

Proves d'accés a la universitat

Biologia

Sèrie 2

Espai per a la correcció

Qualificació	
Exercici 1	
Exercici 2	
Exercici 3	
Exercici 4	
Suma de notes parcials	
Qualificació final	

Espai per a la revisió

Comprovació	2a correcció

Etiqueta de qualificació

Etiqueta de correcció

Etiqueta de l'estudiant

Ubicació del tribunal

Número del tribunal

L'examen consta de QUATRE exercicis obligatoris. Cada exercici val 2,5 punts.

Podeu utilitzar calculadora, però no es permet l'ús de calculadores o altres aparells que poden emmagatzemar dades o que poden transmetre o rebre informació.

Les respostes han de ser clares i han d'estar redactades de manera coherent i cohesionada, amb correcció gramatical, lèxica i ortogràfica.

Exercici 1

[2,5 punts en total]

«Apeman» és una cançó del 1970 del grup britànic de rock The Kinks que parla del desencís amb la vida moderna i el desig de ser un home-mico (*apeman*) que visqui en harmonia amb la natura, lluny de l'estrès i la contaminació.

1.1. Al final de la primera estrofa, la cançó diu:

«[...] no soc millor que els animals asseguts
a les gàbies de l'home al zoològic
perquè, comparat amb les flors i els ocells i els arbres,
soc un home-mico [...]».

En relació amb les dues darreres frases, podem interpretar que, des del punt de vista de la natura (pel que fa a les plantes i els ocells), no hi ha gaires diferències entre un ésser humà «civilitzat» i un mico. En termes evolutius, això és cert, ja que humans i micos són molt propers evolutivament perquè es van separar fa pocs milions d'anys. Els ocells i els primats es van separar força abans i, per tant, els ocells estan igual d'allunyats filogenèticament dels humans que dels micos. Les plantes i els animals es van separar fa molt més temps.

Entre els tres arbres filogenètics següents n'hi ha un que representa correctament aquesta informació. Digueu quin és escrivint la lletra corresponent i, sobre aquest, indiqueu a què corresponen les branques 1, 2, 3 i 4: planta, ocell, mico o humà.

[0,5 punts]

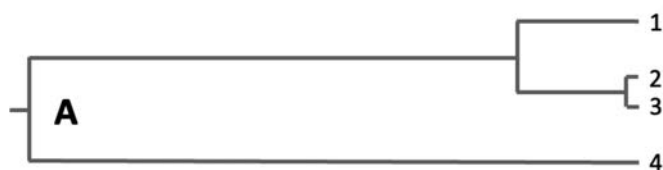
Puntuació total de l'exercici 1



Portada d'un disc de The Kinks que inclou la cançó «Apeman».

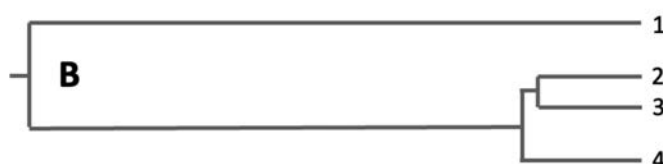
FONT: Wikipedia.

Puntuació de l'apartat 1.1



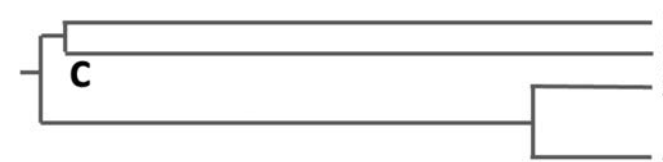
L'arbre correcte és _____.

En l'arbre correcte,
la branca 1 correspon a _____.



En l'arbre correcte,
la branca 2 correspon a _____.

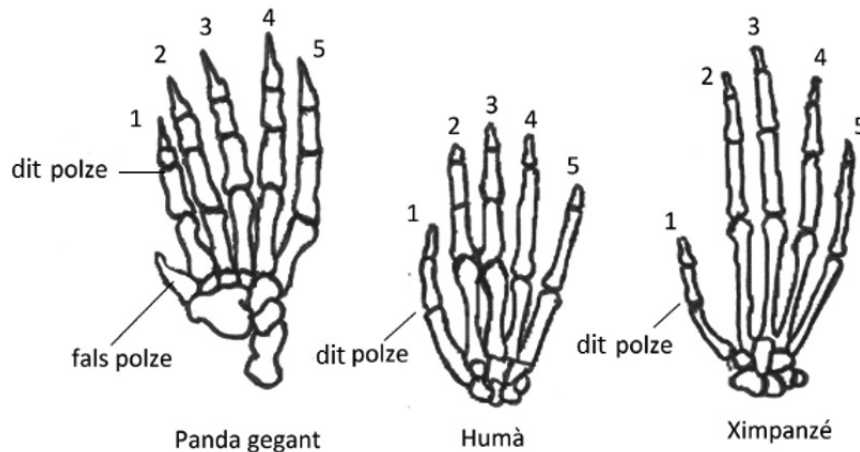
En l'arbre correcte,
la branca 3 correspon a _____.



