

4. ročník (2019/2020)



1. SADA

Termín odevzdání: 30. 11. 2019

MUNI | RECETOX
SCI

MUNI Ústav
SCI experimentální
biologie

Adéla Indráková

1. Úloha, která nebolí

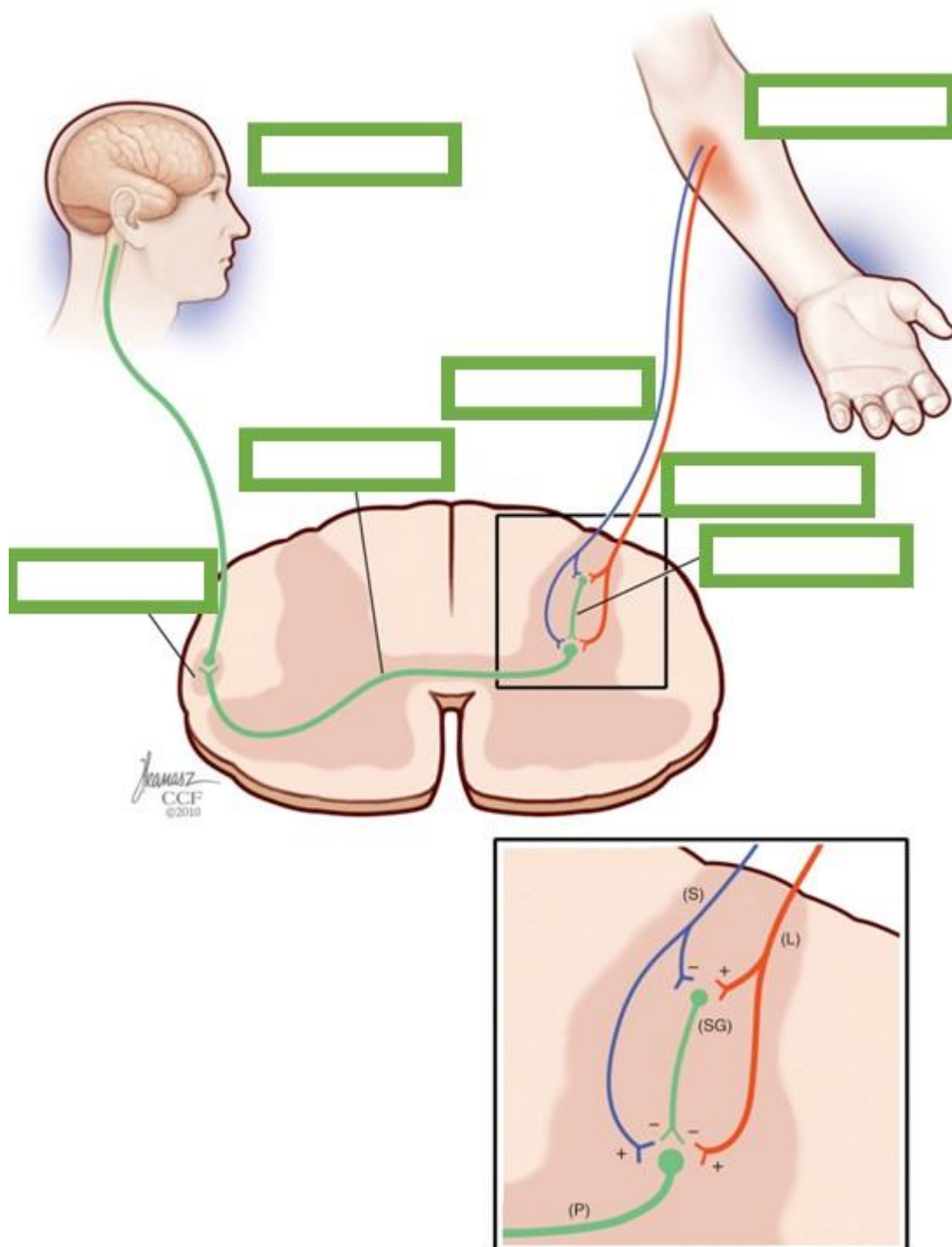
20 bodů

Trvá to jen chvíli. Na plotně ti utíká polévka z hrnce a není čas nad ničím moc přemýšlet. Chytneš za ucho hrnce, že ho přece jen potáhneš z rozpálené plotýnky. Ale ouvej. Aniž bys chtěl, horké ucho ti vyklouzne z ruky a jediné co cítíš, je palčivá bolest ve spáleném místě. Ale co to vlastně cítíš?

1. Jak je definována bolest? [0,5 b]
2. Jak se nazývá lékařská disciplína zabývající se bolestí? [0,5 b]

V roce 1965 představili lékaři Patrick Wall a Ronald Melzack teorii o přenosu bolesti, která byla schopná objasnit některé psychologické jevy popisované při vnímání bolesti. Tato teorie vysvětluje, jakým způsobem nebolestivé vjemy mohou přebýt a tím pádem i snížit cití bolesti.

3. Jak se daná teorie jmenuje? [0,5 b]
4. Využijte následující schéma a **popište slovně** vedení bolesti. Při popisu vysvětlete následující pojmy a doplňte je do schématu: [8 b]
 - Centrální nervová soustava
 - Periferie s nociceptory
 - Projekční neuron
 - Silná A beta vlákna
 - Tenká A delta a C vlákna
 - Inhibiční interneuron
 - Zadní míšní kořeny



5. Lze představenou teorii o přenosu bolesti aplikovat v léčbě bolesti? Popište způsoby léčby bolesti a **zduvodněte**, jakým způsobem bolest snižují. Můžete navrhnout i vlastní přístupy léčby bolesti. [4 b]

Za rozdílné vnímání bolesti u jednotlivců zodpovídá bezesporu i genetická výbava jedince. Ze studií jedinců necitlivých k bolesti byly identifikovány geny SCN9 a COMT, které se jistým způsobem na percepci bolesti podílí. Absolutní necitlivost k bolesti je nevýhodou pro zachování celistvosti organismu, zjišťování zánětu v těle či přehřátí. K bolesti nevnímaví lidé nemění postoj a posed a trpí záněty kloubů, na jejichž komplikace často umírají.

6. Doplňte následující tabulku: [4 b]

Gen	SCN9	COMT
Produkt genu		
Kde se v metabolismu bolesti uplatňuje?		
Které varianty genu mají vliv na vnímání bolesti?		
Kteří jedinci (alela genu, zygotnost), vnímají bolest méně nebo vůbec?		

Bolest často cítí lidé po amputaci končetin, kdy je bolí odňatá část těla. Doktoři si dříve mysleli, že se jedná o čistě psychologický problém, ale novější výzkumy ukázaly, že signály bolesti mohou vznikat i v míše a mozku.

7. Jak se popsany fenomén také nazývá? Je běžnější po amputaci horní nebo dolní končetiny? [1 b]

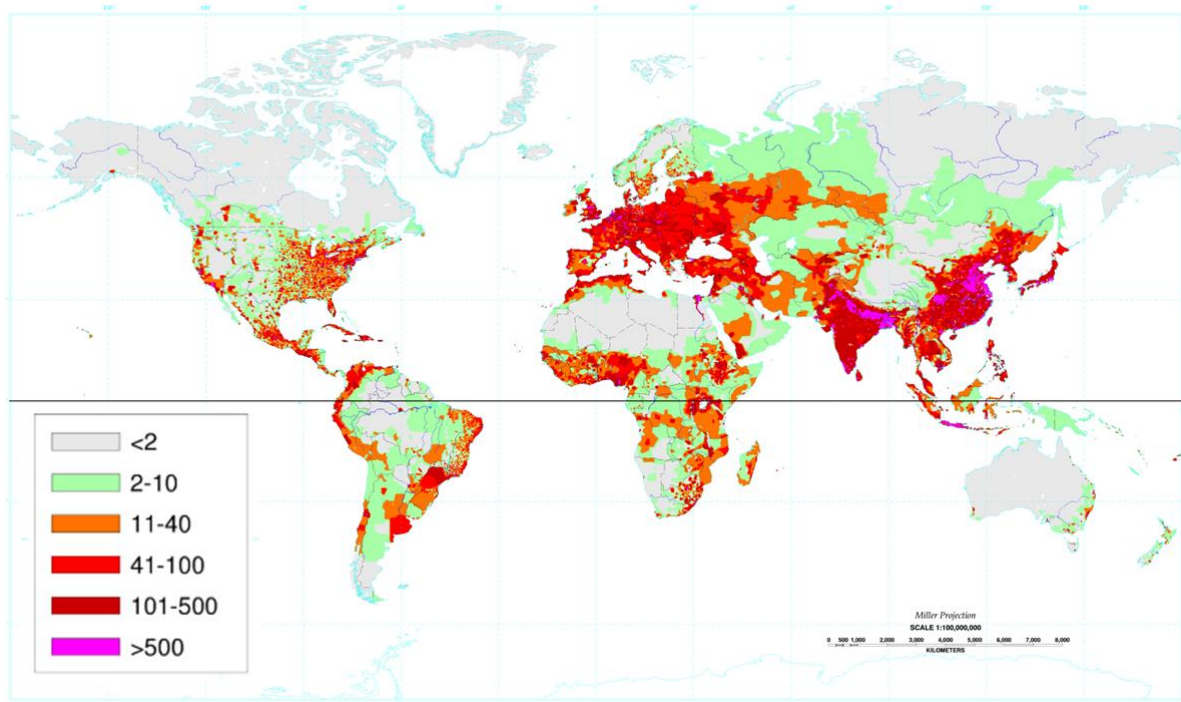
Neustávající bolesti jsou jedním z argumentů, proč povolit eutanázii neboli asistované usmrcení.

