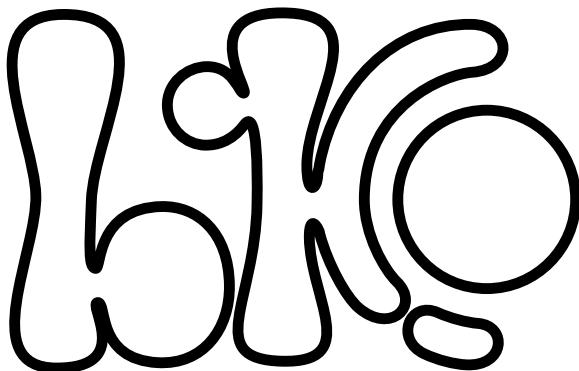


3. BIOLOGIJAS KOMANDU OLIMPIĀDE

Uzdevumu komplekts

9.–10. klašu grupa



AUTORI UN ORGANIZATORI:

Nauris Prikšāns, Markuss Gustavs Ķēniņš, Kristians Lelis,
Huberts Zimackis, Marta Uzkalne, Eliāna Meiere, Arnolds Pīrāgs,
Elza Strumpe, Līga Blumfelde, Kalvis Olivers Kālis

MŪS ATBALSTA:

Skolotāji Kristaps Ozolinš, Anita Rozenblate un Daina Mazmača,
Rīgas Valsts 1. ģimnāzija un Rīgas Valsts 3. ģimnāzija,



MEDICĪNAS UN
DZĪVĪBAS ZINĀTNU
FAKULTĀTE



MVM



Blockvis



MANSARDS



RĪGA STRADIŅŠ
UNIVERSITY



2024. GADA 7. DECEMBRIS

PREAMBULA

LAIPNI LŪGTI BIOLOGIJAS KOMANDU OLIMPIĀDĒ!

Pirms sākat risināt uzdevumus, iepazīstieties ar turpmāko informāciju!

1. Teorētiskās daļas uzdevumu risināšanai jums ir dotas 2 stundas un 30 minūtes — no plkst. 10.00 līdz plkst. 12.30. Pēc tam šie uzdevumi tiks savākti. *Iesakām uzdevuma "Atšifrē sugu" risināšanai veltīt teorētiskās daļas pēdējo pusstundu.*
2. Pēc teorētiskās daļas jums ir dota 15 minūšu pauzīte — no plkst. 12.30. līdz plkst. 12.45.
3. Pēc pauzītes notiek olimpiādes praktiskā daļa, kas sastāv no HOP testa un laboratorijas darba. Tās veikšanai jums ir dota 1 astronomiskā stunda — no plkst. 12.45 līdz plkst. 13.45.
4. Praktiskās daļas ietvaros komandai ir jāsadalās. Ja komandā ir četri dalībnieki, divi no tiem dodas uz HOP testu un divi paliek klases telpā veikt laboratorijas darbu. Ja komandā trīs dalībnieki, divi dodas uz HOP testu un viens paliek uz laboratorijas darbu. Ja komandā ir divi dalībnieki, viens dodas uz HOP testu un viens paliek uz laboratorijas darbu. Laboratorijas darba tēma ir augu biokīmija, bet HOP testa tēma ir zooloģija.
5. Ja vēlaties, drīkstat pārkārtot telpu vai izmantot tāfeli, bet olimpiādes beigās telpa jāatstāj tādā pašā stāvoklī, kādā to saņemāt. Ja radāt bojājumus skolas inventāram, esat par to atbildīgi.
6. Pārliecinieties, ka esat saņemuši visus saturā norādītos uzdevumus! Laboratorijas darbam nepieciešamās lietas saņemsit pēc teorētiskās daļas beigām. **Ja kaut kā trūkst, informējet organizatorus līdz plkst. 10.15!**
7. Katrs uzdevums sastāv no uzdevuma teksta un atsevišķas atbilžu lapas. **Rakstiet atbildes tikai atbilžu lapā!** Uzdevuma teksts paliks pie jums, un tajā rakstītais netiks labots. Atbilžu lapa parasti sastāv no vairākām saskavotām lapām. Uzrakstiet komandas nosaukumu uz pirmās lapas! Ja izņemat skavu, uzrakstiet komandas nosaukumu uz katras lapas!
8. Lūdzam uzdevumu risināšanas laikā nepamest klasi. Ja nepieciešams, varat apmeklēt labierīcības.
9. Ja telpā esat divas komandas (viena no 9.—10. klašu grupas, otra no 11.—12. klašu grupas), ņemiet vērā, ka vienīgie **kopīgie uzdevumi** ir "Atšifrē sugu" un laboratorijas darbs. Iesakām būt *īpaši klusiem* risinot šos uzdevumus, lai nenodotu informāciju otrai komandai.
10. Jautājumu gadījumā varat vērsties pie brīvprātīgā, kurš patrulē jūsu gaitenī.

Lai veicas! ☺
— Uzdevumu autori

I UZDEVUMS

BUT THE RATS DON'T RUN THIS CITY. WE DO. [50 P.]

Evolūcija ir sarežģīts un daudzdimensionāls process, tomēr tas ir balstīts uz diezgan vienkāršiem pamatprincipiem – par vienu no tiem dzied arī *charli xcx* savā dziesmā “*Sympathy is a knife*”, izsakoties:

“I don't wanna share this space, I don't wanna force a smile, this one girl taps my insecurities, don't know if it's real or I'm spiralling.”

Katrs organisms neatkarīgi no tā taksonomiskās piederības ieņem kādu specifisku nišu ekosistēmā un konkurē ar citiem organismiem, kuru attiecīgās nišas – dzīvesvietas lokalizācija, barošanās veids vai pat mijiedarbība ar kādu vēl citu organismu – pārklājas ar šī organisma nišu. Šīs konkurences dēļ organismiem rodas arvien jauni un jauni pielāgojumi, veicinot bioloģisko daudzveidību. Šis uzdevums iepazīstinās ar vienu no interesantākajām ekosistēmām – pilsētvidi –, kurā visiem pārējiem organismiem ikdienā ir aktīvi jāmijedarbojas arī ar cilvēku – un kurš tad ir viens no cilvēka neizprastākajiem, dažreiz pat nepamatoti nīstākajiem organismiem, kurā šo mijiedarbību var novērot, ja ne žurkas...

I-1. evolution, so confusing version with lorde [24,5 p.]

1.1. Jaut. [2 p.] Lasot tekstu, izvēlieties pareizo jēdzienu un ierakstiet to atbilžu lapā!

Ekosistēma ir bioloģiskā struktūra – mehānisms, ko raksturo pastāvīga enerģijas plūsma un dažāda veida mijiedarbības. To veido divas galvenās sastāvdaļas – visi dzīvie organismi jeb 1. [biocenoze/dzīvotne/biosfēra/valsts], kura tālāk iedalās vienas sugas īpatņu veidotās grupās, ko sauc par 2. [kopienām/ komūnām/ populācijām/ klasēm], kā arī nedzīvās dabas komponente, piemēram, specifiskie klimatiskie apstākļi un augsnes īpašības, ko savukārt sauc par 3. [vidi/ biotopu/ apgabalu/ teritoriju]. Ekosistēma ir pastāvīgi mainīga, un faktorus, kas rada šīs izmaiņas var iedalīt trijās lielās grupās – 4. [homogēnajos/ antropogēnajos/ humanogēnajos/ monogēnajos] faktoros, kas ir cilvēka radīta ietekme uz ekosistēmu, biotiskajos faktoros, ko rada citi dzīvie organismi un abiotiskajos faktoros, ko rada ar dzīviem organismiem nesaistītas norises.

1.2. Jaut. [6 p.] Īsi aprakstiet, vai konkrētais ekosistēmu ietekmējošais process katrā piemērā ir abiotisks, biotisks, saistīts ar cilvēka darbību, vai arī tam var piedēvēt vairākus raksturojumus! Paskaidrojiet atbildi!

1. Pirms 10 gadiem viesuļvētras rezultātā tika pilnībā iznīcināts blīvi apdzīvots ciemats, kurā mājokļu celšanai cilvēki plaši ir izmantojuši azbestu. Tuvējā mežā mednieki vēl joprojām novēro paaugstinātu alņu mirstību, salīdzinot ar periodu pirms piedzīvotās viesuļvētras, un, padziļināti pētot nejauši atrastas dzīvnieku atliekas, gandrīz visiem tiek novēroti ar aci saredzami plaušu audzēji.

2. Akmeņogļu pārstrādes rūpnīca, vēloties palielināt peļņu, nolemj uzbūvēt divas jaunas raktuves. Vienas no tām izbūvē reģionā, kurā nogulumi ir bagāti ar dolomītu, bet otras – kalnainā reģionā, kurā nogulumiežu pamatsastāvu kopā ar akmeņoglēm veido smilšakmens, kas rakšanu tajās padara bīstamāku. Pēc diviem gadiem šajās raktuvēs notiek avārija, kuras rezultātā izveidojas noslīdenis, kas pilnībā aprok raktuvju pakājē esošu plāvu, iznīcinot retas āboliņu sugas populāciju.

3. Kāda ciematīņa iedzīvotāji pēc vietējo pētnieku nejaušas atradnes noskaidro, ka augsne šajā ciematā, kurā liela daļa iedzīvotāju uztur dārzus un audzē sev pārtiku, ir ar paaugstinātu vara saturu, ko izraisa tuvu pie augsnes esošais pamatklintājs, kas lielā daudzumā satur malahītu (varu saturošu iezi). Lai samazinātu uzturā lietoto vara daudzumu, iedzīvotāji nolemj sastādīt varu bioakumulējošus, daudzgadīgus augus, kam vajadzētu varu sevī uzkrāt. Pēc vairākiem gadiem ciematā ir daudzkarīgi samazinājusies mitreņu daudzveidība.

4. Kādā pilsētiņā, kurai lielākoties ir raksturīga koka ēku apbūve, spēcīgu pavasara palu dēļ pie kādas netālu esošas upes dzīvojošās termītu kolonijas ir migrējušas un izveidojušas jaunas kolonijas pilsētas ēkās. Rezultātā sabrūk kāda pamesta trīsstāvīga ēka un, lai gan neviens cilvēks negadījumā necieta, gruvešos tiek atrastas vairākas mirušas žurkas.

1.3. Jaut. [0,5 p.] Viena no biežākajām mijiedarbībām, kas raksturo biotiskus faktorus ir barošanās. Visus organismus atkarībā no barošanās īpatnībām ekosistēmas ietvaros iedala producentos, kas pārveido oglekli saturošas neorganiskas vielas par organiskām vielām, konsumentos, kas patērē producentu vai citu konsumentu radītās organiskās vielas un pārveido tās lielākoties atkal organiskās vielās, un reducentos jeb destruktors. Izskaidrojiet, kas ir reducenti!

1.4. Jaut. [1 p.] Bieži vien reducentiem tiek piedēvēts arī cits jēdziens – detritofāgi, pie kuriem pieskaita tādus organismus kā sliekas vai mitrenes. Vai šie jēdzieni var tikt izmantoti kā sinonīmi? Pamatojiet atbildi!

1.5. Jaut. [6 p.] Izveidojiet barības tīklu ar sešiem organismiem tā, lai vismaz viens no tiem būtu reducents un viens no tiem būtu žurka! Pie katras organisma pierakstiet, vai tas ir producents, konsument (norādīt arī pakāpi, t.i., primārais konsument, sekundārais utt.) vai arī reducents!

Mijiedarbību starp producentu un primāro konsumentu vai mijiedarbību starp zemākas pakāpes konsumentu un augstākas pakāpes konsumentu var attēlot grafiski, reģistrējot šo organismu pārstāvēto sugu populāciju lieluma izmaiņas laika gaitā. Tika reģistrēta melnās žurkas (raustītā līnija) mijiedarbība ar kādu citu organismu (punktotā līnija).

1.6. Jaut. [2 p.] Nosauciet divus starpsugu attiecību veidus, kuri varēja tikt attēloti konkrētajā grafikā, kā arī abos gadījumos nosauciet konkrētu piemēru organismam, kas šādi varēja mijiedarboties ar žurku!

1.7. Jaut. [1 p.] Analizējiet grafikus un paskaidrojiet, kas notika ar žurku populāciju un kas notika ar otrā organisma populāciju pēc pirmā novērojumu gada (pieauga/samazinājās, kura straujāk, kura mazāk strauji)?

1.8. Jaut. [1 p.] Vai žurka ir vienīgais organisms, ar kuru otram organismam pastāv analogas starpsugu attiecības? Pamatojiet!

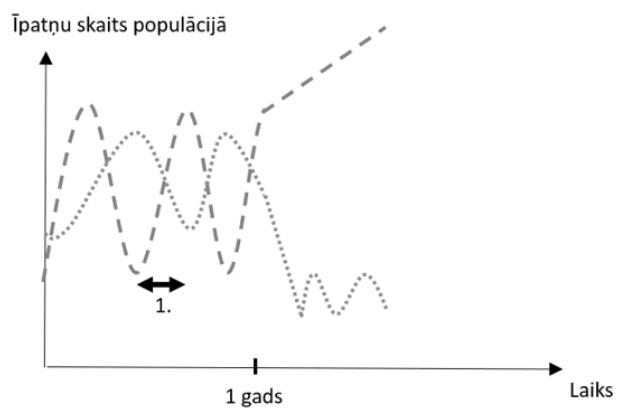
1.9. Jaut. [0,5 p.] Ar kādu jēdzienu evolūcijā tiek apzīmētas jebkādas anatomiskas, morfoloģiskas vai fizioloģiskas organismu izmaiņas, kas izmaina tā mijiedarbību ar apkārtējo vidi?

1.10. Jaut. [1 p.] Nosauciet divus reālus piemērus pārmaiņām žurku organismā, kas varēja notikt konkrētajā gadījumā!

1.11. Jaut. [0,5 p.] Ar kādu jēdzienu tiek apzīmētas izmaiņas organisma ģenētiskajā materiālā, kas ierosina šī organisma anatomiskās, morfoloģiskās vai fizioloģiskās izmaiņas?

1.12. Jaut. [1 p.] Grafikā var novērot, ka pēc pirmā novērojumu gada līkne, kas norāda uz izmaiņām žurku populācijas izmērā, ir kļuvusi lēzenāka nekā populācijas lieluma pieauguma periodos pirmā gada laikā (piemēram, laika periodā Nr. 1.). Zināms, ka populācijas lielumu var ietekmēt gan jaunu īpatņu dzimstība, gan arī īpatņu mirstība. No dotajiem izmaiņu variantiem dzimstībā un mirstībā izvēlieties divus, kas varētu radīt šādas pārmaiņas līknē! *Atcerieties, ka izmaiņas populācijā pēc pirmā gada jums ir jāsalīdzina ar izmaiņām laika periodā, kas ir atzīmēts ar numuru 1.!*

1. Dzimstība ir palielinājusies un pārsniedz mirstību.
2. Dzimstība ir palielinājusies un nepārsniedz mirstību.
3. Dzimstība ir samazinājusies un pārsniedz mirstību.
4. Dzimstība ir samazinājusies un nepārsniedz mirstību.
5. Mirstība ir palielinājusies un pārsniedz dzimstību.
6. Mirstība ir palielinājusies un nepārsniedz dzimstību.
7. Mirstība ir samazinājusies un pārsniedz dzimstību.
8. Mirstība ir samazinājusies un nepārsniedz dzimstību.



1.13. Jaut. [2 p.] Viena no evolūcijā plaši izmantotajām teorijām, ko sauc par Sarkanās karalienes hipotēzi, tās oriģinālajā formulējumā vēsta, ka "ir jāskrien, cik vien ilgi tu spēj, lai paliktu vienā un tajā pašā vietā". Kas šajā gadījumā ir apzīmēts ar skriešanu? Nemot vērā šo teoriju, kam nākotnē būtu jānotiek ar dotajiem grafikiem?

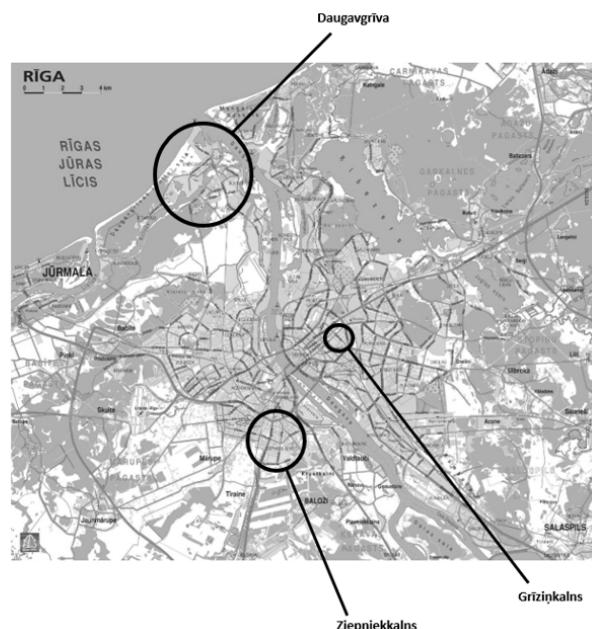
I-2. rat 2 rat featuring tinashe [25,5 p.]

Kāda pētnieku komanda izlēma pārbaudīt, vai ir iespējams novērot kādas atšķirības žurku ārējā uzbūvē ne tikai starp žurkām, kas dzīvo pilsētā un ārpus tās, bet arī starp žurkām, kas dzīvo vienas pilsētas dažādās daļās. Lai to izdarītu, trijos Rīgas mikrorajonos – Ziepniekkalnā, Grīziņkalnā un Daugavgrīvā vairākās vietās (Ziepniekkalnā trijās, Grīziņkalnā piecās, Daugavgrīvā desmit) lielākoties vienmērīgi pa visu mikrorajonu, izņemot Daugavgrīvu, kur likumsargi nelāva ieklūt ostas teritorijā, kas veido lielu mikrorajona daļu, tika izvietoti vairāki slazdi, kuros nonākošajiem dzīvniekiem netiek nodarīts nekāds kaitējums. Ik pēc kāda laika tika tos varēja ievākt kopā ar būri, pēc kā zinātnieki aizveda tās uz laboratoriju, tomēr nevarēja nolemt kādu pazīmi žurkām salīdzinās.

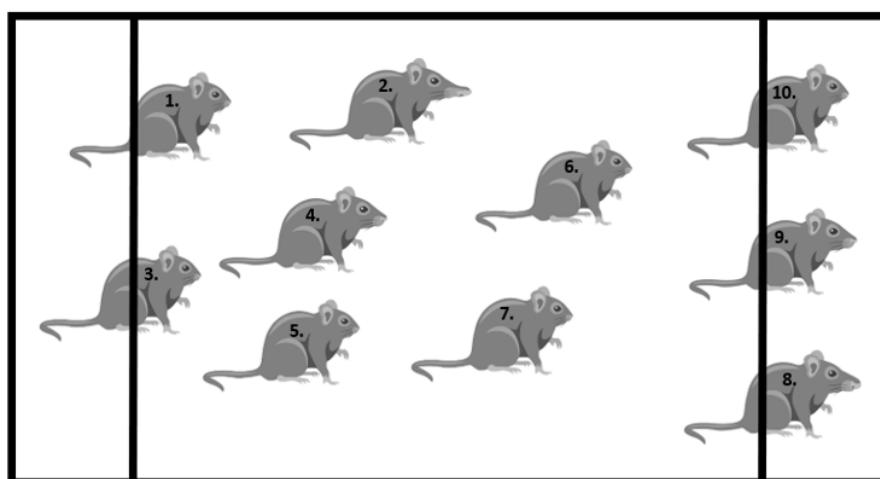
Tā viņi vairākas dienas strīdējās, aizmirstot par ievāktajām žurkām un to uzturēšanu, līdz vienojās, ka žurkām salīdzinās galvaskausu garumu sagitālā asī (no skausta līdz deguna virsotnei). Taču, kad zinātnieki, vienojušies par salīdzināmo pazīmi, atgriezās laboratorijā, viņi ar nožēlu pamanīja, ka visas Ziepniekkalna žurkas, kuru arī bija visvairāk, ir izgauzušas caurumu būrī un izbēgušas.

