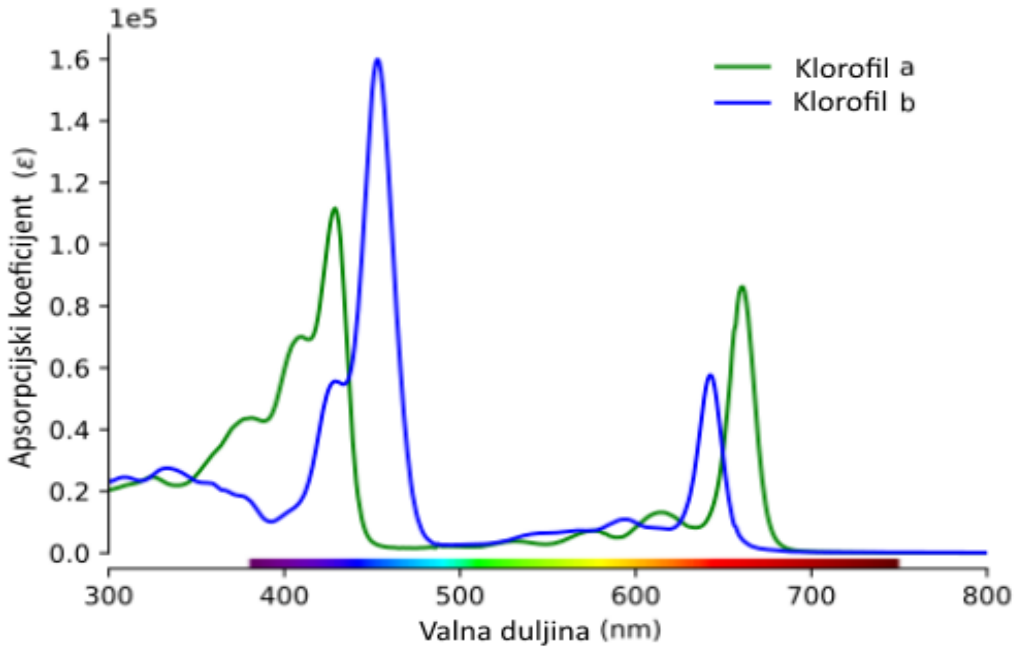
Kod većine zelenih biljaka molekule klorofila su glavni akceptor fotona u kloroplastima. Preko niza akceptora elektrona energija svjetlosti pretvara se u kemijsku energiju. Količina klorofila I ostalih pigmenata različita je kod različitih vrsta biljaka.

Kada bi biljni fotosistemi imali samo klorofil **a** za prikupljanje I pretvorbu svjetlosti, ne bi bili dovoljno efikasni, stoga su klorofil **b** i ostali biljni pigmenti također važni kao pomoćni pigmenti u apsorpciji svjetlosti.

A. Zašto su biljke zelene boje?

B. U kojem su dijelu spektra elektromagnetskoga zračenja valne duljine najvažnije za biljke?

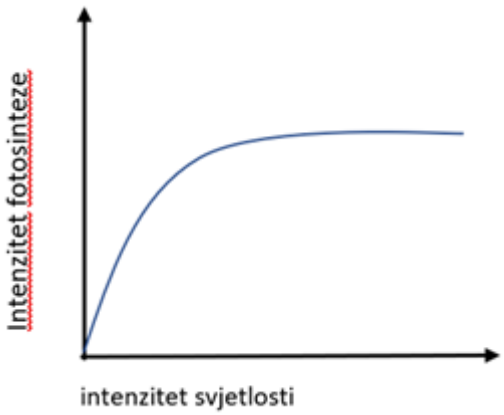
C. Prikazani su apsorpcijski spektri klorofila **a** i klorofila **b**. Koje su reakcije fotosinteze ovisne o svjetlosti?



Slika preuzeta s: https://repozitorij.biologija.unios.hr/islandora/object/bioos%3A240/datastream/PDF/view, 17.01.2022.

D. Koje su vrijednosti elektromagnetskih valova koje apsorbira klorofil **a**?

E. Uz pomoć grafa objasni utjecaj intenziteta svjetlosti na brzinu odvijanja fotosinteze.



F. Izračunajte relativnu molekulsku masu α-klorofila koja ima u molekuli 4 atoma dušika tj. maseni udio jest dušika 6,272 %.

17. Biooksidacija i energija

Osnovni procesi života odvijaju se u dva suprotna metabolička pravca:

1) anabolizam: niz metaboličkih reakcija koji formiraju velike, složene kemijske spojeve počevši od manjih jedinica pri čemu se energija troši. To je redukcijski proces.

2) katabolizam: skup biokemijskih reakcija u kojima se složeni kemijski spojevi razgrađuju u jednostavnije pri čemu se oslobađa energija. Energiju dobivamo oksidacijom tvari što znači da se u tim reakcijama događa prijelaz elektrona.

   Biooksidacija je jedini poznati prirodni mehanizam putem kojeg svi biljni i životinjski organizmi dobivaju za život potrebnu energiju. Osnovni izvor energije u organizmu je reakcija:

   $H_2 + 1/2\ O_2 \rightarrow H_2O$ + Energija

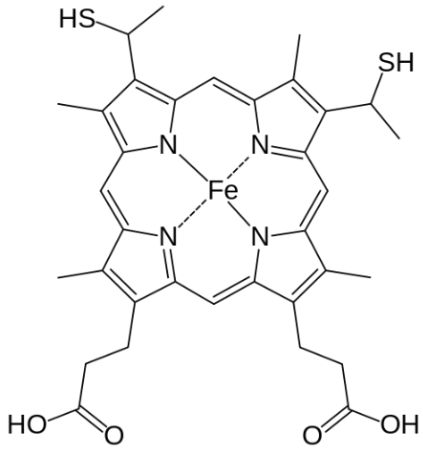
   Ispitivanje reaktivnosti vodika iz organskih tvari i kisika iz zraka pokazalo je da su i vodik i kisik slabo reaktivni i da pod običnim uvjetima ne reagiraju. Da bi došlo do njihove reakcije, mora se vodik oduzeti od organskog spoja i pritom se aktivirati, a isto tako se i kisik iz zraka mora aktivirati. Vodik gubi elektrone a kisik ih prima.

A. Napiši jednadžbe polureakcija oksidacije vodika i redukcije kisika.

Energija koja se oslobađa disanjem vrlo je velika za jednu biokemijsku reakciju. Kad bi se naglo oslobodila, uništila bi stanicu, zato se u stanici razgradnja i prihvaćanje energije odvija postupno u dugom nizu kemijskih reakcija.

B. Kolika je aproksimativna oslobođena toplina nastajanjem vode nakon jednog udaha? Kako bismo pojednostavnili izračun oslobođene topline nakon udaha, pretpostaviti ćemo da je parcijalni tlak kisika u alveolama 100 mmHg, temperatura tijela 36 ^{o}C, a volumen udahnutog zraka pri jednom udahu oko 500 mL. Entalpija stvaranja vode jest -285,84 kJ/mol.

Kisik se aktivira preko citokroma u respiratornom lancu: $4\ R\text{-}Fe^{2+} + O2 \rightarrow 4\ R\text{-}Fe^{3+} + 2\ O^{2-}$. Citokroma ima malo i vrlo brzo bi došlo do njihove potpune oksidacije pa postoji biokemijski mehanizam za njihovu stalnu redukciju. Slika prikazuje hem C, hem koji se nalazi u citokromu C, jednom od citokroma koji sudjeluje u respiratornom lancu.



C. Što su citokromi? Koji tipovi citokroma postoje? Koja je molekulska formula hema C? Koje funkcijske skupine postoje u hemu C?

D. Profesionalni sportaši često odlaze na visinske pripreme kako bi poboljšali svoje sposobnosti i kondiciju. Objasni zašto sportaši odlaze na velike nadmorske visine kako bi se uspješno pripremili za sportska natjecanja?

18. Biooksidacija i energija 2

Spomenuli smo u zadatku 'Biooksidacija i energija' kako se u stanici razgradnja i prihvaćanje energije odvija postupno u dugom nizu oksidacijsko-redukcijskih reakcija respiratornog lanca. To je lanac za prijenos elektrona. U respiratornom lancu potencijal za prijenos elektrona pretvara se u energiju koja se kasnije upotrebljava za sintezu ATP-a.

Koncept koji povezuje elektrodni potencijal i energiju jest Gibbsova energija, tj. promjena Gibbsove energije: $\Delta_r G^o = - z F E^o$, gdje je z broj izmijenjenih elektrona, F Faradayeva konstanta, a E^o elektrodni potencijal. Gibbsova energija je koncept koji povezuje entalpiju i entropiju neke kemijske reakcije te je konačan kriterij za spontanost kemijske promjene. $\Delta G^o = \Delta H^o - T\Delta S^o$. Gibbsova energija je ukupna korisna energija nekog sustava (često je zovu i slobodna energija - "slobodna" znači energija na raspolaganju za koristan rad). Ako je $\Delta G < 0$ onda je proces spontan, a ako je $\Delta G > 0$ onda je proces nespontan. U biokemiji, umjesto 1 mol dm^{-3} H^+, koristi se koncentracija od 10^{-7} mol/L (pH = 7,0) pa se standardni redoks potencijali izražavaju kao $\Delta E'^o$.

A. Piruvat se reducira pomoću NADH u procesu oksidativne fosforilacije, pri čemu se izmjenjuju 2 elektrona, prema reakciji:

piruvat + NADH + H^+ ⇌ laktat + NAD^+ $\Delta E'^o$ = 0,13 V

Kolika je standardna promjena Gibbsove energije za ovu reakciju?

Energija dobivena iz redoks reakcija koristi se za sintezu ATP kao i za transport metabolita kroz unutarnju membranu mitohondrija. Kisik se aktivira preko citokroma u respiratornom lancu: 4 R-Fe^{2+} + O_2 → 4 R-Fe^{3+} + 2 O^{2-}.

B. Ako su elektrodni potencijali za reakcije:

citokrom c (+3) + e^- ⇌ citokrom c (+2) $\Delta E'^o$= 0,22 V

½ O_2 + 2 H^+ + 2e^- ⇌ H_2O $\Delta E'^o$= 0,82 V,

koliki je potencijal za reakciju
2 citokrom c (+2) + ½ O_2 + 2H^+ ⇌ 2 citokrom c (+3) + H_2O?

C. Kolika je standardna promjena Gibbsove energije za reakciju redukcije kisika citokromom c (zadatak 2)?

D. Ako ΔG za hidrolizu jednog mola ATP-a u ADP u živoj stanici iznosi −57 kJ/mol, kolika se množina ATP-a može sintetizirati korištenjem energije nastale redukcijom kisika citokromom c?

19. Glikoliza

Glikoliza je osnovni metabolički proces razgradnje glukoze i zajednički je svim stanicama, od najjednostavnijih prokariota do eukariota. Prethodi ciklusu limunske kiseline i staničnom disanju, ali i vrenju.

A. Gdje se odvija glikoliza u stanici?

B. Koja je biološka važnost glikolize?

C. O čemu ovisi daljnji metabolički put razgradnje glukoze?

D. Napiši ukupnu jednadžbu glikolize.

20. Sumporovodik i fotosinteza

Sva slobodna energija koja se koristi u živim organizmima potječe od solarne energije zarobljene u procesu fotosinteze. Osnovna jednadžba fotosinteze je, naizgled, jednostavna:

$$n\,H_2O + n\,CO_2 \xrightarrow{h\nu} (CH_2O)_n + n\,O_2.$$

$(CH_2O)_n$ je opća formula jednostavnih ugljikohidrata. Istraživanja su pokazala da razvijeni kisik potječe iz vode, što znači da kisik iz vode reducira ugljik iz ugljikova dioksida, a atomi vodika iz vode se vežu na atome ugljika pri čemu nastaje ugljikohidrat. Elektromagnetski valovi sunčeve svjetlosti cijepaju molekulu vode što omogućuje cijelu kemijsku promjenu.

A. Dokažite da je skraćena jednadžba fotosinteze oksidoredukcijska reakcija određivanjem oksidacijskih brojeva atoma svih elemenata. Zbroj oksidacijskih brojeva u CH_2O skupini jednak je nula.

Kako bismo pokazali sličnost reakcija fotosinteze kod zelenih biljaka i kod sumpornih bakterija zapisati ćemo reakciju fotosinteze kod zelenih biljaka kako slijedi:

$$n\,CO_2 + 2n\,H_2O \xrightarrow{h\nu} (CH_2O)_n + n\,O_2 + n\,H_2O$$

$$n\,CO_2 + 2n\,H_2S \xrightarrow{h\nu} (CH_2O)_n + 2n\,S + n\,H_2O$$

Stoga se opća jednadžba fotosinteze može se zapisati ovako:

$$n\,CO_2 + 2n\,H_2D \xrightarrow{h\nu} (CH_2O)n + 2n\,D + n\,H_2O$$

B. Može li se sagledati opća jednadžba fotosinteze u svjetlu Brønsted-Lowryjeve teorije kiselina i baza?

Kombinacija visokog tlaka i topline koje postoje u vrućim termalnim otvorima danas (a i vremenu kad je život na Zemlji nastao) može potaknuti reakcije koje nisu termokemijski moguće u drugim uvjetima. Proučimo reakcije fotosinteze kod zelenih biljaka i sumpornih bakterija s termokemijskog stanovišta kao da se odvijaju pri standardnim uvjetima tj. pri 25 °C i tlaku od 1 atm.

C. Napišite pojednostavljene termokemijske jednadžbe reakcija fotosinteze u zelenim biljkama i sumpornim bakterijama te izračunajte njihovu reakcijsku entalpiju. Radi jednostavnosti koristiti ćemo vrijednost entalpije metanala $(CH_2O)(aq)$.

Standardne molarne entalpije stvaranja iznose:

Standardna molarna entalpija stvaranja	kJ/mol
Ugljikov dioksid	-393,5
Voda	-285,84
Sumporovodik	-17,51
Ugljikohidrat/metanal (CH_2O)(aq)	-171,16

D. Na osnovu rezultata u zadatku 3) odredite koja reakcija fotosinteze pohranjuje više energije u kemijskim vezama produkata te time daje produkte bogatije energijom i pogodnije za daljnje pretvorbe energije.

E. U kojim organelama se odvija fotosinteza kod zelenih biljaka?

21. Sumporovodik i fotosinteza 2

Reakcija fotosinteze kod sumpornih bakterija može se prikazati jednadžbom kemijske reakcije:

$$n\,CO_2(g) + 2n\,H_2S(g) \xrightarrow{h\nu} (CH_2O)_n\,(aq) + 2n\,S(s) + n\,H_2O(l)$$

gdje $(CH_2O)_n$ predstavlja ugljikohidrat.

A. Moguće je da kao sporedni produkti fotosinteze nastanu sumporna kiselina i metan:

$$CO_2(g) + H_2S(g) + 2\,H_2O(l) \xrightarrow{h\nu} CH_4(aq) + H_2SO_4(aq)$$

Toplina oslobođena u ovoj reakciji iznosi 12,72 kJ. Množina sumporovodika na početku reakcije bila je 0,20 mola. Nakon nekog vremena množina se smanjila se na 0,16 mola. Izračunajte reakcijsku entalpiju. Koliki je doseg reakcije?

B. Za reakciju, prikazanu kemijskom jednadžbom $CO_2(g) + H_2S(g) + 2\ H_2O(l) \rightarrow CH_4(aq) + H_2SO_4(aq)$ napišite izraze za:

a) brzinu promjene koncentracije sumporovodika

b) brzinu nastajanja sumporne kiseline

c) brzinu trošenja vode

d) brzinu kemijske reakcije

e) prosječnu brzinu kemijske reakcije izražene pomoću promjene koncentracije vode

f) zakon brzine reakcije ako brzina reakcije ovisi samo o koncentraciji sumporovodika.

C. Ako je brzina trošenja vode 8 mol/Ls u zadatku pod B) kolika je brzina nastajanja metana?

D. Ako je prosječna brzina kemijske reakcije

$CO_2(g) + 2\ H_2S(g) \rightarrow CH_2O(aq) + 2\ S(s) + H_2O(l)$ 0,56 mo/L s, kolika je brzina nastajanja sumpora?

E. Tablica prikazuje promjene koncentracije sumporovodika i metanala prilikom reakcije fotosinteze sa sumporovodikom:

Vrijeme / s	Koncentracija mol/L	
	H_2S	CH_2O
0	0,200	0
100	0,18	0,01
200	0,10	0,05
300	0,02	0,07

Izračunajte brzinu trošenja sumporovodika između stote i dvjestote sekunde te brzinu nastajanja metanala između dvjestote i tristote sekunde.

22. Sumpor kao osnova disanja

Dallol je jedinstveni, kopneni hidrotermalni sustav oko vulkana od pepeljastog stošca u depresiji Danakil, sjeveroistočno od lanca Erta Ale u Etiopiji. Poznat je po svojim nezemaljskim bojama i mineralnim uzorcima, te vrlo kiselim tekućinama koje izviru iz njegovih hidrotermalnih izvora.



Slika preuzeta sa: https://en.wikipedia.org/wiki/Dallol_(hydrothermal_system) 20.01. 2022.

Hidrotermalni izvori Dallola ispuštaju jako kisele (pH < 0), vrlo slane (gotovo 10 puta slanije od morske), visoke temperature (> 108 °C) vode koje sadrže više od 26 g / L željeza. Glavne plinske faze koje se emitiraju iz izvora i dimnjaka (fumarola) su CO_2, H_2S, N_2, SO_2 i tragovi H_2, Ar i O_2.

Iako postoji nekoliko drugih vrlo kiselih vulkanskih sustava (pH < 2), uglavnom pronađenih u kraterskim jezerima i hidrotermalnim mjestima, pH-vrijednosti Dallola smanjuju daleko ispod nule. Koegzistencija takvih ekstremnih fizikalno-kemijskih karakteristika (pH, salinitet, visoka temperatura, nedostatak kisika, itd.) čini Dallol jednim od rijetkih 'poli-ekstremnih' mjesta na Zemlji.

Zbog toga je Dallol ključni sustav za astrobiološka istraživanja koja istražuju granice života. Dijelovi regije su gotovo sterilni, osim raznolikog niza "ultramalih" arhea (Archaea). Jedan od najekstremnijih arhejskih acidofila jest *Picrophilus torridus*, koji raste na pH = 0, što je ekvivalentno rastu u otopini sumporne kiseline množinske koncentracije 1,2 mol/L.

A. Pronađite u literaturi ili na internetu što su arheje.

Disanje, proces koji stvara energiju, kod aerobnih organizama može se svesti na proces stvaranja vode. Kako bismo pojednostavili usporedbu s anaerobnim organizmima, uzmimo da arheje dobivaju energiju procesom stvaranja sumporovodika, a da aerobni organizmi stvaraju vodenu paru.

B. Napiši termokemijske jednadžbe stvaranja vodene pare i sumporovodika ako se stvaranjem vodene pare pri standardnim uvjetima oslobađa 241,82 kJ, a stvaranjem sumporovodika oslobađa 20,17 kJ po molu produkta.

C. Koristeći podatak iz A) dijela zadatka izračunajte volumen sumporovodika koji treba nastati pri 108 ^{o}C i tlaku od 1 atm kako bi se dobilo 1000 kJ topline?

D. Možemo li koristiti standardne molarne entalpije stvaranja spojeva pri fizikalno-kemijskim uvjetima koji vladaju u Dallolu ako želimo točne podatke? Koji od čimbenika će utjecati na entalpiju stvaranja zadanih tvari?

E. Obrazloži svoj izbor čimbenika na entalpiju stvaranja.

F. Arheje su po veličini slične veličini bakterija. Prosječna veličina većine bakterija je između 0,2 i 2,0 μm. Zašto u Dallolu mogu rasti samo 'ultramale' ahreje?

23. Sumporovodik - dominantna vrsta za izvor energije na prebiotičkoj Zemlji

Prvi ekocid* na planeti Zemlji dogodio se prije otprilike 600 milijuna godina kad je toksični kisik pobio životinje ovisne o sumporovodiku – glavnom izvoru energije organizama u prebiotičkoj Zemlji i u prvih sedam osmina evolucije. Organizmi koji nisu izumrli, povukli su se u izolirane sulfidne niše ili su se prilagodili novim životnim uvjetima.