8. Jaký je Váš názor na eutanázii? Jaké jsou argumenty pro a proti? [1,5 b]

Zuzana Nováková

2. Extrémní úloha

20 bodů



1. Co znázorňuje tato mapa? [0,5 b]

Pokud jste správně určili, co znázorňuje mapa, došlo vám, že naše planeta je celkem nehostinná. Z velké části je tvořena extrémními prostředími, ne zcela příhodnými pro život lidí.

2. Jak byste definovali extrémní prostředí? Vysvětlete na příkladu. [1 b]

3. Aby lidé byli schopni v určitém prostředí přežít, musí daná lokalita vykazovat jisté vlastnosti. Jaké základní podmínky jsou nutné pro přežití lidí? Pojmenujte podmínky na obrázku a vyberte 4 nejnnutnější. [1 b]



“Is it not the strongest of the species that survives, nor the most intelligent that survives. It is the one that is most adaptable to change.” Charles Darwin (1809 - 1882)

I přes spoustu překážek se ale lidem daří žít na ne úplně příhodných místech naší planety. Děje se tak právě díky adaptacím. Např. už po tisíciletí žijí lidé spokojeně ve vysokých horách, ačkoli díky řidšímu vzduchu jsou zde vystaveni nedostatku kyslíku.

4. Průměrná nadmořská výška Tibetu je 4 500 m. Kolik procent vzduchu v takové výšce tvoří kyslík? Kolikrát je jeho koncentrace nižší než u hladiny moře? Vysvětlete svou úvahu/výpočet. [1 b]

Ačkoli už při výstupu do výšky 2 500 m můžeme pocítit příznaky horské nemoci (bolest hlavy, malátnost, nechutenství, nespavost), již po dvou týdnech pobytu v horách jsme schopni se na snížené množství kyslíku adaptovat. A třeba takový pan Messner jako první zdolal Mt. Everest bez kyslíkové bomby (1978)!

5. Vysvětlete, co se v lidském těle děje při této krátkodobé adaptaci. [2 b]
6. Vysvětlete, proč je u horolezců častý edém mozku. [2 b]

Existují ale populace, kde docházelo k adaptaci na život ve vysokých horách po mnoho generací. V minulých letech byly zaznamenány 3 příklady různých adaptací na stejné podmínky. Etiopané, žijící 70 000 let na náhorní plošině, vykazují vyšší saturaci hemoglobinu kyslíkem.

7. Jak se ale podmínkám přizpůsobily populace v Andách a v Tibetu? [2 b]

Na nižší množství kyslíku jsme tedy schopni se dlouhodobě adaptovat. Na jeho úplnou absenci nikoli.

8. Jaký je současný rekord v disciplíně statická apnea? Rozlište čas s použitím kyslíku a bez něj. [0,5 b]

Přežití v extrémních podmínkách závisí také na okolní teplotě.

9. Přiřaďte, co se stane, pokud vaše tělesná teplota klesne na: [1 b]

- | | |
|-----------------|---|
| 1) 35 °C a níže | A) ztráta vědomí |
| 2) 33 °C a níže | B) silná až smrtelná hypotermie |
| 3) 28 °C a níže | C) amnézie |
| 4) 21 °C a níže | D) hypotermie, snížená funkce vitálních orgánů jako je mozek či srdce |

Teplota, ve které jsme schopni krátkodobě nebo dlouhodobě přežít, se také hodně liší dle vlhkosti.

Vlhkost	Krátkodobě	Dlouhodobě
velmi suchý vzduch	120 °C i více	70 °C i více při zajištění přístupu ke studené vodě
tropický prales	60 °C i více	47 °C
nasycený vzduch	48 °C	35 °C
voda (koupel, lázeň)	46 °C	41 °C

10. Vysvětlete proč. Náповěda: tato otázka napadla autorku úlohy při pobytu v extrémním prostředí v centru Brna - a totiž v sauně. [1 b]

A když už jsme u té vlhkosti a o životadárné vodě pojednává celá jedna úloha v této sadě, pojďme se na ni podívat blíže. V průměru jsme tvořeni z 60 % vodou. Obsah vody ve tkáních není ale všude stejný.

11. Seřad' lidské tkáně/orgány dle obsahu vody "od nejvodnatější po nejsušší". [0,5 b]

- a) plíce
- b) kost
- c) srdce
- d) kůže
- e) oko

12. Co se děje při dehydrataci? Popište postupné příznaky, vyjmenujte, jakou roli hrají ledviny, mozek, kůže, jazyk a jak se na nich dehydratace projevuje? [4 b]

Extrémní podmínky, co se týče nedostatku vody, musel vydržet jeden vězeň náhodou zapomenutý v cele.

13. Jak dlouho a díky čemu přežil? [0,5 b]

Ačkoli je planeta vlastně nehostinná, žijeme si v přepychu. Přejídáme se a tloustneme. Jsou ale lidé, kteří se rozhodnou nejíst. Např. jeden irský dramatik a politik, Terence MacSwine, vydržel nejíst 74 dní na protest proti svému zatčení. A i když takto drží rekord nejdelší hladovky, stálo ho to život (r. 1920). Za to takový Agnus Barbieri, který nejedl neuvěřitelných 382 dní (1965 - 1966), svůj půst přežil a dokonce se těšil ze života ještě dalších 24 let. Během půstu, pro který se rozhodl, aby zhubnul, byl však pod pravidelným lékařským dohledem a byly mu podávány např. vitamíny a ionty.



14. Popiš, co se s Agnusovým tělem asi dělo, když hladověl. Jaké živiny a po jak dlouhé době od posledního jídla se začaly vstřebávat? Kterými orgány byly spotřebovávány? [2 b]

15. Poslední otázka k zamyšlení: Jaký adaptační mechanismus lidstvu pomáhá překonávat překážky v tak extrémním prostředí jako je vesmír a jednou nám třeba umožní kolonizovat Mars? A myslíš, že bychom po několika generacích života na Marsu vypadali jinak? [1 b]



David Zimčík, Tomáš Kotačka

3. Dihydrogen monooxid

20 bodů

Modrá planeta, tak jí říkáme. A to právě kvůli té maličké molekule vodík – kyslík – vodík. Nezměrná množství těchto molekul jsou nahromaděna v oceánech, mořích, jezerech, řekách i potocích, vázaná v minerálech nebo v organismech. Jedna z nejmocnějších sil matky přírody. Prostředí, kde se rozmnožily sinice, jež daly vzniknout atmosféře naprosto toxické pro tehdejší vládce, anaerobní organismy. Přesto i ty ji potřebovaly. Stojí u zrodu všech živých organismů. Proto není divu, že při hledání života ve vesmíru pátráme nejprve po naší anorganické, přesto životadárné molekule. Od člověka, jenž se nachází po 9 měsíců v *liquor amnii*, až po semena rostlin, u nichž se právě hydrolyticky spouští kaskáda reakcí vedoucí ke klíčení. Naše civilizace začaly vznikat právě v povodí veletoků, a proto není divu, že průmysl a využití této divoké, avšak překrásné síly jde ruku v ruce s naším rozkvětem. Jsme jí tvořeni, používáme ji denně, a to desítkami různými způsoby. Pití, čisticí, součást stavebních látek, výroba elektřiny, cesta pro dopravu i balzám pro oči v podobě tůně v japonské zahradě.

