Всеукраїнська олімпіада
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка
з біології
для професійної орієнтації вступників
на основі повної загальної
середньої освіти
Київ 2020

ДИСТАНЦІЙНИЙ (ЗАОЧНИЙ) ТУР
ЗАДАЧІ

№ 1. Чи шкідливо залишати на ніч у кімнаті квіти, якщо вони поглинають кисень, необхідний людині? Для того, щоб відповісти на це питання, підрахуйте, на скільки (у %) знизиться вміст O_2 порівняно із звичайним (21% об'єму) у повітрі кімнати об'ємом 45 м^3 протягом 10 годин за рахунок дихання рослин, які мають вагу 2 кг та середню інтенсивність дихання 12 мл O_2 на 1 г за добу.

Відповідь:
вміст O2 зменшиться на **0,106 %** **(вказати)**
висновок про можливість залишати рослини на ніч **немає підстав вважати шкідливим утримування зазначеної маси рослин у кімнаті вночі** **(вказати)**

Необхідні розрахунки:
За 10 год 2 кг рослин з інтенсивністю дихання 12 мл на 1 г фітомаси за добу затратять на дихання 0,01 м3 кисню, що становить 0,106 % від усього об'єму кисню в кімнаті площею 45 м3, тобто вміст кисню в повітрі зменшиться до 20,894 %. Таке зниження кисню у повітрі є незначним, тому немає підстав вважати шкідливим утримування зазначеної маси рослин у кімнаті вночі.

№ 2. Зола зерна пшениці вміщує 46,8% фосфору та 28,6 % калію. Зола складає 2,15 % від маси зерна. Скільки фосфору та калію було винесено з врожаєм зерна 18,4 ц/га?

Відповідь:
фосфору було винесено **18,51 кг/га (0,1851 ц/га)** **(вказати)**
калію було винесено **11,31 кг/га (0,1131 ц/га)** **(вказати)**

№ 3. У 90-х роках XX сторіччя у Чорне море разом із баластними водами кораблів потрапив реброплав мнеміопсіс (*Mnemiopsis leidyi*) (представники даного виду є планктофагами, до раціону яких входять ікра та молодь риб (у тому числі й промислових)). Це призвело до зниження виловів риби у Чорному та Азовському морях. Щільність популяції мнеміопсіса може сягати кількох сотень особин завдовжки близько 10 см на 1 м^3. Розрахуйте біомасу зоопланктону, яку виїдають мнеміопсіси за добу на 1 м^3, якщо на 10 л води припадає 4 особини даного виду реброплавів, а одна особина може спожити в середньому 1 г зоопланктону на годину.

Відповідь:
скільки особин мнеміопсіса припадає на 1 м^3 води **400 особин** **(вказати)**
скільки 4 особини мнеміопсіса можуть спожити зоопланктону за добу **96 г** **(вказати)**

яку біомасу зоопланктону можуть спожити мнеміопсіси за добу на 1 м^3 9,6 кг (вказати)

№ 4. У лісі мешкає популяція мишака європейського (*Sylvaemus sylvaticus*). Дана популяція складається з 88 дорослих особин, з яких 48 є самцями, а 40 – самками. При цьому тільки 50 % самців і 90 % самок взяли участь у розмноженні. З'ясуйте, скільки самок взяли участь у розмноженні та яку частку молодняк складає у популяції, якщо в середньому одна самка народила 5 мишат.

Відповідь:

скільки самок взяли участь у розмноженні	**36**	**(вказати)**
скільки мишат народилося	**180**	**(вказати)**
яка частка молодняка в популяції по відношенню до особин, що взяли участь у розмноженні	**75%**	**(вказати)**
яка частка молодняка у популяції	**67,2%**	**(вказати)**

№ 5. Набухле насіння помістили у камеру респірометра та виміряли поглинання кисню та виділення вуглекислого газу під час його проростання. Було встановлено, що насіння поглинуло 25 см^3 кисню та виділило 17,5 см^3 вуглекислого газу за той самий період часу. Розрахуйте дихальний коефіцієнт та визначте тип запасних речовин (вуглеводи, білки чи ліпіди), що використовувались як джерело енергії при проростанні насіння.

Відповідь:

дихальний коефіцієнт становить	**0,7**	**(вказати)**
тип речовини	**ліпіди**	**(вказати))**

Пояснення

Дихальний коефіцієнт – це відношення об'єму виділеного організмом вуглекислого газу до об'єму спожитого за той же час кисню.