2.1. Jaut. [4 p.] Nosauciet četras kļūdas, ko pētījuma plānošanas un veikšanas laikā pieļāva zinātnieki! Šī aprakstiet, kā jūs katru no šīm kļūdām izlabotu!

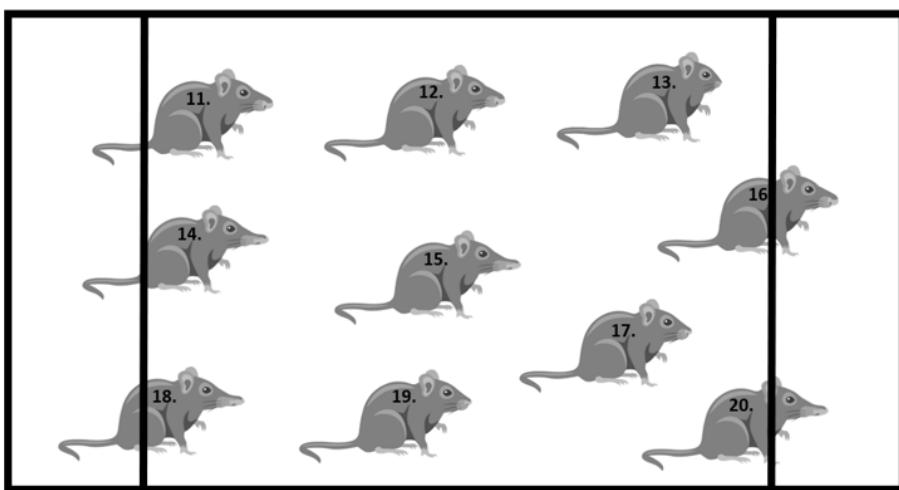
Lai gan zinātnieki bija ļoti apbēdināti ar notikušo, viņi nolēma iesākto pētījumu turpināt un pabeigt. Tā kā pārējās divās grupās pāri palikušo žurku skaits bija ļoti mazs, tika pieņemts lēmums, ka galvaskausu garumi abu mikrorajonu žurkām tiks salīdzināti ar *u* testa palīdzību, kas parādīs, vai atrastās atšķirības starp abām grupām (ja tādas tiks atrastas) ir statistiski būtiskas jeb ar cik lielu varbūtību šīs atšķirības tiks atrastas atkal, ja pētījums tiks veikts atkārtoti.



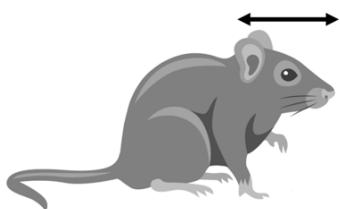
I.1. attēls. Rīgas karte ar teritorijām, kurās tika izvietoti slazdi, riņķa lielums relatīvi atbilst katras teritorijas platībai, kurās pētnieki vēlējās salīdzināt žurku morfoloģiskās atšķirības.



I.2. attēls. Būris ar žurkām, kas tika ievāktas Grīziņkalnā.

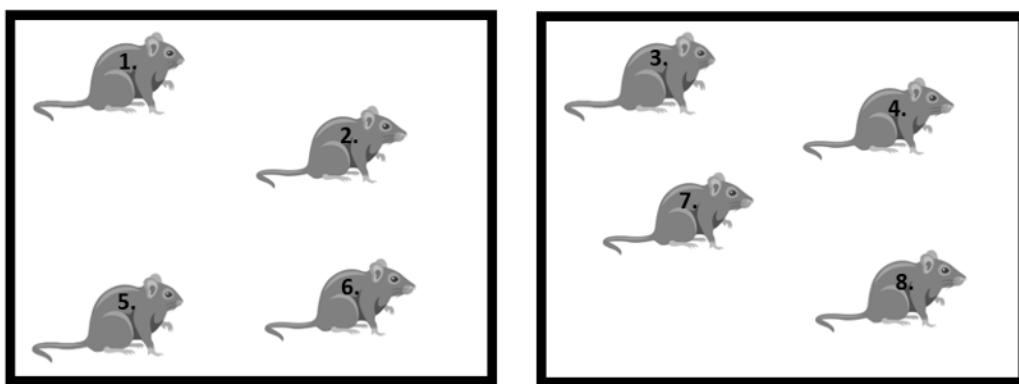


I.3. attēls. Būris ar žurkām, kas tika ievāktas Daugavgrīvā.



I.4. attēls. Galvaskausa garums, kas tika izvērtēts žurkām.

Lai sāktu testa izpildi, katrai žurkai abās grupās kopā ir jāpiešķir ranžēta vērtība. Ranžētās vērtības ir robežās no 1 līdz kopējam žurku skaitam abās grupās, un pieaug, palielinoties žurkas, kurai vērtība piešķirta, galvaskausa garumam. **Piemēram, ja abos būros kopā ir trīs žurkas un katrai ir atšķirīgs galvaskausa garums, tad žurkai ar vismazāko galvaskausa garumu tiks piešķirta vērtība 1, ar vidējo garumu – vērtība 2, bet ar lielāko garumu – 3.** Ja vairākām žurkām galvaskausa garums sakrīt, tad katrai no šīm žurkām tiek piešķirta dalītā ranžētā vērtība. To aprēķina saskaitot ranga vērtības, kas būtu jāpiešķir attiecīgajām žurkām un izdalot summu ar žurku skaitu, kam dalītā vērtība būtu jāpiešķir. **Piemēram, ja abos būros kopā ir 3 žurkas ar vismazāko galvaskausa garumu (attiecīgi 1., 3. un 5. žurka), tām visām tiks piešķirta vērtība 2, jo $(1 + 2 + 3)/3 = 2$, taču, ja abos būros kopā ir 5 žurkas ar otro mazāko galvaskausa garumu (attiecīgi 2., 4., 6., 7. un 8. žurka), tad tām visām tiks piešķirta ranžētā vērtība 6, jo $(4 + 5 + 6 + 7 + 8)/5 = 6$.**



I.5. attēls. Situācija piemērā, kā piešķir dalītās ranžētās vērtības.

2.2. Jaut. [4,5 p.] Atbilžu lapā aizpildiet tabulas, katrai žurkai atbilstoši tās numuram piešķirot ranžēto vērtību! Aprēķiniet vērtību summu katrā tabulā!

Tālāk pētnieku darbs turpinājās ar aprēķiniem, mēģinot atrast izvēlētajam statistikas testam dažādas svarīgas vērtības.

2.3. Jaut. [1 p.] Aprēķiniet u praktiskās vērtības žurkām abos mikrorajonos, izmantojot zemāk doto vienādojumu!

$$u_{\text{pr.}} = n_1 n_2 + \frac{1}{2} n_1 (n_1 + 1) - T_1, \quad (\text{I-1})$$

kur $u_{\text{pr.}}$ — u praktiskā vērtība, n_1 — žurku skaits konkrētajā mikrorajona būrī, n_2 — žurku skaits otrā būrī un T_1 — ranžēto vērtību summa žurkām konkrētajā mikrorajona būrī.

2.4. Jaut. [0,5 p.] Aprēķiniet u teorētisko vērtību!

$$u_{\text{t.}} = \frac{1}{2} n_1 n_2, \quad (\text{I-2})$$

kur $u_{\text{t.}}$ — u teorētiskā vērtība, n_1 — žurku skaits Grīziņkalna būrī, n_2 — žurku skaits Daugavgrīvas būrī.

2.5. Jaut. [1,5 p.] Aprēķiniet u standartklūdas dalīto vērtību koeficientu!

$$q = \sum_{i=1}^k \frac{1}{12} (t_i^3 - t_i), \quad (\text{I-3})$$

kur q — u standartklūdas dalīto vērtību koeficients, t_i — žurku skaits, kam piemīt viens konkrēts galvaskausa garums, k — galvaskausa garumu skaits, kas piemīt vairākām žurkām vienlaikus.

2.6. Jaut. [1,5 p.] Aprēķiniet u standartklūdu!

$$\sigma = \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_{\text{kop.}}(n_{\text{kop.}} - 1)} \left(\frac{1}{12} (n_{\text{kop.}}^3 - n_{\text{kop.}}) - q \right)}, \quad (\text{I-4})$$

kur σ — u standartklūda, n_1 — žurku skaits Grīziņkalna būrī, n_2 — žurku skaits Daugavgrīvas būrī, $n_{\text{kop.}}$ — kopējais žurku skaits abos būros, q — u standartklūdas dalīto vērtību koeficients.

2.7. Jaut. [0,5 p.] Aprēķiniet z vērtību!

$$z = \frac{(u_{\text{pr.min.}} - u_{\text{t.}})}{\sigma}, \quad (\text{I-5})$$

kur $u_{\text{pr. min.}}$ — mazākā no abām divām u praktiskajām vērtībām, $u_{\text{t.}}$ — u teorētiskā vērtība, σ — u standartklūda.

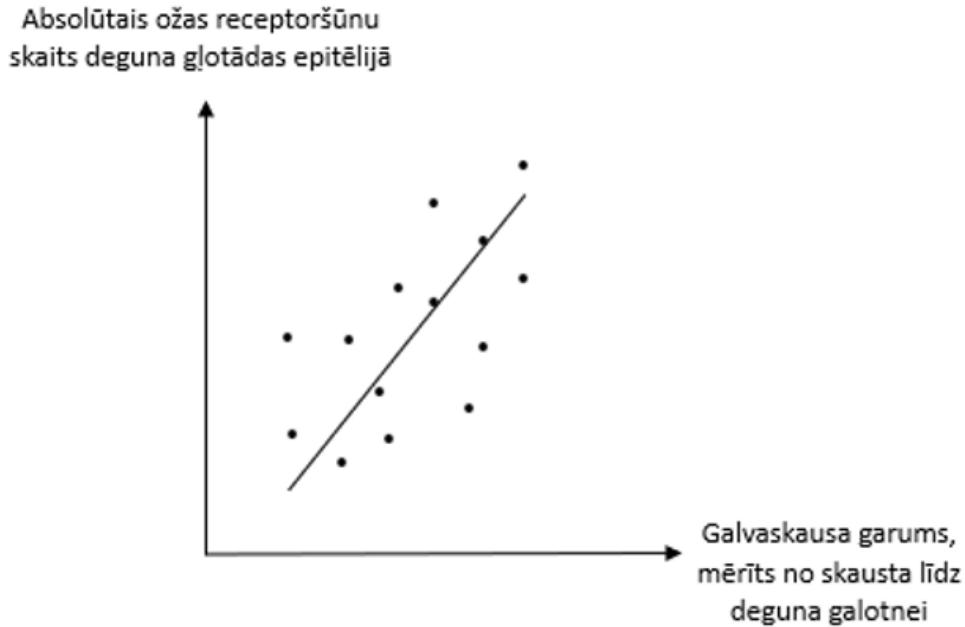
2.8. Jaut. [0,5 p.] Balstoties uz doto tabulu atrodiet, kura vienas puses p vērtība atbilst aprēķinātajai z vērtībai. p vērtība tiek meklēta šādi — tabulas pirmajā kolonnā ir rakstīti z vērtības pirmie divi cipari (vieni un desmitdaļas), savukārt tabulas pirmajā rindā vērtības simtdaļas — pareizo vienas puses p vērtību varēs atrast, sameklējot aprēķinātajai z vērtībai atbilstošo kolonnu un rindu pēc z vērtības cipariem un p vērtība, kurā šī kolonna un rinda krustosies būs īstā. Ja nav izdevies iepriekšējos uzdevumos aprēķināt z vērtību, pieņem, ka tā ir -3,00.

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-3,0	0,0013	0,0013	0,0013	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010
-2,9	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
-2,8	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0023	0,0022	0,0021	0,0021	0,0020	0,0019
-2,7	0,0035	0,0034	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
-2,6	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0041	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
-2,5	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0055	0,0054	0,0052	0,0051	0,0049	0,0048
-2,4	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064
-2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089	0,0087	0,0084
-2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110

2.9. Jaut. [0,5 p.] Vienas puses p vērtība norādītu uz ticamību, ka atšķirības rezultātos nav notikušas nejaušības dēļ tikai, ja jau pirms tam pētnieki nojaustu, kura mikrorajona žurkām būtu jābūt galvaskausam ar lielāku garumu un kurām ar mazāku. Tā kā zinātnieki to nezināja, tabulā atrastā p vērtība ir jāsareizina ar 2, kā rezultātā tiks iegūta divu pušu p vērtība. Aprēķiniet p divu pušu vērtību!

2.10. Jaut. [2 p.] Tagad zinātiekiem ir atlikusi pati svarīgākā pētījuma daļa – secinājumi. Zināms, ka rezultāti starp divām salīdzinātajām grupām statistiski būtiski atšķiras, ja divu pušu p vērtība ir mazāka par 0,05. Noformulējiet pētījuma secinājumu, iekļaujot tajā salīdzināmo pazīmi, atšķirības tajā starp pētāmajām žurku grupām un atšķirību būtiskumu!

Kādā citā pētījumā tika noskaidrota sakarība starp žurku galvaskausa garumu, kas tāpat kā iepriekšējā pētījumā tika mērīts no skausta līdz degungalam, ar kopējo (absolūto) ožas receptoršūnu skaitu deguna gлотādas epitelijā.



I.6. attēls. Grafiks, kas attēlo sakarību starp galvaskausa garumu un ožas receptoršūnu skaitu deguna gлотādas epitēlijā

2.11. Jaut. [1 p.] Kas šajā pētījumā ir neatkarīgais mainīgais un kas – atkarīgais mainīgais?

2.12. Jaut. [1 p.] Kāda korelācija (pozitīva vai negatīva) ir novērota dotajā pētījumā? Izskaidro no anatomijas viedokļa, kāpēc izmainoties vienam no rādītājiem, mainās arī otrs?

2.13. Jaut. [3 p.] Izmantojot gan pētījuma par ožas receptoršūnām rezultātus, gan uzdevuma daļas sākumā pieminēto informāciju par mikrorajoniem, mēģiniet izskaidrot, kāpēc kādā no mikrorajoniem žurkām būtu evoļucionāri izdevīgāks kāds viens konkrēts galvaskausa garums, bet citā mikrorajonā – cits! Padomājiet arī par mikrorajona attālumu no pilsētas centra – kā tas varētu ietekmēt iedzīvotāju blīvumu abās teritorijās vai dažādu būvju klātbūtni katrā mikrorajonā?

2.14. Jaut. [2 p.] Zināms, ka vēl joprojām praktiski visā pasaulē, notiekot aktīvam urbanizācijas procesam, žurku – no cilvēka dzīvesstila atkarīgu dzīvnieku – skaits pilsētās pieaug. Nosauc divas negatīvas sekas žurku skaita pieaugumam pilsētās!

2.15. Jaut. [2 p.] Ja žurku skaita pieauguma pilsētās radītās negatīvās sekas pārsniedz pozitīvās, cilvēki bieži vien nosliecas par labu žurku populācijas samazināšanai. Nosauciet trīs veidus, kā to varētu izdarīt, un norādiet to metodi no nosauktajām, ko uzskatāt par vislabāko!

II UZDEVUMS

VĪRUSU SAFARI [50 P.]

Jēdziens VĪRUSS nāk no latīņu valodas vārda, kas nozīmē "inde". Kādā pētījumā vīrusu pētnieki jeb VIRUSOLOGI raksta šādi: "[Vīrusi] ir nedzīvas infekcizas būtnes, un labākajā gadījumā varētu teikt, ka tie vada [no šūnām] palienētu dzīvi".¹ Vīrusu pētniecībai ir ne tikvien teorētiska nozīme, palīdzot izprast robežu starp dzīvo un nedzīvo, bet arī praktiska nozīme, jo vīrusi izraisa daudzas slimības, piemēram, gripu, bakas, COVID-19, ērču encefalītu, trakumsērgu, AIDS un arī dažus vēža paveidus.

II-1. Virusoloģijas pamati [18 p.]

19. gadsimta beigās un 20. gadsimta sākumā tika veikti vairāki eksperimenti saistībā ar tabakas mozaīkas slimību, kas palēnina tabakas augu augšanu un uz to lapām rada mozaīkveida plankumus. Zemāk doti dažu eksperimentu apraksti:

- **Meiera eksperiments.** Ja vesela auga lapas apsmērē ar slimā auga sulu, veselais augs saslimst. Meieram neizdevās mikroskopā novērot slimības izraisītāju.
- **Ivanovska eksperiments.** Ja slimā auga lapu sulu izfiltrē caur filtru, kas paredzēts baktēriju aizturēšanai, balstoties uz to izmēru, tā joprojām var izraisīt tabakas mozaīkas slimību veselam augam.
- **Pirmais Beierinka eksperiments.** Ja slimā auga lapu sulu izfiltrē caur filtru, kas paredzēts baktēriju aizturēšanai, balstoties uz izmēru, tā joprojām var izraisīt tabakas mozaīkas slimību veselam augam. Ja eksperimentu atkārto ar tikko saslimušā auga sulu, tā joprojām var izraisīt tabakas mozaīkas slimību. Lai cik reizes eksperimentu neatkārtotu, katrs nākamais augs slimību tikpat smagi, cik iepriekšējais.
- **Otrais Beierinka eksperiments.** Beierinks centās kā varēdams, taču izaudzēt slimības izraisītāju ar tradicionālajām baktēriju audzēšanas metodēm – laboratorijas mēgenē vai uz Petri plates – izrādījās neiespējami.

1.1. Jaut. [3,5 p.] Balstoties uz dotajiem eksperimentiem, 1) novērtējet katru no zemāk dotajiem apgalvojumiem kā patiesu vai aplamu un 2) norādiet, no kura eksperimenta jūs secinājāt, ka konkrētais apgalvojums ir patiess vai aplams! Eksperimenti var atkārtoties vai netikt izmantoti vispār.

Apgalvojumi:

1. Tabakas mozaīkas slimības izraisītājs spēj vairoties.
2. Slimības izraisītājs spēj vairoties tikai tabakas augā.
3. Ivanovska eksperiments pierāda, ka slimības izraisītājs pilnīgi noteikti nevar būt baktērija.
4. Slimības simptomus izraisa kāda mikroorganisma izdalīts toksīns (t.i., diezgan vienkārša ķīmiska viela).