Předpokládám, že je ti již jasné, o čem bude tato úloha. Pokud máš tip, že o vodě, tak je naprosto správný. Ještě ti to více specifikujeme, bude to o využití vody a jejím zpracování pro naše každodenní potřeby.

Pro příjemnější práci s touto úlohou doporučujeme k poslechu Modlitbu za vodu: Voda má – Hradišťan.

<https://www.youtube.com/watch?v=yhbotOIZrAg>

Superschopnosti vody

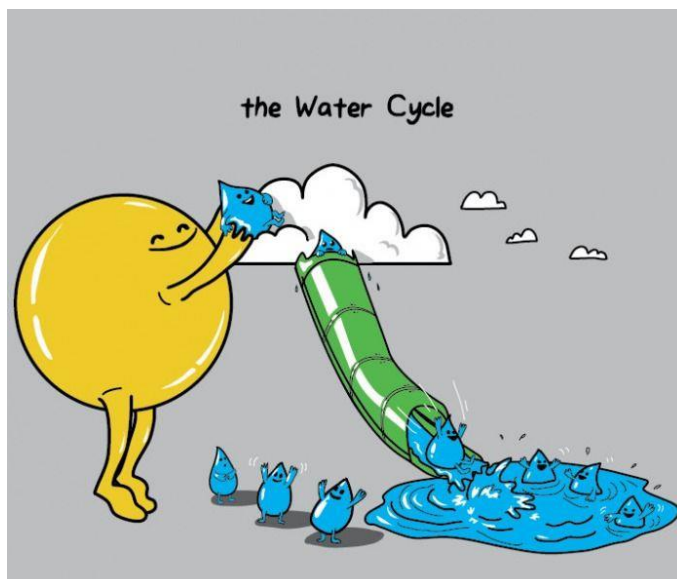
Lehce můžeme nabýt pocitu, že jsou nám vlastnosti vody zcela známé, neboť se s ní setkáváme každodenně. Je však dobré si uvědomit, že voda se velmi liší od jí podobných kapalin. Proč tomu tak je? Voda obsahuje specifický typ vazeb, jenž jí dává právě tyto odlišné vlastnosti. Jsou tak důležité, že bez nich by voda ztratila drtivou většinu svých životadárných schopností.

1. Jak se jmenuje tento typ vazeb a kde by nastaly zásadní problémy? Které vlastnosti vody by se změnily? Alespoň 4 jevy a krátké zdůvodnění (cca 2 až 3 věty). [1 b]

Koloběh vody

Téma pohybu vody začíná být dnes vcelku diskutované. I když možná ani ne tak kolování jak její zadržení v krajině. Věříme, že koloběh vody je naprosto familiární věcí pro každého. Ale i tak ho krátce projdeme. To nám může pomoci si uvědomit, kolik vody vlastně k dispozici máme. Velmi zjednodušeně dojde k odpaření vody především z půdy a oceánů díky energii dodané slunečním zářením. Odpařená voda stoupá, a tím dochází k ochlazení a tvorbě mračen. A opět padá zpět k zemi ve formě nejrůznějších srážek.

2. Jak se nazývají mračna a jaký typ srážek z nich padá k zemi? V jakých výškách se tato mračna nachází? Uveď nejméně 6 druhů. (latinský název, typ srážek, rozmezí, kde se tato mračna pohybují v atmosféře v km nad zemí) [1 b]



Srážky jsou zachyceny buď rozlehlou vodní hladinou, nebo půdou. Tam je využijí organismy. Voda je buď dlouhodobě uložena, nebo je vrácena do oběhu a putuje do potoků, řek a opět svedena do oceánů.

3. Vypočítej, kolik vody každý den přibude na Zemi. Počítej se zaokrouhlením na kubické metry. Výsledek uveď v %, a to za předpokladu, že 71 % plochy planety je nyní voda a objem činí 1,3 zettalitrů. Ke svému výsledku přidej krátké odůvodnění, popřípadě svůj postup výpočtu. [1 b]

Voda v nás

Voda je pro nás naprosto esenciální. Na rozdíl od potravy, bez které vydržíme i 40 dní, bez vody umíráme již po několika dnech (proč se tak děje jste zjistili v předchozí úloze). A i jediný den bez vody nás výrazně ovlivní na náladě, morálce i fyzické zdatnosti. Množství vody v člověku v průběhu života kolísá. U novorozenců je to až 70 %, kdežto u starých lidí je to procent 50. Vodu v našem těle dělíme na extracelulární (tkáňový mok) a intracelulární. Extracelulární tekutina je obsažena jednak v mezibuněčných prostorech tzv. *intersticiu*, a také v tělesných strukturách k tomu speciálně určených. Například v krevní oběhové soustavě, gastrointestinálním traktu, močových cestách a dalších prostorech. Intracelulární tekutina je uložena uvnitř buněk jako součást cytosolu. Množství této tekutiny je přímo úměrné množství kosterního svalstva.

Voda působí jako transportní prostředí pro živiny, elektrolyty, hormony, krevní plyny, odpadní látky a elektrické proudy. Dále slouží jako rozpouštědlo a vhodné prostředí pro chemické reakce probíhající v organismu. Samozřejmě zvlhčuje a chrání sliznici, udržuje pružnost a odolnost kůže a v neposlední řadě udržuje stálost vnitřního prostředí – homeostázu. Vodu z těla dostáváme mnoha způsoby. Dýcháním, pocením, pláčem ale především ve formě moči. Voda se z našeho organismu dostává skrz skvělý filtrační systém, který nazýváme ledviny. Během jedné minuty proteče ledvinami kolem 1 200 ml krve, což představuje 660 ml plazmy.

Do glomerulárního filtrátu je převedeno 128 ml plazmy za minutu a až 180 l za 24 hodin. Toto množství ultrafiltrátu je přeměněno ledvinami na 1 až 1,5 l definitivní moči – zbytek je navrácen do oběhu.

Neustále opakujeme, jak je voda důležitá a že její životadárné vlastnosti jsou skvělé. Ale jako se vším, i voda může být nebezpečná. Nemluvíme o utonutí ani o podchlazení. Voda může být nebezpečná, i pokud ji pijeme a neznáme míru. V takovém případě se z nás stane zjednodušeně řečeno průtokový ohřivač. Ledviny jsou nuceny pracovat pod velkou zátěží, což může vést k jejich selhání. Je zaznamenáno několik smrtí způsobených nadměrnou konzumací vody, a to jak u dětí, tak u dospělých. Dokonce u vojáků či maratonců. Množství vody se pohybovalo mezi 10 – 20 l vody za několik málo hodin. (Pozn. u destilované vody by stačilo menší množství blížíící se k 10 l.)

4. Co takové množství vody způsobí v těle, že dojde k jeho poškození či dokonce smrti? Přestože se může zdát, že v úvodu odpověď již zazněla, tak se neptáme na selhání ledvin. Popiš obsírněji, co je příčinou smrti v konečném důsledku. [2 b]

Mikroorganismy

Když už jsme u toho pití vody, pojďme se na ni podívat trochu víc zblízka. Voda není zcela homogenní. Obsahuje toho spoustu a často to v ní taky pěkně žije. A to teď nemluvíme o oceánu, ale třeba o studánce v lese nebo studni na vaší zahradě či o vodě ve vodovodním kohoutku. Na první pohled je zcela průzračná, ale pod objektivem mikroskopu vyjeví svou rozmanitost. Bude řeč o mikroorganismech nacházejících se ve vodě.

Mikroorganismy můžeme pozorovat díky optickým mikroskopům. Poprvé se na ně v 17. století podíval Antoni van Leeuwenhoek, a to mikroskopem, který si sám vyrobil. Tenkrát pozoroval nějaké tyčky, které se třepaly a shlukovaly. Rozhodně objevil a pohlédl na prostor, který je lidskému oku běžně skryt. Od té doby se na mikroorganismy zaměřila velká pozornost a přirozeně vzešla i potřeba je začít třídít a dělit do kategorií. A tím se dostáváme právě k jednomu způsobu klasifikace bakterií, a to jsou grampozitivní a gramnegativní bakterie.

