Biologi 2 – dette må du mestre H26

16.10.26

Laget av KI: snakk med læreren din først

Denne oversikten er laget av KI ut fra tidligere eksamensoppgaver. Den kan ta feil, og den kjenner ikke deg. Læreren din vet best hva *du* bør øve på, så spør læreren først.

Står du helt på bar bakke, eller leser du til privatisteksamen, kan du bruke arket som et utgangspunkt for øvingen.

Gjelder eksamen høsten 2026

Denne guiden er for eksamen høsten 2026: kontinuasjonseksamen og privatisteksamen. På denne eksamenen gjelder fortsatt den gamle ordningen, med datamaskin på Del 2. Skal du opp våren 2027 eller senere, skal du bruke den vanlige guiden («Biologi 2 – dette må du mestre»). Den er skrevet for den nye ordningen uten datamaskin. I Biologi 2 er forskjellen liten: Oppgavetypene er de samme, og ingen eksamensoppgave har krevd datamaskin.

Denne siden bygger på alle de sju eksamenene i Biologi 2 etter den nye læreplanen, fra våren 2023 til våren 2026. Vi har sortert oppgavene i oppgavetyper og telt hvor ofte hver type har vært med.

- **Karakter 2:** Forbered deg på alt i de grønne boksene. Det er de lette delene av oppgavetypene som er med på (nesten) *hver* eksamen. Du trenger ikke få til alt for å få 2, men jo mer av det du kan, jo tryggere er du.
- **Karakter 4:** Forbered deg i tillegg på de blå boksene, og to oppgavetyper som bare står under karakter 4. Heller ikke her må du kunne alt for å få 4, men har du forberedt deg på alt, kan du også få 5 eller 6.
- **Øv på:** Under hver oppgavetype står eksamensoppgaver å øve på. QR-koden legger alle eksamensoppgavene av typen inn i *Mine oppgaver* på matematikkoppgaver.no.

Ordningen endres fra våren 2027

Fra våren 2027 er det ikke lov med datamaskin på Del 2 i Biologi 2. Det gjelder ikke deg som tar eksamen høsten 2026.

Oversikt

Oppgavetype	Del	Med på	Karakter 2	Karakter 4
Feltarbeid og tilpasninger	1 og 2	7 av 7	✓	✓
Næringsnett, energistrøm og pyramider	1 og 2	7 av 7	✓	✓
Stoffkretsløp og menneskelig påvirkning	1 og 2	7 av 7	✓	✓
Populasjoner og forvaltning	1 og 2	7 av 7	✓	✓
Enzymer	1 og 2	7 av 7	✓	✓
Celleånding	1 og 2	7 av 7	✓	✓
Fotosyntese	1 og 2	7 av 7	✓	✓
Proteinsyntese, mutasjoner og genregulering	1 og 2	7 av 7	✓	✓
Arv: krysninger og stamtavler	1 og 2	7 av 7	✓	✓
Genteknologi og etikk	1 og 2	7 av 7	✓	✓
Evolusjon: seleksjon, drift og genlager	1 og 2	7 av 7	✓	✓
Forsøk: kontroll, hypotese og data	1 og 2	6 av 7	✓	✓
Hardy–Weinberg	1 og 2	5 av 7		✓
Artsdannelse og slektskapstrær	1 og 2	6 av 7		✓

Slik er eksamen

Del	Tid	Hjelpemidler høsten 2026
Del 1	2 timer	Skrivesaker og linjal, og tabeller og vedlegg i oppgavesettet, som kodontabellen
Del 2	3 timer	Alle hjelpemidler, unntatt internett og verktøy for kommunikasjon. Du kan bruke datamaskin, læreboka og egne notater, men ikke KI.

Eksamen varer i 5 timer, og Del 1 leveres etter 2 timer. Dette er samme ordning som på alle eksamenene fra V23 til V26.

- **Del 1** har oppgave 1 med fire korte skriveoppgaver (a–d) og oppgave 2 med 20 flervalgsoppgaver (19 i H23). Oppgave 1a handler alltid om ditt eget feltarbeid.
- **Del 2** har tre store oppgaver med til sammen 10–11 deloppgaver. Hver oppgave bygger på en case med figurer, tabeller og forsøk, og går ofte på tvers av økologi, genetikk og evolusjon.
- **Vekting:** Del 1 teller omtrent 40 % og Del 2 omtrent 60 %. I Del 1 teller skriveoppgavene og flervalget omtrent like mye, så hver av de fire skriveoppgavene er verdt like mye som fem flervalg. I Del 2 teller hver deloppgave omtrent like mye.
- **Datamaskin på Del 2:** Ingen oppgave har krevd datamaskin, men den kan spare deg for tid. Lag grafer fra en tabell i regneark eller GeoGebra, og regn gjennomsnitt, prosent og Hardy–Weinberg i regneark eller på kalkulatoren. Et krysningsskjema kan du lage som en tabell. Ha notatene og læreboka klare, så du finner fram raskt. Husk at du ikke kan bruke internett eller KI.