Balstoties uz sava eksperimenta rezultātiem, katrs no zinātniekiem izvirzīja kādu hipotēzi vai hipotēzes par slimības izraisītāju. Pēc katra eksperimenta izvirzīto hipotēzi vai hipotēzes mēģināja pārbaudīt nākamais eksperiments. Pēc Ivanovska eksperimenta tika izvirzītas divas hipotēzes, pēc pārējiem eksperimentiem – pa vienai. Hipotēzi, kuru Beierinks izvirzīja pēc sava otrā eksperimenta, pierādīja amerikānu zinātnieks Uendels Stenlijs, kurš 1935. gadā kristalizēja infekciju daļiņu, kas vēlāk tika nosaukta par tabakas mozaīkas vīrusu.

1.2. Jaut. [5 p.] Kādas hipotēzes izvirzīja katrs no zinātniekiem? Ierakstiet savu atbildi lodzinā, kas dots atbilstoši lapā! *Norāde: visas hipotēzes, izņemot hipotēzi, ko Beierinks izvirzīja pēc sava otrā eksperimenta, pieņem, ka slimības izraisītājs ir baktērija.*

Tagad, kad esam atklājuši vīrusus, varam pievērsties vīrusu pastāvēšanai kaut kur dzīvības pierobežā. Atbilstoši uz turpmākajiem jautājumiem, izmantojot skolā iegūtās zināšanas un secinājumus, ko izdarījāt, atbildot uz pirmajiem diviem jautājumiem!

¹[Viruses] are nonliving infectious entities that can be said, at best, to lead a kind of borrowed life.

1.3. Jaut. [2 p.] Zemāk dotas vairākas dzīvības pazīmes, no kurām dažas piemīt vīrusiem, dažas — nepiemīt. Izvēlieties vienu pazīmi, kas, jūsuprāt, piemīt vīrusiem (t.i., kuru procesus tie spēj nodrošināt neatkarīgi no šūnām) un pamatojiet, kāpēc šī pazīme piemīt vīrusiem! Dotās dzīvības pazīmes:

1. augšana un attīstība,
2. augsti organizēta struktūra,
3. reakcija uz apkārtējo vidi,
4. kustība,
5. organismu iekšējās vides regulācija,
6. spēja evolucionēt,
7. vairošanās,
8. vielmaiņa.

Parvovīrusi ir vīrusu dzimta, kas inficē dzīvniekus un izraisa smagas saslimšanas sunēm un kaķiem. Tie ir arī vieni no mazākajiem vīrusiem — tipiska parvovīrusa izmērs ir vien $23\text{-}28 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$).

Vīruss *Pandoravirus salinus* inficē dūņas dzīvojošus viensūnus, un tas ir viens no lielākajiem zināmajiem vīrusiem — dažu individuālu izmērs sasniedz pat $1 \mu\text{m}$ ($1 \mu\text{m} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}$).

1.4. Jaut. [1 p.] Kur zemāk dotajā rindā atrodami parvovīrusi un kur atrodams *Pandoravirus salinus*? Atbilžu lapā norādīet katram vīrusam atbilstošo burtu!

Dažādas (bioloģiskas) struktūras, sakārtotas secībā no mazākās uz lielāko:

Ūdens molekula (izmērs $0,3 \text{ nm}$) → A → tauku molekula → B → pepsīna (kuņķa enzīms, kas šķēl olbaltumvielas) molekula → C → ribosoma → D → parasta izmēra vīruss → E → mitohondrijs → F → šūnas kodols → G → cilvēka olšūna (lielākā cilvēka šūna — izmērs $100 \mu\text{m}$).

1.5. Jaut. [1,5 p.] Iespēja iegūt papildpunktū: katram burtam virknē norādīet vienu dzīvnieka šūnā sastopamu atbilstoša izmēra struktūru!

Visiem vīrusiem ir divas pamatsastāvdaļas (skat.

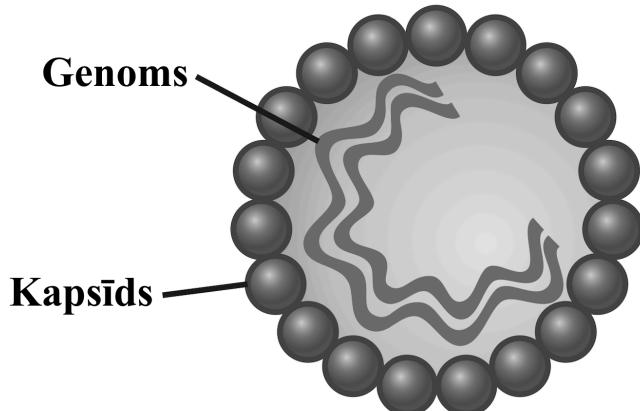
II.1. attēlu:

- GENOMS, kas sastāv no nukleīnskābēm (DNS vai RNS);
- apvalks jeb KAPSĪDS, kas sastāv no proteīniem (olbaltumvielām).

1.6. Jaut. [3 p.] Nosauciet genoma funkciju un divas kapsīda funkcijas!

Vīrusus mēdz dēvēt par obligātiem iekššūnu parazītiem, jo ārpus šūnas vīruss ir tikai molekulu komplekss, bet, nonākot šūnā, vīrusi spēj izmantot šūnas resursus, lai vairotos. Tomēr katrs vīruss var inficēt tikai konkrētu organismu. Dažu vīrusu SAIMNIEKORGANISMU LOKS ir plašs — no odiem līdz zirgiem, bet citi vīrusi spēj inficēt vien konkrētu tipa cilvēka šūnas.

1.7. Jaut. [2 p.] Nosauciet divus faktorus, kas nosaka vīrusa saimniekorganismu loku! Citiem vārdiem — kāpēc tabakas mozaīkas vīruss nevar inficēt cilvēka šūnas? *Norāde: apdomājiet genoma un jo īpaši kapsīda funkcijas, ko norādījāt iepriekšējā jautājumā!*



II.1. attēls. Vīrusa uzbūves shēma.

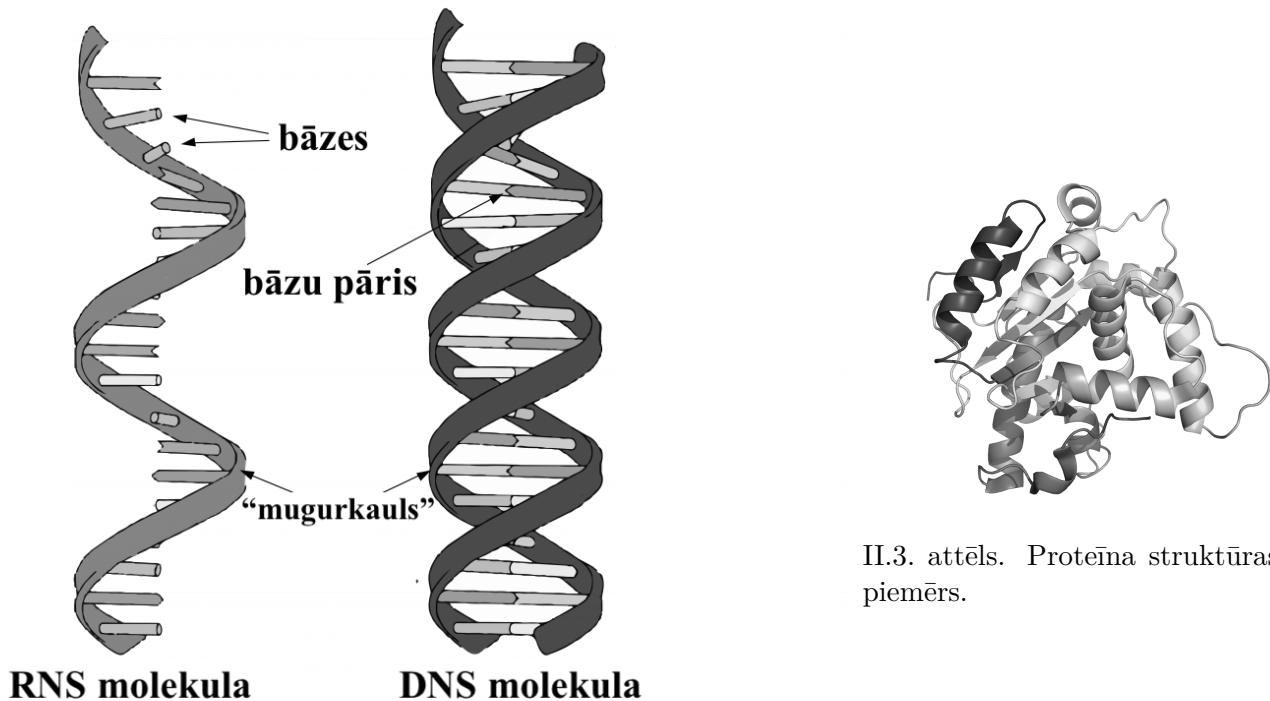
Bioloģijas centrālā dogma

Svarīga piezīme: šajā sadalījā nav jautājumu, bet tā satur būtisku teorētisku informāciju, kas nepieciešama, lai atrisinātu pārējos jautājumus šajā uzdevumā. Ja esat labi pazīstami ar bioloģijas centrālo dogmu (DNA → RNA → proteīns), varat šo sadalījumu nelasīt.

Bioloģijas centrālā dogma (sengrieķu valodā *dogma* — pieņēmums, princips) ir nozīmīga ideja, uz kuru balstās teju visa mūsdienību bioloģija. Lai saprastu bioloģijas centrālo dogmu, nepieciešams zināt dažus terminus:

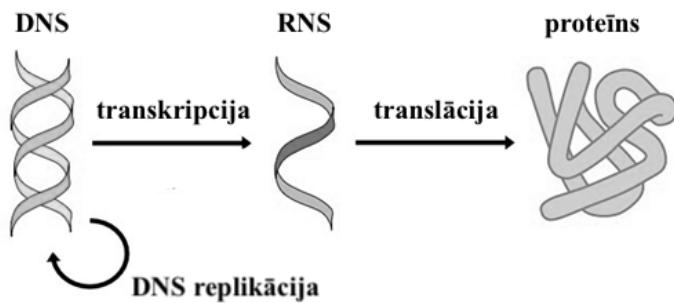
- DNS – ķīmiska viela, kas satur organisma ģenētisko (iedzīmtības) informāciju. Pēc savas uzbūves DNS ir kā divas kopā savītas lentas jeb "mugurkauli", kurām piestiprinātas četras dažādas *bāzes*, kas ir pa pāriem savienotas savā starpā. Ģenētiskā informācija ir iekodēta bāzu secībā (skat. II.2. attēlu).
- RNS – ķīmiska viela, kas pēc savas uzbūves ir ļoti līdzīga DNS, bet satur tikai vienu ķēdi, nevis divas. Starp DNS un RNS ir arī citas atšķirības, taču šim uzdevumam tās nebūs būtiskas. (skat. II.2. attēlu).

Piezīme: burts S saīsinājumos DNS un RNS nozīmē "skābe", tāpēc turpmākajā tekstā redzēsit tādas frāzes kā "šī RNS" vai "DNS ir redzama".
- PROTEĪNI jeb olbaltumvielas – plaša ķīmisku vielu grupa, kas nodrošina gandrīz visas organismam nepieciešamās funkcijas, kā, piemēram, barības vielu sašķelšanu (šos proteīnus un proteīnus, kas katalizē citas ķīmiskās reakcijas šūnā, dēvē par ENZĪMIEM), imunitāti, spēju kustēties, šūnu struktūru, barības vielu uzglabāšanu, organisma darbības regulāciju utt., tāpēc proteīni nosaka organisma izskatu un darbību. Katrs proteīns ir ķēdei līdzīga molekula, kas salocījusies noteiktā veidā. Proteīna ķēdes posmi ir pavisam atšķirīgi no DNS un RNS ķēdes posmiem (skat. II.3. attēlu).
- TRANSKRIPCIJA – process, kurā tiek izveidota RNS ķēde, izmantojot konkrētu DNS ķēdes fragmentu (gēnu) kā paraugu (DNS tiek "pārrakstīta" uz RNS – transkripcija pašai DNS nekādi nekaitē). Transkripciju var salīdzināt ar situāciju, kad vecmāmiņas pankūku recepte tiek pārrakstīta tev saprotamā rokrakstā. Transkripciju nodrošina īpaši transkripcijas enzīmi (proteīni).
- TRANSLĀCIJA – process, kurā tiek izveidots proteīns, izmantojot RNS ķēdi kā paraugu (RNS tiek "pārtulkota" uz proteīna ķēdi – translācija pašai RNS nekādi nekaitē). Translāciju var salīdzināt ar situāciju, kad tu izmanto pārrakstīto recepti, lai uzceptu pankūkas. Translāciju nodrošina īpaši molekulu kompleksi – RIBOSOMAS –, kuru sastāvā ir proteīni un RNS molekulās.
- DNS REPLIKĀCIJA – process, kur viena DNS molekula tiek izmantota kā paraugs, lai izveidotu vēl vienu DNS molekulu. Replikācija parasti notiek pirms šūna sadalās divās meitšūnās, lai daloties netiktu zaudēta ģenētiskā informācija, taču dažreiz replikācija var notikt arī citos apstākļos. Replikāciju nodrošina īpaši replikācijas enzīmi (proteīni).



II.2. attēls. DNS un RNS molekulas fragmenti

BIOLOGIJAS CENTRĀLĀ DOGMA nosaka principu, pēc kura visas iepriekš minētās vielas un procesi ir saistīti, konkrētāk, bioloģijas centrālā dogma apgalvo, ka informācija šūnā vienmēr virzienā no DNS uz RNS, uz proteīniem (skat. II.4. attēlu).



II.4. attēls. Bioloģijas centrālā dogma.

II-2. Vīrusu dzīves cikli [17,5 p.]

Ja viens vīruss nonāk šūnā, no tā var rasties tūkstošiem jaunu vīrusu, bet vīrusam vispirms ir jāiekļūst šūnā. Vīrusam ieklūt šūnā palīdz kapsīda proteīni, kas spēj savienoties uz šūnas virsmas esošajiem proteīniem un pārliecināt šūnu ielaist vīrusu.

2.1. Jaut. [0,5 p.] Kā mēdz dēvēt SARS-CoV-2 (vīruss, kas izraisa COVID-19) kapsīda proteīnus, kas palīdz tam ieklūt cilvēka plaušu šūnās? Apvelciet pareizo variantu (atbilžu lapā)!

2.2. Jaut. [1,5 p.] Vai šūnā ir jānonāk visam vīrusam, lai tas spētu vairoties? Varbūt pietiek tikai ar genomu vai tikai ar kapsīdu? Pamatojiet atbildi, izmantojot bioloģijas centrālo dogmu!

Kā baktērijas, tā baobabi savas ģenētiskās informācijas glabāšanai izmanto DNS, bet tas ne vienmēr attiecas uz vīrusiem. Daļa vīrusu kā ģenētiskās informācijas glabātāju izmanto DNS, daļa – RNS, tādēļ vīrusu uzvedība dažreiz var neatbilst bioloģijas centrālajai dogmai. Tomēr vīrusa saimniekšūnas uzvedība gan vienmēr atbilst bioloģijas centrālajai dogmai, un vīrusu ģenētiskais materiāls vienmēr kalpo kā instrukcijas kapsīda proteīnu pagatavošanai. Vīrusiem raksturīgs, ka vīrusa sastāvdaļas šūnā var spontāni ”salipt”, veidojot jaunus vīrusus.

Papilomas vīrusi (*Papillomaviridae*) kā ģenētiskās informācijas glabātāju izmanto DNS. Pie papilomas vīrusiem pieder arī cilvēka papilomas vīruss (CPV), kas izraisa dažādu kārpu veidošanos un t.s. ”pirmsvēža bojājumus”, kuri var novest pie vēža attīstības. Teju visi dzemdes kakla vēža gadījumi ir CPV izraisīti, bet no šīs slimības pasargā vakcīna, kuru vēlams saņemt pusaudža vecumā pirms dzimumattiecību uzsākšanas.

2.3. Jaut. [1,5 p.] Iztēlosimies, ka kāds papilomas vīruss ir inficējis cilvēka ādas šūnu! Izmantojot iepriekš doto informāciju, aprakstiet, kā no vienas šūnā nonākuša vīrusa genoma kopjas (t.i., vienas DNS molekulas) var rasties tūkstošiem vīrusu!

2.4. Jaut. [3 p.] Kā jau minēts iepriekš, vīrusus mēdz dēvēt par obligātiem iekšķīnu parazītiem, jo vīrusiem ir nepieciešami šūnas resursi, lai vairotos. Nemot vērā savu atbildi uz iepriekšējo jautājumu, nosauciet sešus veidus, kā papilomas vīruss izmanto šūnas resursus vairošanās procesā (t.i., kamēr tas iziet centrālo dogmu).

Koronavīrusu (*Coronaviridae*) genoms sastāv no RNS (t.i., koronavīrusi kā savu ģenētisko materiālu izmanto RNS). Daudzi koronavīrusi cilvēkiem izraisa vieglu saauksēšanos, bet tie var izraisīt arī smagākas slimības, kā smago akūto respiratoro sindromu (SARS), ko izraisa koronavīruss SARS-CoV-1, un COVID-19, ko izraisa koronavīruss SARS-CoV-2.

Vīrusiem, kuru genoms sastāv no RNS, vairošanās procesā ir jāpārvar būtisks izaicinājums – saimniekšūna nespēj nodrošināt RNS pavairošanu.

2.5. Jaut. [1 p.] Pamatojiet, kāpēc RNS vīrusiem ir grūti pavairot savu genomu! *Norāde: izmantojiet bioloģijas centrālo dogmu!*

Lai atrisinātu iepriekšējos divos jautājumos aplūkoto problēmu, proti, šūna nespēj pavairot (vīrusa) RNS, ir iespējami divi risinājumi. Abi risinājumi balstās uz to, ka pats vīruss nodrošina kāda konkrēta enzīma, kurš spēj pavairot RNS, klātbūtni saimniekšūnā.

2.6. Jaut. [0,5 p.] Kurai no dabasvielu klasēm pieder enzīmi?

2.7. Jaut. [1 p.] Kāds termins (divi vārdi) raksturo procesu, kuru nodrošina šis enzīms? *Norāde: izmantojiet savu atbildi uz 2.5. jautājumu un apvienojiet bioloģijas centrālajā dogmā izmantotos terminus!*

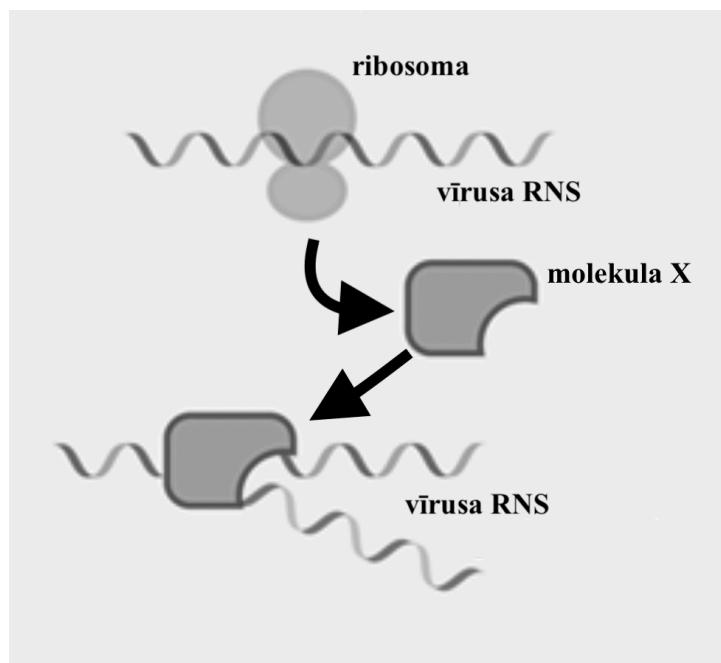
2.8. Jaut. [1 p.] Atbilžu lapā ir dota II.4. attēla kopija. Izmantojot attēlā esošās bultiņas kā paraugu, iezīmējiet tajā vēl vienu bultiņu, kas atbilst procesam, kuru nosaucāt iepriekšējā jautājumā!