A. Što znači izraz 'prebiotička Zemlja'? O kojem razdoblju se govori? Navedite imena tih razdoblje te vremena koje obuhvaća 7/8 evolucije.

Teorije o podrijetlu života prate dvije glavne teme: Odakle su došle prve organske molekule i kako je energija bila iskorištena za pokretanje metabolizma?

H_2S je vjerojatno bila najsvestraniji spoj kada je život počeo jer je mogao poslužiti i kao važan organski proizvod te reaktant, katalizator (proto-enzim), barijera (proto-membrana) i održivi izvor energije. U "svijetu željeza i sumpora", kako neki autori nazivaju prebiotičku Zemlju, oksidacija H_2S pomoću FeS, oba proizvoda hidrotermalnih otvora, proizvodi različite organske molekule kao i redukciju N_2 ili nitrata u amonijak i stvaranje amina.

B. Predložite redoks reakciju u kojoj se sumporovodik oksidira željezovim(II) sulfidom (uzmi u obzir anaerobni okoliš u kojem se reakcija odvija). Jedan od produkata ove reakcije je pirit, spoj u kojem sumpor ima stupanj oksidacije -I, tj. u obliku persulfida. Napišite jednadžbe polureakcija oksidacije i redukcije.

Hidrotermalni otvori stvaraju se duž linija razdvajanja tektonskih ploča, npr. središta širenja srednjooceanskih grebena. Postoje dvije općenite vrste, crni i bijeli pušači, nazvani tako po boji efluenta.

Crni pušači (crni dimnjaci) su blizu centara širenja gdje magma zagrijava morsku vodu koja je prodrla u koru i emitiraju vruću (300–400 °C, pH = 2–3) morsku vodu bogatu CO_2 (4–215 mmol/kg), H_2S (3–110 mmol/kg), otopljeni H_2 (0,1–50 mmol/kg) i reducirani prijelazni metali, posebno željezo (Fe^{2+}).

Bijeli pušači (bijeli dimnjaci) obično se nalaze lateralno od srednjeoceanskog grebena (izvan osi) i hladniji su od crnih pušača (70–90 °C, pH = 9–11), budući da je magmatsko zagrijavanje znatno smanjeno. Imaju visoke koncentracije H_2 (< 1–12 mM) i CH_4 (1–2 mM), ali malo CO_2 ili H_2S. (Napomena: oznaka M jest jedinica mol/L).

C. Podaci o dimnjacima uzeti su iz jednog članka u kojima autor koristi različite jedinice za opis sastava mora. Izrazite koncentracije otopljenog vodika u crnim i bijelim dimnjacima u mol/L. Radi jednostavnosti uzmite podatke za vodu pri zadanim uvjetima te na internetu potražite podatke koji su potrebni za ovaj izračun.

U tablici su prikazani pretpostavljeni maseni udjeli H_2S, HS^- i S^{2-} u oceanima početkom života na Zemlji:

	t / °C	pH	*w*(H_2S, HS^- i S^{2-})
Duboki otvoreni ocean	2	6,5	66,33
Bijeli dimnjaci /pušači	70	9,5	4,94
Crni dimnjaci/pušači	400	4,5	56,43

U dubokom otvorenom oceanu (~2°C, pH = 6,5) maseni udio bio je 66, 33 %, u usporedbi s 56, 43 % u efluentu iz vrućih termalnih otvora (crni pušači) ili 4,94, % u hladnijim otvorima (bijeli pušači).

D. Ako je u crnim dimnjacima pH = 4,5, kolika je koncentracija oksonijevih iona?

***Ekocid** - izraz koji označava naglu promjenu prirodnog okoliša na određenom području te zajedno s tim je vezano izumiranje ili migracija flore i faune.

24. Sumporovodik - dominantna vrsta za izvor energije na prebiotičkoj Zemlji 2

U tablici su prikazani pretpostavljeni maseni udjeli H_2S, HS^- i S^{2-} u oceanima početkom života na Zemlji:

	t / °C	pH	*w*(H_2S, HS^- i S^{2-})
Dubine oceana	2	6,5	66,33
Bijeli dimnjaci /pušači	70	9,5	4,94
Crni dimnjaci/pušači	400	4,5	56,43

U velikim dubinama otvorenog oceana (~2 °C, pH = 6,5) maseni udio bio 66,33 %, u usporedbi s 56,43 % u efluentu iz vrućih termalnih otvora (crni pušači) ili 4,94, % u hladnijim otvorima (bijeli pušači).

A. Na osnovu tablice zaključite koja je sredina najmanje pogodna za postojanje H_2S, HS^- i S^{2-} vrsta u moru. Obrazložite odgovor riječima i jednadžbama kemijskih promjena.

B. Koja će od postojećih čestica (H_2S, HS^- i S^{2-}) biti najprisutnija u crnim dimnjacima? Obrazložite odgovor riječima i jednadžbama kemijskih promjena.

C. Koliki je stupanj disocijacije sumporovodične kiseline u dubinama otvorenog oceana (zanemari drugi stupanj disocijacije) ako je početna množinska koncentracija sumporovodične kiseline $c(H_2S) = 0{,}294$ mmol/L? Konstanta disocijacije za prvi stupanj disocijacije pri 25 °C jest $K_{a1} = 5{,}7 \times 10^{-8}$ mol/L.

D. Kolika je koncentracija hidrogensulfidnih iona u dubokim otvorenim oceanima ukoliko se uzmu u obzir oba stupnja disocijacije? Konstante disocijacije za sumporovodičnu kiselinu pri 25 °C su $K_{a1} = 5{,}7 \times 10^{-7}$ i $K_{a2} = 1{,}2 \times 10^{-15}$, a početna koncentracija sumporovodične kiseline $c(H_2S) = 0{,}294$ mmol/L

25. Vrenje

Octena kiselina može se uz alkohol etanol naći kao redovni sastojak u vinu. Octena kiselina čini najveći udio svih hlapivih kiselina vina. Zabranjena je prodaja onih vina čiji je udio octene kiseline povećan. Količina stvorene octene kiseline ovisi o zdravstvenom stanju grožđa, o količini šećera u grožđu te o raznim drugim čimbenicima prerade grožđa.

Vinari su još u davna vremena znali da se vino ukiseli stajanjem na zraku. Nastojali su izbjeći kiseljenje vina, pa su vino ulijevali u glinene posude koje bi napunili do vrha vinom, potom bi ih zatvorili glinenim čepom i zapečatili voskom, no kiseljenje se nije uspjelo izbjeći.

A. Kojim procesom nastaje octena kiselina u vinu?

B. Je li taj proces aeroban ili anaeroban? Uz prisutnost kojih se organizama odvija taj proces?

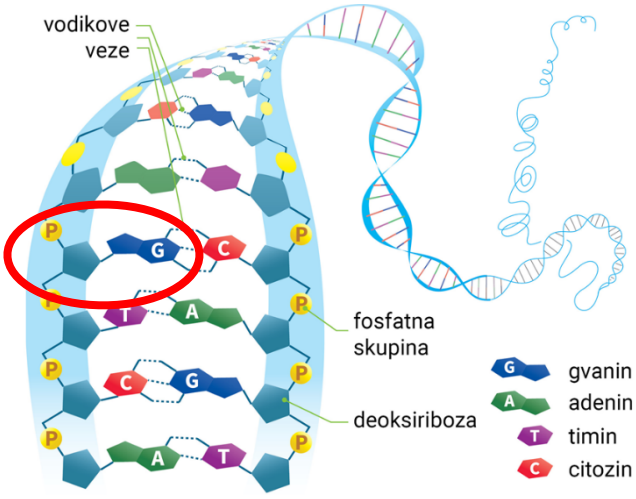
C. Koliko molekula ATP-a nastaje tim procesom?

D. Gdje se koristi octena kiselina?

E. Napiši jednadžbu kemijske reakcije nastanka octene kiseline. Kolika masa octene kiseline nastaje u reakciji 250 g alkohola sa 121 L kisika pri 25 °C i tlaku od 1,01 atm?

26. DNA

Slika prikazuje dvolančanu molekulu nukleinske kiseline.



Slika preuzeta s: https://edutorij.e-skole.hr, 20. 12. 2021.

A. Kako se naziva i od čega je građena struktura označena crvenom bojom na slici?

a) Nukleozid, građen je od pentoze, fosfata i dušične baze
b) Nukleotid, građen je od pentoze, fosfata i dušične baze
c) Nukleozid, građen je od heksoze, fosfata i dušične baze
d) Nukleotid, građen je od heksoze, fosfata i dušične baze

B. Koji tip kemijske veze povezuje označenu strukturu na slici u dugačke polimere? Kako se točno naziva veza između monoaharida i dušične baze?

C. Prikažite nastajanje monofosfoesterske veze između molekula pentoze i fosforne kiseline.

D. Naveden je sljedeći lanac molekule mRNA: …AUGCCAACCCGCAUU… Odredite kodirajući lanac molekule DNA!

E. Odredite komplementarni lanac molekule DNA!

27. DNA 2

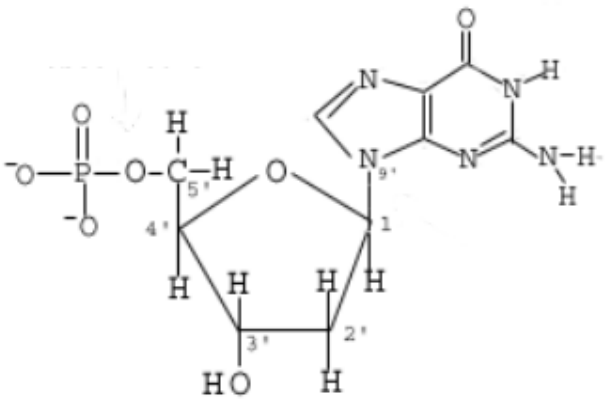
Brojčani udio pojedinih baza u jednom polinukleotidnom lancu molekule DNA je:

$x1(G) = 37\ \%$ $x1(T) = 22\ \%$ $x1(C) = 16\ \%$

A. zračunajte brojevni udio dušičnih baza u drugom komplementarnom lancu.

B. Kojim su vrstom kemijskih veza ili međumolekulskih sila međusobno povezana dva komplementarna lanca unutar jedne molekule DNA? Jesu li to jake ili slabe veze?

C. Kojim kemijskim vezama su nukleotidi povezani međusobno u jednom polinukleotidnom lancu? Na slici koja prikazuje nukleotid označite i imenujte veze koje povezuju sastavne dijelove nukleozida.



Slika preuzeta sa: https://en.wikipedia.org/wiki/Nucleotide, 24.03.2022.

D. Objasnite zašto je za proces replikacije važna priroda privlačnih (međumolekulskih) sila u DNA molekuli?

28. Hormoni ADH i aldosteroni

Mehanizmom povratne sprege antidiuretski hormon (ADH) regulira sadržaj vode, a aldosteron regulira sadržaj soli tj.iona u tijelu.

Uslijed jake crijevne viroze praćene učestalim proljevom i povraćanjem, može doći do narušavanja homeostaze u stanicama.

A. Što će se dogoditi s lučenjem ADH-a pri opisanoj situaciji?

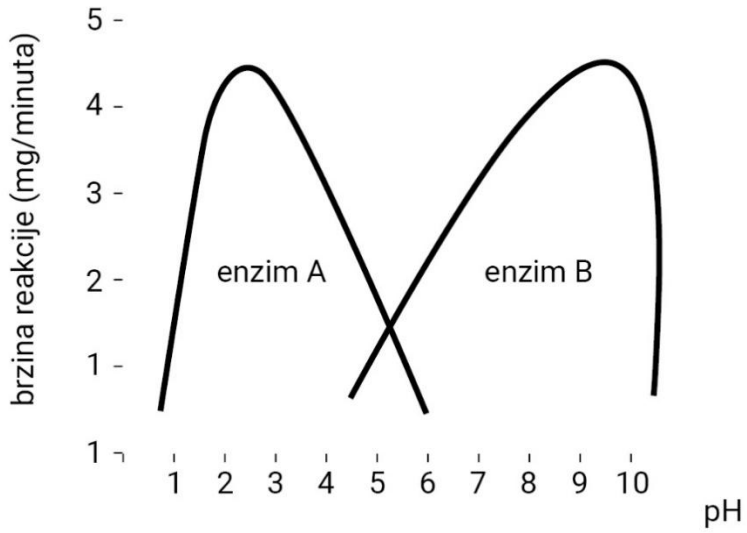
a) Razina vode u krvi je visoka pa će hipofiza potisnuti lučenje ADH-a, kako bi se smanjila reapsorpcija vode u bubrezima.
b) Razina vode u krvi je niska pa će hipofiza potisnuti lučenje ADH-a kako bi se smanjila reapsorpcija vode u bubrezima.
c) Razina vode u krvi je niska pa će hipofiza potisnuti lučenje ADH-a kako bi se povećala reapsorpcija vode u bubrezima.
d) Razina vode u krvi je niska pa će hipofiza potaknuti lučenje ADH-a kako bi se povećala reapsorpcija vode u bubrezima.

B. U kakvoj su se otopini našle krvne stanice, uslijed opisane situacije u uvodnom dijelu zadatka?

C. Koje promjene se mogu dogoditi sa stanicama u takvoj sredini?

29. Enzimi

Enzimi djeluju specifično te u uskom rasponu pH-vrijednosti, temperature i tlaka. Graf prikazuje aktivnost probavnih enzima pri različitim pH-vrijednostima okoline.



Slika preuzeta s : https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/d7d92b59-0fd1-421d-83bc-590dfc53da86/biologija-8/m05/j03/provjera-znanja/index.html, 10.03.2022.

A. Koji enzim djeluje u želucu, a koji u tankom crijevu?

B. Koji će produkti nastati djelovanjem enzima A?

C. Koje biomolekule se kemijski razgrađuju u tankom crijevu?

D. Pretpostavimo da je volumen želuca 0,5 L, kolika je brzina aktivnosti enzima A pri pH = 1,2?

E. Osobe koje imaju problema sa žgaravicom uzimaju lijek Gastal koji sadrži aluminijev hidroksid i magnezijev hidroksid. Gastal je antacid. Objasni njegov utjecaj na pH-vrijednost želučanog soka.

30. Kadulja

Sanja i Marijana su odlučile zasaditi nekoliko novih biljnih vrsta u svoj vrt na sunčanom otoku Hvaru gdje svako ljeto provode praznike. S obzirom na uvjete okoliša razmišljaju koja se biljna vrsta može najbolje prilagoditi. Njihova prijateljica Josipa im je preporučila kadulju (*Salvia officinalis* L.) i indijsku smokvu (*Opuntia ficus-indica* L.).

A. Koje su prilagodbe razvile navedene biljne vrste za život na staništu poput navedenog otoka?

B. CAM biljke su sukulenti prilagođeni životu na suhim staništima. Koja od navedenih tvrdnji točno opisuje tijek fotosinteze kod CAM biljaka?

a) Biljka kroz puči danju prima CO_2 potreban za fotosintezu i ugrađuje ga u organske kiseline, a zatim organske kiseline oslobađaju ponovno CO_2 koji započinje Calvinov ciklus.

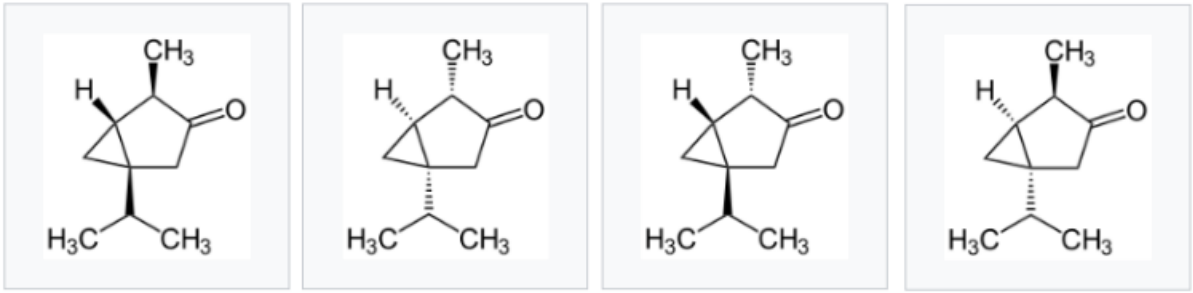
b) Biljka kroz puči noću prima CO_2 potreban za fotosintezu i ugrađuje ga u organske kiseline, a zatim danju organske kiseline oslobađaju ponovno CO_2 koji započinje Calvinov ciklus.

c) Biljka kroz puči danju prima CO_2 i odmah započinje Calvinov ciklus.

d) Biljka kroz puči noću prima CO_2 i odmah započinje Calvinov ciklus.

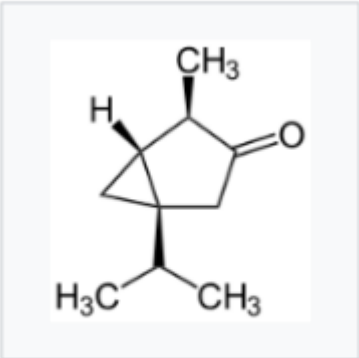
C. U eteričnom ulju kadulje možemo pronaći sljedeće grupe spojeva: fenolne kiseline, flavonoide, polisaharide i terpenoide. Od terpenoida su, između ostalih, prisutni kamfor te α-tujon i β-tujon (klinički podaci pokazuju da tujon ima pozitivne učinke u liječenju akutne prehlade i kašlja).

Slika prikazuje stereoizomere tujona: Na temelju kemijskih formula na slikama zaključite što određuje je li određeni izomer α ili β.



(−)-α-tujon (+)-α-tujon (+)-β-tujon (−)-β-tujon

D. Zvjezdicom označi asimetrični (kiralni) atom ugljika na α-tujonu. Što znače oznake (-) i (+) ispred imena izomera?



(−)-α-tujon

E. Kamfor se otapa u organskim otapalima. Izračunajte ebulioskopsku konstantu za aceton ako je u 200 g acetona otopljeno 4,50 g kamfora relativne molekulske mase 152. Vrelište otopine je 56,25 °C, a vrelište acetona 56,00 °C.

31. Hemofilija

Hemofilija A je poremećaj krvarenja uzrokovan manjkom faktora VIII. Josip boluje od navedene bolesti, a njegove tri sestre nemaju simptome iste. Planira brak i obitelj s Anom koja ne pokazuje simptome hemofilije kao ni njezin otac, ali njezina majka je hemofiličarka.

Kolika je vjerojatnost da Josipova i Anina djeca boluju od hemofilije A?

32. Krv

Krv je crvena, neprozirna i gusta tekućina, posebna mirisa i slana okusa. Ona protječe kroz srčano-krvožilni sustav organizma te kroz tijelo prenosi hranjive tvari i kisik. Ukupna količina krvi u tijelu odrasla čovjeka je 5 – 6 litara, što je oko 8 % ukupne tjelesne mase.

A. Krv se sastoji od tekućeg dijela tzv. krvne plazme i krvnih tjelešaca. Navedite sastav krvne plazme i krvnih tjelešaca.

B. Uzorak krvi razrijeđen je 180 puta. Debljina sloja krvi koji se promatra pod mikroskopom je 0,11 mm a promatranjem je izbrojeno u prosjeku 30 crvenih krvnih stanica na kvadratnoj površini dužine brida od 100 μm. Izračunajte broj crvenih krvnih stanica u 1,0 mm^3.

C. Crvene krvne stanice žive u prosjeku 120 dana. Odrasla osoba ima oko 5 L krvi, a 1 mm^3 sadrži u prosjeku *N* krvnih stanica izračunatih u zadatku pod A). Koliko crvenih krvnih stanica u sekundi mora nastati u kostima da se nadoknadi gubitak mrtvih stanica?

33. Krvne grupe

Maja i Sonja su primljene u rodilište i rodile su svoje kćerke istog dana. Dan prije rođen je i Martin sin koja se nalazi u istoj sobi. Jedno žensko novorođenče ima krvnu grupu AB, a drugo B.

Spletom okolnosti došlo je do zamjene narukvica rodilja i novorođenčadi, no olakotna okolnost je u tome što je jedno novorođenče drugačijeg spola, a Maja i Sonja kao i njihovi partneri imaju različite krvne grupe. Maja ima krvnu grupu A, a njezin muž AB, dok Sonja ima krvnu grupu 0, a njezin muž krvnu grupu B.