5. Popiš postup při Gramově barvení. Jaké barvy budou mít G+ a G- mikroorganismy při použití klasických látek? [1 b]

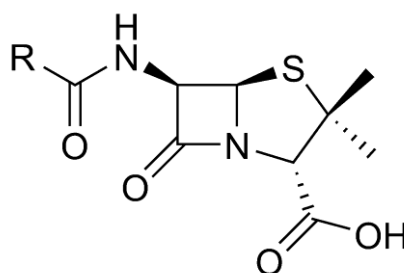
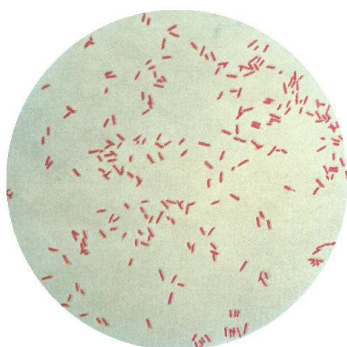
Důvod rozdílného obarvení leží v rozlišném složení buněčné membrány. Gramnegativní buňky mají buněčnou stěnu složenou z vnější lipopolysacharidové membrány a vnitřní relativně tenké peptidoglykanové vrstvy (zhruba 5 až 10 % buněčné stěny) obsahující kyselinu muramovou.

Spojení mezi peptidoglykanem a vnější membránou zajišťují lipoproteiny. Lipopolysacharidy jsou složeny z lipidu A, jaderného (též základního, dřevňového) polysacharidu a O-antigenu (též O-řetězec). Vnější membrána slouží jako ochranná bariéra před vnějším prostředím, brání prostupu látek nebo postup alespoň zpomaluje (žlučové soli, antibiotika, jedy, atd.).

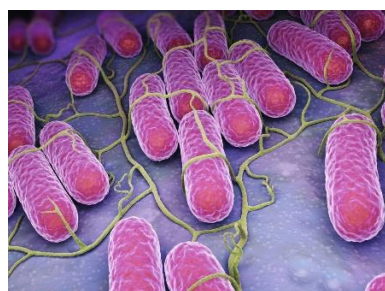
V buněčné stěně grampozitivního typu chybí vnější membrána a peptidoglykanová vrstva je poměrně tlustá. Někteří zástupci mohou mít jako složku buněčné stěny kyselinu teichoovou, lipoteichoovou nebo neutrální polysacharidy, u několika zástupců jsou ve stěně přítomny mykolové kyseliny.

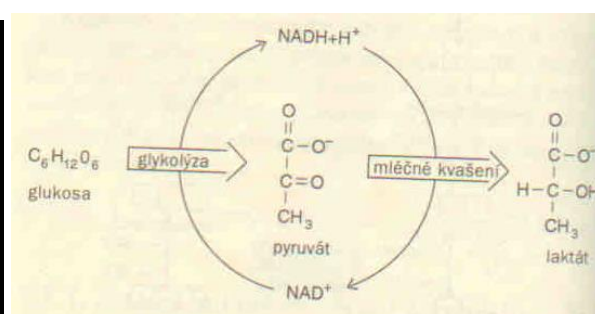
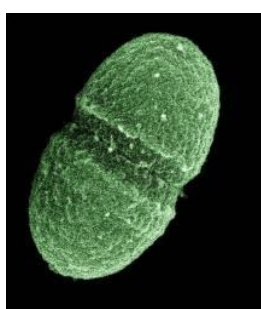
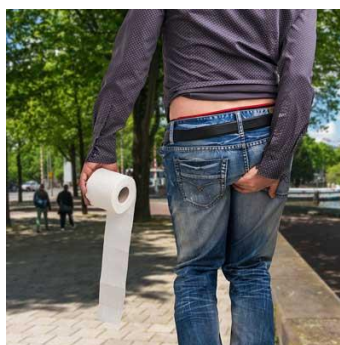
Zvláštní skupinou jsou bakterie bez buněčné stěny, tzv. mykoplazmata, které nejsou schopny syntetizovat prekurzory peptidoglykanu. Buňky jsou obklopeny pouze cytoplazmatickou membránou.

6. Poznej organismus podle obrázků. Pojmenuj ho nebo jej taxonomicky zařad', jak nejlépe dokážeš. Zjisti, zdali je G+ či G-. Napiš, jaký má tvar a zdali je pro člověka patogenní, popřípadě co by mu mohl způsobit. Jsou to organismy často se vyskytující ve vodě, ne vždy ale v té pitné. Dva obrázky vedle sebe jsou nápověda k jednomu organismu. [4 b]



Nepůsobí





Vodní zdroje

Teď si povězte něco o vodních zdrojích a jejich úpravě před využitím. Vodními zdroji se rozumí podzemní nebo povrchové vody. Podzemní vody představují tu část podpovrchových vod, která vyplňuje dutiny zvodněných hornin. Ne všechny podzemní vody jsou vhodné pro vodárenské účely. Pro vodárenské účely je snaha používat takovou vodu, která je svým chemickým složením blízká vyhlášce č. 252/2004 Sb., nebo která se dá běžnými úpravárenskými postupy na tuto jakost upravit. Co spadá pod povrchové vody, si nejspíš každý z nás dokáže představit; povrchové vody představují z hlediska množství hlavní část využitelných vodních zdrojů v České republice, pro představu je to ročně cca $1,6 \cdot 10^9$ m³, v případě podzemních vod to je cca $4 \cdot 10^8$ m³.

Cesta úprav k pitné vodě se liší u povrchových a podzemních vod. Povrchová voda se musí nejprve předčistit za pomoci mechanických úprav, jelikož obsahuje plovoucí látky, hrubší suspenze a látky unášené proudem vody (například písek). K tomu se využívá česel, sít, pásových filtrů a lapáků písku. Následující technologický postup úpravy povrchové vody je určen povahou a koncentrací látek ve vodě obsažených. Rozhodujícím kritériem je hodnota CHSK_{Mn}.

7. Co stojí za zkratkou CHSK_{Mn}, o čem nám tato hodnota vypovídá? Popiš princip stanovení a uveď rovnici reakce (obecně). Jakou jinou látkou se CHSK ještě stanovuje? [1 b]

Po předčištění následuje čiření (koagulace), jedná se o fyzikálně chemický proces, za pomoci kterého se z vody odstraňují koloidní látky anorganické i organické povahy. Spočívá v dávkování solí železa a hliníku, které hydrolýzou poskytují hydratované oxidy železa a hliníku, na jejich povrchu pak dochází k adsorpci iontů (například iontů Fe^{3+} , Al^{3+} , SO_4^{2-} , HCO_3^- a Cl^-). Vznikají tak nabitě produkty, které koagulují, eventuálně tyto produkty ještě reagují s nečistotami koloidní povahy s opačným elektrickým nábojem. Cílem čiření tedy je vytvořit takové podmínky, při kterých se nečistoty přítomné ve vodě převedou na separovatelnou formu (tzv. vločky), které už lze odstranit sedimentací nebo filtrací. Po odstranění vloček za pomoci sedimentace či filtrací se provádí hygienické zabezpečení (tento krok úpravy se samozřejmě musí provádět i u podzemních vod). Za tímto účelem se používají různé dezinfekční prostředky, které musí ve vodě zaručit trvalou bakteriologickou nezávadnost. Různé technické způsoby tedy jsou:

- Chlorace a chloraminace

Nejvíce používané pro ošetření centrálního zásobování pitné vody.

8. Kde má význam použití chloraminace místo chlorace a proč? Jakou vlastnost kromě oxidační má uvolněný aktivní chlor? V případě kterých látek obsažených ve vodě by se nemělo používat toto ošetření? [1 b]

- Oxidace použitím oxidu chloričitého

Použití tohoto způsobu je omezeno, kvůli složitosti přípravy oxidu chloričitého.

