

Описание на типовете задачи за втория етап на ученическото състезание „Пътешествие в биологията” и примери на задачи с решения към тях

I. Описание на типовете учебни задачи за втория, отборен етап на състезанието

Задачите са практически-ориентирани и са съставени върху учебното съдържание, изучавано в обучението по учебния предмет „Биология и здравно образование” IX – XII клас. Основа за тяхното конструиране са теоретичните знания (понятия, закони, закономерности, хипотези, теории), които са регламентирани в учебните програми по предмета и съответстват на различни области на биологичните науки – клетъчна и молекулярна биология, биохимия, микробиология, генетика, екология, етология, еволюция и др. Всички тези области са обособени в следните тематични направления, разписани в учебните програми по „Биология и здравно образование” IX – XII клас:

- Клетка – структура и процеси: химичен състав на живата материя; надмолекулни комплекси; структура на клетката, процеси в клетката; възпроизводство на клетката;
- Многоклетъчен организъм: наследственост и изменчивост; индивидуално развитие и размножаване при животните и човека;
- Биосфера – структура и процеси: екологични фактори на средата, популация, биоценоза, екосистема; поведение; биосфера;
- Биологична еволюция: произход и развитие на живота; еволюция на организмите; съвременна теория за еволюцията, еволюция на човека, доказателства за еволюцията.

За решаването на задачите от учениците се изисква не само да владеят конкретни биологични знания, но и да могат да ги прилагат в разнообразен контекст, за което се очаква те да притежават съответни интелектуални и практически умения, заложи в държавните образователни стандарти за общообразователна подготовка по учебния предмет – да прилагат правила, закони, закономерности или алгоритми в описани ситуации, да моделират биологични структури и процеси по дадени признаци, да определят и формулират изследователски въпрос, да изказват хипотеза, да планират и осъществяват научен експеримент по предоставен набор от материали и/или изследователски процедури, да тълкуват данни от извършен експеримент или наблюдение, в т.ч. микроскопско, да оценяват аргументирано валидността на направени изводи, да използват информация и знания интерактивно (чрез работа в екип) и др.

Практическите задачи, включени във втория етап на състезанието, са групирани в три типа, според водещия акцент, поставен в изискването (търсеното) на задачата:

1. Задачи, изискващи моделиране на биологични структури, процеси и явления (вж. Пример 1 и Пример 2). Този тип задачи изискват от учениците да изградят по съществени признаци знаково-символни модели на биологични системи и структури с различно ниво на организация (от молекулно и клетъчно до биосферно), както и на процеси или явления, протичащи в дадена система (напр. делене на клетката, пренос и реализация на генетичната информация, пренос на хранителни вещества в биоценозата и др.). Учебните задачи насочват към построяване на различни видове модели – структурни (отразяващи елементите на биологична система и връзките между тях), функционални (отразяващи последователността на етапите и измененията в хода на даден процес или явление) и структурно-функционални. Основните средства, предвидени за изграждане на моделите, са графични и материални (главно снимки и изображения, предоставени на хартия). В част от задачите, съставянето на конкретен модел изисква предварително математическо изчисление на определени параметри (напр. на количествен състав на нуклеотидите във фрагмент от полинуклеотидна верига, на биомаса или количество енергия за построяване на екологични пирамиди и др.). В други от задачите, моделирането е обвързано с изграждане на прогноза от учениците за възможни промени в състоянието на дадена система или в хода на даден процес под влияние на различни фактори (напр. промени в състоянието на популация или биоценоза под влияние на биотични фактори, антропогенна дейност и др.).

2. Задачи, изискващи анализ и решаване на генетични казуси (вж. Пример 3). Тази група включва генетични задачи, които изискват анализ на конкретна ситуация, взета от практиката или много близка до реалния живот. Въз основа на информацията в описания случай, учениците трябва да установят характера на унаследяване на даден признак (или признаци), да определят вероятността за поява на определен фенотип и генотип в потомството или по даден фенотип да определят генотипа на индивидите. Поради вероятностния характер на унаследяване на признаците, при някои от казусите е възможен повече от един вариант на решение. Част от задачите включват разпознаване на видове мутации (геномни, хромозомни, генни) по предоставена информация, други от казусите изискват определяне на типа унаследяване на дадени

признаци по схематично представено родословно дърво. За изпълнението на всички генетични задачи е необходимо използване на общоприетата в генетиката символика.