A. Na temelju znanja o krvnim grupama ABO sustava odredite koje žensko novorođenče pripada kojem paru i koji su njihovi genotipovi.

B. Sonja je Rh negativna, a njezin muž Rh pozitivan. Što se može dogoditi s fetusom u sljedećoj Sonjinoj trudnoći ukoliko ne primi injekciju nakon prvog poroda?

34. Razina šećera u krvi

U održavanju homeostaze organizma sudjeluje i mehanizam održavanja koncentracije glukoze u krvi.

A. Kako hormoni koje luči gušterača reguliraju koncentraciju glukoze u krvi?

a) Povećanjem razine glukoze u krvi gušterača mehanizmom pozitivne povratne sprege luči hormon inzulin koji potiče prijenos glukoze iz krvi u stanice jetre i mišića.

b) Povećanjem razine glukoze u krvi gušterača mehanizmom pozitivne povratne sprege luči hormon glukagon koji potiče prijenos glukoze iz krvi u stanice jetre i mišića.

c) Povećanjem razine glukoze u krvi gušterača mehanizmom negativne povratne sprege luči hormon inzulin koji potiče prijenos glukoze iz krvi u stanice jetre i mišića.

d) Povećanjem razine glukoze u krvi gušterača mehanizmom negativne povratne sprege luči hormon glukagon koji potiče prijenos glukoze iz krvi u stanice jetre i mišića.

B. Tablica pokazuje uobičajene razine šećera u krvi:

Vrijeme	Osoba bez dijabetesa	Osoba s dijabetesom
post	77 – 99 mg/dL	80 – 130 mg/dL
1 – 2 sata nakon jela	< 140 mg/dL	< 180 mg/dL
A1 test (mmol/L)	< 5,7	< 7

Izrazite razinu glukoze od 140 mg/dL kao množinsku koncentraciju glukoze u mmol/L. Ako HbA1c test pokaže dijabetičaru vrijednost 18 koliko je to puta veća vrijednost od vrijednosti nakon 2 sata od jela (180 mg/dL)?

35. Puferi

Nakon što je istrčala maraton Petra je disala duboko i ubrzano, te je osjetila vrtoglavicu. Ne prirodno stanje Petru dovodi do napada panike i pojačava vrtoglavicu.

A. Što bi u Petrinom organizmu moglo biti razlog ovih promjena?

B. Što se događa u Petrinom krvožilnom sustavu u navedenom stanju?

C. Što se događa s razinom CO_2 u krvi dok je organizam u ne prirodnom stanju poput Petrinog?

D. Naše tijelo normalno funkcionira ako je pH-vrijednost krvi je oko 7,35 - 7,45, a acidobaznu ravnotežu održavanju puferi. Prikažite kemijskom jednadžbu reakcijom kojom bikarbonatni pufer uklanja višak hidroksidnih iona u krvi reakcijom s ugljičnom kiselinom.

36. Puferi 2

Puferi su smjese slabe kiseline ili baze i njihovih soli. Služe amortizaciji nagle promjene pH-vrijednosti otopine i vrlo su važni u živom organizmu za održavanje homeostaze. Puferski kapacitet bit će maksimalan u slučaju kad su koncentracije kiseline i njezine konjugirane baze jednake. U ljudskom organizmu karbonatni pufer je najznačajniji pufer krvi za održavanje kiselo-bazne ravnoteže, jer je jedini koji je povezan s dišnim sustavom i bubrezima.

A. U kojoj će smjesi nastati pufer ako se pomiješaju jednaki volumeni sljedećih otopina? Odgovor obrazloži reakcijama. (Napomena: M označava jedinicu mol/L.)

a) 0,2 M KCN i 0,2 M HCN
b) 0,2 M KOH i 0,2 M HCN
c) 0,2 M KOH i 0,4 M HCN
d) 0,4 M KCN i 0,2 M HCl

B. U stanju alkaloze razina CO_2 u krvi se smanjuje jer dubokim disanjem ne zaostaje u krvi, već se izbacuje iz organizma. Napiši jednadžbu te kemijske reakcije.

C. Kolika je pH-vrijednost vodene otopine pripravljene od 0,1 M natrijeva hidrogenkarbonata i 0,1 M ugljične kiseline. Konstanta disocijacije ugljične kiseline za prvi stupanj iznosi $4{,}3 \times 10^{-7}$ (drugi stupanj ćemo zanemariti).

D. Kolika je pH-vrijednost vodene otopine ako se u otopinu pufera pripravljenog od 0,1 M natrijeva hidrogenkarbonata i 0,1 M ugljične kiseline doda 0,01 mol natrijeva hidroksida. Konstanta za prvi stupanj disocijacije ugljične kiseline iznosi $4{,}3 \times 10^{-7}$ (drugi stupanj ćemo zanemariti), a volumen otopine 1 L.

37. Toplinski kapacitet tvari

Hlađenje tijela koje se nalazi u okolini niže temperature teče prema zakonu $T = T_0 + \left(T_1 - T_0\right)e^{-kt}$ gdje je *T* temperatura tijela nakon vremena t, T_0 temperatura okoline, T_1 temperatura tijela na početku, te *k* realna konstanta.

A. Pri vanjskoj temperaturi od 6 °C za 4 sata temperatura sadržaja u termos-boci spustila se s 90 °C na 75 °C. Za koliko će se spustiti temperatura u idućih 12 sati?

B. Kolika je promjena topline tvari mase 700 g ako se temperatura mijenja s 90 °C na 75 °C ako je termos-boca napunjena vodom, a koliko ako je napunjena etanolom?

tvar	*c* / J K^{-1} kg^{-1} (pri 298 K)
$H_2O(l)$	4184
C_2H_5OH	2460

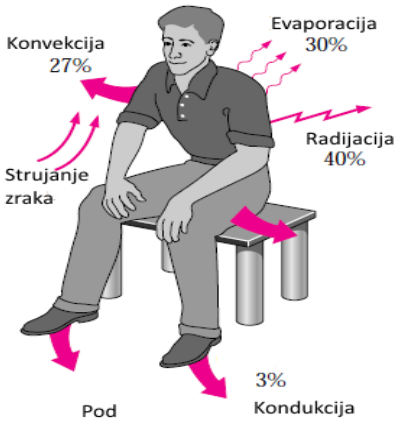
C. U koliku masu vode, temperature 15 °C, treba uroniti osobu od 70 kg kako bi se osobi temperatura spustila s 40 °C na 36 °C? Specifična toplina tkiva iznosi 3475 J/kg K. Pretpostavimo da i vodi temperatura promijenila za 4 °C.

D. Koji procesi u organizmu čovjeka stvaraju toplinu? Koji organi proizvode toplinu?

38. Tjelesna toplina i termodinamika

Tjelesna temperatura je stupanj zagrijanosti organizma. Tjelesna temperatura može varirati od osobe do osobe. Normalni raspon za većinu ljudi je od 36,1 °C do 37,2 °C. Toplina se kontinuirano stvara u tijelu kao nusprodukt metaboličkih reakcija. Čovjek gubi toplinu iz organizma putem radijacije, kondukcije, konvekcije i evaporacije.

A. Uz pomoć slike i pretragom različitih baza podataka definirajte gore navedene prijenose topline.



Slika preuzeta sa: https://engineer-educators.com/topic/3-heat-transfer-from-the-human-body/, 24.03.2022.

B. Kakva je razlika u prijenosu topline ako čovjek pliva u jezeru u odnosu na kretanje na suhom zraku?

tvar	c / kJ K^{-1} kg^{-1} (pri 298 K)
$H_2O(l)$	4184
Zrak	1012

C. Zašto je teže vježbati na vlažnom zraku?

D. Kada voda isparava s površine tijela, gubi približno 2,67 kJ topline po gramu isparene vode. Voda isparava iz kože i pluća u količini od oko 600 mL dnevno. Pretpostavite da je gustoća vode 1 g/mL. Koliki je gubitak topline evaporacijom po satu?

39. Perilica rublja

Na Deklaraciji perilice rublja piše da je maksimalni intenzitet zvuka $I = 2{,}5 \times 10^{-7}\mathrm{W/m^2}$.

A. Kolika je njezina najveća razina glasnoće zvuka? Razina glasnoće zvuka opisana je formulom $G = 10\log\frac{\mathrm{I}}{\mathrm{I_0}}$, gdje je prag čujnosti ljudskog uha $I_0 = 10^{-12}\ \mathrm{W/m^2}$.



Slika preuzeta: https://blog.fantasticservices.com/noisy-washing-machine-when-spinning-possible-causes/, 20.12.202.

B. Kolika je glasnoća zvuka perilice koja izaziva oštećenje sluha i je li ta glasnoća zvuka postoji kada stojimo pored perilice i pratimo njezin rad?

C. Zašto moramo voditi računa o doziranju deterdženta prilikom pranja rublja?

D. Deterdženti novije generacije poboljšani su dodatkom različitih enzima koji omogućuju učinkovito pranje i uklanjanje mrlja i pri nižim temperaturama. Objasnite kako dodani enzimi djeluju na učinkovitost uklanjanja mrlja.

40. Zrak i atmosferski tlak

Zrak je smjesa plinova koja je kao omotač vezana uz Zemlju pretežno gravitacijskim silama, sudjeluje u njezinoj vrtnji, tvori Zemljinu atmosferu i nužna je za život na Zemlji. Ukupna masa suhog zraka iznosi $5{,}1 \times 10^{18}$ kg.

Atmosferski tlak ili tlak zraka je tlak na bilo kojem dijelu Zemljine atmosfere. U većini se slučajeva kao atmosferski tlak uzima tlak jednak hidrostatskom tlaku koji uzrokuje Zemljina atmosfera u stupcu iznad točke mjerenja.

A. Tlak na nekoj visini možemo opisati eksponencijalnom funkcijom

$p_h = p_0 \bullet e^{-k \bullet h}$, uz konstantu $k = 1{,}25 \times 10^{-4}$.

Barometar na Zrinjevcu u Zagrebu pokazuje tlak zraka 996 hPa. Istodobno je na Griču izmjeren tlak od 991 hPa. Ako je nadmorska visina Zrinjevca 120 m, kolika je nadmorska visina Griča?

B. Posuda od 5 L se napuni zrakom (21 % kisik i 79 % dušik) pri temperaturi od 20 °C i tlaku od 101,325 kPa, a potom zagrije na temperaturu od 300 °C. Koliki je tlak u posudi nakon zagrijavanja?

C. U posudu od 5L napunjenom zrakom (volumni udjeli: 21 % kisik i 79 % dušik) pri temperaturi od 20 °C i tlaku od 101,325 kPa doda se 20 g joda i nakon zatvaranja posude zagrije se na temperaturu od 300 °C pri čemu sav jod prijeđe iz čvrstog u plinovito agregacijsko stanje. Koliki su parcijalni tlakovi tvari prisutni u posudi?

D. Izračunaj sastav plinske smjese iz zadatka pod C.

41. Bohrova stacionarna stanja

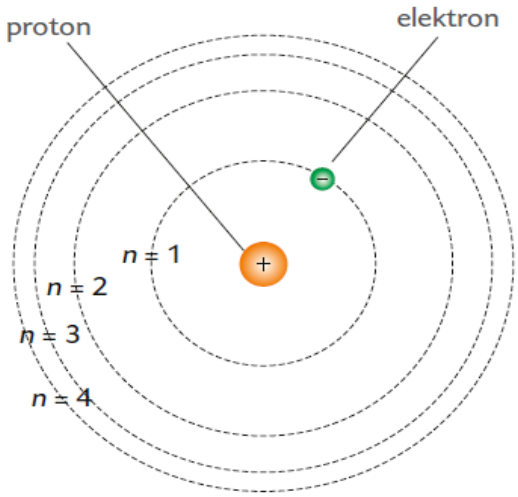
U jednom udžbeniku iz kemije za 4 razred srednje škole stoji objašnjenje stacionarnih stanja u Bohrovom modelu atoma:

A. Udžbenik spominje kvantne brojeve no nigdje nije objašnjeno što su kvantni brojevi. Pretražite literaturu i različite izvore znanja te pronađite što su kvantni brojevi. Koliko kvantnih brojeva ima i koje je njihovo značenje za građu atoma?

Bohr je predložio model atoma prema kojemu raspored elektrona u atomu nije slučajan nego elektroni u stacionarnim stanjima kruže oko jezgre isključivo po strogo određenim kvantiziranim putanjama. Stacionarno stanje jest stanje u kojem je energija atoma stalna. Svako stacionarno stanje opisano je glavnim kvantnim brojem, a glavni kvantni brojevi odgovaraju energijskim stanjima odnosno ljuskama u elektronskom omotaču.

Ukupna energija atoma prema Bohrovu modelu atoma jednaka je: $E_n = -R_\infty$

Grafički prikaz Bohrova modela vodika:

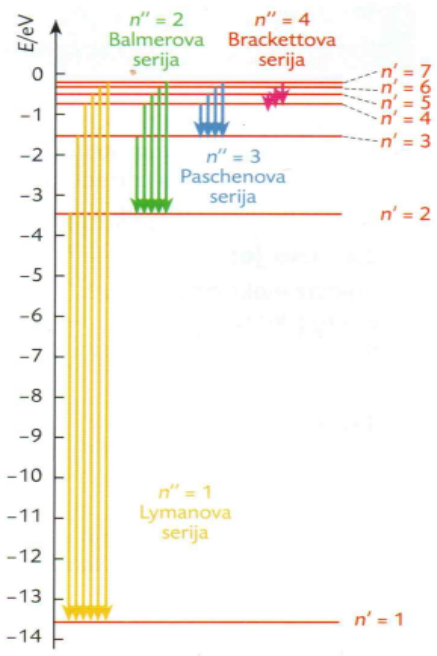


B. Izračunaj frekvenciju elektromagnetskog zračenja koje atom vodika apsorbira kada iz stacionarnog stanja n''= 2 prijeđe u stacionarno stanje n'= 4. Kojem dijelu spektra pripada taj val?

C. Učenica proučava sliku serije linijskog spektra atoma vodika iz jednog udžbenika te matematičku formulu koja opisuje razliku dviju energijskih razina atoma vodika:

$E_f = E' - E'' = R_\infty \left(\frac{1}{n''^2} - \frac{1}{n'^2}\right)$ pri čemu je n' > n''.

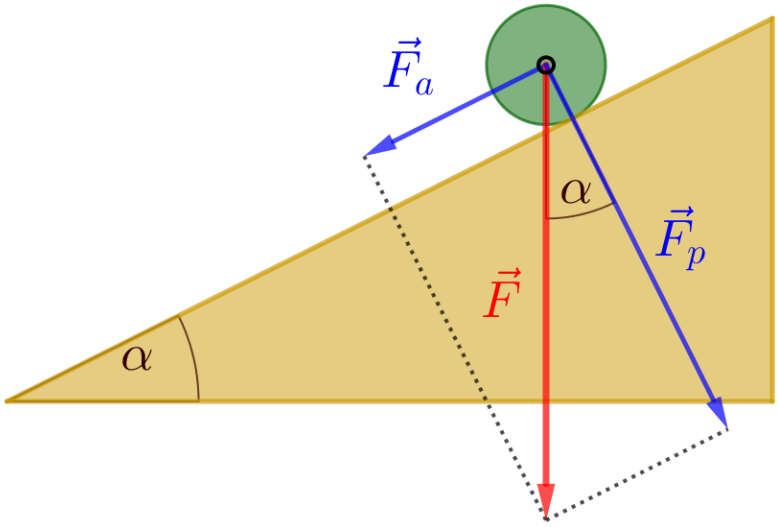
Učenica razmišlja zašto udaljenosti između svih stacionarnih stanja nisu jednake veličine. Možeš li matematičkim modelom objasniti smanjivanje udaljenosti između stacionarnih stanja?



Slika preuzeta iz udžbenika: Kemija 4, Školska knjiga, 2021

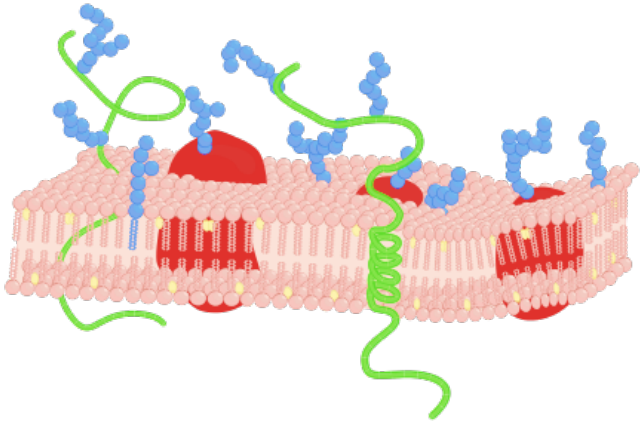
42. Kosina

Na kosinu nagiba $30°$ stavljeno je tijelo mase 5 kg. Odredi silu kojom podloga djeluje na tijelo i silu koja uzrokuje gibanje tijela niz kosinu. Trenje je zanemarivo.



43. Biomembrane

Slika prikazuje građu biomembrane.



Slika preuzeta s: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Schematic_diagram_of_a_natural_biomembrane_of_a_cell.svg 28.02.2022.

A. Od kojih su molekula izgrađeni fosfolipidi koji čine dvosloj biomembrane?

B. Kako nazivamo proces kojim molekule CO_2 ulaze u stanicu i izlaze iz stanice? Strelicom na slici označite mjesto prolaza molekula CO_2.

C. Zašto se prijenos molekula ugljikova(IV) oksida odvija tim putem?

D. Prikažite prostornu građu molekule ugljikova(IV) oksida po VSEPR teoriji i objasnite zašto je navedena molekula nepolarna.

44. Bakterije

Bakterije su najbrojnija skupina organizama. Bakterije su nužne za održavanje života ostalih makroorganizama na Zemlji.



Slika preuzeta: https://ferivisport.hr/blog/post/epidemija-gripe-kako-se-zastititi1, 15.12.2021.

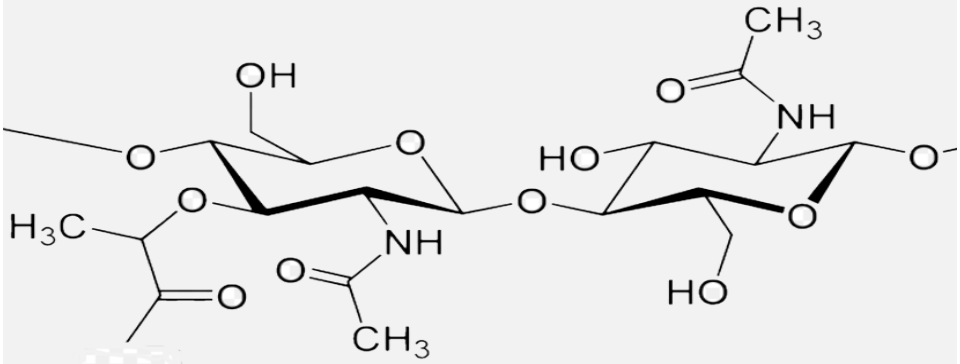
A. Ako je dva sata nakon početka promatranja broj bakterija narastao od 2000 na 18 000, koliki će broj bakterija biti nakon još dva sata?

B. Kakvi su organizmi bakterije s obzirom na građu i veličinu stanice?

C. Koja grana biologije proučava bakterije?

D. Mikroskopiranjem bakterije *Streptococcus pyogenes* uočene su plave kuglaste stanice. Što možemo zaključiti o sloju organske makromolekule koja je osnova bakterijske stanične stijenke? Navedite ime ove makromolekule.

E. Slika prikazuje dio makromolekule koja je osnova bakterijske stanične stijenke.



Slika preuzeta s: https://hr.wikipedia.org/wiki/Peptidoglikan, 25.11.2021.

Navedite ime općeg cikličkog oblika monosaharida, ime veze koja povezuje ta dva monosaharida te odredite amidne skupine.