Hva kan komme på H26?

> ⚠ **Dette er en prognose, ikke en fasit**
>
> Vi har bare tre høstsett å se på (H23, H24 og H25). Det som står her, er et kvalifisert gjett. Forbered deg på alle oppgavetypene, ikke bare på dem som står her.

Vi har sammenlignet hvert høstsett med våren samme år, våren året etter og høsten året før. I Del 2 ligner høstsettet ofte litt på våren samme år. Tydeligst er H25: Alle de tre casene er bygd opp som i V25, med et forsøk med celleånding med og uten oksygen, utsetting av en ny art i et næringsnett, og et enzym der ulike alleler gir ulik sykdom. I H23 og H24 gjelder det bare én eller to av casene, så det er ingen fast regel.

- **Svært sannsynlig:** feltarbeid i oppgave 1a, en skriveoppgave om fotosyntesen eller celleåndingen i Del 1 (6 av 7 sett, og alle høstsettene), en case i Del 2 med et forsøk om celleånding, fotosyntese eller enzymer (6 av 7 sett) og en krysning med krysningsskjema i Del 2 (7 av 7).
- **Sannsynlig:** å skissere og beskrive et stoffkretsløp i Del 1. Det var egen skriveoppgave i H24 og H25, men ikke i noen av våreksamenene.
- **Sannsynlig:** typer fra V26 i ny drakt: en feltundersøkelse der innsamlingen må gjøres likt, Hardy–Weinberg og kjønnsbundet arv i samme case, og et forsøk med antibiotikaresistens og gelelektroforese.
- **Usikkert:** om H26 bygger like tett på V26 som H25 gjorde på V25. Det vet vi ikke før vi har sett flere høstsett.

Øv med hele eksamenssett

Det viktigste rådet: Gjør hele eksamenssett på tid, *uten* mer hjelp enn du har lov til på eksamen. Ingen løsningsforslag, ingen nettsøk og ingen KI før du er ferdig.

Når	Gjør dette
14 dager før eksamen	Ett helt eksamenssett på tid
7 dager før eksamen	Et nytt eksamenssett
2 dager før eksamen	Et siste eksamenssett

Bruk gjerne V26 og H25 blant settene. De er de nyeste og har samme ordning som H26, med datamaskin på Del 2. Gjør Del 1 uten datamaskin og notater.

Skriv ned hvor mange poeng du fikk til uten hjelp hver gang, og se etterpå på oppgavene du ikke klarte. Jobber du jevnt og trutt mellom settene, får du til mer og mer. Bruk oppgavetypene under til å øve på det du ikke fikk til.

Økologi

Feltarbeid og tilpasninger

Slik ser det ut

Del 1, alltid oppgave 1a, og av og til i Del 2 · med på 7 av 7

«Skisser et næringsnett med minst seks artsnavn knyttet til økosystemet. Velg en art fra næringsnettet og beskriv hvordan arten er tilpasset en bestemt abiotisk eller biotisk faktor» (V26).

Alle oppgavene om feltarbeid (10)

Karakter 2

- Skissere en næringskjede eller et næringsnett med ekte artsnavn fra ditt eget feltarbeid, for eksempel blåbær → lirype → rødrev. Pilen går fra den som blir spist, til den som spiser. «Gress» og «fugl» gir 0 poeng.
- Beskrive metoden du brukte, for eksempel ruteanalyse: Du legger ut ruter på 1 x 1 meter og teller artene i hver rute.
- Beskrive en tilpasning og knytte den til en faktor: Lirypa har fjær under føttene, som virker som truger i snøen (abiotisk faktor).
- Forberede deg hjemme: Skriv ned 6–8 arter fra feltarbeidet ditt, hvem som spiser hvem, og én tilpasning du kan forklare.