9. Použitím oxidu chloričitého místo chlorace/chloraminace se minimalizuje vznik určitých látek, napadá vás kterých (obecný název skupiny těchto látek)? [0,5 b]

- Ozonizace vody

V poslední době stále častěji používanější metoda. Ozón se připravuje ze vzdušného kyslíku elektrickým výbojem při vysokém napětí. Má energeticky bohaté molekuly, může tedy docházet k rychlému rozkladu za odštěpení kyslíku, vznikající kyslík má pak značnou oxidační účinnost.

10. Otázka, Jaké jsou výhody a nevýhody použití ozónu jako dezinfekčního prostředku? Při inaktivaci kterých organismů má ozonizace oproti chloraci/chloraminaci maximální účinek? [1 b]

- Ostatní způsoby dezinfekce

Například k dezinfekci malých zdrojů podzemní vody, jako je studna, se využívá antiseptických účinků některých těžkých kovů (solí stříbra a mědi). Dalším způsobem dezinfekce je použití ultrafialového záření.

11. Vyplňte tabulky povolených norem mikroorganismů pro dané typy vod. [3,5 b]
Zjistěte, z jakého zdroje pochází voda ve vaší domácnosti. [0,5 b]

Pitná voda

	Pitná voda	Balená voda	Pitná voda upravovaná z povrchového zdroje	Náhradní zásobování, studny
<i>Escherichia coli</i>				
Koliformní bakterie				
<i>Clostridium perfringens</i>				
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>				
Počty kolonií při 22 °C				
Počty kolonií při 36 °C				
Enterokoky				

(Jednotky KTJ/ml, KTJ= kolonie tvořící jednotky)

Povrchová voda

	Pro rozlišené úpravy na pitnou vodu			Povrchová voda	Povrchová voda na koupání	
	A1	A2	A3		Cílová hodnota	Přípustná hodnota
Koliformní bakterie						
Termotolerantní koliformní bakterie						
Enterokoky						
Salmonely						
Mikroskopický obraz (živé organismy)						

(Jednotky KTJ/ml, KTJ= kolonie tvořící jednotky)

Kategorie standardních metod úpravy surové vody na pitnou vodu

A1 – Jednoduchá fyzikální úprava a dezinfekce

A2 – Běžná fyzikální úprava, chemická úprava a dezinfekce

A3 – Intenzivní fyzikální a chemická úprava, rozšířená úprava a dezinfekce

12. Co vlastně znamená jednotka KTJ/ml a jak se mikrobiální znečištění stanovuje – vysvětlíte princip metody a popište jednotku. [1,5 b]

Ne všechny mikroorganismy nám jsou na škodu, některé díky svým speciálním vlastnostem můžeme využít. Jako například při odstraňování dusičnanů, pro které je možné použít vícero metod, ale jednou z nich je právě využití denitrifikačních mikroorganismů, kdy využívají při nedostatku kyslíku ve vodě jako akceptor elektronů dusičnanový dusík. Tímto procesem disimilační redukce jsou dusičnany postupně zredukovány až na molekulární dusík. Lze použít jak autotrofní, tak heterotrofní denitrifikaci, obě varianty mají své nevýhody a výhody. Heterotrofní denitrifikace však probíhá vyšší rychlostí než denitrifikace autotrofní. Z vody se pak tyto mikroorganismy samozřejmě musí odstranit.



13. Při heterotrofní denitrifikaci je nezbytná přítomnost exogenního substrátu, kterým může být například metanol, etanol, kyselina octová či glukóza. Pro vodárenské účely se však doporučuje používat etanol. Když víte tuto informaci, pokuste se napsat rovnici redukce dusičnanu na dusík. [1 b]

PharmDr. Piia Kokkonen, PhD.

Doktorka Kokkonen je tváří moderní vědy hned v několika ohledech. Prvním z nich je prolínání mnoha oborů v její práci. Vystudovala farmacii na University of Eastern Finland a již při tomto studiu začala pronikat do dalších oborů, které dávají farmaceutickému výzkumu úplně nový náboj, a to je výpočetní chemie a molekulové modelování.

Ve svém doktorském studiu se věnovala výzkumu sirtuinů - zvláštních proteinů regulujících rozmanité buněčné pochody. Právě cílení léčiv na sirtuiny by mohlo pomoci při léčbě neurodegenerativních onemocnění jako třeba Alzheimerova choroba, nebo také k léčbě rakoviny. Právě prolnutí oborů farmacie a informatiky umožňuje Piie otestovat tisíce nových léčiv za pomoci superpočítačů.

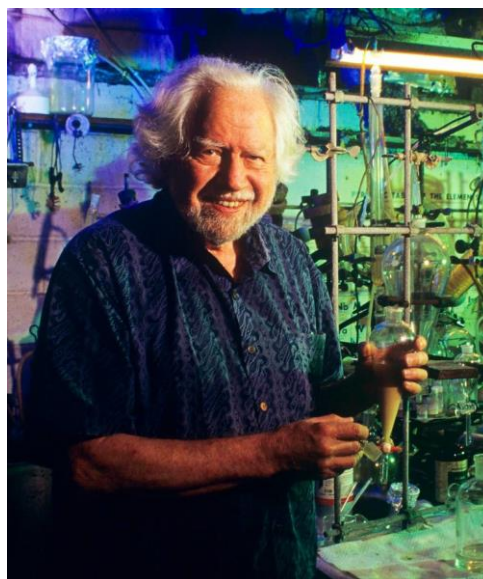
Jako spousta moderních vědkyň a vědců dneška Piia jezdí po světě a její cesty se ubraly právě do Brna, kde působí v [Loschmidtových laboratořích](#) na Masarykově univerzitě. Je držitelkou velmi prestižního grantu [Marie Curie-Sklodovská Actions](#) ve kterém studuje, jak na molekulární úrovni fungují enzymy - bílkoviny které v našem těle uskutečňují chemické reakce. Ve své práci používá hlavně pokročilé metody molekulových dynamik, ve kterých do určité míry překračuje fyzikální zákony, aby mohla lépe vysvětlit, jak enzymy pracují v čase. O jejím výzkumu se můžete [dočíst i v češtině](#) díky článku, na kterém spolupracovala, a vyšel v prestižním časopise Journal of the American Chemical Society.



4. Chemie lásky

**“Mlčící hájemství
prvků mých
prvků tvých
Nezměrná tajemství
sloučení leží v nás**

**Vesmír cév
vzlínavých
vesmír můj, vesmír tvůj
Pod kůží připraví
zrození pro svůj čas”**



Blue Effect: Nová syntéza 2 (http://youtube.com/watch?v=6c3_TAz1T4)

při řešení této úlohy poslouchej!

Odkud ale do této záhadné řeky života vstoupíme, když její začátek je víc než čtyři miliardy let před námi? Co začít citem, který nás k početí dalšího života vede? Silou, která lidskému a jiným druhům velí se milovat, množit, a naplnit Zemi! Láskou!

Tím, jak v lidském těle a hlavně v mozku láska funguje, se věnoval Alexander "Saša" Shulgin (na obrázku). Studium chemie nedokončil a začal sloužit jako mariňák v Americkém námořnictvu, a to v době druhé světové války. Jak to v životě bývá, Shulgin přišel k infekci palce, kvůli které musel na marodku. Po vypití pomerančového džusu od zdravotní sestry viděl na dně sklenice bílou sedlinu, o které předpokládal, že je to sedativum, kterého v džusu muselo být hodně, když se nerozpustilo všechno. Okamžitě usnul. Po probuzení se dozvěděl, že se jednalo pouze o cukr (tehdy se nedoslazovaly pomerančové džusy!) a uvědomil si, jak velkou moc má mysl nad jeho tělem.

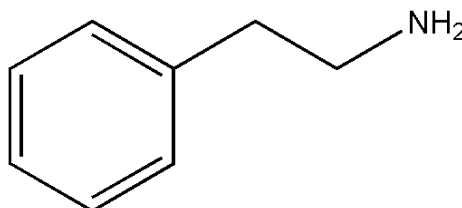
Shulgin se rozhodl zabývat se psychofarmakologií, novým oborem o tom, jak funguje ohromný biochemický stroj našeho mozku, a jaké jsou jeho součástky. Při své práci se zamiloval do kolegyně Ann, se kterou se zabývali fungováním lásky a výzkumem psychedelik.