En l'arbre correcte,
la branca 4 correspon a _____.

- 1.2. Les semblances entre els humans i altres primats evidencien que aquestes espècies tenen un origen evolutiu comú. El grau de semblança anatòmica i morfològica entre espècies va ser la base per a representar els primers arbres evolutius. Malgrat això, existeixen diferents mecanismes que poden originar aquestes semblances.

Un exemple d'això és el cas del polze dels humans i dels ximpanzés, i el fals polze dels pandes gegants. Tots tres tenen cinc dits, com es mostra a la figura. En els humans, el polze serveix per a manipular objectes i, en els ximpanzés, bàsicament serveix per a la locomoció. En els pandes gegants, el dit polze no és prènsil, però tenen un fals polze que en realitat és un os del canell que els serveix per a manipular el bambú.



FONT: Elaboració pròpia.

Completeu la taula següent responant a les qüestions que s'hi plantegen.

[0,5 punts]

Puntuació de l'apartat 1.2

El polze dels humans i el dels ximpanzés són òrgans anàlegs o homòlegs? Justifiqueu la resposta.

El polze dels humans i el fals polze dels pandes gegants són òrgans anàlegs o homòlegs? Justifiqueu la resposta.

- 1.3. Actualment, les filogènies entre diverses espècies s'obtenen comparant seqüències de DNA. A continuació es mostra un fragment d'una seqüència de DNA humana i de tres espècies diferents: un primat (ximpanzé), un altre mamífer (ratolí) i un cuc de terra. Les posicions en què una espècie presenta una diferència respecte als humans s'indiquen en color gris i subratllat. Deduïu a quina espècie (ximpanzé, ratolí o cuc) pertany cadascuna de les seqüències (1, 2 i 3), i justifiqueu la resposta.

[0,5 punts]

Puntuació de l'apartat 1.3

Humà: GCTAGCCTGCAAGTCTTAAGTCCGCAGTGCCAATAGCGCATTCCTT

1: ACTAGCCTGTAAGTCTTACGTCCGCAGTGCAATAGCGTATAGCCTC

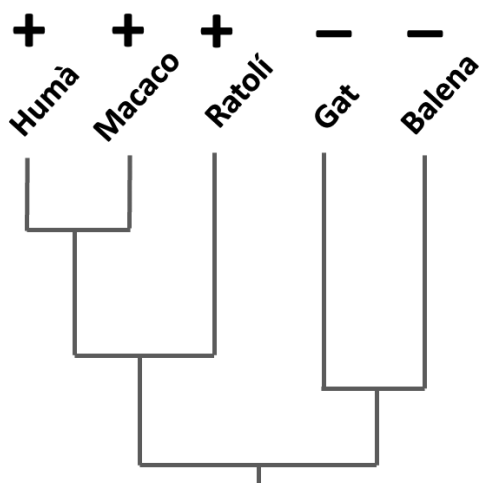
2: GCTAGCCTACAAGTCTTAAGTCCGCGGTGCCAATTGCGCATAGCCTT

3: GCTAGCCTGCAAGTCTGAAGTCCGCAGTGCCAATAGCGCATTCCTT

- 1.4. Per a construir un arbre filogenètic basat en homologies en la seqüència de DNA cal en primer lloc obtenir aquestes seqüències. El primer pas per a poder seqüenciar el DNA és amplificar el fragment d'interès mitjançant la reacció en cadena de la polimerasa (PCR). L'arbre següent mostra el resultat d'una PCR per a amplificar un gen en diferents espècies de mamífers, en què els encebadors (o *primers*) s'han dissenyat a partir de la seqüència humana. El símbol + indica que la PCR ha funcionat correctament, i el símbol -, que l'amplificació no ha funcionat i no s'ha obtingut cap producte. Responen a les preguntes de la taula que hi ha a continuació.

[0,5 punts]

Puntuació de l'apartat 1.4



Els encebadors s'uniran a una regió específica del DNA. Un cop units, quina és la seva funció en la PCR?