№ 6. На умовному рисунку зображено мікроскопічний біологічний об'єкт, що супроводжується масштабною лінійкою, яка відповідає 6 мкм. Реальний розмір даної масштабної лінійки становить 36 мм. Визначить збільшення об'єкту, що зображений на рисунку.

Відповідь:

Збільшення становить	**×6 000**	**(вказати)**

Пояснення:

Збільшення визначається як співвідношення розміру, що є на рисунку, до реального розміру.

№ 7. Перуанська орхідея *Odontoglossum wyattianum* на розвинених бульбах формує по 4 бічних та 2 верхівкових листки. Відомо, що в середньому площа одного бічного листка становить 20 см^2, а одного верхівкового – 40 см^2. Обчисліть сумарну листкову площу дорослого екземпляру *O. wyattianum*, якщо він складається з 30 бульб, проте 10 % бульб вже старі і втратили всі листки, а ще 20 % втратили лише бічні листки. Відповідь дайте у м^2.

Відповідь:

Сумарна листкова площа становить	**0,384 м^2**	**(вказати)**

№ 8. Тропічна ліана *Monstera deliciosa* формує велику кількість повітряних коренів, якими за необхідності може активно поглинати воду з повітря всією поверхнею. Обчисліть загальний об'єм води, що поглине такий корінь за добу, якщо його діаметр 1 см, довжина 2 м і відомо, що за годину кожний 1 $см^2$ поверхні такого кореня поглинає 0,5 г води. Відповідь дайте у літрах.

Відповідь:
Загальний об'єм води становить **7,536 л** **(вказати)**

№ 9. Що відбуватиметься при 22°С з клітиною, яка має осмотичний потенціал 300 КПа, при зануренні її в розчин сахарози концентрацією 0,5 моль/л? Відповідь обґрунтуйте.

Відповідь:
клітина втрачатиме воду, відбудеться плазмоліз. Оскільки концентрація клітинного соку 0,12 моль/л, а концентрація розчину сахарози, в який занурили клітину – 0,5 моль/л. **(вказати)**

Пояснення:
осмотичний потенціал обчислюють за рівнянням Вант-Гоффа:

$$P = RTCi,$$

де P – осмотичний потенціал, МПа;

R – універсальна газова стала, $8{,}317 \cdot 10^{-3}$ Дж/(кМоль·К);
T – абсолютна темпера-тура, 273° + t ° С (К);
C – концентрація розчину, моль/л;
i – ізотонічний коефіцієнт.

№ 10. Визначити інтенсивність транспірації листків клена площею 620 $см^2$, коли відомо, що за 20 хв його маса зменшилася з 10,5 до 8,1 г.

Відповідь:
інтенсивність транспірації **116 г/$м^2$·год** **(вказати)**
Пояснення:
Інтенсивність транспірації (Т) – це величина, що показує, яку кількість води в грамах випаровує рослина за одну годину конкретною поверхнею листка.
Т (в г/$м^2$·год) визначаємо за формулою:

$$T = \frac{10000 \cdot C}{S \cdot t},$$

де C – кількість випаруваної листком води за 1 год, г;
t – тривалість досліду, год;
S – площа листка, $см^2$.

№ 11. Характер скорочень посмугованого м'яза залежить від частоти подразнення або імпульсації від нейрона, що його іннервує. При невеликій частоті виникають поодинокі скорочення, при збільшенні частоти розвиваються тетанічні скорочення, які є результатом сумації поодиноких. Вам потрібно підібрати частоту електростимуляції м'язового волокна для дослідження різних режимів його скорочення. Відомо, що м'язове скорочення поділяється на три періоди: латентний, вкорочення та розслаблення. Якщо кожен наступний стимул від електростимулятора потрапляє в період вкорочення – розвивається суцільний тетанус, якщо кожен наступний стимул потрапляє в період

розслаблення – розвивається зубчастий тетанус. Розрахуйте, якою має бути мінімальна частота стимуляції, щоби отримати зубчастий тетанус та суцільний тетанус, якщо відомо, що період поодинокого скорочення триває 0,1 с; період вкорочення триває 0,04 с; тривалість латентного періоду 0,01 с.