45. Biodizel

Tomislav skuplja otpadna jestiva ulja po restoranima i donosi ih kući kako bi proizveo biodizel. Otpadno jestivo ulje miješa s metanolom i katalizatorom te nakon toga zagrijava. Reakciju ponavlja više puta nakon čega separator odvaja glicerol od biodizela. Dobiveni biodizel ne sadrži sumpor niti teške metale poput olova koji su među glavnim onečišćivačima okoliša. Katalizator je otopina natrijeva ili kalijeva hidroksida u bezvodnom metanolu.

A. Reakcija dobivanja biodizela jest reakcija transesterifikacije. Napišite jednadžbu kemijske reakcije ako pretpostavimo da je jedini sastojak otpadnog jestivog ulja triglicerid oleinske kiseline (18 C-atoma i dvostruka veza na devetom atomu ugljika). Što je po kemijskom sastavu biodizel?

B. Na primjeru reakcije iz zadatka A obrazložite zašto se reakcija dobivanja biodizela naziva transesterifikacija.

C. Rekli smo da je katalizator ove transesterifikacije otopina natrijeva ili kalijeva hidroksida u bezvodnom metanolu. Hidroksid pomaže disocijaciju metanola na alkoksidne ione koji ulaze u reakciju. Napišite jednadžbu dobivanja metoksid-iona.

D. Oleinska kiselina je cis kiselina sa 18 atoma ugljika u molekuli. Navedite sustavno ime te kiseline. Ona spada u omega-9-masne kiseline. Objasnite zašto.

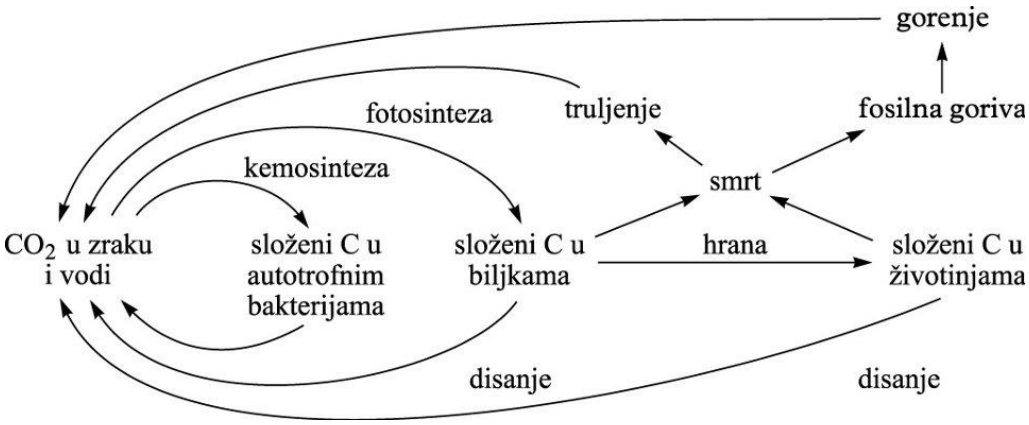
E. Kako možemo iskoristiti dobiveni nusproizvod proizvodnje biodizela?

46. Biodizel 2

Biodizel je biorazgradiv i nije otrovan. Biodizelska goriva ne sadrže sumpor niti teške metale, stoga je "čišći" za okoliš u odnosu na dizel dobiven iz nafte, no izgaranjem također emitira ugljikov dioksid u atmosferu, kao i fosilni dizel.

A. Zašto vodimo računa o količini ugljikova dioksida u atmosferi?

B. Kojim procesima se može smanjiti količina ugljikova dioksida u atmosferi? Objasnite te procese.



Slika preuzeta s: https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=62999, 22.04.2022.

C. Najviše se ugljikova dioksida iz atmosfere apsorbira u morsku vodu pri čemu dolazi do snižavanja pH-vrijednosti oceana. Napišite jednadžbu kemijske reakcije koja uzrokuju zakiseljavanje oceana i objasnite utjecaj istog na koraljne grebene.

47. Melanom

Bez obzira na savjete struke kako bismo trebali izbjegavati sunčanje tijekom ljetnih mjeseci posebno u razdoblju od 10 do 17 sati, Marija i njezina prijateljica su se izlagale Sunčevim zrakama u tom razdoblju opravdavajući to korištenjem zaštitnog faktora u kremama za sunčanje.

Nekoliko godina kasnije Marija primjećuje nove madeže na koži i samopregledom uočava zrnati rub i neujednačenu boju istog. Dermatološkim pregledom i odstranjivanjem istog saznaje da se radi o zloćudnom melanomu.

A. Što se dogodilo s Marijinom DNA nakon dugogodišnjeg izlaganja Suncu bez obzira na korištenje zaštitnog faktora?

B. Koji su još mutageni osim UV zračenja mogli pospješiti pojavu Marijinog melanoma ?

C. Zašto osobe svjetlije boje kože učestalije obolijevaju od melanoma?

D. Na koji način ozon štiti od ultraljubičastog zračenja? Napišite jednadžbe kemijskih reakcija.

48. Vlak

Ukupni troškovi vožnje vlaka na nekoj redovnoj liniji iznose
$T(v) = 1200\, v + \frac{60\,000}{v}$ kuna, pri čemu je *v* prosječna brzina vožnje vlaka u km/h.

A. Pri kojoj će brzini troškovi vožnje vlaka biti najmanji?

B. Pri kojim će se brzinama troškovi vožnje vlaka povećavati, a pri kojim smanjivati?

C. Ukoliko se vlak giba jednoliko pravocrtno brzinom koja iziskuje najmanje troškove, za koliko vremena stigne iz Kutine u Zagreb (pružna udaljenost iznosi 80 km)?

D. Ako znamo da vlak na istoj relaciji vozi 70 min, koliki je trošak puta?



Slika preuzeta: https://novosti.hr/europska-uredba-hz-vraca-novac-u-slucaju-kasnjenja-vlaka/, 12.12.2021.

49. Alkohol u krvi

Alkoholi su hidroksilni derivati ugljikovodika (ili alkilni derivati vode). U svakodnevnom govoru pod alkoholom se podrazumijeva etanol.

A. Nakon što je ispio nekoliko čašica rakije, u krvi vozača bilo je 0.2 mg/dL alkohola. Ako se količina alkohola u krvi smanjuje eksponencijalno svakog sata za $\frac{1}{4}$, za koje će vrijeme u krvi vozača biti 0.08 mg/dL alkohola?



Slika preuzeta: https://www.radio-banovina.hr/karlovac-vikend-rekorder-vozio-sa-279-promila-alkohola-u-krvi/

B. Jedna vrsta alkotesta koristi redoks reakciju između etanola i kalijeva dikromata (zakiseljene sumpornom kiselinom) pri čemu otopina mijenja boja iz narančaste u zelenu. Etanol se oksidira, a dikromatni ion reducira. Napišite jednadžbu te kemijske reakcije.

C. Na jednom forumu vodila se žustra rasprava nakon posta: "Napuhao sam na mjestu nezgode 0,5 promila, policajci su zapisali 0.5 g/kg; u bolnici su mi obavili vađenje krvi gdje su utvrdili 0,8 promila u litri. Policija je pokrenula postupak i u zahtjevu navela da sam imao 0,8 g/kg alkohola u krvi. " Vozaču pod ''gasom'' nisu jasne različite jedinice – te g/kg, te g/L, te promili. Što su promili te jesu li potpuno identične veličine g/kg krvi i g/L krvi?

50. Vransko jezero

Vransko jezero se proteže kroz dvije županije (Zadarsku i Šibensko-kninsku) i najveće je prirodno jezero u Hrvatskoj. Primjer je kriptodepresije i jedan od važnih ornitoloških rezervata.

A. Kojoj kategoriji prostorne zaštite pripada Vransko jezero? Koliko je ukupno staništa u istoj kategoriji i koje su djelatnosti dozvoljene u njoj?

B. Vransko jezero je stanište nekih od najugroženijih ptica, a njihov raspon kretanja ponekad dostiže i nekoliko kilometara. U blizini njihovog staništa se odvija intenzivna poljoprivreda. Objasnite kakav je utjecaj poljodjelstva na bioraznolikost ptica i njihovo stanište?

C. Ekolozi su odlučili odrediti veličinu populacije planktonskih rakova u jezeru.



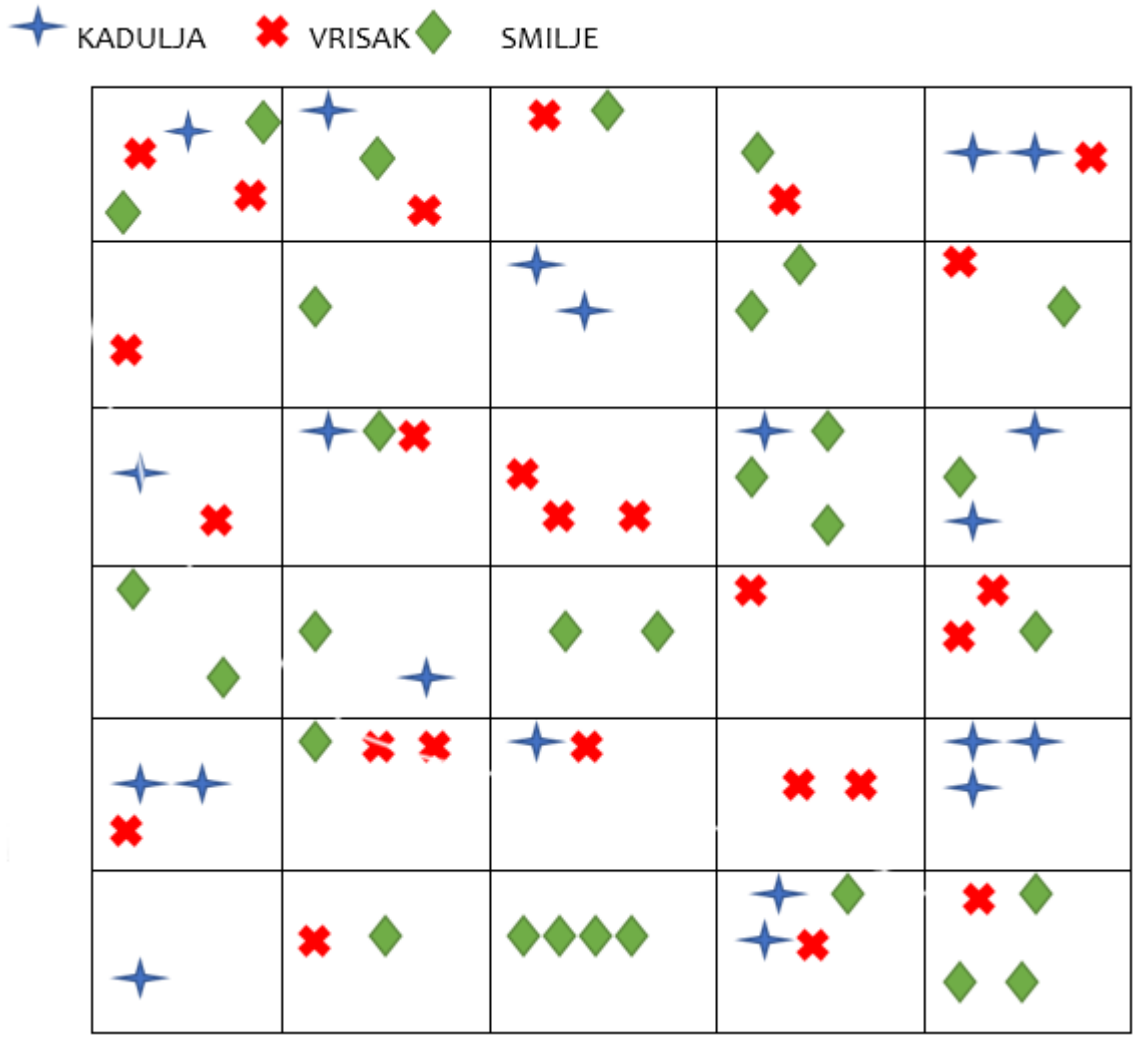
planktonska mrežica

Slika preuzeta s: https://www.sonodis.fr/p2446/filet-a-plancton

Planktonske račiće uspješno su uzorkovali uz pomoć planktonske mrežice. Uzorkovanje je obavljeno vertikalnim potezom planktonskom mrežom duljine 0,5 m, promjera 10 cm. Analizirali su samo 10 mL od ukupnog volumena uzorkovane vode.U vidnom polju izbrojali su 500 jedinki račića. Kolika je brojnost jedinki u uzorku?

51. Vransko jezero 2

Vransko jezero je poznato po bogatstvu flore i faune. Uzorkovano je tlo sjeverne obale Vranskog jezera (suho stanište travnjaka), a dobiveni rezultati prikazani su u tablici.



A. Izračunajte gustoću i učestalost populacije navedenih biljnih vrsta na uzorkovanom tlu.

B. Poredajte navedene organizme u hranidbeni lanac, izradite piramidu energije i izračunajte vrijednost za svaku kariku hranidbenog lanca ako znamo da prva karika hranidbenog lanca ima energetsku vrijednost od 120 000 kJ.

Konopljika (*Vitex angus-castus* L.)
Škanjac (*Buteo buteo* L.)
Dalmatinski krški puh (*Eliomys quercinus dalmaticus* Đulić & Feiten)
Lastin rep (*Papilio machaon* L.)

C. Eterično ulje smilja regenerira kožu, smiruje nadraženu kožu, ima antioksidativno djelovanje. Jedno je od najcjenjenijih ulja u borbi protiv bora. Engleski naziv za smilje jest 'everlasting' a francuski 'immortelle' što znači 'besmrtan'. To ime biljka dobila jer cvjetovi zadržavaju žutu boju i kad se osuše.

U Dalmaciji ljudi često rade macerate smilja. Macerat je pripravak koji se dobiva potapanjem biljaka, cijelih ili dijelova, u etanol, heksan ili neko ulje. Nakon određenog vremena, tekućina se procijedi i odvoji od dijelova biljke. Koje se metode razdvajanja smjese koriste prilikom dobivanja eteričnih ulja iz smilja?

Rješenja

1. Znanstvena metodologija

A:

Zavisna - postotak inhibicije/ količina razvijenog virusa
Nezavisna – količina eteričnog ulja/različite biljne vrste

B:
Postotak inhibicije je veći treći, nego peti dan.
Manje virusa je razvijeno kod vrste Chenopodium album L., nego kod vrste Datrua stramonium L.

C:

	Datura stramonium L.	*Chenopodium album* L.
% inhibicije (3. dan)	46	50
% inhibicije (5. dan)	23	32

2. Otopine I udžbenik matematike

A:
Koncentracija otopina se izražava u mol/L ili g/L, a postotcima može biti iskazan maseni, molni ili volumni udio. U tekstu zadatka nije navedeno o kojem se udjelu radi.Zadatak bi trebao glasiti ovako:

Ako u 60 L otopine alkohola, volumnog udjela alkohola 70 %, ulijemo 35 L otopine alkohola, volumnog udjela alkohola 90 %, koliki će biti volumni udio alkohola u dobivenoj smjesi?'

B:
Volumen prve smjese je 60 L
Gustoća prve smjese jest 1,03 g/mL = 1,03 kg/L
Gustoća je omjer mase i volumena pa masu prve smjese izrazimo kao umnožak volumena i gustoće: 60 L · 1,03 kg/L = 61,8 kg

Jednako tako odredimo masu druge smjese: 35 L · 1,09 kg/L = 38,15 kg
Masa alkohola u prvoj smjesi je 70 % od 61,8 kg, odnosno 43,26 kg. Masa alkohola druge smjese je 90 % od 38,15 kg, odnosno 34,335 kg.

Ukupna masa alkohola u pomiješanim smjesama je 77,959 kg, a masa otopine nastale miješanjem je 99,95 kg.

Postavljanjem u omjer ukupnu masu alkohola i ukupnu masu smjese dobijemo da je udio alkohola 78 % nakon miješanja tekućina.

Rješenje prvobitno postavljenog zadatka:

Ako u 60 L tekućine koncentracija alkohola iznosi 70 %, to znači da čistog alkohola ima 60 L · 0,70 = 42 L. Slično promatramo i drugu tekućinu. 35 L · 0,90 = 31,5 L

Nakon miješanja tekućina, ukupni volumen tekućina je 95 L, dok je ukupni volumen alkohola 73,5 L. Volumni udio alkohola u tekućini: 73,5 L : 95 L = 0,7737 odnosno 77,37 %

C:
Ako upotrijebimo oznake x, y i p redom za: x - volumen tekućine; y - volumen alkohola; p - postotak, dobijemo matematički zapisano sljedeće podatke

$x_1 = 60$ L , $x_2 = 35$ L
$p_1 = 70\ \%$, $p_2 = 90\ \%$

Matematički izraz za volumen alkohola u tekućini je: $y = \frac{x \bullet p}{100}$

Odnosno, za prvu smjesu : $y_1 = \frac{x_1 \bullet p_1}{100} = \frac{60 \bullet 70}{100} = 42$ L

Za drugu smjesu: $y_2 = \frac{x_2 \bullet p_2}{100} = \frac{35 \bullet 90}{100} = 31{,}5$ L

Nakon miješanja tekućina, ukupni volumen tekućina je 95L, dok je ukupni volumen alkohola 73,5 L.

Volumni udio alkohola u smjesi iznosi:

$$p = \frac{y_{ukupno}}{x_{ukupno}} \bullet 100\ \% = \frac{73{,}5}{95} \bullet 100\ \% = 77{,}37\ \%$$

3. Otapanje čvrste tvari u vodi

A:

Iz sustava jednadžbi

$$20 = S_0 \bullet \left(1 - e^{-k \bullet 1}\right)$$

$$30 = S_0 \bullet \left(1 - e^{-k \bullet 2}\right)$$

Dijeljenjem jednadžbi slijedi:

$$\frac{20}{30} = \frac{S_0(1 - e^{-k})}{S_0(1 - e^{-2k})}$$

$$\frac{2}{3} = \frac{(1 - e^{-k})}{(1 - e^{-k}) \bullet (1 + e^{-k})}$$

Dobijemo $1 + e^{-k} = 1{,}5$ odnosno $e^{-k} = 0{,}5$

Logaritmiranjem slijedi da je konstanta $k = 0{,}69\ \text{min}^{-1}$, odnosno $k = 0{,}01155\ \text{s}^{-1}$.

Potom uvrštavanjem u $S_0 = \frac{20}{1 - e^{-k}} = \frac{20}{0{,}498} = 40$ g.

B:

kalijev nitrat

C:

ΔksH° > ΔhidH°

D:

w(KCl, 80 oC) = 52 g /152 g = 0,342
m(KCl, 80 oC) = 0,342 · 200 g = 68,4 g;

masa otapala se ne mijenja prilikom taloženja soli pa moramo izračunati masu vode:
m(H2O, 80 oC) = 200 – 68,4 g = 131,6 g
w(KCl, 40 oC) = 39 g/139 g = 0,2806
w(H2O, 40 oC) = 1 – 0,2806 = 0,7194
m(otopine, 40 oC) = m(H2O)/w(H2O) = 133,33 g/0,7194 = 185,34 g
m(KCl, 40 oC) = 185,34 g – 131,6 g= 53,74 g
Δm(KCl) = 68,4 g – 53,74 g = 14,66 g

4. Bergmanovo pravilo

A:
Volumen i površinu računamo prema formulama za volumen i površinu kocke:

P = 6 a2 ; V = a3

Jednostanični organizmi izmjenjuju tvari s okolinom preko stanične membrane.
Organizam C će najsporije izmjenjivati tvari s okolišem jer ima najmanji brojčani omjer površine i volumena.

B:
Omjer površine i volumena jednostaničnog organizma C možemo usporediti s omjerom površine i volumena sisavaca hladnijih područja. Manja površina tijela u odnosu na volumen osigurava očuvanje topline, sporiji je prijenos tvari (sprječava se gubitak toplinske energije putem površine tijela, što je ujedno i razlog zašto su sisavci hladnijih predjela volumenom veći od svojih srodnika iz toplijih predjela)

5. Bergmanovo pravilo 2

A:
Organizam C, jer ima najpovoljniji, tj. najveći omjer površine i volumena, stoga je najmanji organizam.

B:
Organizam A, jer ima najmanji omjer površine i volumena, stoga gubi manje topline.

C:
Organizam C, jer ima najveći omjer površine i volumena. Zbog veće površine u odnosu na volumen ima više „prostora“ preko kojeg može izmjenjivati tvari s okolišem.