S'ha obtingut un resultat positiu en humans i en les espècies evolutivament més properes, i negatiu en les espècies més allunyades. Quin és el motiu pel qual la PCR no ha amplificat el DNA de les espècies evolutivament més llunyanes?

- 1.5.** La PCR també es pot utilitzar per a mesurar els nivells d'expressió gènica, fent servir una variant de la tècnica, anomenada *PCR quantitativa*. En aquest cas, el material de partida és l'mRNA. Responen a les preguntes següents, relatives a aquesta qüestió.

[0,5 punts]

Puntuació de l'apartat 1.5	
----------------------------	--

Per a fer una PCR quantitativa, en primer lloc cal obtenir DNA complementari a l'mRNA. Com s'anomena aquest procés i quin és l'enzim que el duu a terme?

Per a comparar seqüències de DNA de dues espècies diferents, el teixit d'on s'obté el DNA no és rellevant. En canvi, quan s'analitza mRNA per a comparar els nivells d'expressió d'un gen, sí que és important saber de quin teixit prové aquest mRNA. Raoneu-ne el perquè.

Exercici 2

[2,5 punts en total]

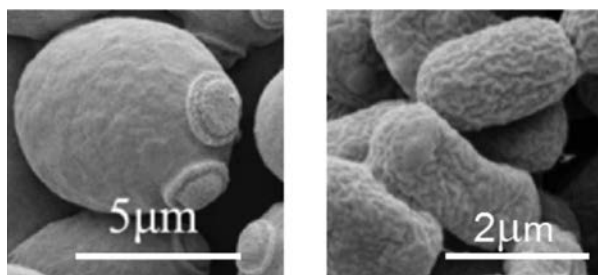
Puntuació total de l'exercici 2	
---------------------------------	--

Per a fer vinagre de poma es trituren pomes madures i s'obté un most de poma ric en sucres fermentables. Aquest suc és la base que permetrà dur a terme dues fermentacions.

La primera fermentació és la fermentació alcohòlica, feta per llevats presents a la pell de la poma (per exemple, *Saccharomyces cerevisiae*) en un medi tapat. Els llevats transformen els sucres en etanol. El resultat és la sidra, que té un contingut moderat d'alcohol.

La segona fermentació és la fermentació acètica, feta pels bacteris acètics (sobretot *Acetobacter*). Aquests bacteris oxiden l'etanol de la sidra i el converteixen en àcid acètic, el component principal del vinagre.

- 2.1. Les imatges següents mostren el llevat responsable de la primera fermentació (*Saccharomyces cerevisiae*) (a l'esquerra) i el bacteri responsable de la segona fermentació (*Acetobacter*) (a la dreta).



FONT: Imatge modificada a partir d'<https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2022.1107092/full>.

Completeu la taula següent responnent a les qüestions que s'hi plantegen.

[0,5 punts]

Puntuació de l'apartat 2.1	
----------------------------	--

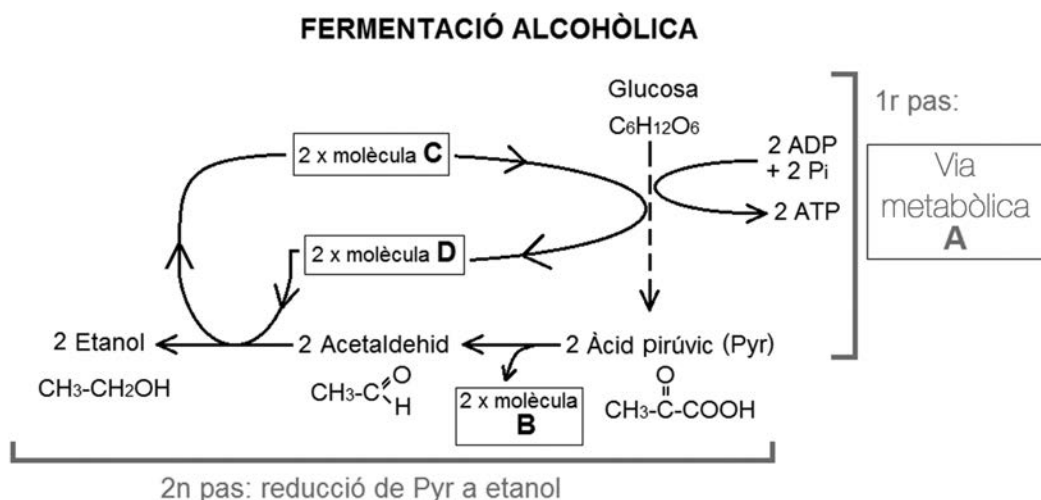
Quin és el diàmetre real de *Saccharomyces cerevisiae*? Mostreu els càlculs que heu fet.