Відповідь:
частота для отримання зубчастого тетанусу складає 10 Гц (імп/с) (вказати)
частота для отримання гладкого (суцільного) тетанусу складає 25 Гц (імп/с)(вказати)

Пояснення:
Мінімальна частота для отримання зубчастого тетанічного м'язового скорочення від 1/0,1 = 10 Гц (імп/с)
Мінімальна частота для отримання гладкого (суцільного) тетанічного скорочення від 1/0,04 = 25 Гц (імп/с)

№ 12. Артеріо-венозна різниця (АВР) кисню – це важливий показник, що вказує, яку кількість кисню споживають тканини з 1 л артеріальної крові, що через них протікає. При фізичному навантаженні ця різниця може зростати втричі, що відображує збільшення метаболізму. Киснева ємність крові (КЄК) – це кількість кисню, яка може бути зв'язана гемоглобіном після повного насичення його киснем. 1 г гемоглобіну може зв'язати 1,34 мл кисню.
Розрахуйте кисневу ємкість крові та артеріо-венозну різницю кисню в стані спокою та при фізичному навантаженні за умови, що в крові міститься 150 г/л гемоглобіну, в артеріальній крові насиченість гемоглобіну киснем становить 98%, у венозній крові – 70%. Після виконання фізичного навантаження насиченість гемоглобіну у венозній крові стала 50%. Результати розрахунків внесіть до таблиці:

Відповідь:

	Спокій	**Фізичне навантаження**
КЄК, мл O_2 /л	**201**	**201**
АВР, мл O_2 /л	**56,3**	**96,5**

Розрахунки:
КЄК = 150 г/л x 1.34 мл = 201 мл O_2 /л
201 мл O_2 - 100% HbO_2 201 мл O_2 - 100% HbO_2
У арт-крові - 98% HbO_2 У вен.крові - 70% HbO_2
Вміст O_2 арт. = 197 мл O_2 Вміст O_2 вен.спок = 140,7 мл O_2
Вміст O_2 вен. під час ФН = 100,5 мл O_2
АВР кисню в спокої = 197 мл O_2 - 140,7 мл O_2 = 56,3 мл O_2/л
АВР кисню при фіз. навантаженні = 197 мл O_2 - 100,5 мл O_2 = 96,5 мл O_2/л

№ 13. Під час дослідження ембріотоксичних ефектів новоствореного протипухлинного препарату було виявлено, що у правому яєчнику піддослідної вагітної самки щура знаходилось 6 жовтих тіл, а у лівому – 5. В порожнині матки містилось 4 плаценти, всередині кожної з яких містилось по 1 ембріону. Ретельне дослідження стінки матки виявило наявність 8 місць імплантації. Розрахуйте показники доімплантаційної та постімплантаційної смертності (у відсотках)

Відповідь:

Доімплантаційна смертність становить	**72,7%**	**(вказати)**
Постімплантаційна смертність становить	**50%**	**(вказати)**

№ 14. Відмінною рисою дев'ятисмугих броненосців є те, що вагітність у них завершується народженням чотирьох однояйцевих близнюків. Визначте, яка кількість полярних тілець загалом утворилась під час дозрівання яйцеклітин в статевих органах самки, яка за все життя народила 56 дитинчат. Вважайте, що полярні тільця не здатні до проліферації, кількість овоцитів I порядку, яйцеклітин та зигот була однаковою і не було жодного випадку переривання вагітності.

Відповідь:

Кількість полярних тілець становить	**28**	**(вказати)**

Пояснення:
Народження 56 дитинчат відповідає 56/4 = 14 вагітностям. Відповідно, згідно з умовою, у даної самки було утворено 14 зигот, що відповідає 14 овоцитам I порядку. Полярні тільця утворюються в ході мейозу. Оскільки за умовою полярні тільця не здатні до проліферації, до кожна вагітність відповідає 2 утвореним полярним тільцям (одне – в редукційному поділі мейозу, одне – в екваційному).

№ 15. Для вивчення впливу екстракту лікарської рослини на продукцію цитокінів лімфоцитами досліднику необхідно приготувати суспензію клітин у повному середовищі культивування. Який об'єм суспензії клітин необхідно приготувати та з якою робочою концентрацією клітин (в 1мл), якщо відомо наступне:

- необхідно дослідити вплив трьох різних концентрацій екстракту;
- для кожної концентрації екстракту необхідно повторити умови експерименту тричі, тобто приготувати 3 пробірки з однаковим об'ємом та концентрацією клітин;
- в кожній пробірці повинно міститися по 500 тис. клітин в 0,5 мл середовища культивування;
- обов'язковою умовою експерименту є використання 3 контрольних пробірок.

Скільки необхідно взяти розчину (з концентрацією 40 мг/мл) антибіотику гентаміцину (в мілілітрах) для приготування необхідного об'єму середовища культивування, якщо його концентрація в готовому розчині повинна складати 0,01 %?