3. Задачи, изискващи планиране и провеждане на научно изследване (вж

Пример 4). Този тип задачи изискват организиране и извършване на реален лабораторен експеримент и/или микроскопско наблюдение от учениците. За всяка задача е предоставена допълнителна информация, набор от материали, реактиви и апарати, необходими за извършване на изследването, както и частични указания за хода на експерименталната работа. В доминиращата част от задачите, учениците трябва да планират лабораторен експеримент като формулират въпрос и хипотеза на изследването, изберат подходящи средства и процедури за опитна проверка на хипотезата, преценят кои величини да променят и кои да останат непроменени, а след отчитане на получените резултати, трябва да аргументират доколко валидни и надеждни са заключенията от изследването. За успешното изпълнение на тези задачи, са необходими базисни умения на учениците за лабораторна работа – умения за микроскопско наблюдение, за изготвяне на нетраен микроскопски препарат, за схематично представяне на наблюдаван обект с рисунка, за работа с основни лабораторни прибори при извършване на опит (напр. пипетиране, филтруване и др.), както и за таблично оформяне на получени резултати. Освен посочения тук пример, учителите могат да използват в подготовката на своите ученици допълнителни примери на задачи, които са предвидени за лабораторни упражнения и са включени в повечето учебници по „Биология и здравно образование” 9.-10. клас.

II. Примери на практически задачи от трите типа с решения към тях

Пример 1. В представените работни листове са включени снимки на различни видове организми, които обитават една биоценоза (вж. фиг. 1). Между тях съществуват различни трофични взаимоотношения, които в действителните биоценози в природата са твърде разнообразни и сложни. Тези взаимоотношения могат да бъдат илюстрирани, макар и силно опростени, във вид на хранителна мрежа.

А/ Конструирайте модел на хранителна мрежа, като използвате всички организми, илюстрирани със снимков материал в работните листове (фиг. 1). Всяка от снимките, означаваща даден вид организми, монтирайте върху по-голям лист (постер), като ги подредите в зависимост от трофичните взаимоотношения, които съществуват

между посочените организми. В модела, означете със стрелки посоката на пренос на хранителните вещества в биоценозата.

Б/ Определете и запишете кои от представените в модела организми са продуценти, кои са консументи и кои – редуценти. Определете от какъв ред са консументите.

В/ Кой (кои) от организмите в тази хранителна мрежа има (имат) най-много преки (непосредствени) хранителни източници и кой (кои) от организмите – най-малко? Направете предположение коя от популациите на посочените видове организми изглежда най-стабилна в тази биоценоза.

Фиг. 1. Видове организми, обитаващи една горска биоценоза (всеки от посочените организми е представен на отделна снимка)

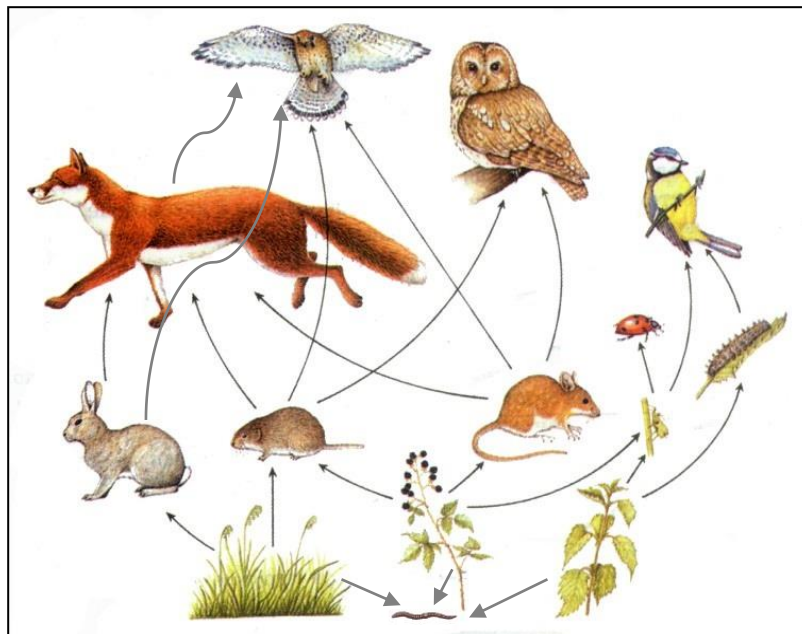


Решение:

А/ Изграденият модел на хранителна мрежа е представен на фиг. 2. Стрелките, означаващи посоката на пренос на хранителните вещества в биоценозата, трябва да започват от организма, който бива изяден към този, който го изяжда.