Øv på: Næringsnett med artsnavn og tilpasning til økosystemet, Næringskjede og energistrøm fra feltarbeidet, Næringsnett og tilpasning fra eget feltarbeid

Karakter 4: i tillegg

- Gjøre rede for resultatene og vurdere metoden: hvor mange ruter, hvor de ble plassert og hvilke feilkilder det var.
- Plassere rutene tilfeldig eller jevnt fordelt, så resultatet blir pålitelig (H25).
- Forklare hvorfor lik innsats, som like lang tid og like mange garn i hver elv, gir sammenlignbare data (V26).
- Tolke en tabell fra et feltarbeid, for eksempel antall individer av to arter ved ulik lysintensitet (H25).

Øv på: Metode for artsmangfold og tilpasning hos en andrekonsument, Metode og næringsnett fra feltarbeid, Lysintensitet og utbredelse av to plantearter, Oter og antallet fiskearter i elver, Menneskelig aktivitet og artsmangfold i fjæresonen

Næringsnett, energistrøm og pyramider

Slik ser det ut

Del 1 og Del 2 · med på 7 av 7 · ofte ett eller to flervalg og en deloppgave i Del 2

Du får en tabell med antall individer, biomasse og energi for fire arter J–M: «Hvordan kan vi beskrive energistrømmen gjennom næringskjeden?» (H25).

Alle oppgavene om næringsnett og energistrøm (15)

Karakter 2

- Energien kommer inn ved at produsentene binder solenergi i fotosyntesen, og den går én vei gjennom kjeden.
- På hvert trinn går det meste av energien tapt som varme i celleåndingen. Bare rundt 10 % går videre til neste ledd. Derfor har næringskjeder sjelden mer enn 4–5 ledd.
- Produsenten har mest energi. I H25 har art M 25 000 kJ per m^2 per år og er produsenten, så kjeden starter med M.

Øv på: Næringskjede og energistrøm fra feltarbeidet, Utsetting av mysis i en røyesjø (a)

Karakter 4: i tillegg

- Regne ut trofisk effektivitet: energien i et ledd delt på energien i leddet under. Fra M til J i H25: $\frac{3200}{25\,000} \cdot 100\,\% = 12{,}8\,\%$.
- Kjenne igjen energi-, biomasse- og tallpyramider, og vite at biomassepyramiden kan bli omvendt i havet, fordi planteplankton formerer seg raskt og blir beitet ned like raskt (V26).
- Forklare indirekte effekter i et næringsnett: Havoter spiser kråkeboller, og kråkeboller beiter på tare. Uten oter blir det flere kråkeboller og mindre tare (H23).

Øv på: Rekkefølgen av fire arter i en næringskjede, Trofisk effektivitet og energibinding i to økosystemer, Energipyramide, tallpyramide og biomassepyramide, Havoter, tareskog og utryddelsen av Stellers sjøku, Utsetting av ulv i en nasjonalpark, Påstander om biomasse og energioverføring

Stoffkretsløp og menneskelig påvirkning

Slik ser det ut

Del 1 og Del 2 · med på 7 av 7 · flervalg med en figur av kretsløpet, eller en skriveoppgave i Del 1

«Skisser og beskriv et selvvalgt stoffkretsløp» (H25), eller «I hvilket trinn deltar nedbrytere?» med en figur av nitrogenkretsløpet (H23).

Alle oppgavene om stoffkretsløp (14)

Karakter 2

- Nitrogenkretsløpet: nitrogenfiksering (N_2 blir til ammonium), nitrifikasjon (ammonium blir til nitritt og så nitrat), plantene tar opp nitrat og lager proteiner, nedbrytere gjør proteiner om til ammonium, og denitrifikasjon gjør nitrat om til N_2.
- Karbonkretsløpet: Fotosyntesen tar CO_2 ut av lufta. Celleånding hos planter, dyr og nedbrytere og forbrenning av fossilt brensel slipper CO_2 ut.
- Gjødsel i vann gir algeoppblomstring. Når algene dør, bruker nedbryterne opp oksygenet i vannet.

Øv på: Fra proteiner til aminosyrer i nitrogenets kretsløp, Påvirkninger som reduserer utslipp av karbondioksid, Nitrogenholdig gjødsel i ferskvann, Skissere og beskrive et stoffkretsløp

Karakter 4: i tillegg

- Skissere et kretsløp med piler og navn på prosessene, og gi to eksempler på hvordan mennesker påvirker det (H24).
- Finne hvilke piler i en figur som er celleånding (V25), eller hvor nedbryterne deltar (H23).
- Forklare fordelen med nitrogenfikserende bakterier i symbiose: Planten får nitrogen uten gjødsel (V26). Nitrogenfikseringen koster mye ATP, så planten vokser saktere enn med gjødsel (H24).