2.9. Jaut. [2 p.] Izmantojot bioloģijas centrālo dogmu, norādiet divus iespējamos risinājumus, kā RNS vīrusi var nodrošināt šī enzīma klātbūtni saimniekorganisma šūnās! *Norāde: lai attēlotu vīrusus, kas izmanto vienu no risinājumiem, II.1. attēlā redzamā shēma būtu jāpapildina.*

2.10. Jaut. [0,5 p.] Uz kuru no risinājumiem (atbilstoši rāmītim, kurā esat to ierakstījuši atbilžu lapā) attiecas 2.9. jautājumā dotā norāde (t.i., kuru risinājumu izmanto vīrusi, kuru attēlošanai II.1. attēlā dotā shēma būtu jāpapildina)?

2.11. Jaut. [1,5 p.] Papildiniet atbilžu lapā doto II.1. attēla kopiju ar trūkstošo struktūru! Atzīmējiet sastāvdaļu ar līniju un pierakstiet tās nosaukumu (līdzīgi tam, kā ir atzīmēts genoms un kapsīds)!

2.12. Jaut. [0,5 p.] Kuru no abiem risinājumiem (atbilstoši rāmītim, kurā esat to ierakstījuši atbilžu lapā) izmanto SARS-CoV-2, ja zināms, ka II.5. attēlā parādīta metode, ar kuru šis vīruss pavairo savu genomu? *Norāde: molekulas X nosaukums nav dots, jo tās nosaukums, kāmiskā klasifikācija un funkcija jums jau bija jānorāda kā vairāku iepriekšējo jautājumu atbildes.*



II.5. attēls. SARS-CoV-2 genoma pavairošanas stratēģija.

Ja esat uzmanīgi lasījuši līdz šim doto informāciju un apdomīgi atbildējuši uz jautājumiem, esat iepazinuši 3 dažādas funkcijas, ko veic RNS. II.5. attēlā viena no šim funkcijām ir skaidri parādīta, divas attēlotas netiesā veidā.

2.13. Jaut. [3 p.] Nosauciet visas trīs līdz šim aplūkotās RNS funkcijas un paskaidrojet, kā katra no tām ir parādīta II.5. attēlā!

II-3. Kovidlaika tehnoloģijas [14,5 p.]

REVERSĀ TRANSKRIPTĀZES POLIMERĀZES ĶĒDES REAKCIJA (RT-PKR) ir molekulārās bioloģijas metode, kam ir plašs un daudzveidīgs pielietojums pētniecībā, bet COVID-19 pandēmijas laikā sabiedrība to iepazina kā COVID-19 diagnostikas metodi. Šīs metodes nosaukums var šķist grūts un biedējošs tāpēc aplūkosim to pa solišiem. TRANSKRIPTĀZE ir enzīms, kas nodrošina transkripciju. REVERSĀ TRANSKRIPTĀZE ir enzīms, kas nodrošina REVERSO TRANSKRIPCIJU, tas ir, transkripciju "pretējā virzienā".

3.1. Jaut. [0,5 p.] Kurš apraksts (atbilžu lapā) atbilst transkripcijas procesam? Kurš apraksts atbilst reversā transkripcijas procesam?

3.2. Jaut. [0,5 p.] Iezīmējiet atbilžu lapā dotajā bioloģijas centrālās dogmas shēmā bultiņu, kas apzīmētu reverso transkripciju!

Kā jau vairums bioloģijas centrālās dogmas pārkāpumu, arī reversā transkripcija nāk no vīrusu valstības. Vīrusus, kuri sev līdzī nēsā reverso transkriptāzi, dēvē par retrovīrusiem. Pazīstamākais retrovīruss ir cilvēka imūndeficīta vīruss jeb HIV, kurš inficē cilvēka imūnšūnas un izraisa akūto imūndeficīta sindromu jeb AIDS. Cilvēkiem, kuri slimī ar AIDS ir ļoti novājināta imūnsistēma, tādēļ pat nelielas iesnas (tās, starp citu, arī parasti izraisa kāds vīruss) viņiem var izrādīties nāvējošas.

Ar HIV var inficēties nonākot tiešā saskarē ar HIV inficēta cilvēka ķermeņa šķidrumiem (galvenokārt – asinīm), piemēram, ja tie nonāk atvērtā brūcē vai acīs, intravenozi lietojot narkotikas un daloties ar adatām, seksuālu kontaktu laikā, arī jaundzimušais var tikt inficēts dzemdību laikā, ja viņa māte ir inficēta ar HIV. Ar HIV inficēts cilvēks, kurš lieto pretvīrusu medikamentus, var dzīvot normālu dzīvi un nevar inficēt citus, taču no HIV infekcijas nav iespējams atbrīvoties pavisam.

3.3. Jaut. [0,5 p.] No kā sastāv HIV genoms, ja zināms, ka HIV ir retrovīruss?

HIV un citiem retrovīrusiem raksturīga spēja veidot PROVĪRUSUS, proti, vīrusa genoma fragmentus, kas spēj integrēties šūnas genomā un klūt par pastāvīgu šūnas genoma daļu, tādēļ arī no HIV infekcijas nevar atbrīvoties pavisam. Kad vīrusa genoms ir klūvis par parastu šūnas genoma daļu, vīrusa proteīni tiek ražoti tāpat kā jebkurš šūnas proteīns – atbilstoši bioloģijas centrālajai dogmai. Apmēram 8% cilvēka genoma sastāv no seniem, neaktīviem provīrusiem.

3.4. Jaut. [1,5 p.] Iztēlojieties, ka cilvēka imūnšūnu tikko ir inficējis HIV! Aprakstiet, kā tas klūst par provīrusu! Izmantojiet augstāk doto informāciju par reverso transkripciju!

Turpinām šķetināt REVERSĀS TRANSKRIPTĀZES POLIMERĀZES ĶĒDES REAKCIJAS jēdzienu. Tagad pievērsīsimies otrajai – polimerāzes ķēdes reakcijas (PKR) – daļai. Par POLIMERĀZI šajā kontekstā dēvē enzīmu, kas nodrošina DNS replikāciju, tātad no vienas DNS molekulas spēj izveidot divas. Ja šis process notiek cikliski, tad vispirms no vienas molekulas tiek izveidotas divas, tad no divām molekulām – četras, no četrām – astoņas utt. Šī ĶĒDES REAKCIJA izraisa DNS molekulu skaits eksponenciālu pieaugumu.

3.5. Jaut. [2 p.] Aprēķiniet, cik ilgs laiks nepieciešams, lai no vienas DNS molekulas iegūtu 1024 molekulas, ja zināms, ka viens PKR cikls ilgst 2 minūtes! Parādīet aprēķinu gaitu! *Norāde: DNS molekulu skaitu n un PKR ciklu skaitu q, kas nepieciešams n molekulu iegūšanai saista formula $n = 2^{q-1}$*

Vēl viena būtiska PKR īpašība ir reakcijas specifiskums, proti, reakcija var pavairot nevis visu DNS molekulu, bet konkrētu molekulas fragmentu. Tātad ar PKR var pārbaudīt vai kāda konkrēta, piemēram, vīrusam raksturīga DNS sekvence ir sastopama paraugā un cik daudz tās ir.

3.6. Jaut. [1,5 p.] Izmantojot iepriekšējā jautājumā gūto pieredzi, paskaidrojet, kāds būs PKR rezultāts (t.i., aptuvens (nevajag rēķināt) iegūto molekulu skaits), ja paraugā

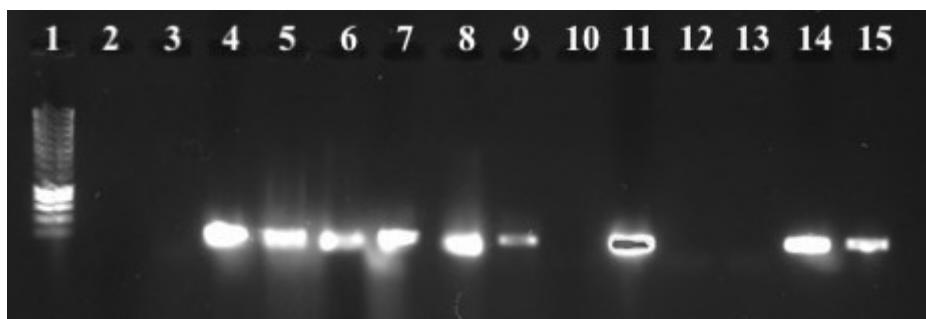
- ir viens vīrusa DNS sekvences fragments,
- ir 100 vīrusa sekvences fragmenti,
- nav neviens vīrusa sekvences fragmenti!

II.6. attēlā parādīti kādas PKR reakcijas rezultāti, kuros tika pārbaudīta 14 dažādu specifisku DNS fragmentu klātbūtnē dotajā paraugā. Jo spožāks plankums redzams kādā ailītē, jo vairāk DNS ir konkrētajā paraugā. 1. ailīte ir kontrolparaugs, kas parāda, ka DNS noteikšana ir bijusi veiksmīga, bet spožais plankums 11. ailītē ir īpaši spožs (detektors nespēj uztvert tik spožu signālu, tādēļ tas "pārplūst" (*overflows*) uz melnu).

3.7. Jaut. [2 p.] Izmantojot PKR aprakstu un II.6. attēlu, novērtējiet katru no dotajiem apgalvojumiem kā patiesu vai aplamu.

Dotie apgalvojumi:

- Ceturtais reakcijā tika saražots vairāk DNS nekā devītais reakcijā.
- Specifisks DNS fragments, kura klātbūtnē tika pārbaudīta 14. reakcijā, bija sastopams paraugā.
- Ja nebūtu redzams kontrolparaugs (1. ailīte), reakcijas rezultātu nevarētu izmantot – ja detektors nav uztvēris kontrolparaugu, var gadīties, ka arī kādā no tumšajām ailītēm ir DNS, kura nav pamānīta.
- Specifisks DNS fragments, kura klātbūtnē tika pārbaudīta 3. reakcijā, bija sastopams paraugā.



II.6. attēls. PKR reakcijas rezultātu piemērs.

3.8. Jaut. [3,5 p.] Kad nu esat iepazinuši SARS-CoV-2 vīrusu un RT-PKR darbības principu, izskaidrojiet, kā notiek COVID-19 diagnostika! Zemāk dotajā tekstā ar n. apzīmēti trūkstoši jēdzieni. Atbilžu lapā ierakstiet katrai vietai atbilstošo jēdzienu (locījumam nav nozīmes)! *Norāde: izmantojiet JĒDZIENUS, kurus esat apguvuši šī uzdevuma risināšanas laikā!*

COVID-19 diagnostika ar RT-PKR sākas ar parauga paņemšanu no pacienta kakla un deguna. Ja paraugā ir sastopams SARS-CoV-2 vīrus, tad pacientam visticamāk ir COVID-19. Tā koronavīrusiem 1. sastāv no 2., vispirms no paraugā esošās 2. tiek iegūta 3., izmantojot 4., kas iegūta no kāda retrovīrusa. Šo procesu dēvē par 5.. Vīrusa otra pamatsastāvdaļa – 6. – netiek izmantota RT-PKR diagnostikā. 3. ieguve ir nepieciešama, lai varētu veikt 7., kurā tiek pavairoti SARS-CoV-2 vīrusam raksturīgi 3. fragmenti. Ja 7. rezultātā tiek iegūts liels daudzums 3., var diezgan droši teikt, ka pacents slimis ar COVID-19.

Kāda pilnīgi jauna tehnoloģija, kas parādījās COVID-19 pandēmijas rezultātā ir RNS vakcīnas. Visu pretvīrusu vakcīnu darbības pamatprincips ir tāds, ka organismā imūnsistēma saskaras ar kādu no vīrusa kapsīda proteīniem, lai organismā iemācītos šo vīrusa sastāvdaļu atpazīt kā iebruceju. Ja organismu vēlāk inficē vīrus, tad organismā pēc kapsīda proteīna spēj atpazīt visu vīrusu un ātri to iznīcināt. Klasiskas vakcīnas aktīvā sastāvdaļa ir vīrusa kapsīda proteīns. RNS vakcīnas galvenā sastāvdaļa ir vīrusa genoma fragments, kas satur instrukcijas šī kapsīda proteīna pagatavošanai.

3.9. Jaut. [1 p.] Kāpēc nevar vakcīnā nevar iekļaut visu vīrusa genomu? *Norāde: apdomājiet savas atbildes uz 1.6. jautājumu un 2.2. jautājumu!*

3.10. Jaut. [1,5 p.] Izmantojot bioloģijas centrālo dogmu, izskaidrojiet, kas notiek šūnā, kad tajā nonāk vīrusa RNS fragments no RNS vakcīnas!

III UZDEVUMS

BIOLOGISKĀ VARAVĪKSNE [48 P.]

Gan jau fizikas stundās esat dzirdējuši, ka katra viela absorbē dažu garumu gaismas vilņus, bet citu garumu gaismas vilni tiek atstaroti. Atstarotā gaisma tiek nogādāta līdz cilvēka acij, un rodas krāsains attēls. Taču kāpēc vielas absorbē tikai dažu garumu gaismas vilņus? Kā pigmentiem nosaka krāsu? Kāpēc dažas krāsas organismiem ir izdevīgākas par citām? Uz visiem šiem jautājumiem atbildes radīsi šajā uzdevumā.

III-1. Furiji ir visur! [15 p.]

1.1. Jaut. [3 p.] Viens C atoms veido [divas/trīs/četras/piecas] kovalentās saites. Vienkāršo saiti veido [$\alpha/\beta/\sigma/\pi$] molekulārā orbitāle, bet dubulto saiti veido [α un π/β un π/σ un π/δ un π] molekulārās orbitāle. Dubultsaitēs π saites saraušanai nepieciešama mazāka enerģija, tāpēc π saiti C_2H_4 molekulā ir [vieglāk/grūtāk/tikpat grūti] saraut, cik saiti H_2 molekulā. Saraušanas procesā viens no saites elektroniem [absorbē/atstaro/caurstaro/izstaro] fotonu ar attiecīgo enerģiju. Lielas organiskās molekulas var absorbēt gaismu ar dažādiem vilņu garumiem, un mēs tās redzam krāsainas, jo daļu no redzamās gaismas tās atstaro vai caurlaiž. Piemēram, plaši sastopamais pigments hlorofils [absorbē/caurlaiž/izstaro/apēd] zaļo gaismu.

Zinātnieki Antarktīdā atklājuši jaunu organismu iedalījumu - pūkaiņus. Tiem raksturīgs unikāli spilgtas pigmenti slejerīnu, kas plaši sastopams to ārējā apmatojumā. Spektroskopiskā pētījumā tika noteikta pigmenta absorbācija dažādos redzamās gaismas vilņu garumos. *Redzamās gaismas spektrs ir: violets (380-420 nm), zils (420-500 nm), zaļš (500-570 nm), dzeltens (570-580) nm, oranžs (580-615 nm), sarkans (615-770 nm).* Ievāktie dati doti tabulā. Izmantojot slejerīna mēriņumus un savas zināšanas par pigmentiem, atbildiet uz zinātnieku jautājumiem!

Vilņa garums, nm	380	400	420	440	460	480	500	520	540
Absorbcija, AU	0,07	0,28	0,40	0,69	0,59	0,24	0,17	0,27	0,09
<hr/>									
Vilņa garums, nm	560	580	600	620	640	660	680	700	720
Absorbcija, AU	0,37	0,89	1,10	1,35	0,74	0,79	0,13	0,02	0,00

III.1. Tabula. Slejerīna absorbcijas vērtības redzamajā gaismas spektrā.

1.2. Jaut. [1 p.] Kāds ir slejerīna absorbcijas maksimums (μm)?

1.3. Jaut. [1 p.] Kādas krāsas gaismu vismazāk atstaro slejerīns?

1.4. Jaut. [1 p.] Kādā krāsā visiespējamāk ir Pūkaiņu valsts īpatnī?

1.5. Jaut. [4 p.] Grafiski attēlo slejerīna redzamās gaismas **refrakcijas** spektru! Paturi prātā, ka vielas maksimālā absorbcija jebkurā vilni garumā ir 2 AU (refrakcija (AU) = 2 - absorbcija (AU))!

1.6. Jaut. [3 p.] Savieno pigmentu ar tam attiecīgo krāsu un diviem orgāniem, kas to satur!

Pigments	Krāsas	Orgāns	Orgāns
Karotīns	Sarkans, Violets, Zils	Rozes kauslapa	Putnēdājzirnekļa asinis
Hemocianīns	Zaļš	Cilvēka asinis	Mellenes oga
Antocianīns	Dzeltens, Oranžs	Rozes vainaglapa	Pienenes putekšņi
Hemoglobīns	Zils	Pakavkrabja asinis	Pienenes lapa
Hlorofils	Sarkans	Burkāna sakne	Vistas asinis

III.2. Tabula. Pigmenti, krāsas un orgāni 1.5. jautājuma izpildei.

1.7. Jaut. [2 p.] Šī raksturo fotopigmenta hlorofila funkciju! Kāpēc tam svarīgi būt krāsainam?

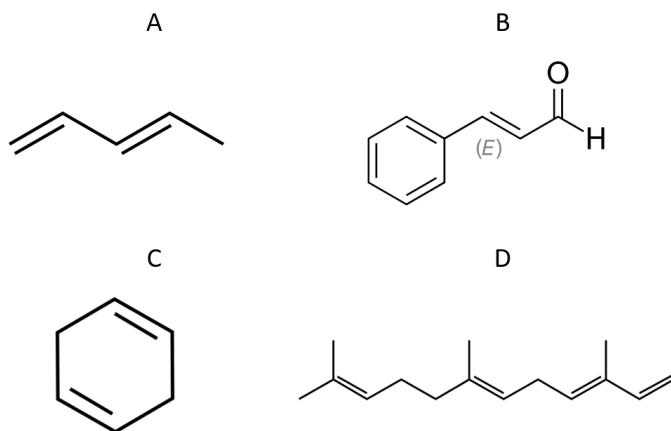
III-2. Modelis bez drēbēm - skandalozi, ne? [18 p.]

Pēc savu zināšanu pierādīšanas par pigmentiem un to absorbciiju, varam ķerties klāt pie ķīmijas! Kā izrādās, par dabas krāšņumu mums lielā mērā jāpasakās tieši organiskajai ķīmijai. Ķīmiskās kovalentās saites, kas veidojas starp atomiem iedalās 2 veidos, σ un π , kurā katras sastāv no diviem elektroniem. Vienkāršās saitēs ir viena vienīga σ saite, dubultajās saitēs ir gan σ , gan π saite, bet trīskāršajās — viena σ un divas π saites.