Відповідь:

об'єм суспензії клітин становить	**6 мл**	**(вказати)**
концентрація клітин в суспензії становить	**1 млн кл./1 мл**	**(вказати)**
необхідний об'єм антибіотику становить	**0,015 мл**	**(вказати)**

№ 16. Гепатоцит людини, як і будь-яка інша соматична клітина, містить 46 хромосом, загальна маса ДНК яких складає $3{,}6\times10^{12}$ Да. Відомо також, що гаплоїдний геном гепатоциту кодує близько 20 000 різних білків. Враховуючи те, що на кожну нуклеотидну пару в ДНК припадає 600 Да молекулярної маси, розрахуйте загальну кількість пар основ (п.о.) повного геному одного гепатоциту. Визначте кількість пар А-Т у повному геномі гепатоциту, якщо відомо, що частка цитозину в ньому складає 22%. Користуючись результатом,

отриманим у першій частині задачі, розрахуйте максимальну кількість білків, які можна одночасно експресувати з гаплоїдного геному одного гепатоциту, беручи до уваги те, що середньостатистична молекула білку складається з 500 амінокислот. Вкажіть, в скільки разів отримана цифра відрізняється від фактичної, наведеної в умовах задачі.
Отримані результати занесіть у таблицю:

Відповідь:

Кількість п.о.	Вміст пар А-Т	Кількість білків	Різниця (разів)
6×10^9	$3{,}36 \times 10^9$	2×10^6	100

№ 17. Обрахуйте, що важче: білок або його ген?

Відповідь: **ген важче білка: 345×3x > 120x** **(вказати)**

№ 18. В результаті міжпорідних схрещувань селекціонер отримав норок з дуже цінним сріблясто-платиновим забарвленням хутра. Однак закріпити цю ознаку та вивести породу не вдалося. При схрещуванні сріблясто-платинових особин завжди спостерігалось розщеплення: в одному випадку (дослід 1) було отримано **16 сріблясто-платинових та 9 коричневих норок**, а в іншому (дослід 2) – **19 сріблясто-платинових, 12 коричневих та 5 платинових**. Батьківських особин із досліду 2 схрестили з коричневими норками, які належали до різних порід. У досліді 3 було отримано **10 нащадків з сріблясто-платиновим забарвленням хутра та 11 – з коричневим**; у досліді 4 – **5 сріблясто-платинових норок, 6 платинових та 11 коричневих**. Як спадкується сріблясто-платинове забарвлення хутра у норок? Вкажіть генотипи батьківських особин для кожного схрещування. Яке розщеплення за фенотипом можна очікувати в результаті схрещування батьківських особин із досліду 2 з їхніми платиновими нащадками?

Відповідь:
тип спадкування: Забарвлення хутра спадкується за типом комплементарності: взаємодіють 2 домінантні гени (припустимо А та В). Домінантний алель гена, який самостійно обумовлює платинове забарвлення (припустимо А) у гомозиготному стані є летальним. Таким чином, AaB- – сріблясто-платинові, Aabb - платинові, aaB- та aabb – коричневі, AAB- та AAbb – гинуть (- - фенотиповий радикал) **(вказати)**
генотипи батьківських особин:
дослід 1: **AaBB та AaB-** **(вказати)**
дослід 2: **AaBb та AaBb** **(вказати)**
дослід 3: **AaBb та aaBB** **(вказати)**
дослід 4: **AaBb та aabb** **(вказати)**
розщеплення: **1 (сріблястоплатинові) : 1 (платинові) : 1 (коричневі)** **(вказати)**

№ 19. В деяких соціальних групах споріднені шлюби є достатньо розповсюдженим явищем. У шлюб вступають двоюрідні брат та сестра. Розрахуйте коефіцієнт інбридингу для їхньої дитини (відомо, що їхній дід був одружений на дочці рідного брата). Яка ймовірність, що ця дитина народиться хворою на синдром Тея-Сакса, якщо у даній популяції народжується приблизно 16 хворих дітей на 40 000 новонароджених.

Відповідь:

коефіцієнт інбридингу становить	**9/128**	**(вказати)**
ймовірність народження хворої дитини становить	**≈0,0018**	**(вказати)**

№ 20. В процесі трансляції певного білку брало участь 40 молекул тРНК. Визначте кількість амінокислот, що входять до складу новосинтезованого білку, а також кількість триплетів та нуклеотидів в гені, який кодує цей білок.

Відповідь:

кількість амінокислот становить	**40**	**(вказати)**
кількість триплетів становить	**40**	**(вказати)**
кількість нуклеотидів становить	**120**	**(вказати)**

№ 21. Скільки та яких типів вільних нуклеотидів потрібно для реплікації молекули ДНК, в якій міститься 500 тис. аденілових нуклеотидів, та 2 500 тис. – гуанілових?