Øv på: [Stoffkretsløp og menneskelig påvirkning], Celleånding i karbonkretsløpet, Nedbrytere i nitrogenkretsløpet, Nitrogenfikserende symbiose og hagelupin, Hvordan nitrogen sirkulerer i et økosystem

Populasjoner og forvaltning

Slik ser det ut

Del 1 og Del 2 · med på 7 av 7 · to–tre flervalg i hvert sett, og ofte en skriveoppgave

«Hvilke uenigheter er eksempler på interessekonflikter?», der ett av alternativene er «uenighet om vi skal ha ulv i Norge» og et annet er uenighet om bæreevnen for ulv (V23).

Alle oppgavene om populasjoner og forvaltning (23)

Karakter 2

- Logistisk vekst: Populasjonen vokser raskt først, og så flater kurven ut mot bæreevnen, det største antallet miljøet kan bære.
- Vekstraten er fødselsraten minus dødsraten. Er fødselsraten størst, vokser populasjonen.
- r-selekterte arter får mange avkom og har ingen yngelpleie. K-selekterte arter får få avkom og passer godt på dem.
- En interessekonflikt er uenighet om hvordan en ressurs skal brukes, som jaktkvoter eller om vi skal ha ulv. Uenighet om fakta, som bæreevnen eller den beste tellemetoden, er ikke en interessekonflikt.

Øv på: Påstander om livsstrategien til r-selekterte arter, Interessekonflikter i forvaltningen av hummer, Tiltak som ikke hører til forvaltningen av hummer, Påstander om livsstrategier, konkurranse og samspill

Karakter 4: i tillegg

- Forklare en populasjonskurve med tetthetsavhengige faktorer (konkurranse, predasjon, sykdom) og tetthetsuavhengige faktorer (vær, brann) (V25).
- Predator og byttedyr svinger i takt, og toppene for predatoren kommer litt etter toppene for byttedyret (H23).
- Drøfte en interessekonflikt med argumenter fra flere sider (V24).
- Velge riktig vekstkurve ut fra kurver for fødsels- og dødsrate (V24).

Øv på: Uenigheter om ulv og interessekonflikter, Interessekonflikt i forvaltning av en populasjon, Populasjonssvingninger hos skademidd og rovmidd, Tetthetsavhengige og tetthetsuavhengige faktorer i en populasjonskurve, Vekstkurve ut fra fødsels- og dødsrate

Enzymer og energi

Enzymer

Slik ser det ut

Del 1 og Del 2 · med på 7 av 7 · ett eller to flervalg i hvert sett, ofte om hemmere eller tilbakekobling

«Virkestoffet i noen ugressmidler ligner glutamat. Mest sannsynlig reduseres planteveksten fordi virkestoffet …» Riktig svar er at det er en konkurrerende hemmer av enzymet (H24).

Alle enzymoppgavene (19)

Karakter 2

- Et enzym er en katalysator som senker aktiveringsenergien. Substratet passer inn i det aktive setet.
- Reaksjonsfarten flater ut ved mye substrat fordi alle de aktive setene er i bruk.
- En konkurrerende hemmer ligner substratet og binder seg i det aktive setet. Mer substrat motvirker den. En ikke-konkurrerende hemmer binder seg et annet sted (det allosteriske setet) og endrer formen på enzymet.
- Negativ tilbakekobling: Sluttproduktet hemmer det første enzymet i reaksjonsveien.

Øv på: Metning av en enzymreaksjon ved høy substratkonsentrasjon, Ugressmiddel som hemmer glutaminsyntetase, Påstander om en hemmer og bindingssetet, Negativ tilbakekobling i en reaksjonsvei med to enzymer

Karakter 4: i tillegg

- Temperatur og pH: Enzymet har et optimum. Ved for høy temperatur denatureres enzymet, fordi svake bindinger brytes og det aktive setet endrer form (V25).
- Finne hvilket enzym en gift hemmer, ut fra hvilke stoffer som hoper seg opp i reaksjonsveien (H23).
- Forklare at reaksjonsfarten flater ut ved mye enzym fordi substratet blir begrensende (V25).
- Lage en graf fra en tabell, i regneark eller GeoGebra eller for hånd, og vise at en konkurrerende hemmer når samme maksimum når det er nok substrat (H24). Husk aksetitler med enhet.