Quina és la llargada real d'*Acetobacter*? Mostreu els càlculs que heu fet.

La diferència de mida entre *Saccharomyces cerevisiae* i *Acetobacter* es deu al fet que són tipus cel·lulars diferents. Quin tipus de cèl·lula és cadascun?

Saccharomyces cerevisiae: _____ *Acetobacter*: _____

- 2.2. La fermentació alcohòlica que porten a terme els llevats consta de dos passos. El primer pas és una via metabòlica que oxida la glucosa present al most de poma fins a obtenir àcid pirúvic (o piruvat). El segon pas consisteix en dues reaccions que redueixen l'àcid pirúvic a etanol per a produir la sidra. Aquests dos passos es mostren en l'esquema següent:



FONT: Elaboració pròpia.

Completeu la taula següent tenint en compte l'esquema anterior.

[0,5 punts]

Puntuació de l'apartat 2.2

Com s'anomena la via metabòlica A?
Com s'anomena la molècula B?
La reducció de l'acetaldehid a etanol serveix per a regenerar la molècula C, a partir de l'oxidació de la molècula D, amb l'objectiu de mantenir funcionant la via A i aprofitar els 2 ATP/glucosa que produeix. Com s'anomenen les molècules C i D?
C: _____ D: _____
Quina és la localització cel·lular de la fermentació alcohòlica?

- 2.3. El llevat és un organisme anaerobi facultatiu. En un cultiu de *Saccharomyces cerevisiae* es mesura el consum específic de glucosa per hora en les dues situacions següents:

Condicions aeròbiques (amb O_2). Consum de glucosa: $1,09 \text{ mmol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$.	Condicions anaeròbiques (sense O_2). Consum de glucosa: $17,4 \text{ mmol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$.
--	--

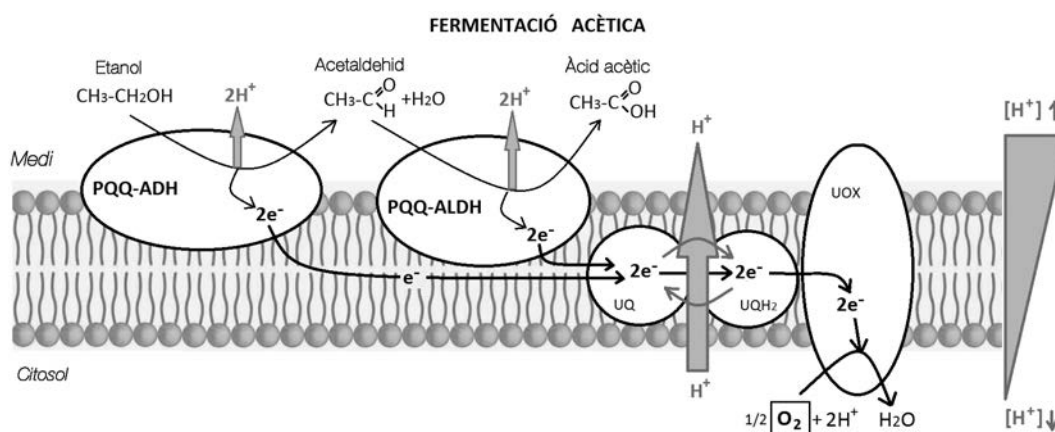
Quantes vegades és més alt el consum de glucosa en condicions anaeròbiques que en condicions aeròbiques? Doneu una explicació metabòlica del resultat.

[0,5 punts]

Puntuació de l'apartat 2.3

- 2.4. Un cop obtinguda la sidra, els bacteris acètics com *Acetobacter* duren a terme la fermentació acètica oxidant l'etanol del medi a àcid acètic per a obtenir el vinagre de poma. *Acetobacter* pot fer aquesta oxidació perquè té dos enzims: l'alcohol deshidrogenasa de membrana (PQQ-ADH), que oxida l'etanol a acetaldehid, i l'aldehid deshidrogenasa de membrana (PQQ-ALDH), que oxida l'acetaldehid a àcid acètic. Tots dos enzims transfereixen directament els electrons de les oxidacions que catalitzen a una cadena de transport electrònic que els portarà fins a reduir l'oxigen de l'aire. Aquest transport electrònic genera un gradient de H^+ que serveix per a produir ATP.

L'esquema següent mostra la cadena de transport electrònic d'*Acetobacter*:



FONT: Elaboració pròpia.