6. Vrijeme poluraspada

Izjednačavanjem broja neraspadnutih jezgri
(danome u postotku od početnog broja N_0) sa zadanom formulom slijedi:

$$N(t) = 0{,}98798 \cdot N_0 = N_0 \cdot 2^{\frac{-t}{T_{1/2}}}$$

$$0{,}98798 \cdot N_0 = N_0 \cdot 2^{\frac{-t}{T_{1/2}}},$$

$$0{,}98798 = 2^{\frac{-t}{T_{1/2}}}$$

Logaritmiranjem izraza dobijemo

$$\frac{-t}{5730}\log 2 = \log 0{,}98798$$

Odnosno traženo vrijeme je:

$t \approx 99{,}97$ god

Lopta je donesena oko 1895. godine.

7. Gripa

Iz jednadžbe $Q(7) = \frac{5000}{1 + 1250e^{-kt}}$ slijedi: $e^{-kt} = \frac{124}{1250}$

Logaritmiranjem po prirodnoj bazi e slijedi: $-7k = \ln \frac{124}{1250}$

Dobiveni koeficijent je: $k = 0{,}33$

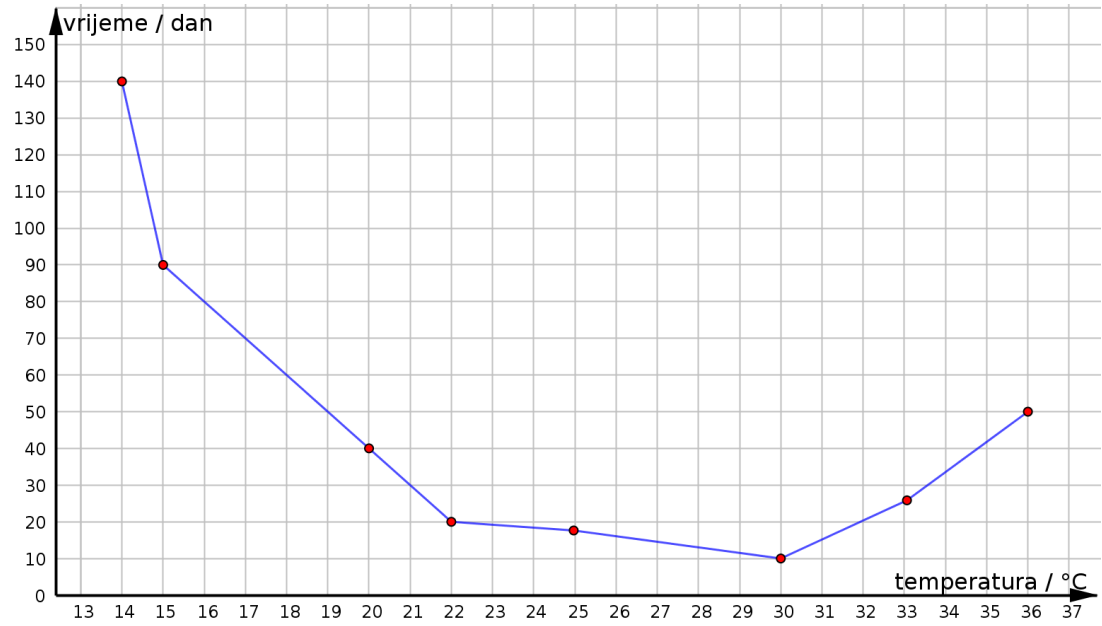
Broj oboljelih osoba nakon petnaest dana: $Q(t) = \frac{5000}{1 + 1250e^{-kt}}$

$$Q(15) = \frac{5000}{1 + 1250\, e^{-0{,}33 \cdot 15}} \approx 507$$

Nakon 15 dana će biti približno bolesno 507 osoba. Uzročnik gripe je virus.

8. Ekološka valencija

A:



B:

	ekološki minimum	ekološki maksimum	ekološki optimum
temperatura / °C	15	36	30

C:
15-36 °C

D:
ljeto

E:
Nakon svakog bacanja smeća možemo oprati kantu vodom u koju smo dodali jabučni/ alkoholni ocat.

9. Aspirin

A:

Smanjivanje količine aspirina u krvi jest eksponencijalna funkcija $f(t) = m_0\, e^{kt}$, gdje je m_0 masa aspirina u krvi na početku, a f(t) količina lijeka nakon vremena t.

Zadane podatke zapišemo u obliku: $m_0 = 300\ g\ i\ f(2) = 150$ mg

Tražimo koliko je $f(5) = ?$

Uvrštavanjem podataka u prethodno napisan oblik eksponencijalne funkcije:

$f(2) = m_0\, e^{2k}$

$150 = 300\, e^{2k}$

$e^{2k} = 0{,}5.$

te logaritmiranjem dobijemo vrijednost k:

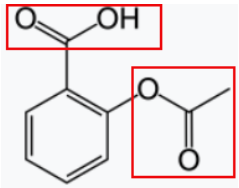
$k = \frac{ln\ 0{,}5}{2} = -\ 0{,}34657.$

Uvrštavanjem u funkciju $f(5) = m_0\, e^{5k}$ dobijemo vrijednost količine lijeka u krvi nakon pet dana

$f(5)\ \approx\ 53.$

B:

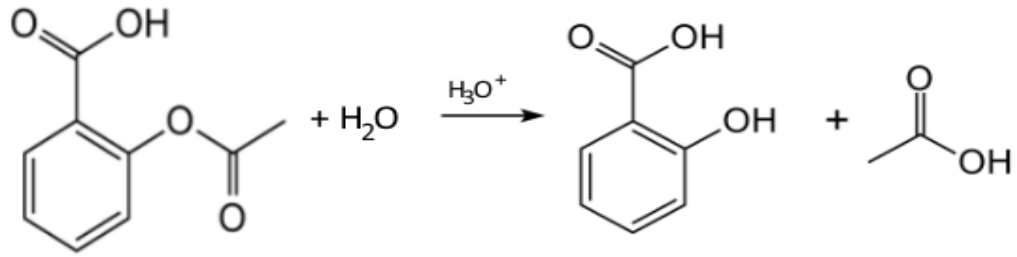
C9H8O4 ; Benzenska jezgra, karboksilna skupina i esterska skupina:



C:

C6H5(CH3COO)COOH + H2O → C6H5(CH3COO)COO− + H3O+

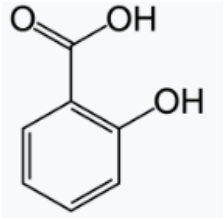
D:



10. Aspirin 2

A:

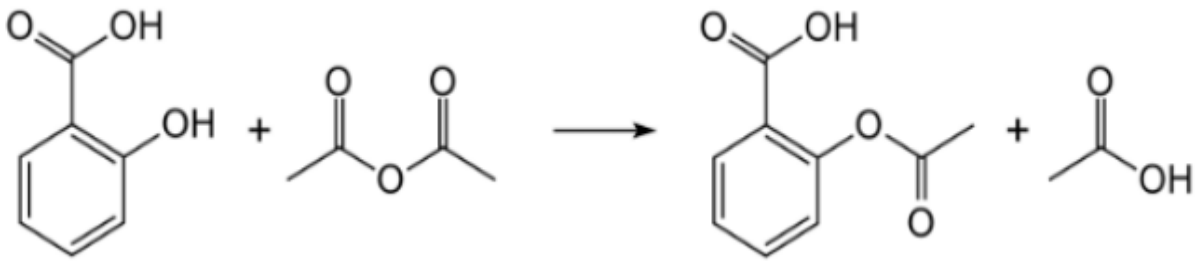
Sustavna imena:
2-hidroksibenzojeva kiselina,
o-hidroksibenzojeva kiselina
2-hidroksibenzenkarboksilna kiselina
o-hidroksibenzenkarboksilna kiselina



B:

Salicilna kiselina nema enatiomere jer nema asimetričnih atoma ugljika u svojoj molekuli.

C:



D:
M($C_7H_6O_3$)= 138,12 g/mol; M($C_9H_8O_4$) = 180,16 g/mol
n($C_7H_6O_3$) = n($C_9H_8O_4$)
m($C_7H_6O_3$)stvarna = m($C_9H_8O_4$) · M($C_7H_6O_3$)/M($C_9H_8O_4$) = 0,383 g
m($C_7H_6O_3$)teor = m($C_7H_6O_3$)stvar/η = 0,407 g = 426 mg

E:
Prostaglandini su derivati masnih kiselina. Molekule sadrže više dvostrukih veza te atome kisika u različitim funkcijskim skupinama. Ove molekule su glasnici slični hormonima koji pokreću procese u tijelu, uključujući upalu. Također utječu na stezanje ili proširenje krvnih žila, stvaranje trombocita u klaster ili njihovo razbijanje, otvaranje i zatvaranje dišnih puteva te stezanje i opuštanje glatkih mišića u gastrointestinalnom (GI) traktu.

11. Antipiretici

A:
Hipotalamus. Tu se nalazi središte za redukciju i produkciju tjelesne temperature.

B:
Pri toj temperaturi dolazi do nepovratne denaturacije proteina, koji su vrlo važni kao gradivne i regulatorne molekule u tijelu.

C:
Kod mladih i ostalih inače zdravih osoba nije nužna upotreba lijekova za snižavanje temperature. Porast temperature ima obrambenu ulogu - potiče rad imunološkog sustava te negativno djeluje na razvoj bakterija.

D:
maksimalna dnevna doza paracetamola po kg mase djeteta jest:

15 mg · 4= 60 mg

Za dijete od 11 kg masa paracetamola jest: 11 kg · 60 mg/kg = 660 mg
Budući da se lijek daje svakih 6 sati to znači da se lijek pije 4 puta dnevno po jedna doza, u svakoj dozi treba biti 660 mg/4 = 165 mg paracetamola. 1 mL sirupa sadrži 24 g paracetamola (120 mg/5mL sirupa) pa jedna doza treba sadržavati 6,9 mL sirupa (7 mL).

E:
a, d

F:
Zbog djelovanja pirogena koji pomiču "termostat" u hipotalamusu na 39 °C.

12. Osmoza u krumpiru

a) Osmoza.

b) Hipertonične (veće koncentracije, tj. osmotskog tlaka).

c) $\Pi = cRTf = 600\ mol/m3 \cdot 8{,}314\ Pa\ m3/K\ mol \cdot 293{,}15\ K \cdot 2 = 2{,}9 \cdot 106\ Pa$

d) D

e) $\Pi(glukoze) = \Pi(NaCl)$
$c(glukoza)\ R\ T\ i = c(NaCl)\ R\ T\ i, \quad i(glukoza) = 1,\ i(NaCl) = 2$
$c(NaCl) = c(glukoza) / 2 = 0{,}5\ mol/L : 2 = 0{,}25\ mol/L$

13. Osmoza u krumpiru 2

a) Problem je što tvari ne prolaze spontano iz razrijeđene otopine u koncentriranu. Ovdje se radi o prijelazu otapala koji ide s mjesta svog većeg molnog udjela (razrijeđena otopina sa stanovišta otopljene tvari) na mjesto svog manjeg molnog udjela (koncentriranija otopina sa stanovišta otopljene tvari).

b) Kockice krumpira B i D stavljene su u hipotoničnu otopinu, zbog čega je voda osmozom ulazila u stanicu. Biljne stanice nakupljaju vodu u vakuoli te se povećava pritisak na staničnu stjenku. Kad je biljka dobro opskrbljena vodom, citoplazma jako pritišće staničnu stijenku. Javlja se turgor – tlak citoplazme na staničnu stijenku. Zahvaljujući turgoru, biljke stoje uspravno.

c) A

d) $\Delta t = Kb \cdot b \cdot f = 0{,}52\ K\ kg\ mol\text{-}1 \cdot (0{,}60\ mol/0{,}15\ kg) \cdot 2 = 4{,}16\ K = 4{,}16\ oC$
$tv = 100\ oC + 4{,}16\ oC = 104{,}16\ oC$

e) $pUk = x(H2O) \cdot po(H2O), \quad po(H2O) = 101\ 325\ Pa\ (100\ oC)$
$w(H2O) = 0{,}90$
$m(otopina) = 100\ g$

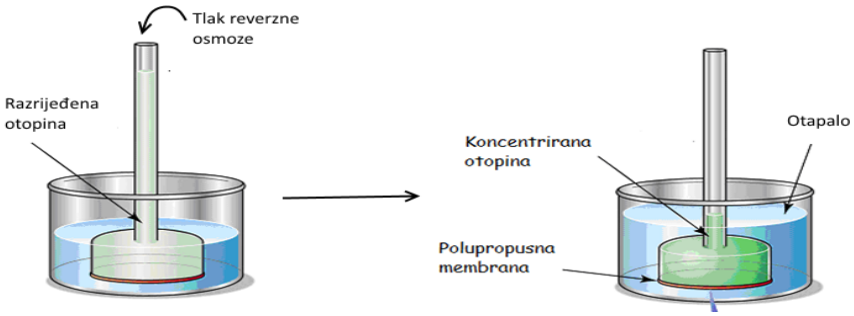
$x(H2O) = n(H2O) / n(H2O) + n(NaCl)$
$x(H2O) = 90\ g /18\ g\ mol\text{-}1 /(90\ g/18\ g\ mol\text{-}1+ 10\ g/58{,}44\ g\ mol\text{-}1) = 0{,}967$
$puk = 0{,}967 \cdot 101325\ Pa = 9{,}8 \times 104Pa$

14. Reverzna osmoza

a) Postupak: Uzme li se 1 L mora, množina NaCl je 0.470 mol, a množina $MgCL_2$ je 0,068 mol.

Izračuna se ukupna množina iona (n(ioni) = 1,144 mol).
Podaci se uvrste u jednadžbu: $\Pi V = n R T$ i izračuna tlak. R: Π = 2788,2 kPa

b) Najprije se izračuna n(ioni) koja bi kreirala tlak od 5000 kPa. n(ioni) jest 2,05 mol.



Kako se reverznom osmozom istiskuje voda kroz polupropusnu membranu dobivamo sve koncentriraniju otopinu. Stoga izračunamo volumen otopine koji bi sadržavao 2,05 mola iona koristeći matematički izraz $c_1V_1 = c_2V_2$.

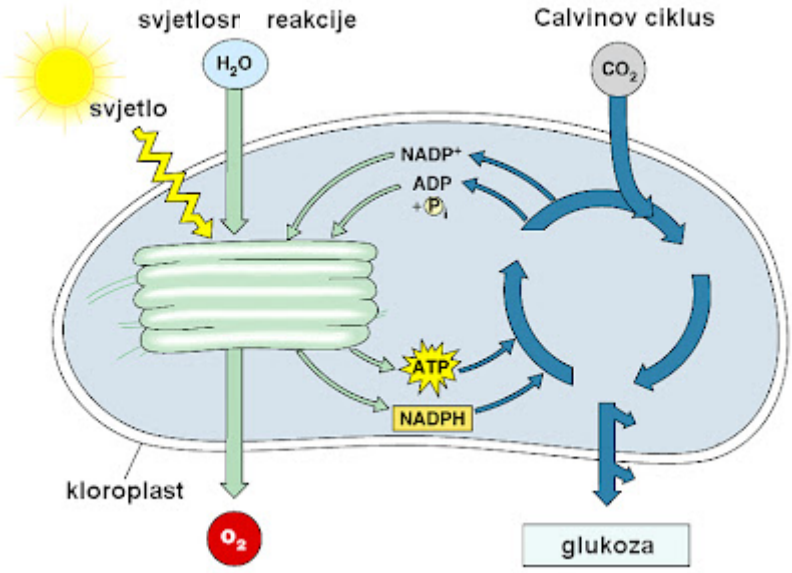
Volumen koncentrirane otopine iznosi 0,558 L, što znači da je razlika u volumenima otopina volumen vode koji bi se istisnuo reverznom osmozom.

R: $V(H_2O)$= 0,442 L

c) Morske ribe koštunjače nadoknađuju gubitak vode tako što stalno piju morsku vodu. Pijenjem morske vode unose veliku količinu soli u tijelo pa višak soli (NaCl) izbacuju kroz škrge, a $MgSO_4$ uz pomoć ekskretornog sustava - buburezi izlučuju koncentrirani urin.

15. Fotosinteza

a)



Slika preuzeta s: http://instrukcije-kemija.blogspot.com/2013/04/fotosinteza.html, 25.01.2022.

b) $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

c) Fotoliza vode. $2H_2O \rightarrow O_2 + 4\ H^+ + 4\ e^-$

d) Fotoliza vode odvija se na tilakoidima kloroplasta.

e) $n(CO_2) : n(H_2O) = 1 : 1$

$n(CO_2) = pV/RT = 2{,}093$ mol, $n(H_2O) = m/M = 2$ mol, voda je mjerodavni reaktant

$n(H_2O) : n(C_6H_{12}O_6) = 6 : 1$; $n(C_6H_{12}O_6) = n(H_2O) / 6 = 2$ mol$/ 6 = 0{,}333$ mol,

$m(C_6H_{12}O_6) = 0{,}333$ mol $\cdot$ 180,2 g/mol = 60 g

$n(CO_2)suv = 2{,}093$ mol - 1,998 mol = 0,095 mol

$m(CO_2)suv = 0{,}095$ mol $\cdot$ 44,01 g/mol = 4,2 g

16. Fotosinteza 2

A:

Biljke su zelene jer apsorbiraju plavu I crvenu svjetlost, a reflektiraju zelenu.

B:

Između 400 i 700 nm.

C:
Primarne. Fotofosforilacija i fotoliza vode.

D:
Klorofil a apsorbira svjetlost na 420 i 670 nm.

E:
Intenzitet fotosinteze raste s povećanjem intenziteta svjetlosti - postizanje maksimuma, daljnje povećanje intenziteta svjetlosti ne utječe na fotosintezu.
Prejaki intenzitet svjetlosti može oštetiti fotosintetski aparat biljke.

F:
$w(N) = m(N)/m(spoj)$ $w(N) = N(N) \cdot Ar(N)/Mr(spoj)$
$Mr\ (spoj) = 4 \cdot 14,01/0,06272 = 893,5$

17. Biooksidacija i energija

A:

O: $H_2 \rightarrow 2\ H^+ + 2e^- / \cdot 2$

R: $O_2 + 4e^- \rightarrow 2\ O^{2-}$

$2\ H_2 \rightarrow 4\ H^+ + 4e^-$

$O_2 + 4e^- \rightarrow 2\ O^{2-}$

$2\ H_2 + O_2 \rightarrow 4\ H^+ + 2\ O^{2-} \rightarrow 2\ H_2O$

B:
760 mmHg iznosi 101 325 Pa, $p(O_2)$= 13 322,24 Pa
$Q = n\Delta rH$
$n = pV/RT = 2,5935 \times 10^{-3}$ mol
$Q = 2,5935 \times 10^{-3}$ mol $\cdot$ (-285,84) kJ/mol = - 0,741 kJ/mol

C:
Citokrom je bjelančevina iz skupine hemoproteina. Sadrži željezo (prostetička je skupina hem). U kloroplastima i mitohondrijima dio je lanca u kojem se prenose elektroni, zbog čega su odgovorni za stvaranje adenozin trifosfata. Postoje citokrom a, citokrom b, citokrom c i citokrom d.

Molekulska formula hema c jest $C_{34}H_{36}FeN_4O_4S_2$.
Funkcijske skupine su karboksilna skupina, tio skupina, amino skupine, dvostruke veze.

D:
Na većoj nadmorskoj visini stanje hipoksije aktivno utječe na hematopoezu i izdržljivost sportaša, povećanjem broja eritrocita u krvi jer hipoksija stimulira bubrege na povećano stvaranje eritropoetina koji utječe na stvaranje veceg broja eritrocita.