Øv på: Giftstoff som hemmer enzymer i en reaksjonsvei, Begrensende faktor ved økende enzymkonsentrasjon, Konkurrerende og ikke-konkurrerende hemmere, Enzymforsøk med konkurrerende hemmer, Sitratsyntase og negativ tilbakekobling

Celleånding

Slik ser det ut

Del 1 og Del 2 · med på 7 av 7 · to–fire flervalg i hvert sett

«Her ser du fire trinn i celleåndingen: 1. CO_2 dannes. 2. NADH avgir elektroner. 3. $FADH_2$ dannes. 4. Pyrodruesyre/pyruvat dannes. Hvilke trinn inngår i krebssyklusen?» (H24).

Alle oppgavene om celleånding (24)

Karakter 2

- Trinnene og hvor de skjer: Glykolysen skjer i cytosol og spalter glukose til to pyruvat. Krebssyklusen skjer i matriks i mitokondriet, og der spaltes CO_2 av og det dannes NADH og $FADH_2$. Den oksidative fosforyleringen skjer i den indre mitokondriemembranen og gir mest ATP. O_2 tar imot elektronene, og det dannes vann.
- Aerob celleånding gir om lag 30 ATP per glukose, anaerob bare 2.
- Anaerob celleånding gir melkesyre i dyreceller, og etanol og CO_2 i gjær.

Øv på: Trinn i celleåndingen som inngår i krebssyklusen, Glykolysen og krebssyklusen i mitokondriet, Stoffer i anaerob celleånding, Produkter av oksidativ fosforylering

Karakter 4: i tillegg

- Elektrontransportkjeden: NADH og $FADH_2$ gir fra seg elektroner, H^+ pumpes ut i intermembranrommet og strømmer tilbake gjennom ATP-syntase.
- Forklare at celler uten oksygen bruker mye mer glukose, fordi anaerob celleånding gir lite ATP per glukose (V25).
- Forutsi hva en gift som stopper elektrontransportkjeden gjør: Oksygenforbruket stopper, og gjærcellene lager mer etanol (H25).
- Avgjøre i hvilke reagensglass det dannes ATP: Mitokondriene kan ikke bruke glukose direkte, så glukosen må gjennom glykolysen i cytosol først (V26).

Øv på: Rekkefølgen av fire trinn i celleåndingen, Energibærere i aerob og anaerob celleånding, ATP-dannelse i reagensglass med mitokondrier og cytosol, Glukoseforbruk og melkesyreproduksjon i dyreceller, Oksygenforbruk og etanolproduksjon hos gjærceller

Fotosyntese

Slik ser det ut

Del 1 og Del 2 · med på 7 av 7 · ett–tre flervalg, og ofte en skriveoppgave i Del 1

«Nevn tre faktorer som påvirker fotosyntesen. Velg én av faktorene. Beskriv hvordan faktoren endrer fotosynteseaktiviteten, og forklar hvorfor» (H25).

Alle oppgavene om fotosyntese (19)

Karakter 2

- Lysreaksjonen skjer i tylakoidmembranen: Lyset spalter vann, det dannes O_2, og det dannes ATP og NADPH.
- Calvinsyklusen skjer i stroma: CO_2 bindes, ATP og NADPH brukes, og det dannes glukose.
- Lysintensitet, CO_2-konsentrasjon og temperatur påvirker fotosyntesen. Mer lys gir mer fotosyntese, helt til en annen faktor begrenser.

Øv på: Faktorer som påvirker fotosynteseaktiviteten, Stoffene X, Y og Z i fotosyntesen, Trinn i den lysavhengige reaksjonen

Karakter 4: i tillegg

- Sammenligne med celleåndingen: Begge har elektrontransportkjede og ATP-syntase. I kloroplasten gir vann elektroner og $NADP^+$ tar imot dem. I mitokondriet gir NADH og $FADH_2$ elektroner, og O_2 tar imot dem (V23, V25).
- Finne den begrensende faktoren i en tabell: Ved 25 °C og middels lys økte fotosyntesen fra 3,0 til 3,6 med høy lysintensitet, men ikke med høyere temperatur. Da er det lyset som begrenser (V23).
- Planten vokser bare av overskuddet: CO_2 bundet i fotosyntesen minus CO_2 frigjort i celleåndingen (V23).
- Forutsi fargen på BTB-indikator med vannplanter i lys og i mørke (H24).