Б/ Продуценти – трева, къпина, храстово растение; Консументи 1 ред – заек, обикновена полска мишка (полевка), горска мишка, скакалец, гъсеница; консументи 2 ред – калинка, синигер, лисица, сова, ястреб; консументи 3 ред – ястреб. Редуценти – червей.

Фиг. 2. Модел на хранителна мрежа в горска биоценоза



В/ Най-много преки хранителни източници в тази хранителна мрежа има ястреба – 4 хранителни източници (заек, горска мишка, полевка и лисица); най-малко непосредствени хранителни източници (1 източник) имат следните консументи: заек, горска мишка, гъсеница, калинка.

Макар и условно, може да се допусне, че най-стабилна (в рамките на тази хранителна мрежа) изглежда популацията на ястреба, тъй като има най-много хранителни източници (4) – при намаляване на някой от тях, ястребът може да се пренасочи към друг източник на храна.

Пример 2. Инсулинът е хормон, който се синтезира в задстомашната жлеза и има важна роля в регулацията на въглехидратната обмяна. Той е изграден от 51 аминокиселини, структурирани в две полипептидни вериги – А и В. По-голямата В-верига е изградена от 30 аминокиселинни остатъци. Началото на В-веригата започва със следните аминокиселини: фенилаланин (фал) – валин (вал) – аспарагин (асп) – глутаминова киселина (глу) – хистидин (хис) – левцин (лев).

А/ Представете модел на фрагмента от иРНК, който съответства на посочената аминокиселинна последователност като използвате таблицата за генетичния код (вж. таблица 1).

Б/ Определете последователността от нуклеотиди (секвенцията) в двойноверижната ДНК-молекула, съхраняваща информацията за синтеза на посочения фрагмент от В-веригата на инсулина.

Таблица 1. Генетичен код, изразен чрез кодони на иРНК

		Втора база							
		У	Ц	А	Г				
Първа база	У	УУ	УЦУ УЦЦ УЦА УЦГ	УАУ УАЦ	УГУ УГЦ УГА УГГ	У			
		УА					серин (Сер)	тирозин (Тир)	цистеин (Цис)
		УГ							
	Ц	ЦУ	ЦЦУ ЦЦЦ ЦЦА ЦЦГ	ЦАУ ЦАЦ ЦАА ЦАГ	ЦГУ ЦГЦ ЦГА ЦГГ	Ц			
		ЦУЦ					пролин (Про)	хистидин (Хис)	аргинин (Арг)
		ЦУА							
	А	АУ	АЦУ АЦЦ АЦА АЦГ	ААУ ААЦ ААА ААГ	АГУ АГЦ АГА АГГ	А			
		АУЦ					треонин (Тре)	аспарагин (Асп)	серин (Сер)
		АУА							
	Г	ГУ	ГЦУ ГЦЦ ГЦА ГЦГ	ГАУ ГАЦ ГАА ГАГ	ГГУ ГГЦ ГГА ГГГ	Г			
		ГУЦ					аланин (Ала)	аспарагинова киселина	глицин (Гли)
		ГУА							
	ГУГ								

Решение:

А/ Тъй като генетичния код е изроден (една аминокиселина може да се кодира от няколко кодона), структурата на иРНК, а от тук и структурата на ДНК може да варира. Като се използва таблицата за генетичния код и правилото за комплементарност на базите, може да се получи следния възможен вариант на фрагмента от иРНК, който съответства на посочената аминокиселинна последователност в В-веригата на инсулина:

Фрагмент от В-веригата на хормона инсулин	Фал	Вал	Асп	Глу	Хис	Лев	
иРНК	УУУ	ГУУ	ААУ	ГАА	ЦАЦ	УУА	
ДНК	1-верига	ААА	ЦАА	ТТА	ЦТТ	ГТГ	ААТ
	2-верига	ТТТ	ГТТ	ААТ	ГАА	ЦАЦ	ТТА

Б/ Въз основа на изградения участък от иРНК, като се използва правилото за комплементарност на базите, се определя последователността от нуклеотиди в

двойноверижната ДНК-молекула, която съхранява информацията за синтеза на посочения фрагмент от В-веригата на инсулина. Секвенциите в двете вериги на ДНК са посочени по-горе в таблицата.