18. Biooksidacija i energija 2

A:
F = 96 500 C/mol = 96 500 J/V mol
$\Delta rGo = -z\ F\ \Delta E,o = -2 \cdot 96\ 500\ J/V\ mol \cdot 0,13\ V = -25\ 090\ J/mol = -25,09\ kJ/mol$

B:
Prema elektrodnim potencijalima i zadanoj reakciji vidimo da će se citokrom c oksidirati (anoda galvanskog članka), a kisik reducirati (katoda galvanskog članka).
Potencijal zadane reakcije možemo izračunati pomoću jednadžbe:

U = Ek - Ea = 0,82 V - 0,22 V = 0,6 V

Zadatak možemo riješiti i tako da zbrajanjem jednadžbi dobijemo traženu jednadžbu, a onda možemo zbrojiti i njihove elektrodne potencijale. Okretanjem jednadžbe reakcije potencijal ostaje isti ali mijenja predznak:

2 citokrom c (+2) $\rightleftharpoons$ 2 citokrom c (+3) + 2e- $\Delta E,o = -0,22\ V$

½ O_2 + 2H++ 2e- $\rightleftharpoons$ H_2O $\Delta E,o = 0,82\ V$

2 citkorom c (+2) + ½ O_2 + 2H+ $\rightleftharpoons$ 2 citokrom c (+3) + H_2O $\Delta E,o = -0,22\ V + 0,82V = 0,66\ V$

C:
$\Delta rGo = -z\ F\ \Delta E,o = -2 \cdot 96\ 500\ J/V\ mol \cdot 0,66\ V = -127\ 380\ J/mol$
$= -127,38\ kJ/mol$

D:
ATP $\rightleftharpoons$ ADP + Pi $\Delta rGo = -57\ kJ/mol$, odnosno

ADP + Pi $\rightleftharpoons$ ATP $\Delta rGo = 57\ kJ7mol$

Ovoj reakciji dovodi se 127,38 kJ energije pa ona ovdje ima pozitivan predznak.
$\Delta G = n \cdot \Delta rGo$
$n = \Delta G / \Delta rGo = 127\ kJ / 57\ kJ/mol = 2,23\ mol$

19. Glikoliza

A:
U citoplazmi (citosolu).

B:
Tijekom glikolize se ne troši kisik, pa je u uvjetima nedostatka kisika za organizam važna mogućnost opskrbe ATP-om iz glikolize. (Intenzivan rad skeletnih mišića u uvjetima nedostatne opskrbe kisikom)

C:
O dostupnosti kisika. Ukoliko je kisik dostupan, nastavlja se Krebsov ciklus, nakon kojeg slijedi dišni lanac. Ukoliko nema dostupnog kisika, nakon glikolize može uslijediti vrenje.

D:
glukoza + 2 ADP + 2 Pi → 2 piruvat + 2 ATP + 2H_2O

20. Sumporovodik I fotosinteza

A:

I -II IV -II 0 I -II 0

n H_2O + n CO_2 → $(CH_2O)_n$ + n O_2.

B:
Brønsted-Lowryjeve teorije kiselina i baza temelji se na prijelazu protona s jedne molekule na drugu, što se u ovoj jednadžbi ne događa D u H_2D jest elektron donor (on se oksidira) a ugljik iz ugljičnog dioksida je elektron akceptor (on se reducira).

C:
Kod zelenih biljaka: $CO_2(g) + 2\ H_2O(l) \rightarrow (CH_2O)(aq) + O_2(g) + H_2O(l)$

$\Delta rH^o = [\Delta fH^o(CH_2O) + \Delta fH^o(O_2) + \Delta fH^o(H_2O)] - [\Delta fH^o(CO_2) + 2\ \Delta fH^o(H_2O)] =$

$= [\Delta fH^o(CH_2O) + \Delta fH^o(O_2)] - [\Delta fH^o(CO_2) + \Delta fH^o(H_2O)] =$

$= (-171{,}16 + 0) - (-393{,}5 - 285{,}84) = 508{,}18$ kJ/mol

Kod sumpornih bakterija: $CO_2(g) + 2\ H_2S(g) \rightarrow (CH_2O)(aq) + 2\ S(s) + H_2O(l)$

$\Delta rH^o = [\Delta fH^o(CH_2O) + \Delta fH^o(H_2O)] - [\Delta fH^o(CO_2) + 2\ \Delta fH^o(H_2S)] =$

$= [(-171{,}16) + (-285{,}84)] - [(-393{,}5) + 2(-17{,}51)] = -28{,}48$ J/mol

D:
Reakcija fotosinteze kod zelenih biljaka jest endotermna što znači da je energija pohranjena u energijama kemijske veze produkata. Produkti fotosinteze kod zelenih biljaka bogatiji su energijom i kasnije u procesima metabolizma oslobađaju više energije nego produkti fotosinteze kod sumpornih bakterija.

E:
U kloroplastima.

21. Sumporovodik I fotosinteza 2

A:
ΔrH= -318 kJ/mol, ξ= 0,04 mol

B:

a) v(H2S) $= \frac{-\Delta c(H2S)}{\Delta t}$

b) v(H2SO4) = $\frac{\Delta c(H2SO4)}{\Delta t}$

c) v(H2O) = $\frac{-\Delta c(H2O)}{\Delta t}$

d) v = $\frac{-\Delta c(CO2)}{\Delta t} = \frac{-\Delta c(H2S)}{\Delta t} = \frac{-\Delta c(H2O)}{2\,\Delta t} = \frac{\Delta c(CH4)}{\Delta t} = \frac{\Delta c(H2SO4)}{\Delta t}$

e) v= $\frac{-\Delta c(H2O)}{2\Delta t}$

f) v= k[H2S]

C:

$\frac{-\Delta c(H2O)}{2\Delta t} = \frac{\Delta c(CH4)}{\Delta t}$ tj. $\frac{v(H2O)}{2} = v(CH4)$, v(CH4) = 4 mol/L s

D:

v(reakcije)= $\frac{\Delta c(S)}{2\Delta t} = \frac{v(S)}{2}$, v(S) = 1,12 mol/L s

E:

$$v(H_2S) = \frac{-\Delta c(H2S)}{\Delta t} = \frac{-(0,1 - 0,18)}{100} = 8 \times 10\text{-}4 \text{ mol/L s}$$

$$v(CH_2O) = \frac{\Delta c(CH2O)}{\Delta t} = \frac{(0,09 - 0,05)}{100} = 4 \times 10\text{-}4 \text{ mol/L s}$$

22. Sumpor kao osnova disanja

A:
Archaea su jednostanični organizmi. Nemaju stanične jezgre i stoga su prokarioti.

B:

$H_2(g) + ½\ O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$ $\Delta fHo = -241,82$ kJ/mol

$H_2(g) + S\ (s) \rightarrow H_2S(g)$ $\Delta fHo = -20,17$ kJ/mol

C:
$\Delta H = n\ \Delta rHo$, $n = \Delta H/\Delta fHo$, $V = n\ R\ T/p$; $n = 49,58$ mol , $V(H_2S) = 1,55$ m3

D:
Ne mogu se koristiti standardne molarne entalpije stvaranja vodene pare i sumporovodika jer su ti podaci dobiveni pri temperaturi 25 oC i tlaku od 1 atm, a hidrotermalni izvori Dallola imaju često temperaturu višu od 108 oC. Entalpija reakcije, pa tako i entalpija stvaranja spojeva ovisi o temperaturi pri kojoj se reakcija odvija.

E:
Promjena entalpije je neovisna o salinitetu, pH-vrijednosti morske vode i nedostatku kisika. Na entalpiju ne utječe koncentracija vodikovih ili kloridnih iona te parcijalni tlak kisika. Temperatura utječe na kinetičku energiju čestica u sustavu, a time i na izmijenjenu toplinu pri konstantnom tlaku između dva sustava (entalpiju). Pri višim je temperaturama kinetička energija sustava veća, pa je, za idealne plinove, i promjena entalpije pri višim temperaturama veća. Može se koristiti pojednostavljena jednadžba: $\Delta H(T_2) = \Delta H(298\ K) + \Delta Cp\Delta T$

F:
Veći organizmi zahtijevaju veću količinu energije za rast i održavanje organizma. Arheje koriste energiju dobivenom reakcijom sumpora i njegovih spojeva. Iz entalpija stvaranja sumporovodika vidljivo je da se njegovim stvaranjem oslobađa manje energije nego stvaranjem vode ili vodene pare (slične razlike u entalpijama se pojavljuju i kad uspoređujemo druge reakcije sumpora i kisika).

23. Sumporovodik - dominantna vrsta za izvor energije na prebiotičkoj Zemlji

A:
"Prebiotička Zemlja" je razdoblje kemijske evolucije koje je prethodilo pojavi života (stanice). Obuhvaća eon Arhaika i Hada, eru Eoarhaika, Paleoarhaika, Mezoarhaika i Neoarhaika. To je razdoblje od prije 4,6 do 3 milijarde godina.

B:

$H_2S + FeS \rightarrow FeS_2 + H_2$

O: $2S^{2-} \rightarrow S_2^{2-} + 2e^-$

R: $2 H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

C:
U crnim dimnjacima temperatura mora iznosi 300–400 °C pa se podaci trebaju prilagoditi tim uvjetima. Jedna tablica donosi da je gustoća vode pri 360 °C 0,52759 g/mL. Ukoliko ste našli neki drugi podatak o gustoći vode pri visokim temperaturama račun prilagodite toj gustoći.

Vodik u crnim dimnjacima (CD):
$V(mora/vode)CD = m/\rho = 1000\ g/0{,}52759\ g/mL = 1895{,}4\ mL = 1{,}8954\ L$
$c(H_2)CD = 0{,}1 \times 10^{-3}\ mol / 1{,}8954\ L = 5{,}3 \times 10^{-5}\ mol/L$
$c(H_2)CD = 50 \times 10^{-3}\ mol / 1{,}8954\ L = 2{,}6 \times 10^{-2}\ mol/L$

Vodik u bijelim dimnjacima (BD): Koncentracija vodika u bijelim dimnjacim izražena je mM. M je oznaka za jedinicu mol/L pa je za pretpostaviti da volumen ne moramo prilagođavati temperaturi.

$c(H_2)BD = 1\ mmol/L \cdot 1 \times 10^{-3} = 1 \times 10^{-3}\ mol/L$
$c(H_2)BD = 12 \times 10^{-3}\ mol/L \times 10^{-3} = 1{,}2 \times 10^{-2}\ mol/L$

D:

$pH = -\log[H_3O^+]/mol/L$
$[H_3O^+] = 10^{-pH}$
$[H_3O^+] = 10^{-4{,}5} = 3{,}16 \times 10^{-5}\ mol/L$

24. Sumporovodik - dominantna vrsta za izvor energije na prebiotičkoj Zemlji 2

A:
Bijeli dimnjaci su najmanje pogodna sredina za postojanje zadanih čestica jer ima pH-vrijednost koja pokazuje postojanje lužnate sredine. U lužnatom mediju sumporovodična kiselina i hidrogensulfidni ioni se neutraliziraju, te na kraju ostaju samo sulfidni ioni.

$H_2S + OH^- \rightarrow HS^- + H_2O$

$HS^- + OH^- \rightarrow S^{2-} + H_2O$

B:
Sumporovodična kiselina je slaba diprotonska kiselina te ima dva stupnja disocijacije.

$H_2S \rightleftharpoons HS^- + H^+$

$HS^- \rightleftharpoons S^{2-} + H^+$

U kiseloj sredini, kakva postoji u crnim dimnjacima, povećana koncentracija vodikovih iona (oksonijevih iona) pomicat će ravnotežu ovih reakcija lijevo, pa će najveća biti koncentracija molekula H_2S.

C:

$H_2S \rightleftharpoons HS^- + H^+$ $K_{a1} = 1{,}0 \times 10^{-7}$ mol/L

Zanemarimo li vrlo mali drugi stupanj disocijacije, možemo zaključiti da koncentracija vodikovih iona potječe samo iz prvog stupnja te utječe na pH vrijednost.

$c(H^+) = 10^{-6{,}5}$ mol/L $= 3{,}162 \times 10^{-7}$ mol/L
Iz jednadžbe je vidljivo da je koncentracija disociranog H_2S približno jednaka koncentraciji $[H^+]$, tj. $3{,}162 \times 10^{-7}$ mol/L.
$\alpha = [H^+] / c(H_2S)$
$= 3{,}162 \times 10^{-7}$ mol/L / $2{,}94 \times 10^{-4}$ mol/L
$= 1{,}08 \times 10^{-3} = 0{,}108$ %

D:

$H_2S \rightleftharpoons HS^- + H^+$ $K_{a1} = 5{,}7 \times 10^{-7}$ mol/L

$HS^- \rightleftharpoons S^{2-} + H^+$ $K_{a2} = 1{,}2 \times 10^{-15}$ mol/L

	$H_2S \rightleftharpoons$	HS^-	H^+
početak/ mol/L	$2{,}94 \times 10^{-4}$	0	0
promjena	– x	+ x	+ x
ravnoteža	$2{,}94 \times 10^{-4} - x$	x	x
	HS^-	S^{2-}	H^+
početak	x	0	0
promjena	– y	y	y
ravnoteža	x – y	y	y

Koncentracije tvari na kraju disocijacije:
$[H_2S] = 2{,}94 \times 10\text{-}4 - x$ $[H^+] = x + y$
$[HS^-] = x - y$
$[H^+] = x + y$

$K_{a1} = [HS^-]\ [H^+] / [H_2S]$
$K_{a2} = [H^+]\ [S^{2-}] / [HS^-]$

Koncentraciju HS^- u ravnoteži (x) možemo izračunati iz K_{a1}
$K_{a1} = [HS^-]\ [H^+] / [H_2S]$
Budući da je $[HS^-] = [H^+]$ možemo zapisati
$K_{a1} = [HS^-]^2 / [H_2S]$ tj. $5{,}7 \times 10^{-7} = x^2 / (2{,}94 \times 10^{-4} - x)$.
Riješimo kvadratnu jednadžbu. $x = 1{,}265 \times 10^{-5}$. (Za vrijednost koncentracije u ravnoteži uzimamo pozitivnu vrijednost x jer količina tvari ne može biti negativna vrijednost).

Iz K_{a2} možemo izračunati y vrijednost:
$K_{a2} = [H^+]\ [S^{2-}] / [HS^-]$ tj. $K_{a2} = [S^{2-}]^2 / [HS^-]$
$1{,}2\ 10^{-15} = y^2/(1{,}265 \times 10^{-5} - y)$
$y_1 = 3{,}896 \times 10^{-8}$;
$[HS^-] = x - y = 1{,}265 \times 10^{-5} - 3{,}896 \times 10^{-8} = 1{,}2611 \times 10^{-5}$ mol/L
Koncentracija hidrogensulfidnih iona izračunatih pomoću oba stupnja disocijacije vrlo malo se razlikuje od koncentracije hidrogensulfidnih iona nakon prvog stupnja disocijacije. Zbog toga se kod slabih kiselina i lužina uzima u obzir samo prvi stupanj disocijacije.

25. Vrenje

A:
Procesom octeno-kiselog vrenja tekućina koje sadrže alkohol.

B:
Anaeroban. Uz prisutnost octenih bakterija.

C:
Vrenje koje slijedi nakon glikolize ne rezultira nikakvom energijom, već se samo regeneriraju koenzimi koji mogu ponovno ući u glikolizu.

D:
Za konzerviranje povrća, kao začin salati.

E:

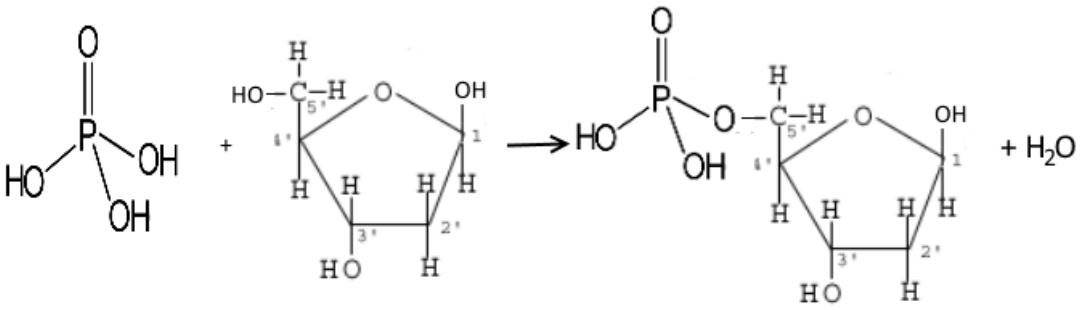
$CH_3CH_2OH + O_2 \rightarrow CH_3COOH + H_2O$
$n(CH_3CH_2OH) = n(O_2)$
$n(CH_3CH_2OH) = 250\ g/46{,}07\ g/mol = 5{,}43\ mol$; $n(O_2) = pV/RT = 4{,}99\ mol$;
kisik je mjerodavni reaktant
$n(CH_3COOH) = n(O_2)$;
$n(CH_3COOH) = 4{,}99\ mol$
$m(CH_3COOH) = n \times M = 4{,}99\ mol \times 60{,}052\ g/mol = 299{,}66\ g$

26. DNA

A:
Točan odgovor je pod B.

B:
Kovalentna veza, radi se o β-N-glikozidnoj vezi.

C:



D:

5' ATGCCAACCCGCATT 3'

E:

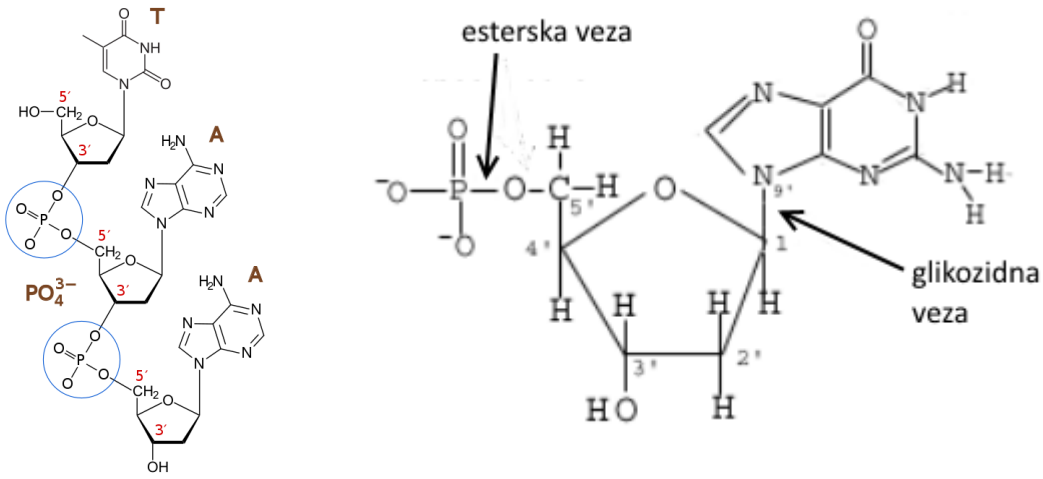
3' TACGGTTGGGCGTAA 5'

27. DNA 2

a) Sastav drugog lanca: x2(C) = 37 %, x2(A) = 22 %, x2(G) = 16 %, x2(T) = 25 %
Postupak: Prema Chargaffovom pravilu:
A : T = 1, G : C = 1,
Prvo izračunamo brojevni udio adenina u jednom lancu.
x1(A) = 100 % - [(x1(G) + x1(T) + x1(C))] = 25 %
Udio komplementarnih baza je jednak, što znači da je
x1(A) = x2(T)
x1(C) = x2(G)

b) Dva komplementarna lanca unutar jedne molekule DNA povezana su slabim vodikovim vezama.

c) Nukleotidi su povezani kovalentnim vezama – esterska veza između hidroksilnih skupina u fosfornoj kiselini sa hidroksilnim skupinama na monosaharidu.



Slika preuzeta s : https://hr.thpanorama.com/articles/biologa/enlace-fosfodister-cmo-se-forma-funcin-y-ejemplos.html, 20.02.2022.

d) Tijekom replikacije dva lanca DNA molekule se odmotavaju, tj. pucaju vodikove veze, stoga je važno da se radi o slabim privlačnim silama. Svaki stari lanac poslužit će kako kalup za sintezu novog lanca.

28. Hormoni ADH i aldosteroni

A:
Točan odgovor je d).

B:
Krvne stanice su se našle u hipertoničnoj otopini.

C:
Stanica se smežura, smanjuje se volumen stanice jer voda osmozom izlazi iz stanice u vanjsku hipertoničnu otopinu.

29. Enzimi

A:
Enzim A djeluje u želucu; enzim B djeluje u tankom crijevu.

B:
Polipeptidi/aminokiseline
U želucu se odvija kemijska razgradnja proteina.