Øv på: Oksidativ fosforylering og den lysavhengige delen av fotosyntesen, Fotosyntese og celleånding ved ulik temperatur og lysintensitet, Energibærere i calvinsyklusen, BTB-indikator og vannplanter i lys og mørke, Fotosynteseaktivitet i to forsøksserier

Genetikk og evolusjon

Proteinsyntese, mutasjoner og genregulering

Slik ser det ut

Del 1 og Del 2 · med på 7 av 7 · to–tre flervalg, og en deloppgave i Del 2 i alle settene

To tRNA-molekyler med antikodonene GUC og UUC binder seg etter hverandre. «Hvilken baserekkefølge har DNA-sekvensen som blir transkribert til mRNA?» (V26).

Alle oppgavene om proteinsyntese og mutasjoner (23)

Karakter 2

- Transkripsjonen skjer i kjernen: RNA-polymerase lager mRNA etter DNA. Intronene spleises ut av pre-mRNA, og eksonene blir igjen.
- Translasjonen skjer på ribosomet: Kodonet på mRNA passer med antikodonet på tRNA. Startkodonet er AUG. Bruk kodontabellen når den er vedlegg.
- Baseparing: A–T og G–C i DNA, A–U i RNA.
- Metylering av promotoren gir mindre mRNA fra genet (H24).

Øv på: Introner og eksoner i pre-mRNA, Nukleinsyrer som inngår i transkripsjonen, Metylering av promotoren til et gen, Påstander om genregulering

Karakter 4: i tillegg

- Mutasjonstyper: En substitusjon kan gi samme aminosyre, ny aminosyre eller stoppkodon. Insersjon eller delesjon av én base forskyver leserammen. Delesjon av tre baser fjerner én aminosyre, og en mutasjon i et intron gir oftest liten effekt (H23).
- Finne konsekvensen med kodontabellen: CGC blir til AGC, så arginin erstattes med serin (V24).
- Baseparing i to steg: Antikodonet GUC passer med kodonet CAG, og DNA-tråden som leses, er GTC (V26).
- Transkripsjonsfaktorer binder seg til DNA og slår på gener (V26). Ulike vev har ulike transkripsjonsfaktorer (V24).
- Forklare hvorfor noen mutasjoner gir alvorlig og andre mild sykdom, for eksempel om endringen ligger i det aktive setet (V23, H25).

Øv på: Mutasjoner i et gen rangert etter effekt på enzymaktiviteten, Konsekvens av en punktmutasjon i mRNA, DNA-sekvens ut fra antikodoner på tRNA, Aminosyre og antikodon i translasjonen, Transkripsjon, pre-mRNA og introner

Arv: krysninger og stamtavler

Slik ser det ut

Del 1 og Del 2 · med på 7 av 7 · to–tre flervalg, og en krysning med krysningsskjema i Del 2 i alle settene

Krysningen i Del 2 er karakter 4-stoff: Den har to gener eller kjønnsbundet arv. For karakter 2 er det flervalget i Del 1 som gjelder.

«En brun-svart hunn uten øredusker får avkom med en brun-svart hann med øredusker. Lag et krysningsskjema og bestem sannsynligheten for å få et avkom med brun-svart pels og øredusker» (V26).

Alle oppgavene om arv (25)

Karakter 2

- Kunne begrepene gen, allel, genotype, fenotype, homozygot, heterozygot, dominant og recessiv.
- Krysningsskjema for ett gen: Aa × Aa gir genotypene AA, Aa og aa i forholdet 1 : 2 : 1, og fenotypene i forholdet 3 : 1. Ved kodominans blir også fenotypene 1 : 2 : 1 (V25).
- Kjønnsbundet arv skrives som X^FX^f og X^fY. Gutter har bare én X, så recessive X-bundne sykdommer er vanligst hos gutter.
- Lese en stamtavle: Får to friske foreldre et sykt barn, er allelet recessivt.

Øv på: Kodominant arv av fjærfarge, Bunnlevende og pelagisk stingsild (d)

Karakter 4: i tillegg

- Krysning med to gener: Sett gametene langs kantene og tell. I V26 er begge foreldrene heterozygote for pelsfarge, så $\frac{1}{2}$ av avkommet blir brun-svarte. Allelet for øredusker er dominant på X, og bare døtrene får farens X, så $\frac{1}{2}$ får øredusker. Sannsynligheten blir $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$.
- Forholdet 9 : 3 : 3 : 1 ved krysning av to dobbelt heterozygote. Et annet forhold kan bety at to gener styrer hvert sitt enzym i samme reaksjonsvei, som for fruktfarge hos squash og paprika (V24, H24).
- Avgjøre ut fra en stamtavle om arven er dominant eller recessiv og kjønnsbundet eller ikke, og hvem som må være bærere (V25).
- Skille arv fra miljø, for eksempel med tvillingstudier (H25) eller flamingoer på ulik diett (H23).