Se'n va dir antigament «fermentació acètica» perquè s'allibera un àcid, l'àcid acètic, al medi. Però quan se'n va descobrir el funcionament metabòlic, es va veure que des del

punt de vista bioquímic no és realment una fermentació. A partir de la informació del text i l'esquema anteriors, indiqueu tres motius pels quals la fermentació acètica no és, bioquímicament parlant, una fermentació.

[0,5 punts]

Puntuació de l'apartat 2.4	
----------------------------	--

- 2.5. La cadena de transport electrònic d'*Acetobacter* que es mostra a l'esquema de la pregunta anterior és similar a la que tenim a les nostres cèl·lules per a obtenir ATP mitjançant la fosforilació oxidativa. A partir de l'observació de l'esquema anterior i dels vostres coneixements, empleneu les caselles en blanc de la taula següent.

[0,5 punts]

Puntuació de l'apartat 2.5	
----------------------------	--

	<i>Fosforilació oxidativa a Acetobacter en el procés de fabricació de vinagre</i>	<i>Fosforilació oxidativa a les nostres cèl·lules</i>
<i>Donador d'e⁻</i>	Etanol (que s'oxida a acetaldehid) i acetaldehid (que s'oxida a àcid acètic)	
<i>Acceptador d'e⁻</i>		Oxigen (que es redueix a aigua)
<i>Localització cel·lular</i>		
<i>Expliqueu com s'aprofita el gradient de protons generat per a produir ATP</i>		

Exercici 3

[2,5 punts en total]

Puntuació total de l'exercici 3	
---------------------------------	--

La professora de biologia ha proposat als alumnes de segon de batxillerat que s'organitzin en grups per analitzar continguts de biologia que apareixen en diferents produccions audiovisuals (sèries i pel·lícules) i mitjans de comunicació (plataformes i xarxes socials). L'objectiu de l'activitat és comprovar el rigor i la veracitat d'aquests continguts a partir de les aportacions dels mateixos alumnes. A continuació reproduïm una mostra del que han recollit.

3.1. Un dels grups d'alumnes presenta una situació sobre grups sanguinis. En una telesèrie ambientada en un hospital, la doctora detecta una errada en els resultats de l'analítica del seu pacient. Segons l'hemograma, el pacient té tipus sanguini A, però els seus dos progenitors són del tipus B. La doctora diu: «Això no és possible: un fill del grup A amb progenitors del grup B. M'heu donat una analítica d'un altre pacient.» El grup d'alumnes es planteja si el que afirma la doctora és cert.

El grup sanguini, segons el sistema ABO, el determinen tres allels: l'allel i (que en homozigosi dona el grup sanguini O), l'allel I^A (que en homozigosi dona el grup sanguini A) i l'allel I^B (que en homozigosi dona el grup sanguini B). També sabem que I^A i I^B són codominants entre ells ($I^A = I^B$) i que tots dos són dominants respecte a l'allel i ($I^A > i$; $I^B > i$).

Digueu si dos progenitors amb grup sanguini B poden tenir un fill amb grup sanguini A i justifiqueu la resposta.

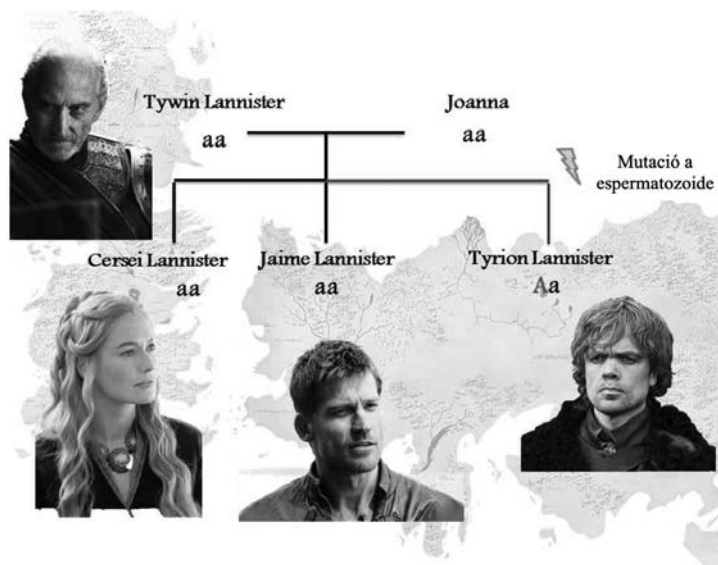
[0,5 punts]

Puntuació de l'apartat 3.1	
----------------------------	--

3.2. Un altre grup ha analitzat la sèrie *Joc de trons*, concretament el personatge Tyrion Lannister.

En Tyrion té acondroplàsia, una condició genètica caracteritzada pel creixement ossi anòmal, que fa que tingui les cames i els braços més curts.