C:
Masti, ugljikohidrati I bjelančevine.

D:
Brzina cijele reakcije izražena je mg/L. Brzina promjene određenog sudionika u reakciji (pojedinog reaktanta ili produkta) izražava se koncentracijom (masenom, ali češće množinskom) po jedinici vremena. Pri pH = 1,2 brzina reakcije za enzim A iznosi 2 mg/min. U želucu volumena 0,5 L masena koncentracija enzima A iznosi 4 mg/L pa je brzina aktivnosti 4 mg/L min.

E:
Ovaj lijek pripada skupini lijekova koji se koriste za smanjivanje pretjerane kiselosti želučanog soka.

Želučana kiselina potrebna je u procesu probave. Ako se izlučuje prekomjerno, može izazvati niz neugodnih simptoma u probavnom sustavu. Gastal se koristi za kratkotrajno ublažavanje simptoma povećane kiselosti u želucu i želučanih tegoba (npr. žgaravice) koje su njome izazvane. Pri tome se pH-vrijednost želučanog soka povećava.

30. Kadulja

A:
kadulja- uski i dugački listovi kako bi se smanjila površina za transpiraciju, dlačice na listovima koje štite od direktnog Sunčeva zračenja…

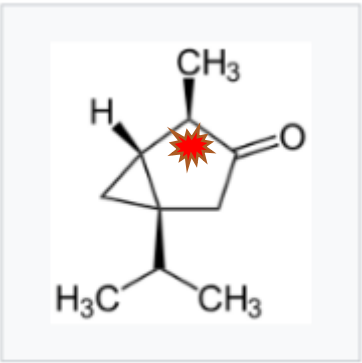
kaktus- listovi preobraženi u bodlje kako bi se smanjila površina za transpiraciju, debela stabljika kaktusa za pohranu vode…

B:
točan odgovor je pod b

C:
α-tujon je onaj koji ima u cis-položaju metilnu i izopropilnu skupinu u odnosu na ravninu prstena, a β-tujon onaj koji ima ove dvije skupine u trans-položaju.

D:

(-) oznaka jest oznaka za izomer koji zakreće Ravninu polariziranog svjetla suprotno od kazaljke na satu(lijevozakrećući), a (+) oznaka jest oznaka za izomer koji zakreće ravninu polariziranog svjetla u smjeru kazaljke na satu (desnozakrećući).



(−)-α-tujon

E:
ΔTv = f · b · Kf ; budući da kamfor ne disocira, faktor f iznosi točno jedan pa se konačna formula ponešto pojednostavljuje:
Kf (aceton) = ΔTv / b
b = n(kamfor) / m(aceton) = 4,5 g/152 g mol-1 / 0,200 kg = 0,148 mol/kg
Kf (aceton) = ΔTv / b = 0,25 K / 0,148 mol/kg = 1,689 K/mol kg

31. Hemofilija

Najprije treba zaključiti da se radi o spolno vezanom nasljeđivanju (recesivno), zatim prikazati križanja Aninih i Josipovih roditelja pa tek onda za Anu i Josipa.

Josipovi roditelji
P: XHXh x XHY
G: XH Xh XH Y
F1: XHXH, XHY, XHXh, XhY
(genotip Josipa je XhY)

Anini roditelji
P: XhXh x XHY
G: Xh, Xh, XH, Y
F1: XHXh, XhY, XHXh, XhY
(genotip Ane: XHXh, prenositeljica)

Anina i Josipova djeca
P: XHXh x XhY
G: XH, Xh, Xh, Y
F1: XHXh, XHY, XhXh, XhY
Vjerojatnost da Josipova i Anina djeca boluju od hemofilije je 50 %. Uz to imaju 25 % šanse dobiti zdravog sina i 25 % šanse dobiti zdravu kćerku, ali prenositeljicu recesivnog alela za hemofiliju.

32. Krv

A:
Najveći dio krvne plazme čini voda (oko 90 %) u kojoj su otopljene različite organske i anorganske tvari (uglavnom proteini, razne anorganske soli i glukoza). Među organskim tvarima najvažnije su bjelančevine plazme – albumini, globulini i fibrinogeni.
Krvna tjelešca su eritrociti, trombociti i leukociti.

B:
V = 0,1 mm · 0,1 mm · 0,11 mm = 1,1 × 10-3 mm3
N(crvenih k.s.) = 30 · 1 mm3 /1,1 × 10-3 mm3 = 27 272,7 = 2,73x104

C:
N(crvenih k.s.)/5 L: 27 273 · 5 × 106 mm3 = 1,36 x 1011
Dakle osoba treba 1,36 × 1011 crvenih krvnih stanica u 120 dana.
U jednoj sekundi treba nastati crvenih krvnih zrnaca:
N(crvenih k.s.)/ 1 s: 1,36 × 1011/2,592 × 106 ≅ 53 stanica

33. Krvne grupe

A:

Maja i muž (1. MOGUĆNOST)
P: AA x AB
G: A, A, A, B
F1: AA, AB, AA, AB

Maja i muž (2. MOGUĆNOST)
P: A0 x AB
G: A, 0, A, B
F1: AA, AB, A0, B0

Sonja i muž (1. MOGUĆNOST)
P: 00 x B0
G: 0, 0, B, 0
F1: B0, 00, B0, 00

Sonja i muž (2. MOGUĆNOST)
P: 00 x BB
G: 0, 0, B, B
F1: B0, B0, B0, B0

Iako postoji mogućnost da Maja i muž dobiju dijete i krvne grupe AB i B, zaključujemo da je Majina kćerka novorođenče koje ima krvnu grupu AB, a Sonjino ono koje ima krvnu grupu B jer u oba slučaja (homozigoti i heterozigoti) Sonja i muž nemaju nikakvu šansu dobiti dijete krvne grupe AB, dok Maja i muž imaju 50 % šanse ukoliko je Maja homozigot za krvnu grupu A ili 25 % šanse ukoliko je Maja heterozigot za krvnu grupu A.

B:
fetalna eritroblastoza, hemolitička bolest novorođenčadi

Objašnjenje: Sonjino prvo dijete će biti Rh+ jer je otac Rh+. Tijekom prve trudnoće fetalni eritrociti prolaze kroz posteljicu i potiču stvaranje protutijela majke protiv Rh antigena. U sljedećoj trudnoći ta majčina protutijela mogu prolaskom kroz posteljicu razgraditi fetalne eritrocite što može dovesti do anemije ili smrti fetusa. Primjenom injekcije imunoglobulina nakon poroda u kojem Rh- majka nosi Rh+ dijete uvelike se smanjuje mogućnost razvoja fetalne eritroblastoze u sljedećoj trudnoći.

34. Razina šećera u krvi

A:
točan odgovor je pod c

B:
$M(C_6H_{12}O_6)$ = 180,12 g/mol, γ = 0,140 g/dL= 1,4 g/L
c = n/V = (m/M)/V = m/(MV) = γ/M
$c(C_6H_{12}O_6)$ = 1,4 g/L/180,12 g/mol = 7,77 x 10-3 mol/L = 7,77 mmol/L

Vrijednost glukoze u krvi će iznositi 462,86 mg/dL što je oko 2,6 puta više od normalne.

35. Puferi

A:
alkaloza

B:
mijenja se pH- vrijednost, tj. viša je; Koncentracija H+ iona se smanjuje povećanjem broja udisaja u minuti pa se pH vrijednost povećava.

C:
Razina CO2 u krvi se smanjuje jer dubokim disanjem ne zaostaje u krvi, već se izbacuje iz organizma.

E:
$CO_2(g) + OH^-(aq) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq)$

36. Puferi 2

A:
Otopine pod a), c) i d) su puferi

a) disocijacijom dobijemo 0,2 M CN- iona i istu količinu cijanovodične kiseline pa je to po definiciji pufer. 0,2 KCN + 0,2 HCN → 0,2 CN- + 0,2 HCN + 0,2 K+

b) dolazi do reakcije neutralizacije: KOH + HCN → KCN + H2O; nema nedisociranih molekula slabe kiseline te ne nastaje pufer

c) neutralizacijom dobijemo 0,2 M KCN i preostane 0,2 M slabo disocirane HCN pa je to opet pufer : 0,2 KOH + 0,4 HCN → 0,2 KCN + 0,2 HCN + 0,2 H_2O

d) 0,4 KCN + 0,2 HCl → 0,2 HCN + 0,2 KCN + 0,2 KCl; pufer; Kloridni ioni ne utječu na pH-vrijednost nastale puferske otopine.

B:

HCO_3^- + H^+ → H_2CO_3 → CO_2 + H_2O

C:

H_2CO_3 (aq) ⇌ HCO_3^- (aq) + H^+ (aq)

	H_2CO_3 (aq) ⇌	HCO_3^- (aq)	H^+ (aq)
Početak	0,1	0	0
Tijek	- x	x	x
Ravnoteža	0,1 – x	x	x

0,1 M $NaHCO_3$ (aq) → 0,1 M HCO_3^- (aq) + 0,1 M Na^+ (aq),
stoga je c(HCO_3^-) u ravnoteži = 0,1 + x
K_{a1}= [HCO_3^-] [H^+]/[H_2CO_3]
[H^+]= K_{a1} · [H_2CO_3] / [HCO_3^-]
[H^+]= 4,3 × 10^{-7} · (0,1 - x) / (0,1 + x),
zanemarujemo vrijednost x jer je Ka < 10^{-5},
[H^+]= 4,3 × 10^{-7} mol/L
pH = 6,34

D:
Jednadžbe kemijskih promjena:

H_2CO_3(aq) ⇌ HCO_3^-(aq) + H^+(aq)

$NaHCO_3$(aq) → HCO_3^-(aq) + Na^+(aq)

NaOH(s) → Na^+(aq) + OH^-(aq)

Dodatkom natrijeva hidroksida neutralizira se dio kiseline:

	H_2CO_3 (aq) +	OH^-(aq) →	H2O (l)	$HCO3^-$ (aq)
Početak	0,1	0,01	0	0,1 (iz NaHCO3)
Tijek	- 0,01	-0,01	0,01	0,01
Ravnoteža	0,1 – 0,01 = 0,09	0	0,01	0,1 + 0,01 = 0,11

[H+] = Ka1 · [H2CO3] / [HCO3-]
[H+] = 4,3 × 10-7 · 0,09 / 0,11 = 3,5 × 10-7 mol/L
pH = 6,46

Dodatkom natrijeva hidroksida gotovo ne znatno se promijenila pH-vrijednost čime je dokazano da se puferi opiru jakoj promjeni pH.

37. Toplinski kapacitet

A:

$$T = T_0 + (T_1 - T_0)e^{-kt}$$
$$75 = 6 + (90 - 6)e^{-k \cdot 4}$$
$$69 = 84 \cdot e^{-4k}$$
$$e^{-4k} = 0{,}8214$$

$-4k$=ln $0{,}8214$
$$k = \frac{ln\ 0,\ 8214}{-4}$$
$$k = 0{,}0492\ h^{-1}$$
$$T = T_0 + (T - T_0)e^{-kt_1} = 6 + (75 - 6)e^{-0{,}0492 \cdot 12}$$
$$T = 6 + 69 \cdot 2{,}718^{-0{,}6} = 6 + 69 \cdot 0{,}5488$$
$$T = 43{,}87\ °C$$

B:

Q(H2O) = c · m · ΔT = 4184 J/K kg · 0,7 kg · 15 K = 43932 J
Q(C2H5OH) = c · m · ΔT = 2460 J/K kg · 0,7 kg · 15 K = 25830 J

C:

$Q(odvedena) = c(tkiva) \cdot m(osobe) \cdot \Delta T = 3475\ J/K\ kg \cdot 70\ kg \cdot 4\ K = 973000\ J$
$m(H_2O) = Q(odv) / (c(H_2O) \cdot \Delta T) = 973000\ J / (4184\ J/K\ kg \cdot 4\ K) = 58{,}13\ kg$

D:

1. bazalni metabolizam, 2. mišićna aktivnost
3. utjecaj tiroksina 4. utjecaj adrenalina na stanice
5. utjecaj temperature na stanice

Jetra stvara 20–30 % tjelesne topline putem bazalnog metabolizma, dok mozak stvara oko 15 %. Tijelo dobiva oko 25 % topline od mišićne aktivnosti.

38. Tjelesna toplina I termodinamika

A:
Radijacija (toplinsko zračenje) je prijelaz topline koji se odvija putem elektromagnetskog zračenja. Sva tijela koja imaju temperaturu veću od apsolutne nule emitiraju toplinsko zračenje.

Kondukcija (vođenje topline) jest prijelaz topline između dvaju tijela u dodiru. Kad, primjerice, sjedimo na hladnim mramornim stepenicama, toplina s tijela prelazi na stepenice.

Konvekcija (strujanje topline) jest usmjereno gibanje odnosno strujanje fluida (tekućina i plinova), u kojem se topliji fluid giba prema hladnijem i predaje toplinu okolini. Ako čovjek sjedi u prostoriji gdje nema većeg strujanja zraka, konvekcijom gubi oko 15 % svoje topline. Evaporacija jest proces isparavanje vode, u ovom primjeru s površine tijela.

B:
Voda ima puno veći toplinski kapacitet od zraka tako da svaki jedinični dio vode koji prijanja uz kožu može apsorbirati mnogo veću količinu topline nego zrak. Kondukcija topline kroz vodu je mnogo veće od kondukcije topline kroz zrak.

C:
Na vlažnom zraku (velika količina vode u zraku) tijelo se teže hladi prema vježbanju na suhom zraku. Tijelo se hladi oslobađajući vlagu u obliku znoja. Pri spontanim procesima tvari prolaze s mjesta veće koncentracije na mjesto manje. Što je veća razlika u koncentracijama to se proces uspostavljanja ravnoteže bolje (brže) postiže. Ako zrak sadrži puno vlage, znoj teže isparava te se stoga tijelo slabije hladi.

D:
Q = 2,67 kJ · 600 g / 24 h = 66,8 kJ

39. Perilica rublja

A:

Uvrštavanjem u početnu relaciju za razinu glasnoće zvuka $G = 10\log\frac{I}{I_0}$ slijedi:

$$G = 10\log\frac{2{,}5 \cdot 10^{-7}}{10^{-12}} = 10\log 2{,}5 \cdot 10^{5}$$

$G \approx 54$ dB

B:
Granica boli za čovjeka je od 120 - 130 dB, oštećenje bubnjića nastaje kada je glasnoća zvuka oko 140 - 150 dB, odnosno sve iznad 100 dB ovisno o vremenu trajanja izloženosti takvom zvuku.

C:
U pojedinim deterdžentima se nalazi prevelika količina fosfata. Ukoliko povećana količina fosfata dođe u vodene tokove (rijeke, jezera, mora) može prouzročiti cvjetanje vode, tj. masovno razmnožavanje algi i cijanobakterija. Nakon potrošenih resursa dolazi do aerobne razgradnje namnoženih organizama čime se smanjuje koncentracija kisika u moru. Posljedica smanjene koncentracije kisika utječe na održavanje homeostaze organizama u vodi. Trebamo voditi računa o tome da koristimo deterdžente bez fosfata.

D:
Enzimi su biokatalizatori, pa će npr. enzim lipaza u deterdžentima učinkovito ukloniti masne mrlje, dok će proteaze djelovati na proteinske mrlje. Enzimi se ne troše u kemijskim reakcijama jer izlaze nepromijenjeni iz reakcije, stoga i manja količina dodanih enzima može donijeti značajne rezultate. Pritom se pranjem rublja na nižim temperaturama i kraćim ciklusima, štedi energija.

40. Zrak i atmosferski tlak

A:

$$p_h = p_0 \bullet e^{-k \bullet h}$$
$$99600 = 99100 \bullet e^{-1,25 \bullet 10^{-4} \bullet h}$$
$$0,99498 = e^{-1,25 \bullet 10^{-4} \bullet h}$$

$$ln\ 0,99498 = -1,25 \bullet 10^{-4} \bullet h$$
$$h = \frac{ln\ 0,99498}{-1,25 \bullet 10^{-4}}$$

$$h = 40,3 \approx 40\ m$$

Nadmorska visina Zrinjevca je 120 m, a Griča za 40 m viša. Nadmorska visina Griča je približno 160 m.

B:

p1/T1 = p2/T2; p2= 101,325 kPa · 573,15 K / 293,15 K = 198,105 kPa

C:

n(I2) = m(I2)/M(I2) = 20 g / 253,8 g/mol = 0,0788 mol
p(I2) = n(I2) R T / V = (0,0788 mol · 8,314 Pam3/Kmol · 573,15 K) / 5×10-3 m3 = 75 099,65 Pa = 7,5 x 104 Pa

n(O2) u zraku na 20 oC: n(O2)= pV/RT

v(O2) = **φ** (O2) V= 0,21 · 5 L= 1,05 L

n(O2)= (101325 Pa · 1,05 x10-3 m3)/(8,314 Pam3 /Kmol · 293,15 K)= 0,0436 mol
V(N2) = 5 L-1,05 L = 3,95 L
n(N2)= (101325 Pa · 3,95 x10-3 m3)/(8,314 Pam3/Kmol · 293,15 K)= 0,1642 mol
n(ukupno) = n(I2) + n(O2)+ n(N2) = 0,0788 + 0,0436 + 0,1642= 0,2866 mol

tlak nakon zagrijavanja: p=vRT/V= 0,2866 · 8,314 x 573,15/5x10-3= 2,73 x105 Pa

p(N2) = x(N2) x p= (0,1642/0,2866) · 2,73 x105 Pa = 1,56 x105 Pa
p(O2) = x(O2) x p= (0,0436/0,2866) · 2,73 x105 Pa = 4,15 x104 Pa

D:

x(I2) = p(I2)/puk = 7,5 x 104 Pa / 2,73 x105 Pa = 0,275
x(N2) = p(N2)/puk = 1,56 x105 / 2,73 x105 Pa = 0,573
x(O2) = p(O2)/puk = 4,15 x104 Pa / 2,73 x105 Pa = 0,152

41. Bohrova stacionarna stanja

A:
Kvantni brojevi su vrijednosti u jednadžbama koje opisuju ponašanje svakog elektrona. Pravila za vrijednosti n, l, ml dobivaju se rješavanjem Schrödingerove jednadžbe, a pravilo za ms dobijemo uključivanjem relativističkih učinaka.

Energija elektrona određena je kvantnim brojevima. Kvantni brojevi opisuju razmještaj elektrona po mogućim energijskim razinama. 4 kvantna broja; njihovi simboli su n, l, m i s.

Svaki elektron ima specifični, jedinstveni set ova 4 kvantna broja.
Kvantni brojevi su vrijednosti u jednadžbama koje opisuju ponašanje svakog elektrona.

B:
Energija fotona, kojeg apsorbira ili emitira vodikov atom, razlika je dviju energijskih razina atoma vodika:

$$Ef = R\infty\left(\frac{1}{n''^2} - \frac{1}{n'^2}\right) \text{ tj. } \quad \frac{1}{\lambda} = R\infty\left(\frac{1}{n''^2} - \frac{1}{n'^2}\right).$$

Koristiti ćemo izraz

$\frac{1}{\lambda} = R\infty\left(\frac{1}{n''^2} - \frac{1}{n'^2}\right)$ (inače opisuje Balmerovu seriju emisijskog linijskog spektra vodika, no kako se ista količina energije emitira i apsorbira između određena dva stacionarna stanja, možemo koristiti izraz i za računanje apsorbirane energije elektromagnetskog vala te s njim povezane valne duljine i frekvencije).

$$\frac{1}{\lambda} = R\infty\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right)$$

λ = 486,17 nm, f = c/λ, f = 6,17 × 1014 s-1, vidljivi dio spektra

C:
Energija fotona između stacionarnih stanja proporcionalna je razlici kvadrata recipročnih vrijednosti dvaju promatranih stacionarnih stanja. Što je promatrano stacionarno stanje veće, to će recipročna vrijednost stacionarnog stanja biti manja, budući da matematički izraz uključuje kvadrate energijskih razina, vrijednosti energija se eksponencijalno smanjuju.