Øv på: Pelsfarge og øredusker hos gråekorn, G6PD-mangel i røde blodceller, Bærere av rødgrønn fargeblindhet i en stamtavle, Dominante og recessive alleler hos sesamplanter, Arv og miljø bak fjærfargen hos flamingoer, Klør og pelsfarge hos mus, Nedarvingsmønster i to slektstrær, Stamtavle for hudsykdommen SA hos hund

Genteknologi og etikk

Slik ser det ut

Del 1 og Del 2 · med på 7 av 7 · to–fire flervalg, og ofte en skriveoppgave med etikk

«Gi et eksempel på en genmodifisert matplante, og forklar hvorfor planten ble genmodifisert. Beskriv en etisk problemstilling knyttet til det å genmodifisere planter» (H25).

Alle oppgavene om genteknologi (26)

Karakter 2

- Gelelektroforese: DNA er negativt ladet og vandrer mot plusspolen. Korte fragmenter vandrer lengst.
- PCR kopierer DNA med primere og DNA-polymerase, og temperaturen endres flere ganger i hver syklus.
- En DNA-profil lages i denne rekkefølgen: isolere DNA, PCR og gelelektroforese (H23).
- CRISPR: Guide-RNA finner stedet i DNA, og Cas9 klipper.
- Ha ett eksempel klart med en etisk problemstilling: Bt-mais lager sin egen insektgift. Hva skjer om genet sprer seg til ville planter, og hvem eier frøene?

Øv på: Poler og DNA-fragmenter i gelelektroforese, Rekkefølgen av metodene for å lage en DNA-profil, Funksjonen til gRNA i CRISPR-metoden, Genmodifisert matplante og en etisk problemstilling, Påstander om genmodifisering, PCR og gelelektroforese

Karakter 4: i tillegg

- Genmodifisering av bakterier: Et restriksjonsenzym åpner plasmidet, ligase limer inn genet, og bakteriene tar opp plasmidet. Markørgener for antibiotikaresistens viser hvilke bakterier som har fått plasmidet (H23, V26).
- Tolke et båndmønster: Et allel med delesjon gir et kortere fragment som vandrer lenger, og heterozygote har to bånd (H25).
- Sammenligne DNA-profiler for å finne slektskap eller hvem en prøve kom fra (V23, V25).
- Gjøre rede for genterapi og en etisk problemstilling, for eksempel forskjellen på å endre kroppsceller og kjønnsceller (V25).

Øv på: CRISPR-metoden, Genterapi og en etisk problemstilling, Gelelektroforese av et allel med delesjon, Påstander om markørgener, DNA-område for identifikasjon av enkeltindivider

Evolusjon: seleksjon, drift og genlager

Slik ser det ut

Del 1 og Del 2 · med på 7 av 7 · ett–tre flervalg, og ofte en deloppgave i Del 2

«En populasjon svaler utviklet kortere vinger. Hvilken type seleksjon er dette et eksempel på?» (V23).

Alle oppgavene om evolusjon (20)

Karakter 2

- Seleksjonsformer: Ved retningsbestemt seleksjon flytter gjennomsnittet seg. Ved stabiliserende seleksjon forsvinner ytterpunktene. Ved splittende seleksjon blir det to topper.
- Genetisk drift er tilfeldige endringer og betyr mest i små populasjoner. Flaskehalseffekt: Populasjonen blir plutselig liten. Grunnleggereffekt: Noen få individer starter en ny populasjon.
- Genflyt øker variasjonen og gjør populasjoner likere. Flaskehals og kunstig seleksjon i avl gir mindre variasjon.
- Resistens: Noen lakselus tåler midlet, overlever og får avkom, så allelet for resistens blir vanligere (V23).

Øv på: Seleksjon for kortere vinger hos svaler, Seleksjonstyper for halslengde hos skilpadder, Flaskehalseffekt i en populasjonskurve, Avl av katteraser og genetisk variasjon, Oppdrettslaks, lakselus og villaks (b), Utsetting av ulv i en nasjonalpark (c)

Karakter 4: i tillegg

- Gjøre rede for naturlig seleksjon som endring i allelfrekvenser: Det finnes variasjon, noen fenotyper overlever og får flere avkom, og allelene deres blir vanligere i genlageret (V25). Knytt svaret til allelfrekvenser.
- Et skadelig recessivt allel skjules hos heterozygote og forsvinner derfor sakte (V26).
- Skille genetisk drift fra mutasjon og naturlig seleksjon i eksempler (V23).
- Bruke en figur og forskningsresultater til å forklare seleksjon, som at svarte ekorn blir sjeldnere jo lenger fra byen de lever (V26).