El gen afectat, *FGFR3*, codifica el receptor del factor de creixement 3 dels fibroblasts i s'expressa al cartílag i al cervell, entre altres teixits.



FONT: <https://genotipia.com/los-genes-de-tyrion-lannister/>.

A continuació es mostra una part de la seqüència del gen *FGFR3* sense cap mutació que generi acondroplàsia. Escriviu les seqüències que falten de DNA i mRNA i la seqüència de la proteïna a les caselles corresponents de la taula següent.

[0,5 punts]

Puntuació de l'apartat 3.2

DNA	5' CTG	GGA	TCG	CCT	CTA 3'
DNA	3'				5'
mRNA	5'	GGA			3'
Seqüència d'aminoàcids					

Segona lletra

		U	C	A	G		
Primera lletra	U	UUU Phe UUC UUA Leu UUG	UCU UCC Ser UCA UCG	UAU Tyr UAC UAA STOP UAG STOP	UGU Cys UGC UGA STOP UGG Trp	U	C
	C	CUU CUC Leu CUA CUG	CCU CCC Pro CCA CCG	CAU His CAC CAA Gln CAG	CGU CGC Arg CGA CGG	A	G
	A	AUU Ile AUC AUA Met AUG	ACU ACC Thr ACA ACG	AAU Asn AAC AAA Lys AAG	AGU Ser AGC Arg AGA AGG	U	C
	G	GUU Val GUC GUA GUG	GCU GCC Ala GCA GCG	GAU Asp GAC GAA Glu GAG	GGU GGC Gly GGA GGG	A	G

Tercera lletra

- 3.3. Hi ha dues mutacions puntuals de canvi de base de nucleòtid que poden provocar el desenvolupament de l'acondroplàsia. En un 2 % dels casos, la guanina marcada en negreta a la pregunta anterior és substituïda per una citosina. En un 98 % dels casos, la guanina és substituïda per una adenina. Completeu la taula següent explicant l'efecte d'aquestes mutacions sobre la seqüència de la proteïna.

[0,5 punts]

Puntuació de l'apartat 3.3

Canvi guanina-citosina:

Canvi guanina-adenina:

En un 80-90 % dels casos, l'acondroplàsia es produeix per una mutació dominant que apareix en els gàmetes d'un dels progenitors. Quines cèl·lules dels descendents tindran la mutació: les somàtiques, les reproductores o totes dues? Justifiqueu la resposta.

Cèl·lules afectades:

Justificació:

- 3.4. El grup ha trobat que algunes persones amb acondroplàsia poden tenir més risc de patir inflamació crònica de baix grau i dolor articular. Responen a les preguntes següents sobre el paper dels mastòcits en el procés inflamatori.

[0,5 punts]

Puntuació de l'apartat 3.4

On es localitzen els mastòcits?

Quina substància segrega el mastòcit?

La inflamació es genera perquè la substància segregada s'uneix a les cèl·lules endotelials dels vasos sanguinis. Quina conseqüència té aquesta unió en els vasos sanguinis?

- 3.5. El darrer grup ha formulat una pregunta sobre Peet Montzingo, el conegut tiktoker amb una alçada mitjana en una família en què els dos progenitors, el seu germà i la seva germana tenen acondroplàsia. En Peet és el germà petit.

Representeu l'arbre genealògic d'aquesta família, amb els dos progenitors i els tres fills, utilitzant la simbologia adient (quadrat o cercle, blanc o negre).

Indiqueu-hi clarament els genotips de cada membre de la família, sabent que l'acondroplàsia és una mutació que s'hereta com un tret autosòmic dominant (letal durant l'etapa embrionària en homozigosi dominant).

[0,5 punts]

Puntuació de l'apartat 3.5	
----------------------------	--



FONT: Captura de pantalla d'<https://www.tiktok.com/discover/peet-montzingo-family>.