42. Kosina

Na tijelo djeluje sila teže označena s $\vec{F}$. Sila teže se rastavlja na dvije komponente $\vec{F}_p$ okomitu na podlogu, te silu $\vec{F}_a$ koja djeluje u smjeru kosine. Upotrebom trigonometrije pravokutnog trokuta, za njihove iznose dobijemo $\left|\vec{F}_p\right| = \left|\vec{F}\right| \bullet cos\alpha$ i $\left|\vec{F}_a\right| = \left|\vec{F}\right| \bullet sin\alpha$.

Komponenta $\vec{F}_p$ pritišće tijelo na podlogu i ne sudjeluje u gibanju. Prema trećem Newtonovom zakonu, sila kojom tijelo djeluje na podlogu jednaka je iznosom, a suprotna orijentacijom sili kojom podloga djeluje na tijelo.

Stoga će iznos sile kojom podloga djeluje na tijelo biti jednaka:

$$\left|\vec{F}_N\right| = \left|\vec{F}_p\right| = \left|\vec{F}\right| \bullet cos\alpha$$

$$\left|\vec{F}_N\right| = \left|m \bullet g\right| \bullet cos\alpha = 5 \bullet 9{,}81 \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\left|\vec{F}_n\right| = 42{,}48\ N$$

Komponenta $\vec{F}_a$ djeluje u smjeru gibanja tijela. Ono će se gibati prema zakonima slobodnog pada, s tim da će akceleraciju uzrokovati sila $\vec{F}_a$ koja je po iznosu manja od gravitacijske sile $\vec{F}_p$ (upravo za faktor sinα).

$$\left|\vec{F}_a\right| = \left|\vec{F}\right| \bullet sin\alpha$$

$$\left|\vec{F}_a\right| = \left|m \bullet g\right| \bullet sin\alpha = 5 \bullet 9{,}81 \bullet \frac{1}{2}$$

$$\left|\vec{F}_a\right| = 24{,}53 \text{ N}$$

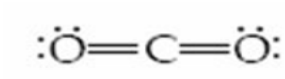
43. Biomembrane

A:
Glicerol i masne kiseline.

B:
Proces: jednostavna difuzija. Potrebno je nacrtati strelicu kroz dvosloj fosfolipida (obojeno ružičasto), a ne kroz protein (obojeno crveno).

C:
Zato što je CO_2 mala i nepolarna molekula pa spontano prelazi s mjesta više koncentracije na mjesto niže koncentracije do izjednačavanja koncentracijskog gradijenta (pasivni prijenos).

D:

Prostorna građa molekule:	
Objašnjenje:	Kod linearnih molekula s identičnim vezama dolazi do poništavanja dipola zbog simetrije. Težište pozitivnog i negativnog naboja je u jednoj točki.

44. Bakterije

A:

Iz početnih podataka $f_0 = 2000; f(2) = 18\ 000; f(4) = ?$ po formuli za prirast $f(t) = f_0 \bullet e^{kt}$ slijedi:

$f(2) = 2000 \bullet e^{kt}$

$18\ 000 = 2000\, e^{2k} \rightarrow 9 = e^{2k}$

logaritmiranjem po prirodnoj bazi e slijedi

$$\ln 9 = 2k \rightarrow k = \frac{\ln 9}{2} = 1.098612289$$

$f(4) = 2000 \bullet e^{4k}$

Nakon 4 sata broj bakterija će biti 162 000.

B:

Prokariotski organizmi.

C:

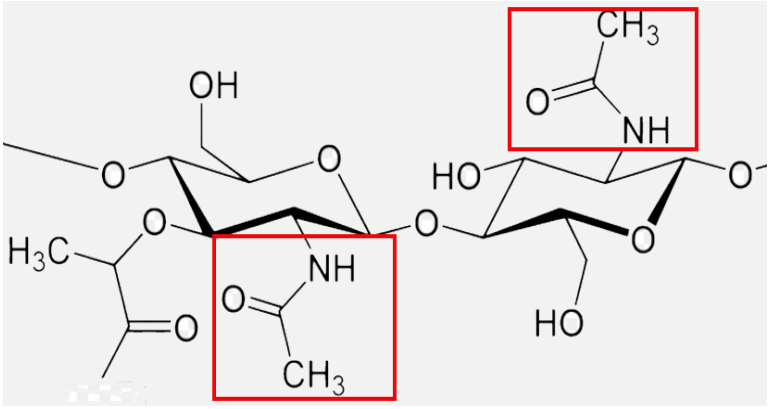
Bakteriologija.

D:

Gram-pozitivna bakterija (po Gramu se boji plavo). Peptidoglikan - murein je osnova građe bakterijske stanične stijenke. Kod Gram-pozitivnih bakterija je deblji sloj peptidoglikana, a kod Gram-negativnih je tanji sloj.

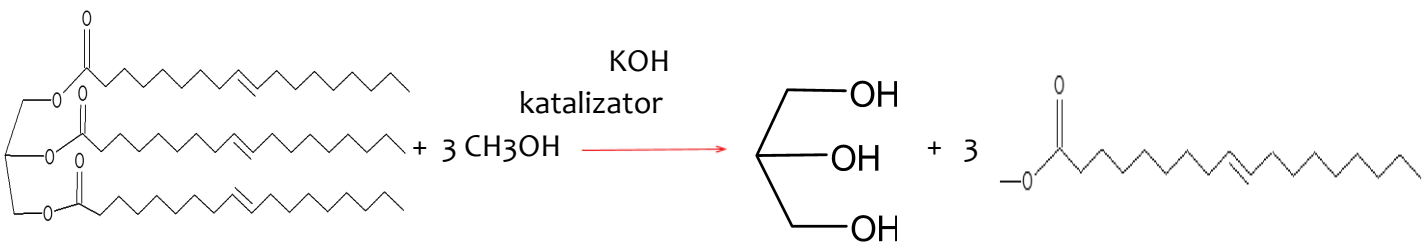
E:

Monosaharidi su prisutni u obliku piranoze, veza jest β(1,2) glikozidna veza:



45. Biodizel

A:



Biodizel čine molekule metilnog estera masnih kiselina.

B:

Transesterifikacija je reakcija zamjene alkoksi skupina na karbonilnom atomu ugljika u esteru. Iz jednog alkohola i estera nastane drugi alkohol i novi ester. Metanol tj. metoksidni ion zamjenjuje glicerol koji izlazi iz triglicerida te nastaje novi ester metil-oleat.

C:

Jednadžba: $KOH + CH_3OH \rightarrow K^+ + CH_3O^- + H_2O$

D:

(9Z)-oktadek-9-enska kiselina; omega-9 označava da joj se dvostruka veza nalazi na 9 atomu ugljika od kraja lanca.

E:

Glicerol se između ostalog može primijeniti u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji kao baza za kreme.

46. Biodizel 2

A:

Űgljikov dioksid pridonosi efektu staklenika, tj. dodatnom zagrijavanju atmosfere, globalnom zatopljenju.

B:
Kemosinteza: Bakterije sintetiziraju organske tvari vezanjem CO_2 iz zraka, pritom koriste energiju dobivenu oksidacijom anorganskih spojeva (sumpora, metana, sumporovodika).
Fotosinteza: Fotosintetski organizmi također sintetiziraju organske tvari iz CO_2 i vode, ali koriste energiju Sunčevog zračenja. Pritom smanjuju udio ugljikova dioksida u atmosferi.

C:

JKR: $CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow H^+ + HCO_3^-(aq)$
Zakiseljavanje oceana usporava kalcifikaciju koralja te na taj način smanjuje gustoću njihovih kostura i čini ih osjetljivijima na lom.

47. Melanom

A:
Mutacija stanica potaknuta UV zračenjem, događa se nekontrolirano dijeljenje mutiranih stanica (nastanak tumora).

B:
prisutnost mutagena u hrani i piću, odlazak u solarij…

C:
Imaju manje pigmenta melanina koji štiti površinski sloj kože tijekom izlaganja Sunčevom zračenju.

D:
Stratosferski sloj ozona upija najveći dio (77 %) štetnog, biološki aktivnog djelovanja sunčevih ultraljubičastih UV-B zraka (valne duljine 280 do 320 nanometara). Kemijskim procesima, koji štite površinu Zemlje, energija UV-elektromagnetskog zračenja pretvara se u toplinu:

$O_2(g) + hv \rightarrow O(g) + O(g)$
$O(g) + O_2(g) + M \rightarrow O_3(g) + M + \text{toplina}$
$O_3(g) + hv \rightarrow O_2(g) + O(g)$
———————————————————

$hv \rightarrow \text{toplina}$
M je oznaka za molekulu medijator koja preuzima višak energije na sebe.

48. Vlak

a) Kako bismo riješili ovaj zadatak, prvo ćemo opisati izgled funkcije:

1. Domena funkcije

Iz zapisa vidimo da nazivnik ne smije biti jednak nula, a iz stvarne situacije znamo da brzina mora biti pozitivna. Stoga će domena ove funkcije biti pozitivni realni brojevi.

2. Nultočke funkcije

$$1200\,v + \frac{60\,000}{v} = 0 \;\rightarrow\; \frac{1200\,v^2 + 60\,000}{v} = 0 \;\rightarrow\; 1200\,v^2 + 60\,000 = 0$$

Ova kvadratna jednadžba nema realnih rješenja, što ima smisla. Jer, da postoje realna rješenja, to bi značilo da troškovi vožnje vlaka mogu biti nula ili čak negativnu.

3. Intervali monotonosti i ekstremi

Odredimo derivaciju funkcije $T'(v) = 1200 + \frac{-60\,000}{v^2}$ i tražimo stacionarne točke

$$1200 + \frac{-60\,000}{v^2} = 0 \;\rightarrow\; \frac{1200\,v^2 - 60\,000}{v^2} = 0 \;\rightarrow\; 1200 - 60\,000v^2 = 0$$

$$v = \sqrt{50} \;\approx\; 7.07$$

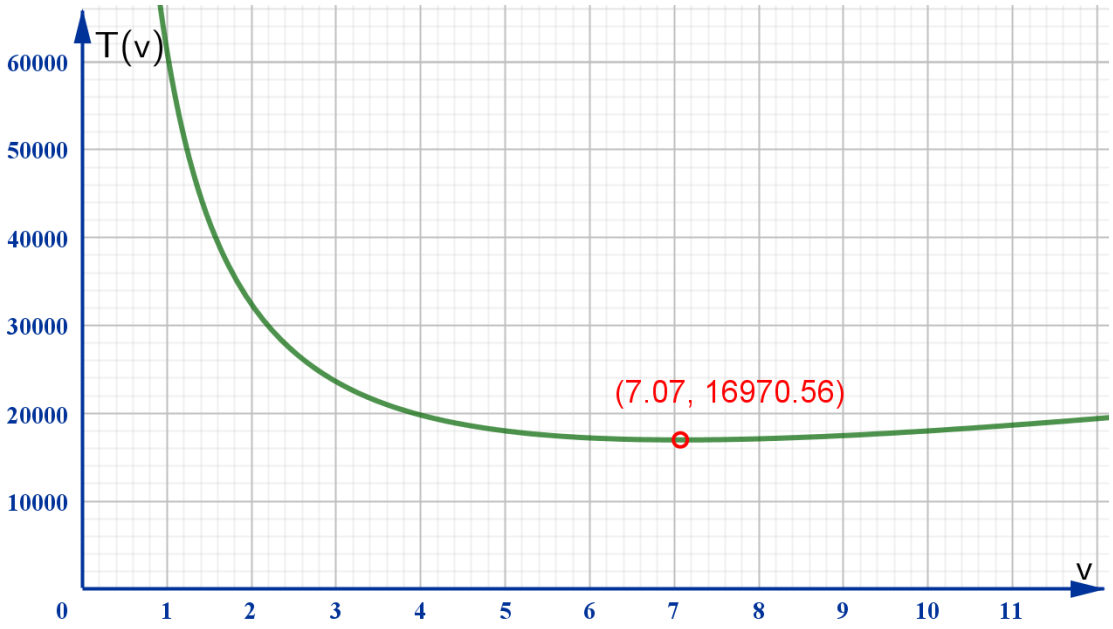
Broj između 0 i 7.07, primjerice 1, uvrstimo u derivaciju $T'(1) = -\,58\,800 < 0$

Za broj veći od 7.07, primjerice 10, vrijedi : $T'(10) = 600 > 0$

Možemo zaključiti da je v_0 lokalni minimum i $T(7.07) = 16\,970.56$.

Funkcija u intervalu $\langle 0{,}7\,.\,07\rangle$ jeste padajuća a u intervalu $\langle 7{,}07, +\infty\rangle$ je rastuća.

Nacrtajmo graf:



Troškovi su vlaka minimalni pri brzini od 7.07 km/h i iznose 16 970 kuna.

b) Iz grafa vidimo da se troškovi smanjuju od brzine 0 km/h do 7.07 km/h, a pri brzinama većim od 7.07 km/h troškovi rastu.

c) Iz relacije za jednoliko pravocrtno gibanje $v = \frac{s}{t}$ slijedi da je traženo vrijeme $t = \frac{s}{v}$.

$$t = \frac{80\ \text{km}}{7{,}07\ \text{km/h}} = 11{,}31\ \text{h}$$

d) Potrebno je prvo izračunati brzinu vlaka koji prijeđe 80 km za 70 min (1.167 h):

$$v = \frac{s}{t} = \frac{80\ \text{km}}{1{,}167\ \text{h}} = 68{,}55\ \text{km/h}$$

$$T(68.55) = 1200 \cdot 68{,}55 + \frac{60\,000}{68.55} = 83\,135{,}27\ \text{kn}$$

49. Alkohol u krvi

A:

Neka je početno stanje $x_0 = 0{,}2$. Nakon jednog sata će u krvi biti $x_1 = x_0 - \frac{1}{4}x_0 = \frac{3}{4}x_0$

Nakon drugog sata $x_2 = x_1 - \frac{1}{4}x_1 = \frac{3}{4}x_1 = \frac{9}{16}x_0$

Nakon trećeg sata $x_3 = x_2 - \frac{1}{4}x_2 = \frac{3}{4}x_2 = \frac{27}{64}x_0$ mg/dL alkohola.

Nastavljamo na jednak način i zaključujemo: nakon t sati u krvi vozača bit će

$f(t) = x_0 \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^t$ miligrama alkohola u jednom decilitru krvi.

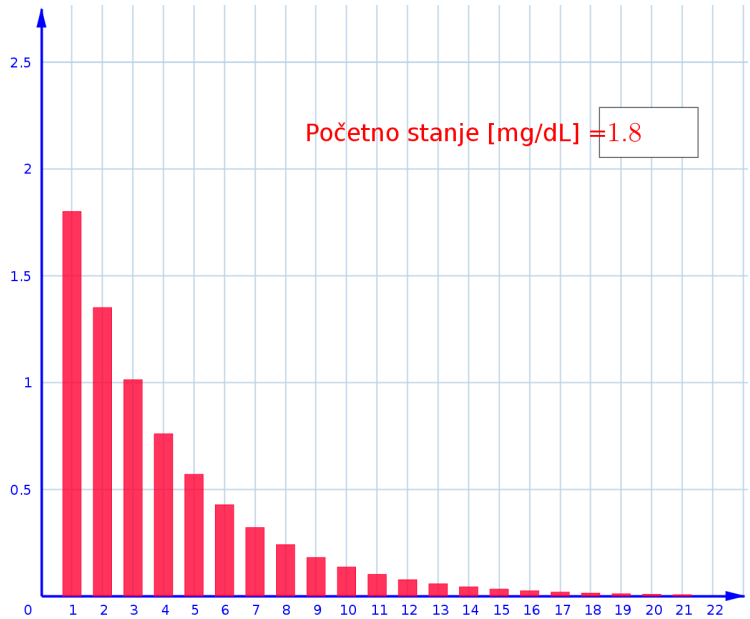
Postavljamo jednakost: $0.2 \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^t = 0.08 \rightarrow \left(\frac{3}{4}\right)^t = 0.4$

$t \cdot \log\frac{3}{4} = \log 0.4$

$t = \frac{\log 0.4}{\log 0.75} \approx 3{,}185$ h

U krvi vozača količina alkohola će se smanjiti od 0.2 mg/dl na 0.08 mg/dl za 3 sata i 11 minuta.

Interaktivni aplet: https://www.geogebra.org/m/yypqubew



B:

$3\ CH_3CH_2OH + K_2Cr_2O_7 + 4\ H_2SO_4 \rightarrow CH_3CHO + Cr_2(SO_4)_3 + 7\ H_2O + K_2SO_4$

C:

Promil se definira kao: 1 ‰ = 10−3 = 0,001. 1 promil jednak je 0,1 %. Promil je udio, bilo maseni, molni ili volumni i nema jedinicu. Kako su udjeli uvijek omjeri istih fizikalnih veličina, ako želimo koristiti jedinice zbog nekih razloga, u ovom slučaju zakonskih, onda trebamo koristi jedinice kao g/kg, mol/kmol ili mL/L ili slično. Količina od 0,5 promila alkohola u krvi znači 0,5 grama etanola na 1000 grama krvi u tijelu, što ovisi o gustoći krvi i može se razlikovati od osobe do osobe. S druge strane, razlike u tako preračunatoj količini etanola u krvi nisu velike pa su zakonodavcu zanemarive. Uobičajena vrijednost gustoće krvi iznosi oko 1060 g/L. Tako je 0,5 g po kg krvi jednako 0,53 g po litri krvi.
0,5 ‰= 0,5 g/kg krvi = 0,53 g/L krvi

50. Vransko jezero

A:

Vransko jezero je jedan od 12 Parkova prirode. Dozvoljeno je obavljanje gospodarskih djelatnosti i korištenje prirodnih dobara uz poštivanje uvjeta zaštite prirode.

B:

Upotreba pesticida i umjetnih gnojiva povećava intenzitet fotosinteze čime se ubrzava eutrofikacija jezera. Niski vodostaj jezera zbog isušivanja močvarnog tla i povećanja obradive površine uništava staništa ptica. Požarima se uništavaju tršćaci u kojima se gnijezdi veliki broj ptica.

C:

N(jedinke)=?
Nu 10 mL = 500
N(jedinke) u 1 L = 500 × 1000 = 5 × 105
$V = r^2 \cdot \prod \cdot h$
r = 5 cm = 0,05 m
h = 0,5 m
$V = 0{,}025\ m^2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}5\ m = 0{,}03925\ m^3 \cdot 1000 = 39{,}25\ dm^3$
N(jedinke)u 1 L = N(jedinke) u 10 mL / V(uzorak)
N(jedinke) uzorka = 39,25 dm3 · 5 × 105 = 196,25 × 105

51. Vransko jezero 2

A:
površina uzorkovanog terena je 30 m2,

Kadulja: 21; Promatrana vrsta je na uzorkovanom terenu zastupljena s 21 jedinkom. Gustoća promatrane vrste iznosi 21/30, tj. G = 0,7. Obratimo li pažnju na učestalost promatrane vrste, vidimo da se ona pojavljuje na 14 kvadrata, dakle u ovome slučaju nam je učestalost U = 46 %.

Vrisak: 25; Promatrana vrsta je na uzorkovanom terenu zastupljena s 25 jedinki. Gustoća promatrane vrste iznosi 25/30, tj. G = 0,83. Obratimo li pažnju na učestalost promatrane vrste, vidimo da se ona pojavljuje na 19 kvadrata, dakle u ovome slučaju nam je učestalost U = 63 %.

Smilje: 30; Promatrana vrsta je na istraživanoj plohi zastupljena s 30 jedinki. Gustoća promatrane vrste iznosi 30/30, tj. G = 1. Obratimo li pažnju na učestalost promatrane vrste, vidimo da se ona pojavljuje na 19 kvadrata, dakle u ovome slučaju nam je učestalost U = 63 %.

B:

konopljika - lastin rep - dalmatinski krški puh - škanjac

Treba se sjetiti koliko svaka sljedeća razina potrošača dobiva od ukupne količine energije (proizvođači 100 %, potrošači 1. reda 10 %, potrošači 2. reda 1 %, a potrošači 3. reda 0,1 %) i zatim izračunati kolika je energija svakog nivoa. Konopljika 120 000 kJ , lastin rep 12 000 kJ , dalmatinski krški puh 1 200 kJ i škanjac 120 kJ.



C:
U prvom dijelu dobivanja ulja koristi se metoda ekstrakcije (biljke u tekućini), a u drugom dekantiranje i/ili filtracija.