Katram atoma elektronam ir sava orbitāle. Kad elektrons no viena atoma satiekas ar cita atoma elektronu, to orbitāles var savienoties veidojot **molekulāro orbitāli (MO)**. Katrai π saitei ir četras MO — zemas energijas (σ) un (π) un augstas energijas (σ^*) un (π^*). Kad molekula ar dubultsaiti absorbē gaismu ar atbilstošu vilna garumu, viens no π MO elektroniem tiek ierosināts un pāriet uz π^* orbitāli. Tieks ierosināts π elektrons, jo π saite ir vājāka nekā σ . Attiecīgi, šāda garuma vilnis tiks absorbēts, veidojot absorbcijas spektru un piešķirot vielai krāsu. Piemēram, lai veiktu pāreju etēna (C_2H_4) dubultsaitei, ir nepieciešama augstas energijas UV gaisma (165 nm), tātad etēns absorbē 165 nm gaismu.

Lai gan nepieciešamā gaisma etēna orbitālu pārejai ir ārpus redzamā gaismas spektra, lielākām molekulām tā parasti būs ar zemāku energiju, proti, redzama. Tā notiek, jo šādās molekulās veidojas **konjugētas sistēmas** — ķēdes ar vismaz trīs savienotām π orbitālēm. Tās veido pamīsus izkārtotas vienkāršās un dubultās saites vai arī atomi ar nedalītiem elektronu pāriem. Šajās sistēmās elektroni ir delokalizēti jeb dalīti starp blakus esošiem atomiem, pazeminot nepieciešamo energiju MO pārejai un uzlabojot molekulas stabilitāti. Svarīgi minēt, ka konjugētās sistēmas vienmēr sākas un beidzas ar dubultsaiti vai atomu ar nedalītu elektronu pāri (parasti skābekli/slāpekli).

Re, cik interesanti! Tagad tikai jānoskaidro, kā noteikt atomu skaitu kādā molekulas konjugētajā sistēmā. Pirmais solis ir sameklēt pamīsus izkārtoto vienkāršo/dubulto saišu ķēdes. Ja starp dubultsaitēm ir divas vienkāršās saites, tā vairs nav konjugēta saite. Otrais solis ir noteikt visgarāko ķēdi, arī ja ķēde sastāv no vairākiem zariem vai O atomiem. Pēdējais solis ir noteikt ķēdes atomu skaitu, piemēram III.1. attēlā A molekulas konjugētajai sistēmai ir 4 atomi, B molekulai — 10, bet C molekulai nav konjugētas sistēmas.



III.1. attēls. Piemēri konjugētās sistēmas garuma noteikšanai.

2.1. Jaut. [1,5 p.] Nosaki vielas D konjugētās sistēmas garumu!

2.2. Jaut. [6 p.] Izmantojot zemāk dotās formulas un vērtības, izved modeli (formulu), pēc kura var aprēķināt, kādu vilni absorbē molekula, zinot tās lielākās konjugētās sistēmas garumu! Citos vārdos, matemātiski izsaki λ pēc N ! Iegūtā formula būs vajadzīga turpmākajiem jautājumiem, tāpēc nepadodies un izpildi jautājumu līdz galam. Nebaidies paprasīt komandas biedra palīdzību. :)

Visu simbolu skaidrojumi un konstanšu vērtības dotas šeit:

- E – enerģija;
- h – Planka konstante $6,626 \times 10^{-34}$ J s;
- \hbar – reducētā Planka konstante;
- c – gaismas ātrums 3×10^8 m s $^{-1}$;
- λ – vilna garums;

- N – atomu skaits konjugētajā sistēmā;
- m – elektrona masa $9,109 \times 10^{-31}$ kg;
- a – attālums starp atomiem 10^{-10} m;

Fotona energijas vienādojums:

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda}. \quad (\text{III-1})$$

Pauli princips, ar kuru izsaka katra energijas līmeņa energiju:

$$E_{N/2} = \frac{\hbar^2 \pi^2 (N/2)^2}{2ma^2(N-1)^2}. \quad (\text{III-2})$$

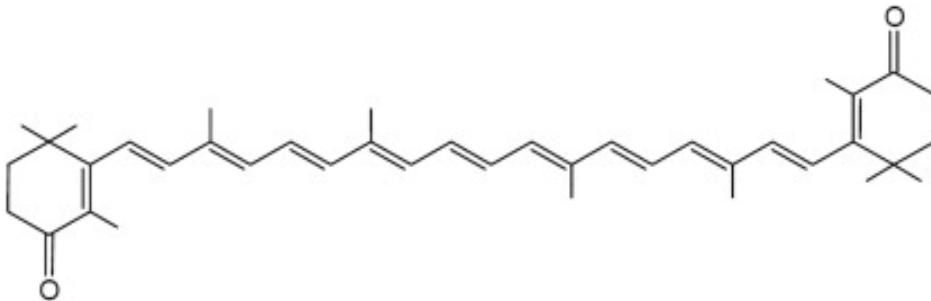
Reducētās Planka konstantes pārveidojuma formula:

$$\hbar = \frac{h}{2\pi}. \quad (\text{III-3})$$

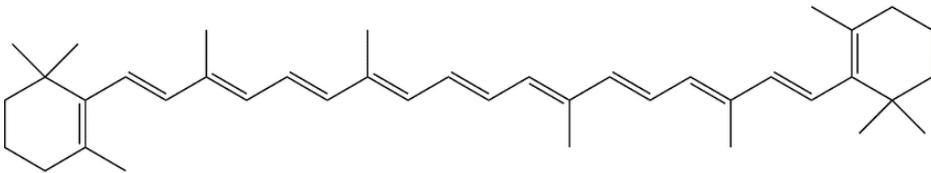
Trīs padomi:

- Fotona energija atbilst pārejai starp zemāko ($E_{N/2}$) un augstāko ($E_{(N/2)+1}$) energijas līmeni. Citiem vārdiem sakot, $E_{(N/2)+1} - E_{N/2} = \Delta E$.
- Lai aprēķinātu augstākā energijas līmeņa energiju, III-2 formulas skaitītājā aizvieto $N/2$ ar $(N/2) + 1$, saucēju nemaini (fizika ir weird).
- Darbību secība: iznes reizinātāju, kāpinot atver iekavas, iegūto ΔE ievieto vienādojumā III-1 un vienkāršo. Beigās \hbar pārveido par h un izsaki λ .
- Lai pārliecinātos par rezultātu, dodam priekšā, ka ar $N = 10$, $\lambda = 243nm$.

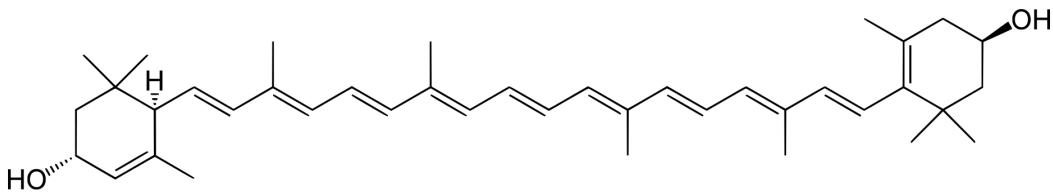
2.3. Jaut. [1.5 p.] Turpmākajos jautājumos aplūkosim augu pigmentus, kuri doti III.2. attēlā. Nosaki atomu skaitu katras pigmenta konjugētajā sistēmā!



(a)



(b)



(c)

III.2. attēls. a – kantaksantīns, b – β -karotīns, c – luteīns.

2.4. Jaut. [2 p.] Izmantojot 2.2. jautājumā iegūto formulu, aprēķini katras pigmenta vidējo absorbējumu punktu! Labi... ja nesanāca, izmanto šo formulu:

$$\lambda = \frac{8mca^2(N-1)^2}{h(N+1)}$$

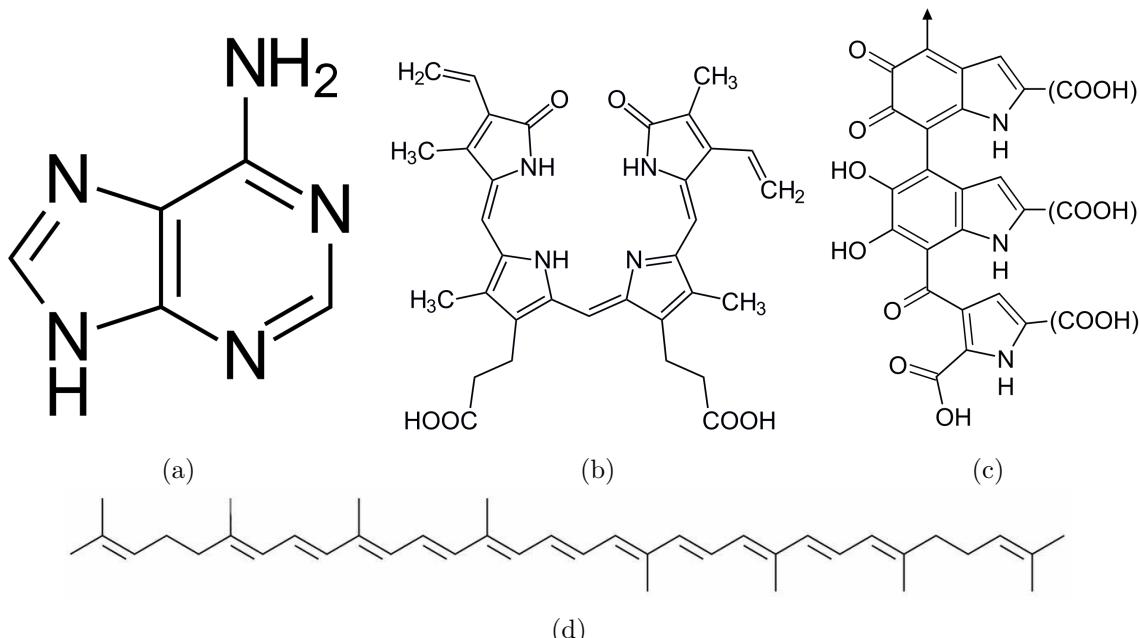
2.5. Jaut. [4 p.] Izmantojot 2.4. jautājumā aprēķinātās vērtības, zīmē grafiku, kur N ir neatkarīgais lielums un λ - atkarīgais! Grafiku zīmē N apgabalā (0; 30], atzīmējot redzamās gaismas spektru 380 – 720 nm! Atzīmē, kurā pusē ir zilā gaisma, kurā – sarkanā!

2.6. Jaut. [2 p.] Realitātē kantaksantīns ir redzams sarkanā krāsā, β -karotīns – oranžā un luteīns dzeltenā. Pienem, ka dotās molekulās absorbē īsāku vilna garumu, nekā atstaro. Kuras no molekulām modelis noteikti modelē nepareizi? Apvelc pareizo burtu atbilžu lapā!

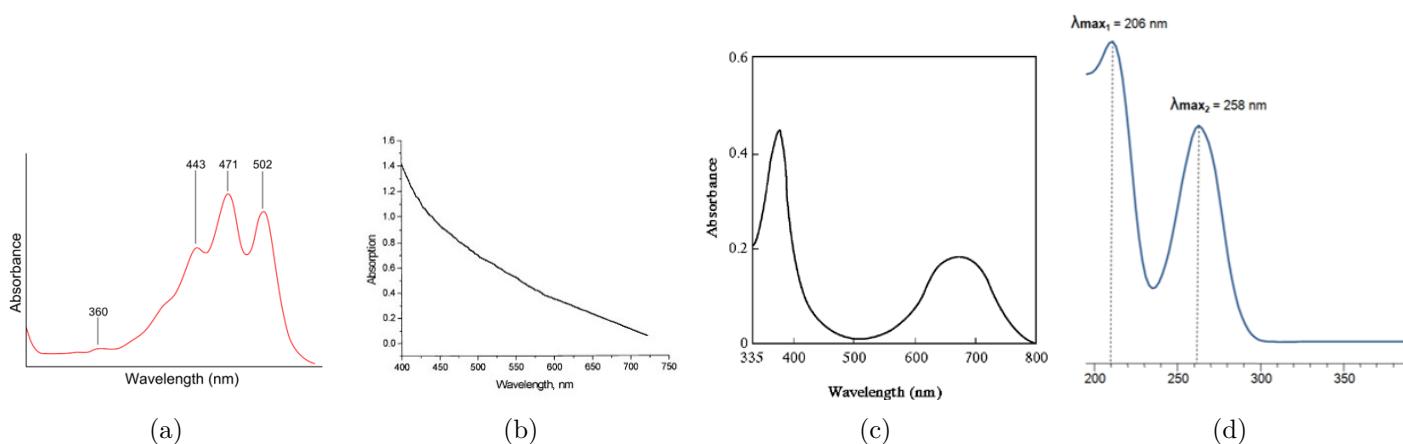
2.7. Jaut. [1 p.] Kādu patiesu sakarību parāda modelis? Apvelc pareizo burtu atbilžu lapā!

2.8. Jaut. [1 p.] Modelis neņem vērā daudzas sakarības, piemēram, hlorofilu tas modelētu pilnīgi nepareizi. Kura no dotajām atbildēm nav saistīta ar molekulā absorebciju jeb ir manis izdomāta?

2.9. Jaut. [2 p.] Atšķirībā no šī modela, kurā iegūst "vidējo" absorebcijas vilna garumu, pigmentiem eksistē vairāki absorebcijas vilni, katram ar savu maksimumu. Nemot vērā iegūtos rezultātus un savas zināšanas, savieno katru III.3. attēlā doto vielu ar tai atbilstošo absorebcijas spektru III.4.!



III.3. attēls. a – adenīns, b – biliverdīns, c – melanīns, d – likopēns.



III.4. attēls. Vielu absorebcijas spektri.

2.10. Jaut. [1 p.] Kādā krāsā ir biliverdīns un kur tas ir sastopams?

2.11. Jaut. [1 p.] Kuras III.3. attēla vielas šķidums ir caurspīdīgs?

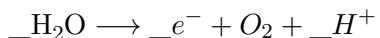
III-3. Šonakt esmu šeit, jo tu arī esi šeit... [16,5 p.]

Atmosfēra ir nepieciešama dzīvības norisei uz planētas. Tā aiztur organismiem kaitīgo starojumu, izolē Zemi no vēsā kosmosa, un nodrošina telpu ūdens un gāzveida vielu apmaiņai. Atmosfēras sastāvs ļauj zinātniekim uzzināt vairāk par eksoplanētām un dzīvību ārpus Saules sistēmas. Kā izrādās, atmosfēra aiztur noteiktus vilņu garumus, atlasot uz Zemes iespējamos pigmentus. Šajā apakšuzdevumā uzzināsi vairāk par šo procesu, kā arī atmosfēras izmaiņām laika gaitā!

3.1. Jaut. [1,5 p.] Nosaki kīmiskās formulas gāzēm, kas vistuvāk atbilst katrai atmosfēras daļai!

3.2. Jaut. [1,5 p.] Mini piemērus procesiem, kuros rodas trīs Zemes atmosfērā sastopamas vielas!

3.3. Jaut. [1,5 p.] Augu šūnās aktīvi norisinās fotolīze – process, kurā gaismas enerģija tiek izmantota, lai sadalītu ūdens molekulas tās daļas. Ieraksti fotolīzes reakcijā trūkstošo vielu un izliec koeficientus!



3.4. Jaut. [6 p.] Kā izrādās, Zemes pirmsākumos atmosfēras sastāvs bija stipri atšķirīgs no mūsdienām. Zemāk dots teksts par dzīvības attīstību uz Zemes laika gaitā, ar apzīmēti trūkstoši vārdi. Atbilžu lapā no vārdu saraksta ieraksti tos, kas atbilst katram tukšumam! Daži vārdi ir lieki.

Vārdu saraksts: miljardiem, siltumnīcas gāzes, daudzšūnu, miljoniem, augi, fotosintēze, algēs, sūnas, ogļhidrāti, O_2 , fosīlijas, vīrusi, okeāni, proteīni, H_2O , CO_2 , nukleīnskābes, zilalģes, es un tu, ozons, ribosomas, metabolisms, sadegšana, H_2S , LUCA, ultravioletais, infrasarkanais, SiO_2 , sēnes, kodols, kalni, fotolīze.

Sensenos laikos, pirms aptuveni 4,6 gadu, Zemi neapdzīvoja ne cilvēki, ne augi, ne vienšūni, ne baktērijas, un tās virsma un atmosfēra bija stipri atšķirīga no mūsdienām. Tās izkususī garoza, tāpat kā mūsdienās, sastāvēja no galvenokārt , taču atmosfēra vēl nebija izveidojusies. Kad tā palēnām atdzisa, gāzes no vulkānu izvirdumiem (piemēram, un) radīja atmosfēru, veidojot aizsargslāni dzīvības rašanai uz zemes.

Interesanti, ka dzīvības pirmsākumi meklējami tieši , precīzāk hidrotermālajās atverēs. No atmosfērā esošajām molekulām pakāpeniski veidojās sarežģītākas un sarežģītākas organizas vielas, kā (sastāv no aminoskābēm) un (veido organismu ģenētisko kodu). Pastāv teorija, ka līdz ar tām radās , pirmās replicējošās vienības, toties vēl par dzīviem tos nevar uzskatīt, jo tiem trūkst sava . Par dzīvības šķidinātāju kļuva , tā polārās uzbūves dēļ.

Pēc ilgas gaidīšanas radās pirmās šūnas un (angļiski “pēdējais universāli kopīgais sencis”), no kura radās visi mūsdienu organismi, to skaitā arī ! Šos pirmos organismus dēvē par prokarioti, jo to šūnām nebija vai citu membrānu norobežotu organoīdu. Viens no šiem organismiem, kas ir dzīvs arī mūsdienās, bija cianobaktērijas (citā vārdā), kas bija unikālas ar to spēju pārveidot saules gaismu kīmiskajā enerģijā, proti, ar .

Laika gaitā caur reakciju šīs baktērijas izdalīja lielu daudzumu, kas uzkrājās atmosfērā un nozīmīgi ietekmēja vides apstāklus uz Zemes. Tam sekoja masveida izmiršana, mūsdienās šo notikumu sauc par Lielo Oksidāciju (angļiski *The Great Oxidation*). Jaunais atmosfēras sastāvs novēda līdz rindai kīmisko pārvērtību, sadegot metānam un veidojoties slānim, kas arvien pasargā mūsu paurus no starojuma!

Vēlāk veidojās arī organismi, kas ir unikāli ar savu izmēru un sarežģītību. Pašas pirmās filoģēnētiskajā kokā parādījās , kas uzskatāmas par unikālām to saprotrofiskā dzīvesveida dēļ. Nākamās parādījās , cianobaktēriju pēcteces. Tām pārvietojoties uz sauszemes dzīvi, radās (piemēram, ragvācelītes) un daudz citu .