Exercici 4

[2,5 punts en total]

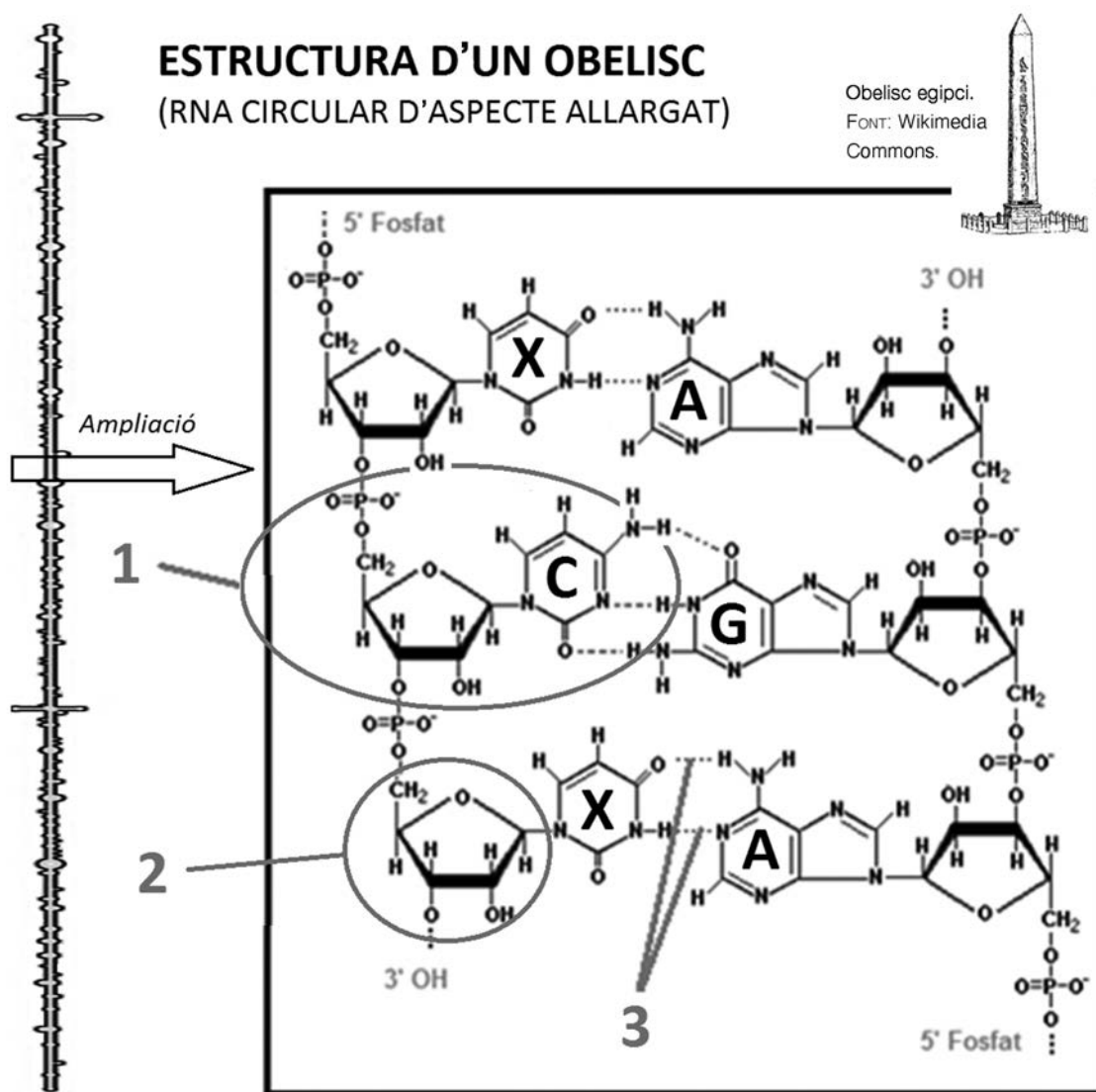
Puntuació total de l'exercici 4

L'any 2024 un equip de recerca de la Universitat de Stanford va publicar a la revista *Cell* el descobriment d'un nou tipus d'entitat biològica feta d'RNA: els obeliscs. Tot i que els obeliscs es van trobar inicialment al citosol de bacteris de la microbiota digestiva humana, estudis posteriors n'han trobat també en mostres marines i ambientals. Aquest fet suggereix que estan bastant estesos entre els bacteris de molts ecosistemes.

- 4.1. Els obeliscs són petites molècules d'RNA circular monocatenari (és a dir, de cadena senzilla) amb una estructura molt estable i una forma allargada (d'aquí els ve el nom). Observeu la imatge següent i completeu la taula que hi ha a continuació.

[0,5 punts]

Puntuació de l'apartat 4.1



FONT: Imatge modificada a partir de l'article d'Ivan N. ZHELUDEV *et al.* «Viroid-like colonists of human microbiomes». *Cell* (14 novembre 2024).