Відповідь:

кількість А становить	**500тис.**	**(вказати)**
кількість Т становить	**500тис.**	**(вказати)**
кількість Г становить	**2500 тис.**	**(вказати)**
кількість Ц становить	**2500 тис.**	**(вказати)**
всього нуклеотидів необхідно	**6 млн**	**(вказати)**

№ 22. Колонія — це видиме ізольоване скупчення представників одного виду мікроорганізмів, що утворюється при розмноженні однієї колонієутворюючої одиниці (КУО) на щільному живильному середовищі. При висіві зразка води об'ємом 200 мл виявили 1 КУО *Escherichia coli*. Який колі-індекс цієї води? (Колі-індекс - кількість лактозопозитивних кишкових паличок (*Escherichia coli*) в 1 л (г) досліджуваного об'єкта (води, ґрунту, харчових продуктів). *Escherichia coli* використовують як санітарно-показовий (індикаторний) мікроорганізм фекального забруднення об'єктів, а її кількість (колі-індекс) характеризує ступінь забруднення об'єкта).
Чи придатна така вода для пиття?

Відповідь:

колі-індекс становить	**5 КУО**	**(вказати)**
придатність такої води для пиття	**не придатна**	**(вказати)**

№ 23. Розрахуйте загальну концентрацію бактерій (КУО) в 1 мл зразка води, якщо при висіві 0,2 мл аліквоти, яку було отримано з розведеного в 10^3 разів вихідного зразку, на середовищі в чашці Петрі виросло 45 КУО.

Відповідь:

Концентрація бактерій (КУО) в 1 мл суспензії становить	**$2,25\times10^5$**	**(вказати)**

Розрахунки:
Якщо в 0,2 мл зразка води в розведенні 10^{-3} міститься 45 КУО, тоді в 1 мл цього розведення буде міститися 45×5=225 КУО. В 1 мл вихідного зразка буде міститися 225×10^3=225000, тобто концентрація клітин у зразку води становить $2,25\times10^5$ КУО/мл.

№ 24. При загальній трансдукції фаг-трансдуктант P22 з частотою 10^{-3} випадково запаковує фрагмент бактеріальної ДНК, розмір якого складає 1% від

загального геному бактерії. При інфікуванні фагом-трансдуктантом P22 бактерії-реципієнта трансдукуючий фрагмент ДНК бактерії-донора має 10-и відсотковий шанс бути рекомбінованим до хромосоми бактерії-реципієнта. Вкажіть частоту утворення фага-трансдуктанта P22 для певної ділянки геному бактерії-донора.

Відповідь:

Частота утворення фага-трансдуктанта P22 становить **1 фаг-трансдуктант на 1000000 фагів (10^{-6})** **(вказати)**

Розв'язок :

Частота випадкового пакування 10^{-3}, частота трансдукції певної частини геному 1% від 100% тобто 10^{-2}, частота рекомбінації трансдукуючого фрагменту 10% тобто 10^{-1}. Отже частота такої події $10^{-3}x10^{-2}x10^{-1}=10^{-6}$, тобто 1 фаг-трансдуктант та 1000000 фагів.

№ 25. Визначити концентрацію інфекційних частинок вірусу мозаїки томату у рослині *Lycopersicon esculentum* із симптомами жовто-зеленої мозаїки, якщо при використанні методу рослин-індикаторів на семи листках рослин *Nicotiana rustica* утворилось загалом 826 некрозів. При цьому на кожен листок вносили по 50 мкл соку інфікованої рослини *Lycopersicon esculentum*, отриманого з 100 мг рослини, гомогенізованої в 1 мл фосфатного буферу. Вважати, що один некроз є наслідком дії однієї інфекційної частинки вірусу мозаїки томату. Відповідь виразіть у кількості інфекційних вірусних частинок на 1 гр інфікованої рослини.

Відповідь:

Концентрація інфекційних частинок становить **23 600 інфекційних вірусних часток на 1 гр інфікованої рослини** **(вказати)**

Розв'язок

826 некрозів, на листок вносили 50 мкл, листків 7, отже 350 мкл, а в 1мл 826x1000/350=2360 некрозів. 1мл отримали гомогенізуючи 100 мг, отже в 1 гр 2360x10=23600 некрозів, так як згідно умови один некроз є наслідком дії однієї інфекційної частки вірусу мозаїки томату то Концентрація інфекційних частинок становить 23 600 інфекційних вірусних часток на 1 гр інфікованої рослини