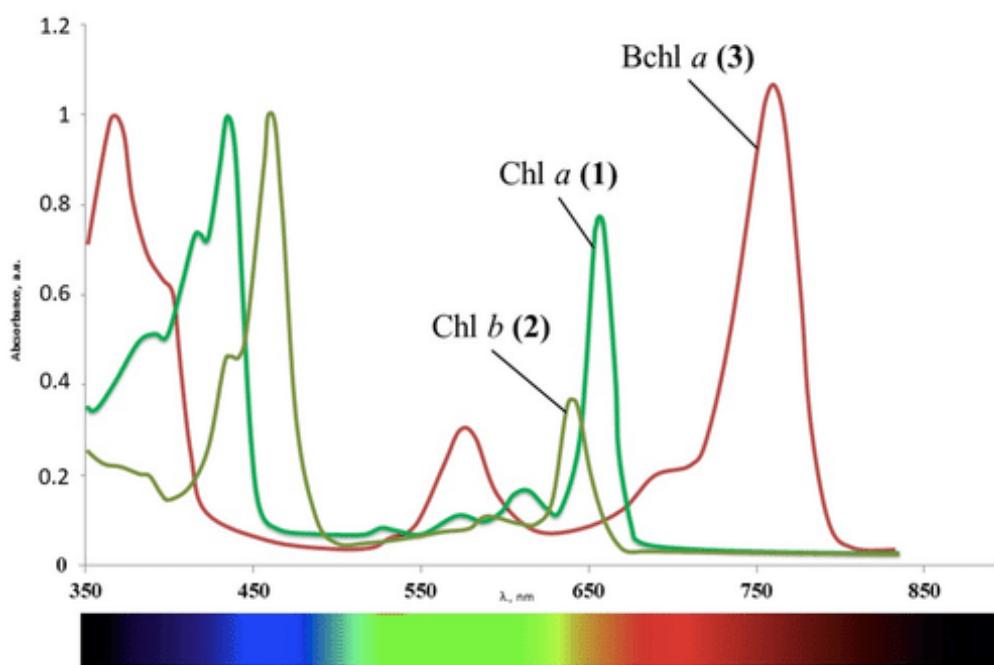
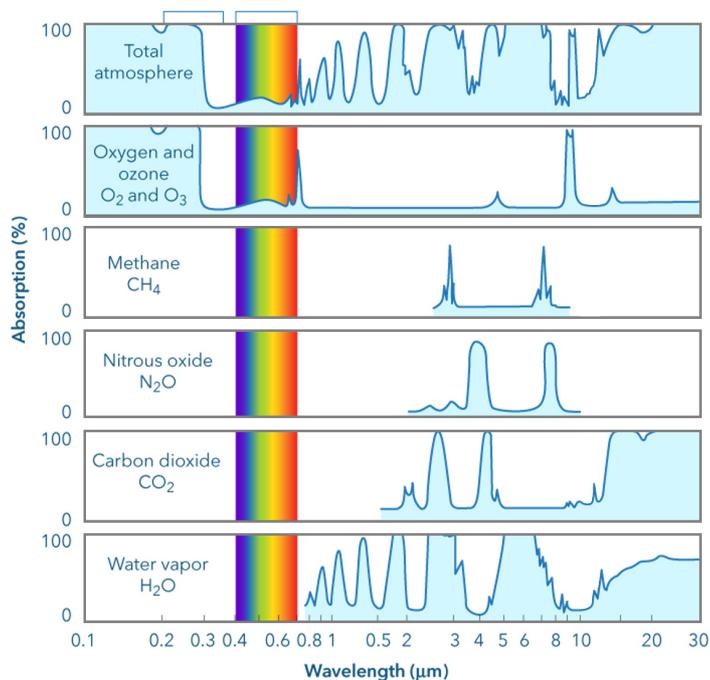
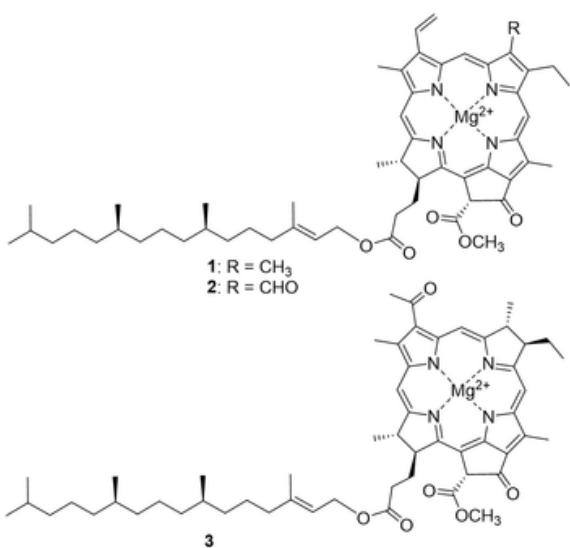
3.5. Jaut. [1,5 p.] Kā, tavuprāt, Lielā Oksidācija ietekmēja biosfēru? Nosauc trīs specifiskas sekas!

3.6. Jaut. [2,5 p.] Izmantojot III.5. attēlu (nākamajā lapaspusē) un savas zināšanas par Zemes atmosfēras sastāva izmaiņām vēstures gaitā, nosaki kurš no 3 pigmentiem ir vissenākais! Pamato savu spriedumu!

3.7. Jaut. [1 p.] Kādas sekas būtu lauksaimniecībā un ekoloģijā, ja ļaunais zinātnieks Rolands Damps visu pasaules hlorofili vienlaikus pārvērstu par tā vissenāko veidu? Pamato savu spriedumu!

3.8. Jaut. [1,5 p.] Pētnieci Plācenītei iedots nezināms hlorofila pigmentu maisījums. Kādos vilņu garumos jāveic absorbēcijas mēriņumi, lai visefektīvāk noteiktu katra pigmenta koncentrāciju šķīdumā?

3.9. Jaut. [0,5 p.] Nosauc pigmenta (3) pilno vārdu! (Saliktenis, pirmā daļa saukta pēc domēna.)



III.5. attēls. Atmosfēras sastāvdaļu un hlorofili absorbcijas spektri; hlorofila veidu struktūrformulas.

3.10. Jaut. [0,5 p.] Cik ķīmiskās saites nosaka atšķirību starp Chl a un Chl b molekulū?

3.11. Jaut. [1 p.] Hlorofili pāreju ir noteikuši vides faktori un evolūcijas pamatprincipi. Apvelc parādību, kas nepieciešama ikkatrā populācijā, lai nodrošinātu optimālāko enzīmu/pigmentu pavairošanos!

- (A) Simbioze (B) Gēnu plūsma (C) Inbrīdings (D) Gēnu daudzveidība

3.12. Jaut. [1 p.] Pamatojoties uz 3.4 jautājumā izpildīto tekstu, apvelc tās trīs kategorijas (šūnas uzbūvi, uztura avotu un vidi), kas vislabāk atbilst organismam, kurš satur visretāko hlorofila veidu!

IV UZDEVUMS

MUŁKE SIRDS [50 P.]

Kad jāpienēm svarīgs lēmums, mums mēdz ieteikt: "Klausies, ko Tava sirds saka!" vai "Seko savai sirdij!". Būtu jau labi, ja mūsu sirds varētu dot mums padomus, taču diemžēl tā nav sirds funkcija. Un tomēr bez tās mēs neizdzīvotu. Šajā uzdevumā jūs iepazīsities ar sirds uzbūvi un darbību, ka arī izpētīsit, kā un kādu informāciju no sirds tomēr var iegūt.

Spoiler: dzīves padomi tie noteikti nav! ☺

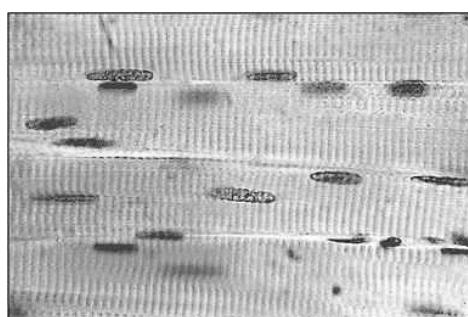
IV-1. Sirds ir muskulis! [10 p.]

1.1. Jaut. [5 p.] Novērtējet, kuri no apgalvojumiem ir patiesi (P) un kuri aplami (A)! **Gala atbildes ierakstiet atbilžu lapā!**

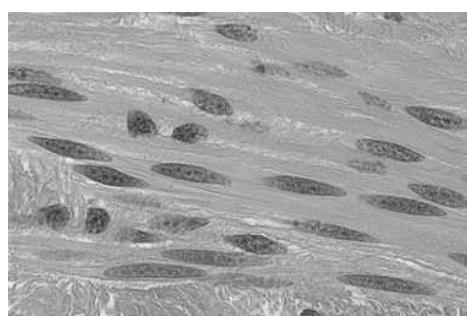
- (1.) Šķērssvītroti ir tikai skeleta muskuļi.x
- (2.) Visus iekšējos orgānus veido gludie muskuļaudi.
- (3.) Pirkstu saliec un atliec viens un tas pats muskulis.
- (4.) Skeleta muskuļi veido aptuveni 40 procenti no ķermeņa masas.
- (5.) Muskuļi nogurst ātrāk, veicot statisku darbu.
- (6.) Lai muskuļšūnas būtu izturīgas un neplīstu pārāk viegli lielas slodzes laikā, tām ir biezāki šūnapvalki.
- (7.) Katrs skeleta muskulis ir piestiprināts pie diviem dažādiem kauliem.
- (8.) Pie kauliem muskuļi ir piestiprināti ar cīpsslām.
- (9.) Muskuļšķiedras veido mikroskopiski pavedieni — mikrofilamenti.
- (10.) Gludo muskuļu darbību kontrolē somatiskā nervu sistēma.

1.2. Jaut. [3 p.] Atbilžu lapā ierakstiet **divus** muskuļšunu uzbūves pielāgojumus un kā tie palīdz muskuļšūnu funkcijām!

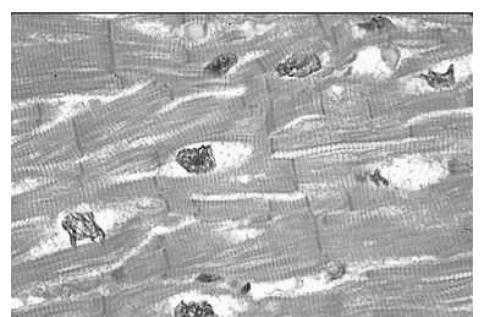
1.3. Jaut. [1,5 p.] Apskatiet mikroskopijas attēlus un nosakiet, kurā no tiem ir sirds, gludie un skeleta muskuļaudi! Atbildes ierakstiet atbilžu lapā!



(a)



(b)

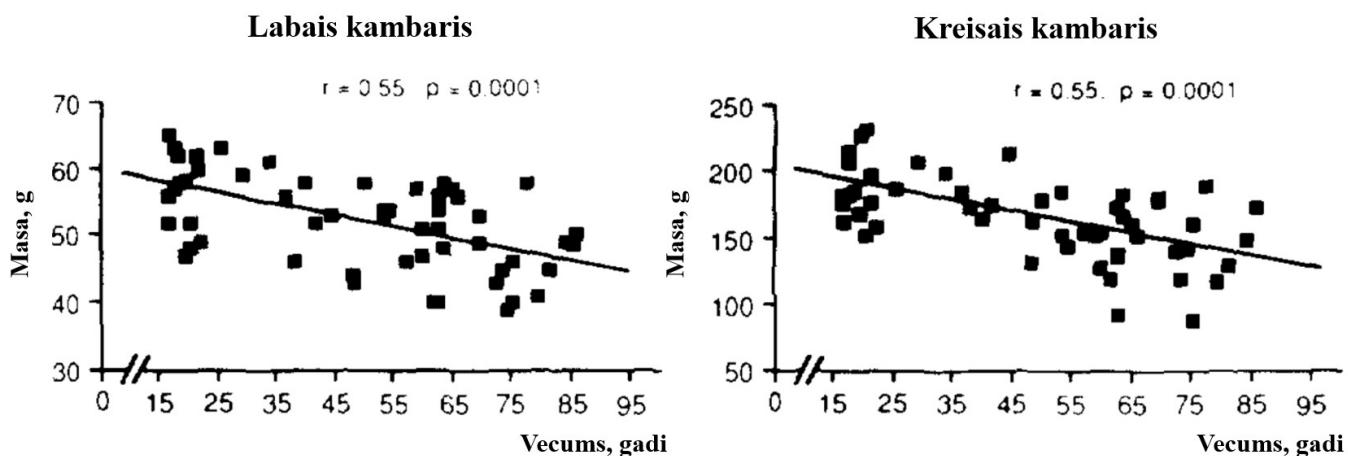


(c)

1.4. Jaut. [0,5 p.] Muskuļšūnu diametrs ir ap 10-100 µm un garums var sasniegt dažus centimetrus. Ar kāda veida mikroskopa palīdzību tika uzņemti dotie attēli? Atbilžu lapā ierakstiet atbildes burtu!

(A) Gaismas mikroskops; (B) transmisijas elektronmikr.; (C) skenējošais elektronmikr.

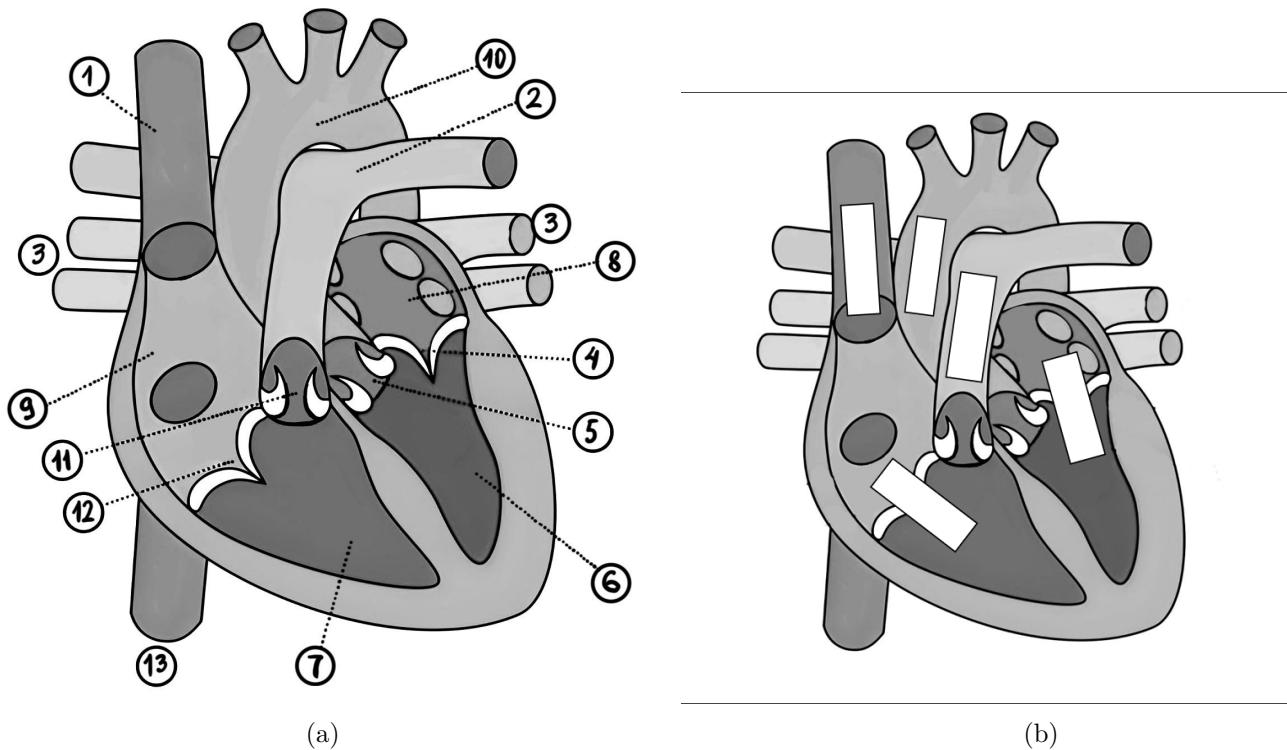
1.5. Jaut. [4 p.] Apskatiet grafikus, kuri attēlo, kā vecums ietekmē vīriešu sirds labā un kreisā kambara masu! Aprēķiniet, cik reizes ātrāk viens kambaris zaudē masu, nekā otrs! Atbildi un aprēķinu gaitu ierakstiet atbilžu lapā!



- 1.6. Jaut.** [0,5 p.] Kurš kambaris ātrāk zaudē masu? Ierakstiet pareizo atbildi atbilžu lapā!
 (A) Kreisais; (B) labais.

IV-2. Sirds ir vairāk nekā muskulis! [15,5 p.]

Šajā daļā apskatīsim cilvēka sirds uzbūvi. Izpēti IV.1. attēlā redzamos cilvēka sirds zīmējumus, un atbildi uz jautājumiem zemāk!



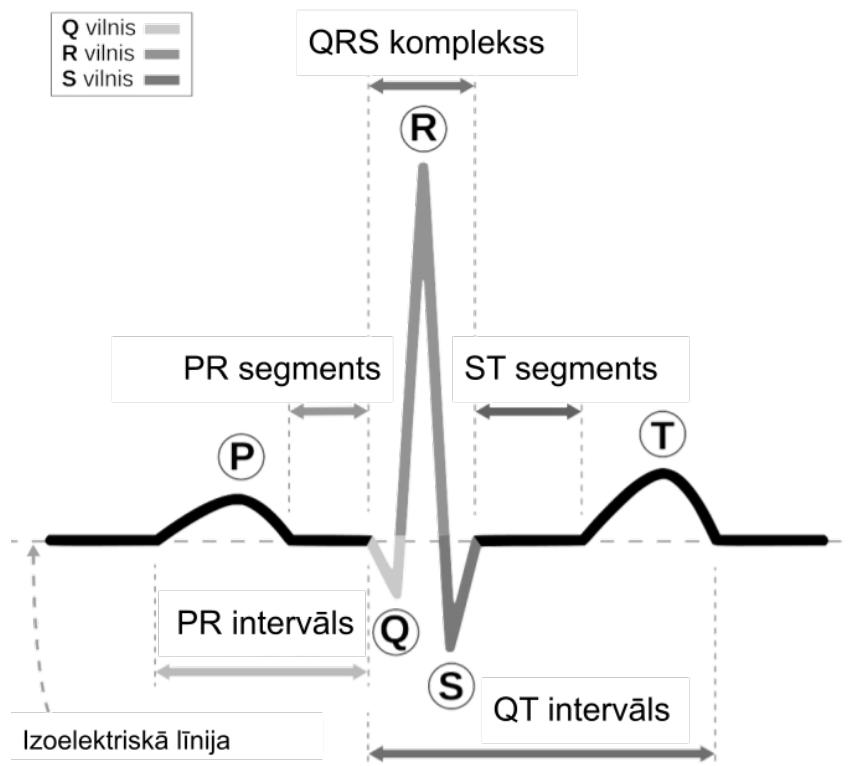
IV.1. attēls. Cilvēka sirds zīmējumi.

- 2.1. Jaut.** [3 p.] Izpētiet IV.1.a attēlu un tabulā atbilžu lapā ierakstiet trūkstošos numurus un sirds struktūru nosaukumus!
- 2.2. Jaut.** [1 p.] Kāda funkcija ir 1. struktūrai?
- 2.3. Jaut.** [2,5 p.] IV.1.b attēlā dota sirds, kurā asinsvados vai kambaros iežīmētas kastītes; katrā no piecām atbilžu kastītēm ievēlciet bultiņas, norādot asins plūsmas virzienu!
- 2.4. Jaut.** [3 p.] Kāda veida asinis plūst katrā no asinsvadiem kas iet uz sirdi un no tās?
- 2.5. Jaut.** [2 p.] Kāpēc sirds muskuļa kreisā puse ir lielāka?