Com s'anomenen els monòmers, com el que hi ha encerclat a la imatge amb el número 1, que constitueixen les cadenes d'àcids nucleics?

Com s'anomena la molècula encerclada amb el número 2?

Com s'anomena l'enllaç que s'estableix entre les bases nitrogenades, indicat amb el número 3?

Quina conseqüència té l'establiment d'enllaços com el número 3 per a l'estructura i la forma de l'obelisc? Justifiqueu la resposta.

Quina base nitrogenada s'ha senyalat amb la lletra X?

- 4.2.** Quan es va descobrir l'estructura i l'estabilitat dels obeliscs ja es va sospitar que serien entitats biològiques d'RNA que es reproduïen de manera autònoma. Això es va confirmar quan es va seqüenciar el DNA dels bacteris que els hostatgen i es va observar que no conté cap seqüència complementària a l'RNA que constitueix l'obelisc. Expliqueu per què aquest fet reforça la idea que els obeliscs són entitats biològiques autònomes.

[0,5 punts]

Puntuació de l'apartat 4.2

- 4.3. En tot el genoma dels obeliscs només hi ha un o dos gens. Aquests gens codifiquen unes proteïnes anomenades *oblins*. El fet de tenir un o dos gens situa els obeliscs a mig camí entre els viroides (que no tenen cap gen) i els virus. En relació amb això, responeu a les qüestions de la taula següent.

[0,5 punts]

--	--

Què són els viroides?

Indiqueu tres característiques dels virus que els diferencien dels obeliscs:

1.

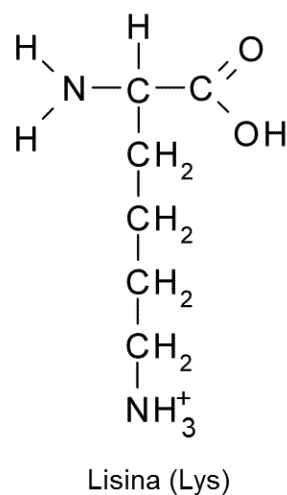
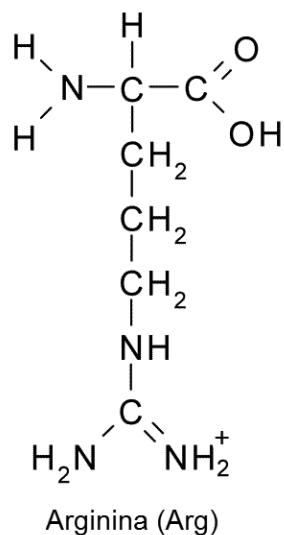
2.

3.

- 4.4. Encara no es coneix la funció de les oblins, però possiblement ajuden a la replicació de l'RNA que constitueix l'obelisc. Aquesta suposició es basa en el fet que, en la seva seqüència d'aminoàcids, hi apareix uns quants cops la combinació Arg-Lys-Lys, que és pròpia de proteïnes que s'uneixen a àcids nucleics com l'RNA. Observeu les fórmules d'aquests dos aminoàcids i completeu la taula que hi ha a continuació.

[0,5 punts]

Puntuació de l'apartat 4.4



Dibuixeu un tripèptid de seqüència $\text{NH}_2\text{-Arg-Lys-Lys-COOH}$.

L'abundància de seqüències riques en aminoàcids com Arg i Lys afavoreix que determinades proteïnes es puguin unir, gràcies als radicals d'aquests aminoàcids, a àcids nucleics com l'RNA. Per què aquests radicals de l'arginina i la lisina permeten a una proteïna unir-se a l'RNA?

- 4.5. Actualment, no sabem si la presència d'obeliscs té algun impacte, positiu o negatiu, sobre el bacteri que els hostatja. No sabem tampoc exactament com es repliquen els obeliscs, tot i que la seva presència abundant en determinats bacteris fa pensar que es repliquen de manera autònoma i es transmeten verticalment en la població de bacteris, fet que en fa augmentar el nombre. Així mateix, es desconeix si es poden transmetre horitzontalment d'un bacteri a un altre.

A partir d'aquesta informació, completeu la taula següent:

[0,5 punts]

Puntuació de l'apartat 4.5	
----------------------------	--

Expliqueu què significa que els obeliscs «es transmeten verticalment en la població de bacteris».

Anomeneu dos mecanismes de transmissió horitzontal de gens en bacteris.

Comprovació i 2a correcció:

3a correcció:

Etiqueta de l'estudiant

--



IEC
Institut d'Estudis
Catalans