Společně s Ann napsali knihu PIKHAL (Phenylethylamines I've Known and Loved: A Chemical Love Story - Fenylethylaminy které jsem našel a miloval: Chemická romance) jejíž první část je autobiografie životů Ann a Alexandra, ale hlavně jak je osud propojil. Druhá část je popis skoro dvou set psychedelických fenylethylaminů, jejich testů, vlastností a syntézy (postupu výroby). Alexander je znám jako "kmostr extáze" a kvůli druhé části je kniha v mnoha zemích zakázána.

Část první: Myslím, že mezi námi je chemie

„Milovat, když už není naděje:
jenom toto je láska.“

Miroslav Holub, Imunolog a světoznámý básník



Pojďme se tedy zabývat láskou a způsobem, jakým mezi lidmi funguje nádherná chemie. Prvně se naučíme, jak taková chemie funguje a nakonec si zkusíme vymyslet vlastní nápoj lásky! Alexander s Ann by byli určitě nadšeni.

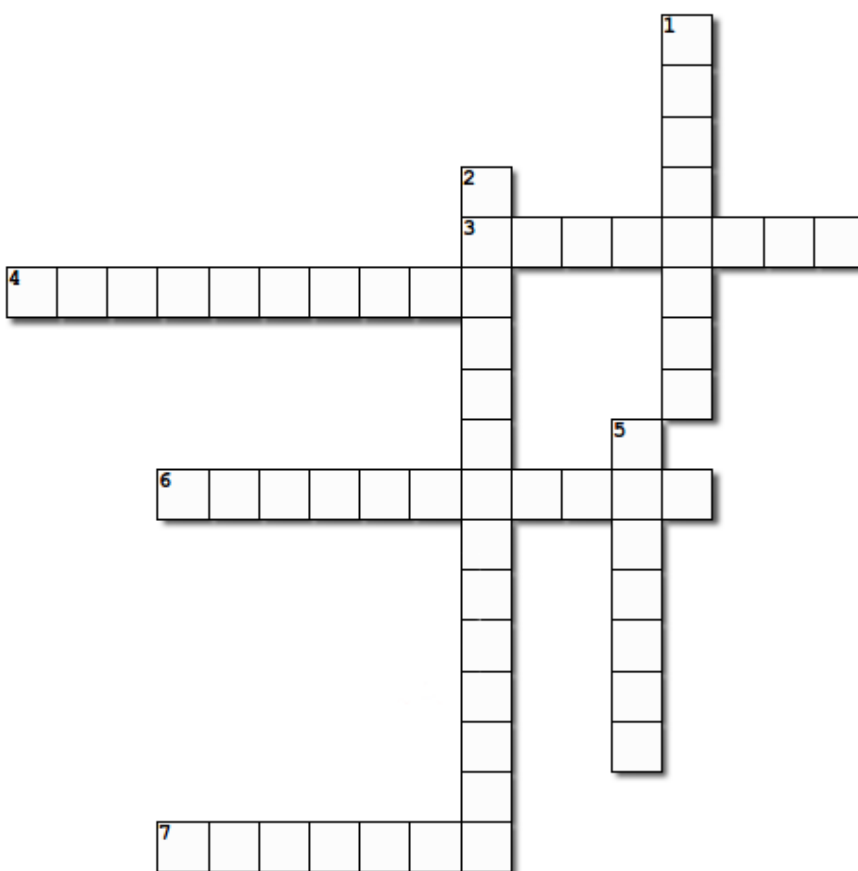
1. V dnešní době známe velkou řadu chemikálií, které jsou v těle vytvářeny a zprostředkovávají naše pocity spojené s láskou a sexem. Doplňte do křížovky sedmičku nejdůležitějších. Jedna z nich je na obrázku (viz výše). [4 b]

- Proteinový hormon významný pro porodní kontrakce, ale také lásku, důvěru a empatii. (1)
- Tato malá molekula je produkována v limbickém systému. Je ale také obsažena v čokoládě a říká se jí droga zamilovaných. (2)

- Molekula odměny, závislosti a euforie. Její nedostatek je příčinou Parkinsonovy choroby. (5)
- Ženský pohlavní hormone. (3)
- Proteinový hormone zodpovědný nejen za krevní tlak a vylučování, ale také nějakou tu lásku. (4)
- Hormon produkován u žen v nadledvinkách a u mužů ještě v Leydigových buňkách varlat. (6)
- Chemikálie ze skupiny aminů. Vyskytuje se v zelí, polévce Miso a dalších. Není schopna překročit bariéru mezi krví a mozkiem. (7)

2. Přiřaď chemikálie, které jsi našel/našla v křížovce, do těchto tří kategorií: [2 b]

- Sexuální pud (2 chemikálie)
- Dlouhodobé připoutání a empatie (2 chemikálie)
- Euforické a krásné pocity, ale bohužel i špatné usínání a neschopnost jíst! (3 chemikálie)



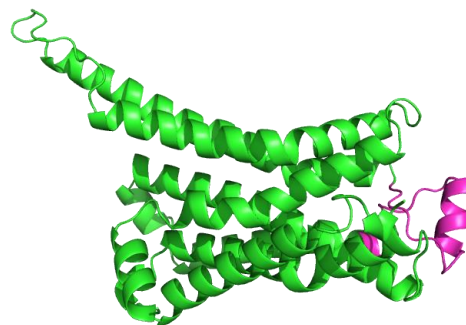
**Část druhá: Představujeme partnery:
receptor**

**“Má chemie svařená z ocelových kolejnic
srší oheň a mizí v nebesích**

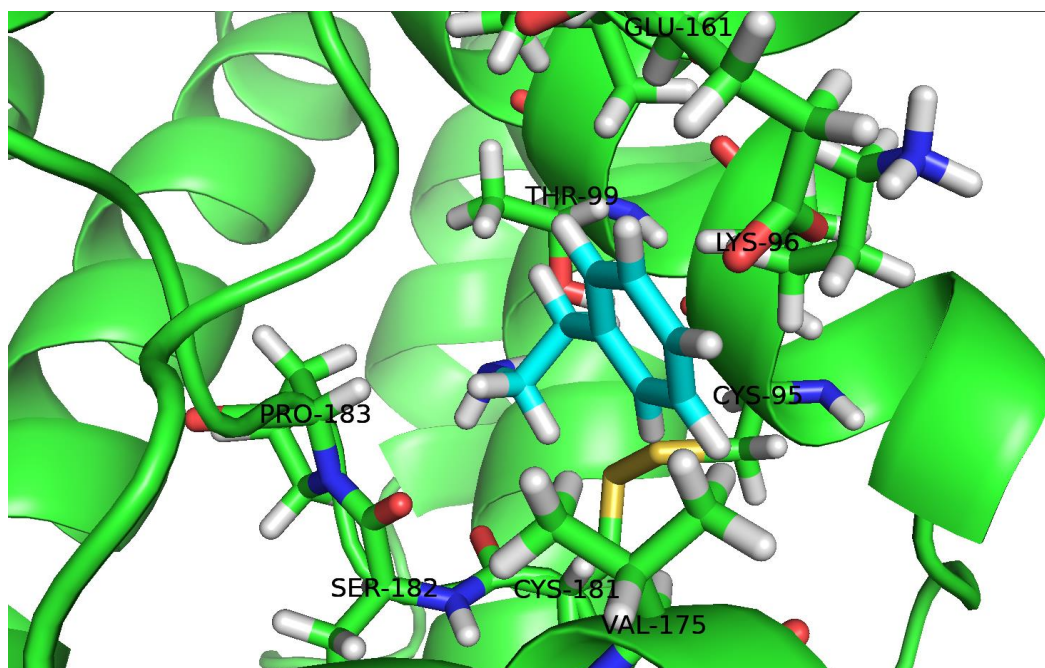
**Ocitám se tváří v tvář neznámé slitině
tváří v tvář k mému já kráčejičímu po
fosforu”**

Milan Koch, Chemické básně, 1974

Molekula, kterou vidíme na obrázku, je receptor pro stopové aminy 1 (Trace Amine Associated Receptor 1), na který cílí spousta látek ze skupiny amfetaminů, v nichž jsou všechny 3 látky ze skupiny “Euforické a krásné pocity, ale bohužel i špatné usínání a neschopnost jíst” z otázky 2. Ve třetí části budeme navrhovat vlastní “nápoj lásky”, totiž molekulu, od které budeme očekávat vazbu na tento stejný receptor, který vidíme zde na obrázku. Na základě podobnosti s jinými receptory můžeme předpokládat, že vazebné místo pro naši molekulu bude v části vyznačené fialově. Předtím, než představíme druhého partnera, zodpovíme si pár otázek.