Пример 3: Хемофилията е заболяване, при което е нарушено кръвосъсирването. Най-разпространен е класическият тип хемофилия А, свързана с недостиг на кръвосъсирващ фактор VIII. По-рядко срещана е хемофилия Б, предизвикана от недостиг на фактор IX. И в двата случая, хемофилията се унаследява като рецесивно, свързано с X-хромозомата заболяване, предизвикано от генни мутации в X-хромозомата.

А/ Мъж, който е болен от хемофилия сключва брак с жена, която има нормално съсирване на кръвта. В семейството се раждат здрави дъщери и синове, които встъпват в брак с лица, които не страдат от хемофилия. Каква е вероятността да се родят страдащи от хемофилия деца в семействата на дъщерите и на синовете?

Б/ Мъж, който е болен от хемофилия сключва брак с жена, която има нормално съсирване на кръвта, но баща ѝ е страдал от хемофилия. Каква е вероятността да се родят здрави деца в това семейство?

Решение:

А. Според условие А, генотипът на болния мъж лесно може да бъде определен – X^hY , поради рецесивния тип унаследяване, свързано с X-хромозомата. Тъй като жената не страда от хемофилия, тя задължително трябва да има доминантен алел на гена, определящ нормалното съсирване на кръвта – X^H . Вторият алел на този ген е също доминантен (X^H), в противен случай децата биха били болни от хемофилия.

Следователно, генотипът на жената е X^HX^H . Възможните генотипове на децата от този брак са дадени по-долу.

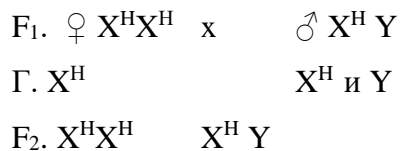
Р. ♀ X^HX^H x ♂ X^hY

Г. X^H X^h и Y

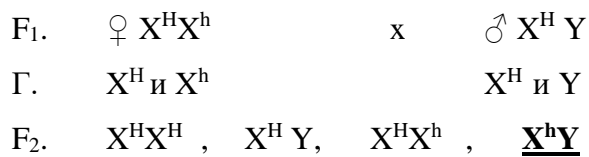
F₁. X^HX^h $X^H Y$

Всички момчета ще бъдат здрави, а всички момичета ще са хетерозиготни и ще носят рецесивния алел на гена за хемофилия (h).

Да допуснем (първо допускане), че всички момчета от F₁ (X^HY) впоследствие сключат брак със здрави по гена за хемофилия жени (X^HX^H). Тогава при внуците в тази фамилия няма да се прояви хемофилия:

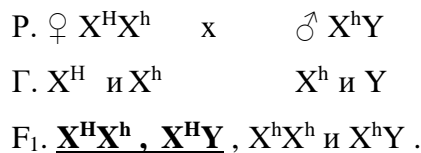


Да допуснем (второ допускане), че дъщерите от F_1 с генотип $X^H X^h$, встъпят в брак със здрави мъже ($X^H Y$). Вероятността за проява на хемофилия при внуците в същата фамилия е $1/4$, или 25%, както е показано в схемата по-долу:



Б/ Според условие Б, генотипът на болния мъж следва да бъде $X^h Y$. Жената, с която сключва брак е здрава, следователно тя има задължително доминантен алел на гена за хемофилия – X^H . Вторият алел на този ген е рецесивен, тъй като нейният баща е страдал от хемофилия, а както е известно, момичетата получават едната X -хромозома от майката, а другата – от бащата. Следователно генотипът на жената е $X^H X^h$.

Вероятността за раждане на здрави деца в това семейство е $1/2$ (50 %):



Пример 4: Доказване на наличието на белтъци в биологични проби чрез качествени цветни реакции.