2.6. Jaut. [4 p.] Ja klausīties, kā pukst cilvēka sirds, var dzirdēt divas sitiena skaņas ik pēc neliela laika intervāla. Kas ir pirmās un otrās skaņas avots?

IV-3. Sirds ir elektroģeneratoris?! [15,5 p.]

Sirds muskuļa daļām jāsaraujas noteiktajā ritmā un noteiktajā kartībā, lai veiksmīgi pumpētu asinis. Tāpēc sirds muskuļa kontrakciju visiem dzīvniekiem ierosina elektriskie impulsi. Šūnas, kas rada šos ritmiskos impulsus, nosakot asins sūknēšanas tempu, sauc par elektrokardiostimulatora šūnām, un tās tieši kontrolē sirdsdarbības ātrumu. Šo šūnu ģenerētie elektriskie impulsi izplatās noteiktajos virzienos un veicina dažādu sirds daļu depolarizāciju un repolarizāciju, kas izraisa atbilstoši saraušanos vai atslābšanu. Reģistrējot šos impulsus var secināt par to, vai sirds darbojas vienmērīgi un pareizi. To dara ar elektrokardiogrāfa palīdzību. Iegūtos datus sauc par elektrokardiogrammu un to attēlo uz milimetru papīra, kur x-ass atbilst laikam, un y-ass spriegumam. Lai analizētu kardiogrammas jāzina tās pamatelementi; izpēti IV.2. attēlu, kur dots cilvēka kardiogrammas skaidrojums un atbildi uz zemāk esošajiem jautājumiem. Ievēro, ka Laikā no P viļņa sākuma līdz T viļņa beigām notiek viens pilns sirdsdarbības cikls jeb viena pilnīga sirds kontrakcija.



IV.2. attēls. Cilvēka sirds kardiogramma. **P-vilnis** atspoguļo priekškambaru depolarizāciju. Priekškambari saņem energiju un pēc P viļņa notiek to saraušanās un asins izgrūšana no tiem. **QRS-komplekss** atspoguļo kambaru depolarizāciju. Kambari saņem energiju un pēc QRS kompleksa notiek to saraušanās un asinis tiek izgrūstas no tiem. Tajā pašā laikā notiek priekškambaru repolarizācija. Priekškambari atslābst. **T-vilnis** atspoguļo kambaru repolarizāciju. Kambari atslābst.

3.1. Jaut. [3 p.] Novērtējiet, kurus parametrus ir iespējams (+) noteikt ar kardiogrammu un kurus nē (-)!

- (1.) Asinsspiediens
- (2.) Sirdsdarbības regularitāte
- (3.) Vārstuļu defekti
- (4.) Sirds izmērs
- (5.) Sirds novietojums krūškurvī
- (6.) Vai ir bijis infarkts

3.2. Jaut. [3 p.] Zemāk dotajā elektrokardiogrammā uz milimetru papīra 1 lielā rūtiņa atbilst 0,2 sekundēm. Apskatiet elektrokardiogrammas attēlu un izmantojot to un doto informāciju nosakiet pacienta pulsu! Norādiet aprēķinu gaitu.



3.3. Jaut. [0,5 p.] Kad tika uzņemta kardiogramma? Ierakstiet pareizo atbildi atbilžu lapā!
(A) Miera stāvoklī; (B) pēc fiziskās slodzes

3.4. Jaut. [1,5 p.] Kāpēc fizisko aktivitāšu laikā pulss izmainās?

3.5. Jaut. [2 p.] Pētījumu rezultātā tika noskaidrots, ka cilvēkiem kuri ilgstoši profesionāli nodarbojas ar sportu, miera stāvoklī pulss mēdz būt palēnināts. Kādēļ?

3.6. Jaut. [2 p.] Vienam pilnam sirds ciklam sirds saražo un patēri apmēram 1J enerģijas. Ja pieņem, ka vidējais pulss ir 75 reizes minūtē un cilvēka vidējais dzīves garums ir 70 gadi, un katrā gadā ir 365 diennaktis, tad cik J enerģijas cilvēka sirds saražo un patēri visā dzīves garumā? Norādiet aprēķinu gaitu!

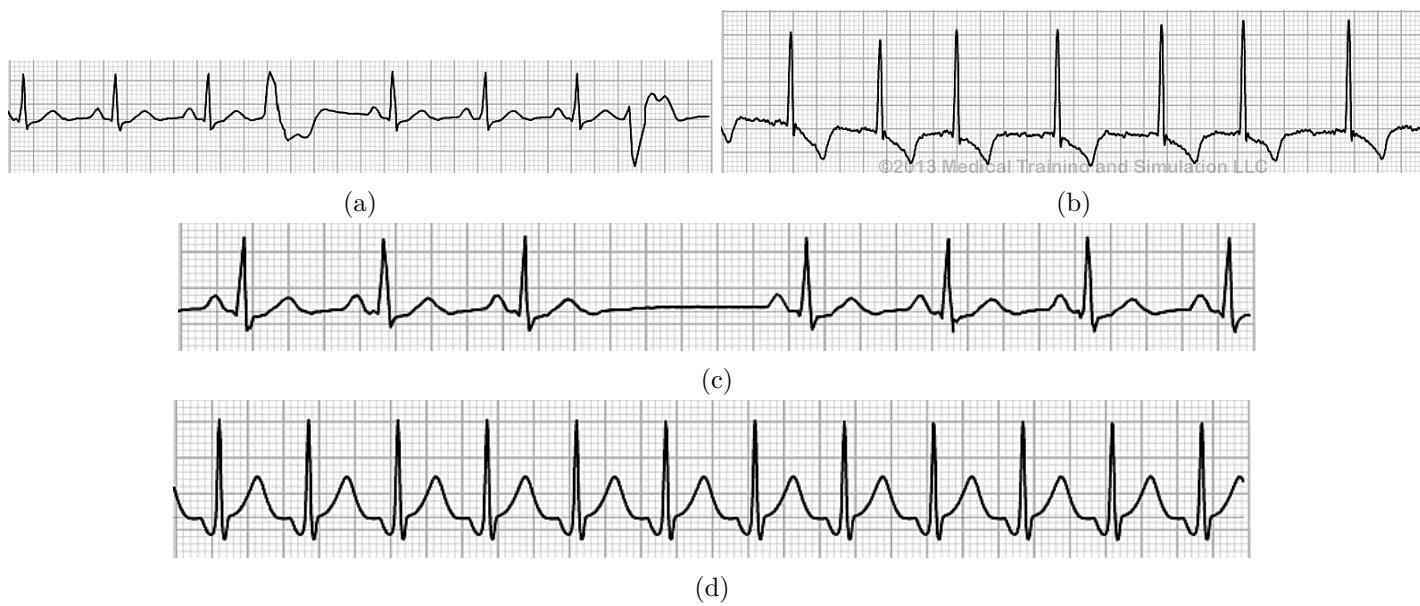
3.7. Jaut. [8 p.] Izpētiet dotās elektrokardiogrammas un dažādu sirds slimību pazīmes! Nosakiet, kurai no diagnozēm atbilst katras kardiogrammas! Nēmiet vērā, ka dažas diagnozes neizpaužas katrā sirdsdarbības ciklā, bet ik pēc kāda laika intervāla!

Priekškambaru fibrilāciju raksturo neregulāra sirdsdarbība. Netipiska, neregulāra vai abnormāla priekškambaru depolarizācija.

Sinoatriālās blokādes gadījumā nenotiek sirdsdarbības cikla iniciācija.

Kambaru ekstrasistoli raksturo ilgāka kambaru depolarizācija. Netipiska vai abnormāla kambaru repolarizācija.

Atrioventrikulāro tahikardiju raksturo paātrināta sirdsdarbība, nesinhronizēta kambaru un priekškambaru depolarizācija.



V UZDEVUMS

ATŠIFRĒ SUGU [35 P.]

Varbūt dažiem no jums jau no pagājušo gadu uzdevumiem ir pieredze ar šifrētajām sugām, bet šeit ir noteikumi! Zemāk ir doti vairāki sugu apraksti, kur katrā aprakstā tiek raksturota cita suga apzīmēta ar **X**. Jūsu uzdevums ir atšifrēt, kas tā par sugu! Sugu nosaukumus atlauts ierakstīt **latviski, angļiski vai latīniski**.

Jēdziens "suga" šajā uzdevumā lietots loti liberāli un var apzīmēt līdzīgas sugas, kuru nosaukumi satur to pašu vārdu — tādā gadījumā pareizā atbilde ir kopīgais vārds visu šo sugu nosaukumā —, piemēram, ja no apraksta nevar izšķirt sugu starp biešu mārīti, bezpunktu mārīti, sešpadsmītpunktu mārīti, rakstaino mārīti un citām, tad pareizā atbilde ir "mārīte". Ja šādā gadījumā ierakstīsiet jebkuru no iespējamajām sugām, iegūsiet pilnus punktus. Atkal, ja var izšķirt specifisku sugu, jāraksta tieši tā suga.

V-1. Erekti elongētā oga [3 p.]

Suga **X** pieder viendīglapju klases liliju apakšklases ingveru rindas dzimtai, kura ražo ēdamas ogas (parasti gan šo augļi neuzskata par ogu). Parasti šie augļi ir krāsā **A**, taču retāk tie mēdz būt arī sarkani, rozā, violeti un melni (sugu **X** gan tipiski cilvēki pazīst tikai **A** krāsā). Augļus parasti novāc vēl negatavus, kad tie ir zaļi, taču tie paši spēj nogatavoties. Salīdzinoši neliela Dienvidamerikas valsts nodrošina 29% šo ogu eksportu pa visu pasauli, taču šī auga dzimtene ir Dienvidaustrumāzija. Suga **X** ir top 10 augļu/ogu ar visvairāk kalorijām. Veikalā nopērkamajiem sugars **X** augļiem (parasti pārdodas tikai **A** krāsā vai puszaļi) nav **B**, tādēļ tos var pavairot tikai veģetatīvi.

1.1. Jaut. [1.5 p.] Kas ir suga **X**? Pietiek ar viena vārda atbildi.

1.2. Jaut. [0.5 p.] Kāda krāsa apzīmēta ar **A**?

1.3. Jaut. [1 p.] Kāda orgāna daļa apzīmēta ar **B**?

V-2. Nāc! redz, kādu labumu es atradu! [3.5 p.]

Parasti suga **X** ir sastopama dažāda sastāva mežos no jūnija līdz oktobrim, taču klimata pārmaiņu dēļ var gadīties to sastapt pat novembrī. Sugai **X** raksturīgs augļķermenis, kura augšdaļas apakšā ir izteiktas, regulārā veidā izkārtotas krokas, kas šķiet kā lapiņas, bet nav. Ja suga **X** apceps un tad pievieno saldo krējumu, sanāk diktī garšīga mērce.

2.1. Jaut. [1.5 p.] Kas ir suga **X**? Tieks dots 1,5 p. par pilnu nosaukumu, 1 p. par viena vārda atbildi.

2.2. Jaut. [1 p.] Vai sugars **X** šūnām ir šūnapvalki? Ja jā, tad kāda ir to galvenā sastāvdaļa?

2.3. Jaut. [1 p.] Kāds ir sugars **X** barošanās vieds?

V-3. Polska!! [5 p.]

Poļu video ar sugu **X** pēdējos mēnešos ir sasniegusi starptautiska mīma statusu. Šajos video redzama suga **X** un pusaudzis sajūsmā kliedzot frāzi “[*Lamuvārds*] suga **X**!” Suga pieder **A** kārtai, pie kurās pieder aptuveni 40% visu zīdītāju. Lielāka par sugu **X** šajā kārtā ir tikai suga **Y**, kura ARĪ ir starptautiski pazīstama suga tās mīmu dēļ. Daži interesanti vārdi raksturo sugars **X** orgānus — “dzelzs” attiecas uz orgānu **B** un “lāpstveida” attiecas uz orgānu **C**. Suga **X** kopš 2001. gada mājo Latvijas pilsētas **D** kanālā.

3.1. Jaut. [1.5 p.] Kas ir suga **X**? Tieks dots 1 punkts par viena vārda atbildi, 1.5 punkti par Latvijā sastopamo sugars epitetu (divi vārdi).

3.2. Jaut. [1 p.] Kas ir suga **Y**? Viena vārda atbilde.

3.3. Jaut. [1 p.] Kas ir **A** kārta?

3.4. Jaut. [1 p.] Kas ir orgāni **B** un **C**?

3.5. Jaut. [0.5 p.] Kas ir pilsēta **D**?

V-4. Viduslaikos domāja, ka odziņas uzspraustas uz muguras [5 p.]

Suga **X** ir sastopama Āzijā, Āfrikā un Eiropā, tai skaitā Latvijā. Vēl suga **X** ir sastopa arī Jaunzēlandē, taču tā tika ievesta. Lai gan kārdeiz suga **X** piederēja kukaiņēdāju kārtai, tā patiesībā ir visēdāja un barojas arī ar gliemežiem, čūskām, putnu olām, augļiem, ogām un daudz ko citu. Gluži kā daudzi citi neliela izmēra zīdītāji, suga **X** lielākoties ir aktīva diennakts laikā **A**. Sugu **X** ļoti atpazīstamu padara tās keratinizētais apmatojums, kas klāj sugars **X** muguru. Tas pēc izskata sugu **X** padara līdzīgu sugām **Y** un **Z**, taču tās nav savā starpā radniecīgas. Sugas (lietots daudzskaitlī, jo apzīmē vairākas sugas, kuru nosaukumā ir kopīgs vārds) **Y** ir pasaule 3. lielākie grauzēji (aiz kapibarām un bebriem), bet sugars **Z** pieder kloākaiņu kārtai un ir sastopama tikai Austrālijā un Jaunzēlandē.

4.1. Jaut. [1.5 p.] Kas ir suga **X**? Pietiek ar viena vārda atbildi.

4.2. Jaut. [0.5 p.] Kāds diennakts laika apzīmēts ar **A**?

4.3. Jaut. [1.5 p.] Kas ir suga **Y**? Pietiek ar viena vārda atbildi.

4.4. Jaut. [1.5 p.] Kas ir suga **Z**? Pietiek ar viena vārda atbildi.

V-5. Floridas vīrietis iemaucā ar pannu pa degunu [3.5 p.]

Sugas **X** (der arī ģints) nāsis, tāpat kā krokodiliem, atrodas deguna galā un galvas virspusē, lai varētu peldot viegli elpot. Džeraldss Darels par sugu raksta: "Zem krūma gulēja suga **X**, [...] spīdīgie, lāsumainie gredzeni tik saskanīgi ieklāvās apkārtnes fonā, ka es viņu nebiju pamanijis." Sugas **X** orgāna **A** kauliem ir ļoti plastiskas saites, kas nodrošina svarīgu procesu. Šis organismi sver līdz 90 kg un spēj apēst pat kapibaru. Suga **X** izmanto tādu pašu medību metodi kā suga (ģints) **Y**, kuras vārdā ir nosaukta kāda ļoti populāra programmēšanas valoda.

5.1. Jaut. [1.5 p.] Kas ir suga **X**? Viena vārda atbilde.

5.2. Jaut. [1 p.] Kas ir orgāns **A**?

5.3. Jaut. [1 p.] Kas ir ģints **Y**?

V-6. Saldējums ziemā?! [3 p.]

Suga **X** ir augs, kura lapas satur ēterisko eļļu ar raksturīgu smaržu. Šīs ēteriskās eļļas galvenā sastāvdaļa ir viela **A**, kas aktivizē TRPM8 termoreceptorus, nonākot saskarē ar ādu vai glotādu. Vielas **A** nosaukums ir cēlies no ģints, kurai pieder suga **X**, latīniskā nosaukuma. Produktus, kuru ražošanā izmantota suga **X**, var iegādāties daudzos pārtikas un saimniecības preču veikalos. Suga **X** ir tai pašai ģintij piederošo sugu **Y** un **Z** hibrīds.

6.1. Jaut. [1.5 p.] Kas ir suga **X**?

6.2. Jaut. [0.5 p.] Kas ir viela **A**?

6.3. Jaut. [1 p.] Nosauciet sugas **Y** un **Z**!

V-7. Apeksa mednieks vai mājdzīvnieks? [3 p.]

Suga **X** ir sastopama Eirāzijas un Sibīrijas mežos. Agrāk tā bija sastopama daudzās Eiropas valstīs, taču 20. gs. vidū gandrīz izzuda. Mūsdienās daudzviet uzsākti sugas **X** reintrodukcijas projekti. Suga **X** parasti uzturas tālu no cilveku apdzīvotām vietām un ir īpaši aktīva gadalaikā **A**. Lielākoties barojas ar savvaļa dzīvojošiem pārnadžiem. Sugas **X** dabiskie ienaidnieki ir vilki un lāči.

7.1. Jaut. [1.5 p.] Kas ir suga **X**? Tiks ieskaitīts gan sugas, gan Latvijā sastopamās pasugas nosaukums; 1,5 p. par pilnu nosaukumu, 0,5 p. par viena vārda atbildi.

7.2. Jaut. [1 p.] Kādai dzimtai pieder suga **X**?

7.3. Jaut. [0.5 p.] Kāds gadalaiks apzīmēts ar burtu **A**?

V-8. Vācijas karogā ir dzeltens vai zelts? [2.5 p.]

(Specifiska suga!) Suga **X** ir kurvziežu dzimtas, daudzgadīgs, no 70 līdz 210 cm augsts, cerus veidojošs lakstaugšs. Sugas **X** dabiskais izplatības areāls atrodas Ziemeļamerikā, taču tā ir ievesta un sekmīgi izplatījusies invazīva suga arī daudzviet Eiropā, tostarp Latvijā; bieži sastopama ap dzelzceļiem, it īpaši Rīgas–Aizkraukles līnijā. Sugas **X** ziedkopa ir diezgan blīva un skarveidīga, ziedi ir dzelteni.

8.1. Jaut. [1.5+5 p.] Kas ir suga **X**? Par pareizu divu vārdu atbildi saņemsi **5 bonusa punktus**.

8.2. Jaut. [1 p.] Kādas īpašības ir raksturīgas invazīvām sugām? Nosauc vismaz divas!

V-9. Piramīdu ielokā majestāte staigā [2.5 p.]

Suga **X** ir plēsējs, kurš pārsvarā aktīvs krēslas stundās un kurš medī nelielus putnus un grauzējus. Sugas **X** individuū kungi bieži nonāk keratīnu saturoši ķermenē seguma fragmenti, kurus individuū nespēj sagremot, tāpēc tos atrīj. Sugai **X** bija īpaša nozīme Senās Ēģiptes kultūrā. Ja fakts par Seno Ēģipti nebūtu dots, nebūtu iespējams pateikt, kas ir suga **X**, jo pārējai apraksta daļai atbilst arī daudzi dzimtas **A** pārstāvji, kuri, tehniski runājot, ir dinozauri.

9.1. Jaut. [1.5 p.] Kas ir suga **X**?

9.2. Jaut. [1 p.] Kas ir dzimta **A**?

V-10. Erekstu augļkopu ielokā man palika bail [4 p.]