3. Jak bys vysvětlil/a přidružené účinky pocitů zamilovanosti z otázky 2, když už víš, že sloučeniny z rodiny amfetaminů působí na receptor TAAR1? Vysvětli, proč nemůžeme spát ani jíst. [2 b]
4. Vyjmenuj a nakresli 5 látek, které se na TAAR1 vážou, a nakresli je! Využij webu [Guide to Pharmacology](#) [2 b]



Třetí část: Jak zlepšit přitažlivost?

Na obrázku na této stránce vidíte modře zobrazený fenylethylamin navázaný na receptor TAAR1. Byl vytvořený programem [SwissDock](#), který můžeš i ty k nekomerčním účelům jednoduše použít! Dokola vidíš aminokyseliny, které mají kontakt s molekulou fenylethylaminem, který vidíš modře. Teď se pokusíme uvědomit si několik pravidel a způsobů, jak zvýšit afinitu (sílu vazby) receptoru a naší nové molekuly.

5. Známe spoustu druhů chemických interakcí. Vymysli, jakým způsobem by se dala zvýšit interakce naší nové molekuly s receptorem. Pokud si nevíš rady, zeptej se svého chemikáře/chemikářky! [4 b]

Jak bys mohl/a zvýšit sílu?

Hydrofobní interakce:

Interakce pomocí vodíkových můstků:

Elektrostatických interakcí neboli solných můstků:

Aromatického tzv. pí stackingu neboli česky patrové interakce:

6. Většina známých léčiv, které se používají jako malé molekuly, splňují takzvaného Lipinského pravidlo pěti. Léčivo, které tyto vlastnosti splňuje, má větší šanci fungovat jako orálně (ústně) přijaté léčivo (kterým nápoj lásky rozhodně je!) Kterých pět vlastností musí mít naše molekula, aby splňovalo Lipinského pravidla? [2 b]

Čtvrtá část: tvoříme nápoj lásky

Osvětlili jsme si, jakým způsobem bychom mohli zvýšit interakci našeho nápoje lásky s receptorem TAAR1 (otázka 5) a jaká pravidla musí léčivo splňovat (otázka 6). Abychom poznali, jaké interakce a s kterými aminokyselinami může naše molekula navázat, máme obrázek před nápisem “Třetí část”. Pojdme tedy do toho!

7. Stáhni a otevři si program [Avogadro](#) a navrhni molekulu, která by mohla být nápojem lásky. Inspiruj se strukturou léčiv, které receptor TAAR1 vážou (otázka 4), možnostmi zvýšení chemických interakcí (otázka 5) a geometrií vazebného místa, ať víš, kam máš který atom směřovat. Po návrhu ulož molekulu do formátu MOL2.
8. Dbej na to, aby molekula byla podobná přirozeným látkám, které se na receptor vážou a aby splňovala Lipinského pravidlo pěti (soubor ve formátu .mol2 vyhodnot' na serveru [Lipinski Rule of Five](#)).
9. Nakonec zkus předpovědět sílu vazby a jak je molekula navázaná pomocí programu [SwissDock](#). Při práci s programem SwissDock vyber “Submit Docking”, pak “Upload File” a nahraj [tento model](#) receptoru z databáze Swissmodel (sekce Downloads a obrázek ukládání na disk). Ligand je tvá malá molekula, kterou také pomocí “upload file” nahraješ, pojmenuješ svoji úlohu (job name) a hlavně napíšeš svůj e-mail. Za několik hodin bys měl/a mít hotové výsledky! Do řešení pošli návrh molekuly, vazebnou sílu a fotku toho, jak je molekula navázaná v nejlepším vazebném módu. Nejlepší molekulu zveřejníme! [4 b]

Daniela Slamková

English bonus: Polymerase chain reaction (PCR)

20 points

PCR is a technique used in the lab to make millions of copies of a particular DNA section. This DNA region can be anything the experimenter is interested in. For example, **write one example** [1 p]: _____

2. A basic PCR set-up requires several reagents, including ... [1 p]

DNA polymerase	ytrium	siDNA	magnesium	caspases
nucleotide	primers β -lactamase	saccharolipids	DNA template	

The DNA polymerase, typically used in PCR, is called Taq polymerase, after the heat-tolerant bacterium from which it was isolated.

3. Write the name of this bacterium. [1 p]

Like other DNA polymerases, Taq polymerase can only make DNA if it's given a primer, usually around 20 nucleotides in length.

4. What does a primer mean? [1 p]

5. Fill in the gap. [1 p]

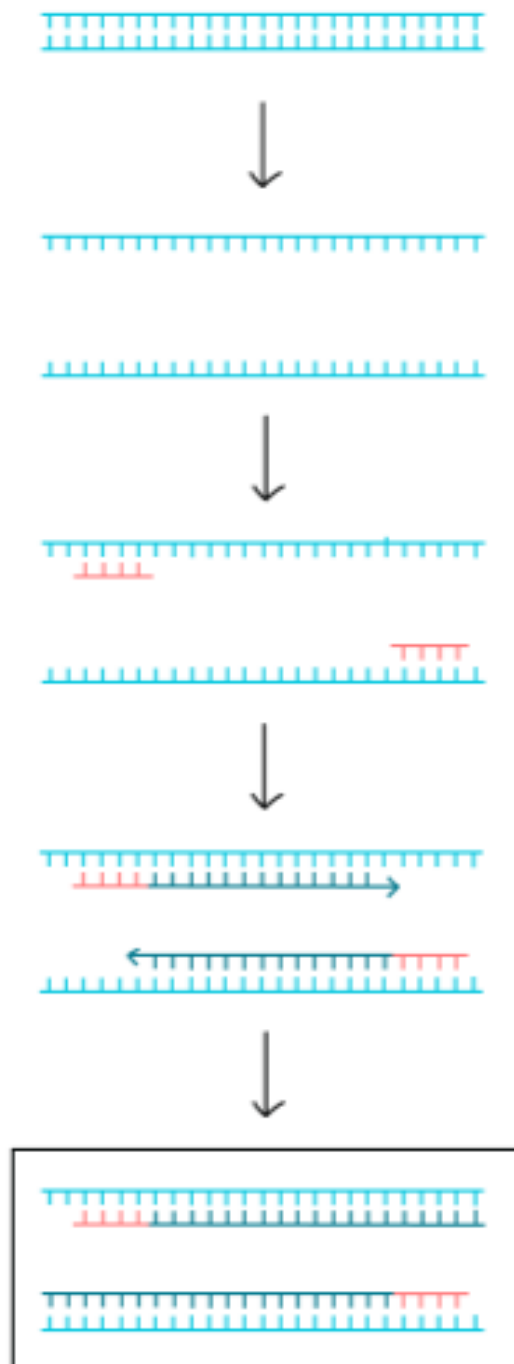
Two primers are used in each PCR reaction, and they are designed so that they flank the region that should be copied. Typically, PCR consists of a series of _____ repeated temperature changes, called thermal cycles, with each cycle consisting of three discrete steps.