Информация: В лабораторната практика често се използват качествени реакции, за да се установи наличието на белтъци в живи тъкани и хранителни продукти. Една от тези реакции е биуретовата, получила названието си от производното на карбамида – биурет. Той се получава при нагряване на сух карбамид, при което се отделя амоняк. В алкална среда, в присъствието на Cu^{2+} йони, всички вещества, съдържащи пептидни групи, дават синьо-виолетово или червено-виолетово оцветяване, което се дължи на образувания се медно-биуретов комплекс. Биуретовата реакция е характерна за всички белтъци и е положителна при наличието на не по-малко

от две пептидни връзки – в алкална среда и в присъствието на медни соли, белтъчните разтвори също се оцветяват червено-виолетово.

Планирайте и извършете експеримент, чрез който да определите коя (кои) от предоставените ви пет проби в епруветките съдържа белтък.

За експеримента разполагате със следните материали и реактиви: 5% разтвор на CuSO_4 , 10% разтвор на NaOH , изследвани проби в епруветки, номерирани с № 1 до № 4, пипета, дестилирана вода, статив с епруветки.

За провеждане на експеримента, са посочени частични указания по хода на изследването. Прочетете и следвайте тези указания, а след завършване на изследването, отговорете на въпросите:

А/ В коя (кои) от епруветките с пробите се съдържат белтъци?

Б/ Как ще обясните получените резултати и формулираните изводи? (В обяснението си представете устно основния въпрос и хипотезата на изследването, опишете действията за опитна проверка на хипотезата и аргументирайте надеждността на изводите).

В/ Какви биологични функции изпълняват белтъците в клетката?

Указания по хода на изследването:

1. В 5 епруветки се поставят (с пипета) по 5 мл от изследваните проби;
2. Биуретовата реакция изисква внимателно прибавяне (с пипета) на 2 мл 10% разтвор на NaOH към изследваните проби, след което към всяка от тях се добавят по 1-2 капки 5% разтвор на CuSO_4 ;
3. След прибавяне на реактивите, епруветките внимателно се разклащат;
4. Избягва се прибавянето на допълнително количество разтвор на CuSO_4 , тъй като синият цвят, получен от образувалия се $\text{Cu}(\text{OH})_2$, може да замаскира характерното оцветяване при биуретовата реакция.

Забел. Пробите, които учениците ще тестват с Биуретова реакция само са номерирани с цифри. Пробите в епруветките могат да съдържат: 1. белтъчен разтвор (разтвор на яйчен белтък), 2. прясно мляко; 3. разтвор на захароза; 4. натурален сок от ябълка, 5. вода.

Решение:

А/ Само в епруветките, които съдържат р-р на яйчен белтък и прясно мляко, се установява наличие на белтъци, за което се съди по промяната в оцветяването на пробите при Биуретовата реакция – от поупрозрачно или белезникаво в червено-

виолетово (Препоръчваме учениците да отбеляват точно получените резултати за всяка от пробите, като използват таблична форма).

Б/ Примерна хипотеза и възможно обяснение на резултатите от изследването: Допуска се, че разтворът, съдържащ белтък ще дава червено-виолетово оцветяване при Биуретовата реакция. Въпросът е коя от пробите съдържа белтък. За проверка на хипотезата, към всяка от пробите (от 1-ва до 5-та) съгласно дадените указания, се прибавя по 2 мл 10% разтвор на NaOH и по 1-2 капки 5 % разтвор на CuSO₄. Следи се за промяна на оцветяването във всяка от епруветките. Появата на червено-виолетово оцветяване е индикатор (показател) за наличието на белтъци. Оцветяването се дължи на комплексно съединение, което се образува между медните йони (Cu²⁺) и азотните атоми на пептидно- свързаните аминогрупи (-CO—NH—) в алкална среда, в присъствието на медни соли.

В/ Основни функции на белтъците в клетката: структурна (могат да се свързват помежду си и с други молекули, като образуват по-големи комплекси и структури, напр. клетъчната мембрана); защитна (осигуряват имунна защита, свързана с образуване на антитела или механична защита, свързана с изграждане на образувания като нокти, косми и др.); транспортна (пренасят различни вещества в организмите, напр. хемоглобина, пренасящ O₂); каталитична (осъществява се от ензимите, които ускоряват биохимичните процеси); регулаторна (много хормони, напр. инсулин, имат белтъчна природа и регулират жизнените процеси); двигателна (участват в осъществяване на движението на различни организми, напр. съкратителните белтъци актин и миозин участват в мускулното съкращение).