Suga **X** ir augs, kas sastopams seklā ūdenī. Šim augam ir atsevišķi sievišķie un vīrišķie ziedi uz tā paša stublāja, kuru ziedkopas ir pāris centimetrus atstatus viena no otras. Sievišķie ziedi ir tuvu cits citam ļoti ciešā ziedkopā; kad nobriest sēklas, ir ļoti grūti izšķirt atsevišķas sēklas (tās ir cieši kopā); nobriedis 1–2 m garais īpatnis sastāv no gara niedrēm līdzīga stublāja, ļoti garas (10–30 cm) augļkopas un sausa un spica, vertikāla, mazliet pūkaina pagarinājuma aiz tās. Šī suga izplata sēklas, metot pūkas, kas ir baltā krāsā, kas kontrastē ar nobriedušas ziedkopas tumšo vientoņa krāsu. Austrālijā šī suga ir invazīva, bet Latvijā nav. Suga **X** ir bioremediators un sakneņos absorbē vidi piesārņojošas vielas; senāk no tās sakneņiem veidoja miltus un ēda ziedkopu. Staigājot gar upi Latvijā, krastos iespējams sastapt ļoti daudz sugas **X** īpatņus un tos viegli atšķirt no graudzāļu fona to uzkrītošās ziedkopas dēļ. Šī ir viena no pirmajām sugām, kas kolonizē jaunatklātus slapjus dubļus; bieži vien īpatni aug ar ļoti augstu blīvumu, izkonkurējot citas sugas īpatņus, tādējādi veidojot apgabalus ap upēm un ezeriem, kas satur gandrīz tikai šīs sugas īpatņus. Otrā pasaules kara laikā nobrieduša īpatņa augļkopas pūkas izmantoja peldvestēs; to efektivitāte bija ļoti augsta. Sugas **X** novārījumu var izmantot pret bronhiālo astmu; izmanto arī caurejas ārstēšanai.

10.1. Jaut. [1.5 p.] Kas ir suga **X**? Tieka pieņemta viena vārda atbilde.

10.2. Jaut. [1.5 p.] Kas ir sugars **X** nodalījums, klase un dzimta?

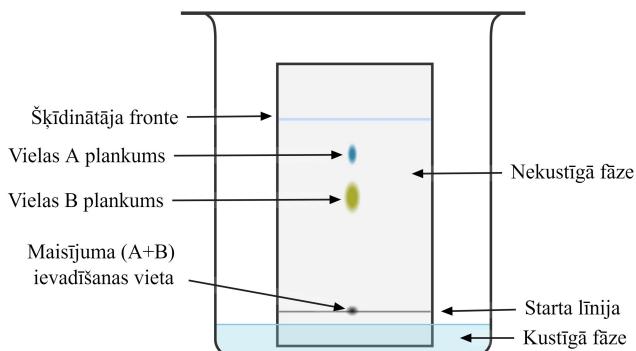
10.3. Jaut. [1 p.] Kāds ir šī auga sēklu izplatīšanās mehānisms?

VI UZDEVUMS

BŪRIS. [32 P.]

Laboratorijas darbs

Papīra hromatogrāfija ir viena no vienkāršākajām šķīdumu hromatogrāfijas metodēm, ko izmanto, lai atdalītu vielas, balstoties uz kustīgās un nekustīgās fāzes mijiedarbību. Kustīgā fāze virza analītus pa papīra virsmu, atdalot tos pēc to ķīmiskajām īpašībām (VI.1. attēls). Šajā laborā atdalīsim augu pigmentus.



VI.1. attēls. Papīra hromatogrāfijas shēma.

Dotās vielas un materiāli

Ja kaut kas pietrūkst, sauc: "palīgā!"

- Spinātu lapu pigmentu ekstrakts
- Acetona un etanolā šķīdums (kustīgā fāze)
- Filtrpapīrs (nekustīgā fāze)
- Kapilārs ekstrakta pilināšanai
- Trauks šķīdinātājam
- Zīmulis
- Lineāls

VI-1. Gatavošanās fāze [10 p.]

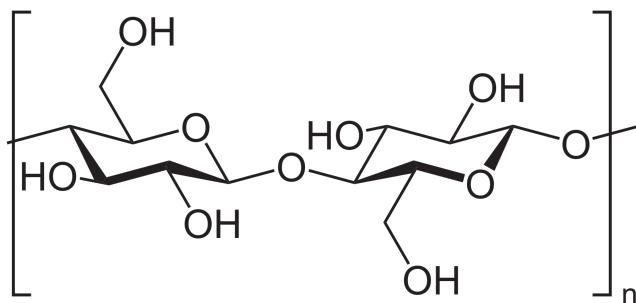
1.1. Jaut. [1 p.] VI.2. attēlā redzami divi nekustīgās fāzes monomēri. Kas ir nekustīgās fāzes galvenā sastāvdaļa?

(A) kalķakmens

(B) hitīns

(C) ciete

(D) celuloze



VI.2. attēls. Nekustīgās fāzes viela.

1.2. Jaut. [1 p.] Hidrofilas molekulas veido ūdeņražsaites, tāpēc tās ir polāras. Taču ne visas polārās vielas ir vienādi hidrofilas. Piemēram, $-\text{OH}$ grupas padara vielu polāru un hidrofilu, bet $=\text{O}$ grupas padara to polāru un nedaudz hidrofilu. Hidrofobas vielas ir garas oglūdeņražu lēdes. Kāda pēc tās ķīmiskajām īpašībām ir nekustīgās fāzes viela?

- (A) hidrofila (B) hidrofoba (C) ne viena, ne otra

1.3. Jaut. [1 p.] Ko šai vielai nodrošina ķīmiskā īpašība, ko noskaidroji 1.2 jautājumā?

- (A) Tā veido ūdenražsaites, kuras satur vietu mikrofibrillās, nodrošinot izturību.
 (B) Tā veido ūdenražsaites, kuras nodrošina vielas spēju uzkrāt energiju šūnā.
 (C) Tā var difundēt caur hidrofobo membrānu un kontrolēt ribosomu darbību.
 (D) Tā var difundēt caur hidrofobo membrānu un regulēt mitohondriju metabolismu.

1.4. Jaut. [1 p.] Pēc kā tiks atdalīti augu pigmenti?

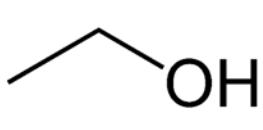
- (A) lādiņa (C) masas
 (B) polaritātes (hidrofobi/hidrofili)

1.5. Jaut. [1 p.] Kāpēc polārākas vielas neceļo tik tālu uz nekustīgās fāzes, cik nepolāras?

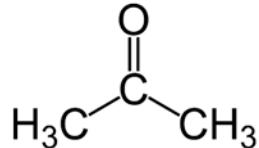
- (A) Jo tās mijiedarbojas ar nekustīgo fāzi.
 (B) Jo tās labāk šķīst kustīgajā fāzē.
 (C) Jo tām nav mijiedarbības ar nekustīgo fāzi.
 (D) Jo uz tām iedarbojas lielāks gravitācijas spēks.

1.6. Jaut. [1 p.] Kustīgajai fāzei izmantosim etanolu un acetonu, kuri redzami VI.3. attēlā. Acetons ir tikai ūdenražsaišu akceptor, bet etanols — gan donors, gan akceptor. Kurš ir hidrofilāks?

- (A) acetons (B) etanols



etanols



acetons

VI.3. attēls. Kustīgā fāze.

1.7. Jaut. [1 p.] Augu pigmenti ir izteikti nepolāri. Kurš ir labākais pigmentu šķīdinātājs?

- (A) acetons (B) etanols (C) ūdens (D) hēlijs

1.8. Jaut. [1 p.] Kas notiku, ja pigmentu atdalīšanai tiktu izmantots ļoti labs (nepolārs) šķīdinātājs, piemēram, heksanols?

- (A) Pigmenti labi izšķīstu un nekustētos uz augšu.
 (B) Pigmenti labi izšķīstu un kustētos uz augšu pārāk strauji, lai paspētu atdalīties.
 (C) Pigmenti slikti šķīstu un nekustētos.
 (D) Pigmenti slikti šķīstu un labi atdalītos.

1.9. Jaut. [1 p.] Kas notiku, ja pigmentu atdalīšanai tiktu izmantota izteikti polāra kustīgā fāze?

- (A) Pigmenti labi izšķīstu un nekustētos uz augšu.
 (B) Pigmenti labi izšķīstu un kustētos uz augšu pārāk strauji, lai paspētu atdalīties.
 (C) Pigmenti slikti šķīstu un nekustētos.
 (D) Pigmenti slikti šķīstu un labi atdalītos.

1.10. Jaut. [1 p.] Kāpēc priekš efektīvas pigmentu atdalīšanas kustīgajai fāzei izmantosim etanola un acetona šķīdumu, nevis tikai vienu no tiem?

- (A) Jo, acetons ir pārāk labs šķīdinātājs un etanolus uzlabo šķīdību.
 pasliktina šķīdību.
- (C) Jo abi kopā veido ļoti labu šķīdinātāju.
- (B) Jo, acetons ir pārāk sliks šķīdinātājs un etanolus (D) Jo abi kopā veido sliktu šķīdinātāju.

VI-1.1. Darba gaita

1. Uzvelc starta līniju 1 cm no papīra apakšējās malas, izmantojot zīmuli.
2. Iemērc kapilāru pigmentu ekstraktā un novelc pēc iespējas plānāku līniju uz zīmuļa līnijas. Atkārto piecas reizes. Uzsveru — līniju veido cik plānu vien vari, bet ne tādu, ka nekas neuzpil.
3. Kaut kā nožāvē šķīdumu (piemēram, pavicini papīrīti vai arī uzpūt, bet neapsiekalo, lūdz).
4. Ievieto papīra sloksni traukā tā, lai starta līnija atrastos virs šķīdinātāja līmeņa.
5. Gaidi, līdz kustīgā fāze sasniedz vismaz 2/3 no papīra garuma. Ideālā gadījumā tā sasniedz gandrīz augšu, bet šis nav ļoti svarīgi.
6. Izņem sloksni no šķīdinātāja, atzīmē kustīgās fāzes fronti.
7. Ľauj papīram nožūt, atzīmē katru pigmentu. Ievēro, ka blakus ir jābūt diviem hlorofiliem — gaišākam un tumši zaļākam (ar zilu nokrāsu).
8. Ar lineālu izmēri kustīgās fāzes frontes un katra pigmenta plankuma attālumu no starta līnijas. Mēri no plankuma centra.
9. Ja kāds no soliem ir izrādījies nāvējošs tavai hromatogrammai, vari paprasīt jaunu filtrpapīra sloksni. Mums nav ļoti zēl.

VI-2. Rezultātu analīze [22 p.]

2.1. Jaut. [1 p.] Kāpēc līnijas vilkšanai izmanto zīmuli, nevis pildspalvu?

2.2. Jaut. [1 p.] Aplūko VI.4. attēlus. Kas notika hromatogrāfijā, kur kā kustīgo fāzi izmantoja ūdeni?

- (A) Pigmenti tika degradēti. (C) Pigmenti neizšķīda.
- (B) Pigmenti stipri mijiedarbojās ar nekustīgo fāzi. (D) Hromatogrāfija izdevās.

2.3. Jaut. [1 p.] Aplūko VI.4. attēlus. Kas notika hromatogrāfijā, kur kā kustīgo fāzi izmantoja acetonu?

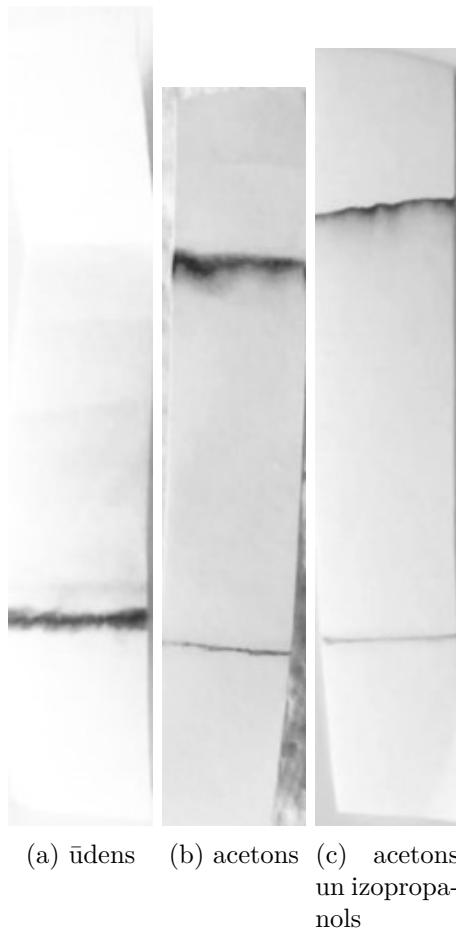
- (A) Pigmenti tika degradēti. (C) Pigmenti neizšķīda.
- (B) Pigmenti izšķīda pārāk labi. (D) Hromatogrāfija izdevās.

2.4. Jaut. [1 p.] Salīdzini VI.4. attēlus un izvēlies pareizo apgalvojumu par izopropanolu.

- (A) Izopropanols labi šķīdina pigmentus. (C) Izopropanols šķīdina pigmentus sliktāk nekā ūdens.
- (B) Izopropanols slikti šķīdina pigmentus. (D) Hromatogrāfija izdevās.

2.5. Jaut. [8 p.] Tabulā ieraksti pigmenta krāsu un tā R_f vērtību. Lai aprēķinātu R_f vērtības, izmanto formulu:

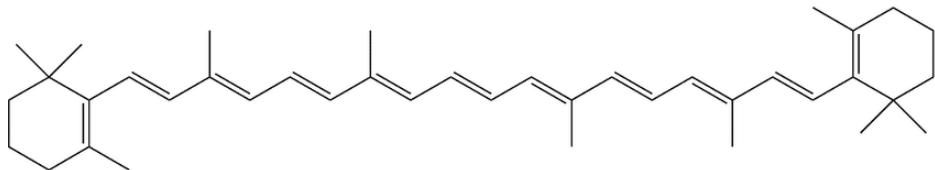
$$R_f = \frac{\text{Pigmenta attālums no starta līnijas (cm)}}{\text{Kustīgās fāzes frontes attālums no starta līnijas (cm)}}$$



VI.4. attēls. Pigmentu hromatogrāfija ar dažādām kustīgajām fāzēm.

2.6. Jaut. [1 p.] Aplūko beta karotīna struktūru VI.5. attēlā. Kāds tas ir pēc polaritātes?

- | | |
|---------------|---|
| (A) hidrofobs | (C) amfifils (gan hidrofils, gan hidrofobs) |
| (B) hidrofils | |



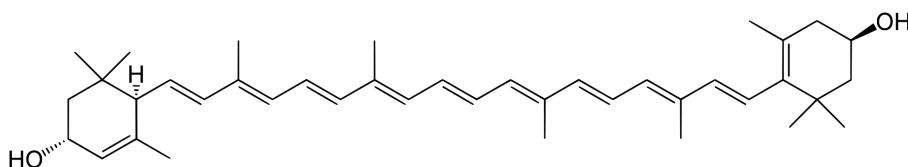
VI.5. attēls. Beta karotīns.

2.7. Jaut. [1 p.] Aplūko kāda ksantofila struktūru VI.6. attēlā. Kāds tas ir pēc polaritātes?

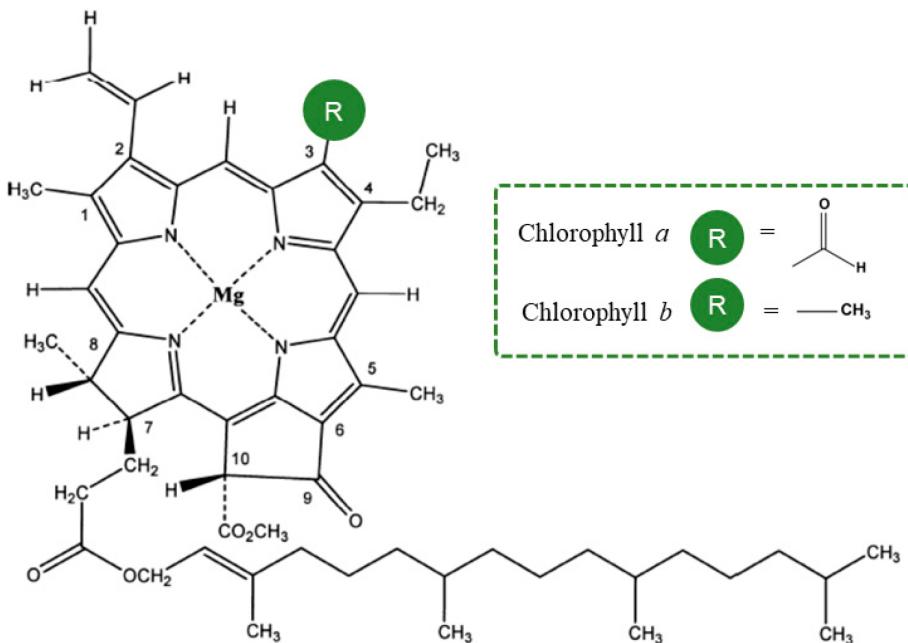
- | | |
|------------------------|---|
| (A) izteikti hidrofobs | (C) amfifils (gan hidrofils, gan hidrofobs) |
| (B) izteikti hidrofils | |

2.8. Jaut. [1 p.] Aplūko atšķirību starp hlorofilu a un b VI.7. attēlā. Kura viela ir vairāk hidrofila?

- | | |
|-----------------|----------------|
| (A) hlorofils a | (B) hlorfils b |
|-----------------|----------------|



VI.6. attēls. Ksantofils.

VI.7. attēls. Hlorofila *a* un *b* atšķirības.

2.9. Jaut. [4 p.] Nemot vērā iegūtās zināšanas un hromatogrāfijas rezultātus, sakārto augu pigmentus pēc R_f vērtībām, kur 1 ir visaugstākā un 4 viszemākā. Dotie pigmenti: hlorofils *a*, hlorofils *b*, karotīns, ksantofils. Informācijai: var būt vairāki dzelteni pigmenti, tie ir dažādi šo pigmentu veidi, taču šeit teiksim, ka viens pigmenti ir viens pigmenti un zem tiem — otrs.

2.10. Jaut. [1 p.] Kāpēc augiem nepieciešams hlorofils *b*?

- (A) Tas nodrošina fototoksicitāti.
 (B) Tas ir mitochondriju galvenais pigments.
 (C) Tas palielina absorbcijas spektru.

2.11. Jaut. [1 p.] Kāpēc augiem nepieciešams karotīns?

- (A) Tas aisargā pret fototoksicitāti un palielina absorbcijas spektru.
 (B) Tas ir priekštecis vielai, kura nodrošina redzes funkcijas.
 (C) Tas pievilina fitofāgus.
 (D) Tas veido enerģijas rezerves.

2.12. Jaut. [1 p.] Augi sintezē pigmentus, izmantojot metaboliskos ceļus. Vēlreiz aplūko pigmentu uzbūves un izvēlies pareizo apgalvojumu.

- (A) Karotenoīdi tiek sintezēti no hlorofiliem.
 (B) Ksantofili tiek sintezēti no hlorofiliem.
 (C) Karotenoīdi tiek sintezēti no ksantofiliem.
 (D) Ksantofili tiek sintezēti no karotenoīdiem.