6. Rewrite each step in one word: [3 p]

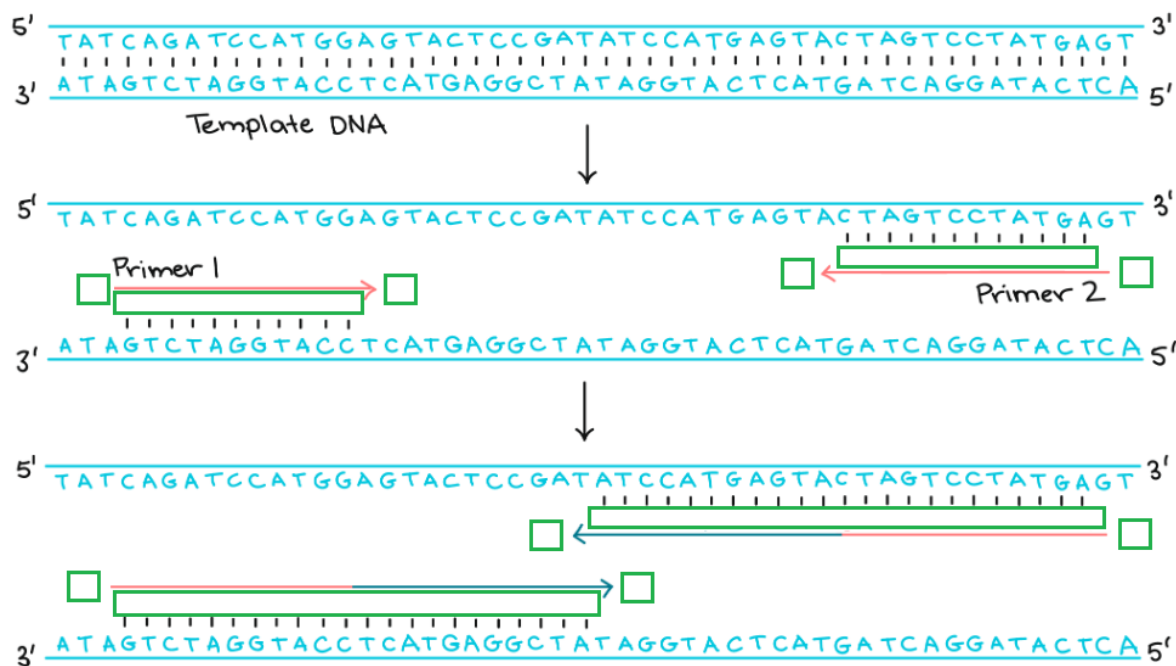
- First step, when the double-stranded template DNA is heated to separate into two single strands.
- Second step, when the temperature is lowered to enable the DNA primers to attach to the template DNA.
- Third step, when the temperature is raised and the new strand of DNA is made by the Taq polymerase enzyme.

7. According to the picture, give a name to the steps of PCR. [1 p]
8. Join the temperature to the phase. [0.5 p]

96°C	72°C	55°C
------	------	------



9. Fill green empty panels (choose 5' or 3' orientation, type the G/C/T/A/U into the sequences of the primers). [2 p]



10. Choose the statement that correctly finishes the sentence: "A PCR reaction that contains only one copy of the target sequence ..." [0.5 p]

- a) ... is typically amplified in a highly repeatable manner."
- b) ... may amplify but its highly repeatable detection is unlikely."
- c) ... it can be precisely and accurately quantified using quantitative PCR."

Variants of PCR

The versatility of polymerase chain reaction has led to a large number of PCR variants.

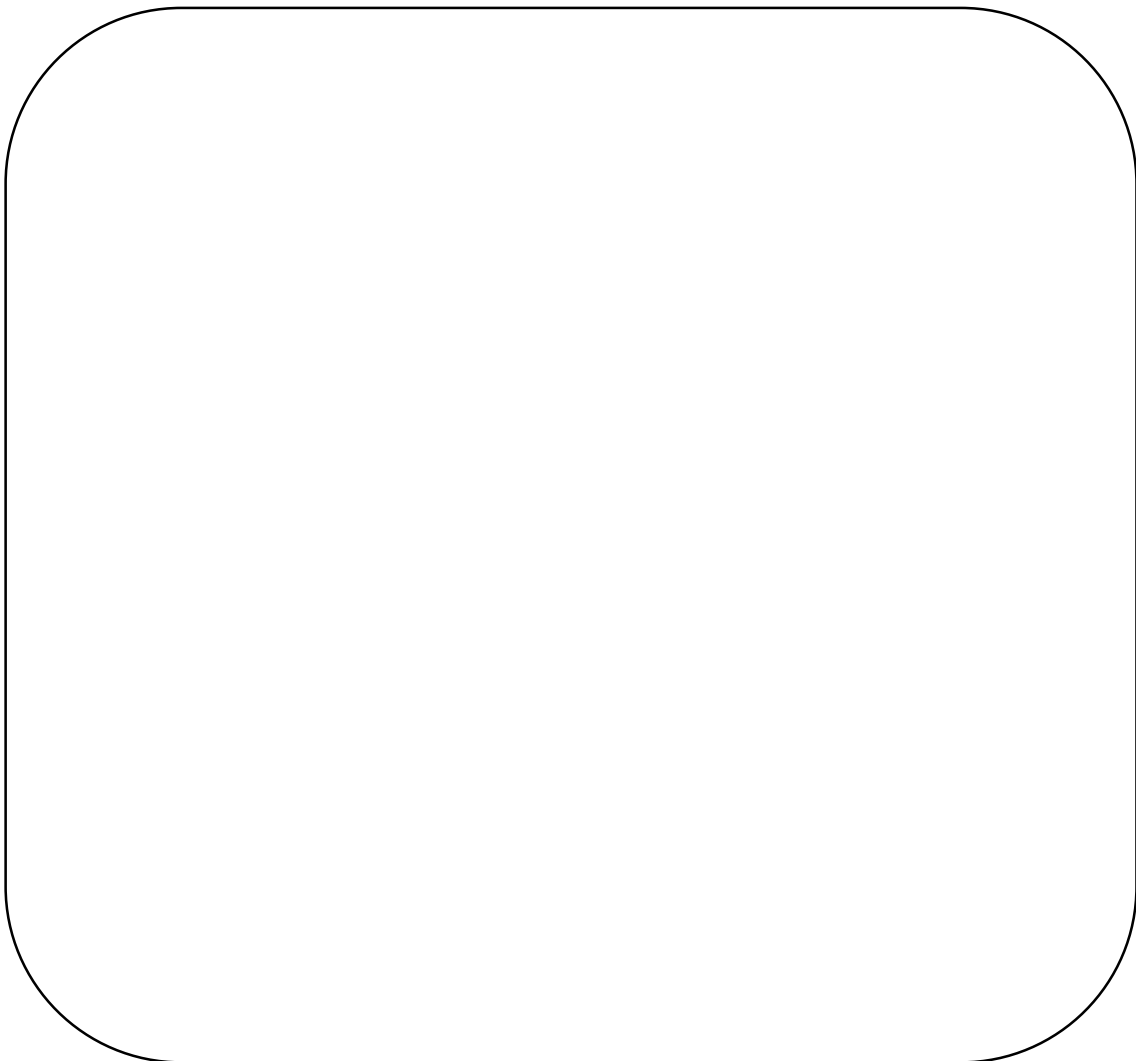
Real-time polymerase chain reaction (real-time PCR) is commonly used to quantify DNA in a sample. By measuring the amount of amplified product at each stage during the PCR cycle, a quantification is possible. The quantity of amplified product is obtained using _____ 11. Fill in the sentence. [1 p] and real-time PCR instruments that measure fluorescence. The fluorescence signal increases 12. Choose: [0.5 p] **proportionately/disproportionately** to the amount of replicated DNA.

13. Which is/are the property/properties of real-time PCR assays? [0.5 p]

- a) They incorporate dyes that bind double-stranded DNA.
- b) They incorporate an internal hydrolysis probe.
- c) They are performed at a single temperature with no specialized instrumentation required.
- d) They are interpreted as a plus/minus (qualitative) result or as a quantitative result.

There are three phases in a basic real-time PCR run: exponential, linear and plateau.

14. Try to sketch these three phases into a plot. [1 p]



15. Join the phase and the statement: [2 p]

Linear Exponential Plateau

- It occurs late in the reaction.
- During this phase, the reaction components are being consumed and amplification slows.
- The reactions become highly variable.
- The product amount doubles at each cycle.
- It generally occurs once the PCR product begins to amplify.
- During this phase, the reaction will stabilize as no product increase is detected.

Reverse transcription PCR, or RT-PCR, allows the use of RNA as a template.

16. Select the application of RT-PCR. [0.5 p]

- a) Drug therapy efficacy.
- b) Verification of microarray results.
- c) Allelic discrimination assays or SNP genotyping.
- d) Quantitative mRNA expression studies.

17. Fill the gap. [1 p] 18. Choose one answer: [0.5 p]

The RNA is reversely transcribed into _____ by

- a) Taq DNA polymerase.
- b) RNA polymerase II.
- c) Reverse transcriptase.
- d) Uracil-N-Glycosylase.

From here on, the standard PCR procedure is used to amplify the cDNA. The possibility to revert RNA into DNA by RT-PCR has many advantages.

19. Write one advantage: [1 p]