Øv på: Naturlig seleksjon og endring av genlageret, Seleksjon på nebbtykkelse etter en miljøendring, Hendelser som eksempel på genetisk drift, Frekvensen av et recessivt allel ved sprøyting med insektmiddel, Fenotypefordeling før og etter seleksjon i to populasjoner

Forsøk

Forsøk: kontroll, hypotese og data

Slik ser det ut

Del 1 og Del 2 · med på 6 av 7 · ofte de første flervalgene og en deloppgave i en Del 2-case

Fire beholdere med insekter, tre med hver sin insektgift og én med destillert vann. «Hvilken rolle har beholder 4 i forsøket?» (H23).

Alle oppgavene om forsøk (16)

Karakter 2

- Kontrollen er gruppen uten det du tester, for eksempel destillert vann eller ingen antibiotika. Den viser hva som skjer uten behandlingen.
- Bare én faktor skal være ulik. Resten holdes likt, så du vet hva som ga forskjellen.
- Gjentatte forsøk og gjennomsnitt gjør resultatet mer pålitelig.

Øv på: Kontrollbeholder i forsøk med insektgifter, Kontrollforsøk for virkningen av et antibiotikum, Målrettet virkning av tre insektgifter, Hypotese fra forsøk med ulik substratmengde

Karakter 4: i tillegg

- Formulere en hypotese som kan testes med dataene, og foreslå hvordan forsøket kan utvides (V24).
- Avgjøre om dataene styrker eller svekker en hypotese, og bruke tall. I V24 var gjennomsnittet $\frac{103}{11} \approx 9{,}4$ egg per fuglekasse med fôring av elg og $\frac{71}{8} \approx 8{,}9$ uten, men andelen flygedyktige unger var 0,68 med fôring og 0,75 uten.
- Sammenligne med en kontrollpopulasjon før og etter et inngrep, som vindmøller (H25).

Øv på: Enzymaktivitet ved ulik pH, Vinterfôring av elg og kjøttmeis, Bakterievekst i petriskåler ved ulik temperatur, Kontrollgrupper i forsøk med pelsfarge hos kaniner, Vindmøller og populasjonstettheten til fire fuglearter

Bare for karakter 4

Hardy–Weinberg

Slik ser det ut

Del 1, én gang i Del 2 · med på 5 av 7 · ett flervalg eller en regneoppgave i en Del 2-case

«Frekvensen for allel a er 0,2. Anta at populasjonen er i Hardy-Weinberg-likevekt.» Er det riktig at 20 % har grå pels, og at 32 % er heterozygote? (H25)

Alle oppgavene om Hardy–Weinberg (5)

Karakter 4

- Bruke $p + q = 1$ og $p^2 + 2pq + q^2 = 1$.
- Med $q = 0{,}2$ er $q^2 = 0{,}04$, så 4 % har grå pels. Andelen heterozygote er $2pq = 2 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}2 = 0{,}32$, altså 32 % (H25).
- Fra andelen homozygot recessive til allelfrekvens: $q^2 = 0{,}06$ gir $q = \sqrt{0{,}06} \approx 0{,}24$ og $2pq = 2 \cdot 0{,}76 \cdot 0{,}24 \approx 0{,}36$ (V26).
- Sjekke om en populasjon er i likevekt: Med $q = 0{,}3$ og 1000 individer venter du 490, 420 og 90 (H23).
- Forutsetningene: stor populasjon, tilfeldig paring og ingen seleksjon, mutasjon eller genflyt (V25).

Øv på: Forutsetninger for Hardy-Weinberg-likevekt, Hardy-Weinberg-likevekt for pelsfarge, Genotypetall i fire populasjoner og Hardy-Weinberg-likevekt, Pelsfarge og øredusker hos gråekorn, Evolusjon i en modell av genlageret til to populasjoner

Artsdannelse og slektskapstrær

Slik ser det ut

Del 1 og Del 2 · med på 6 av 7 · ett–to flervalg, en skriveoppgave i V23 og deloppgaver i Del 2

«Gjør rede for likheter og forskjeller mellom allopatrisk og sympatrisk artsdannelse» (V23).

Alle oppgavene om artsdannelse (9)

Karakter 4

- Allopatrisk artsdannelse: En geografisk barriere stopper genflyten, populasjonene utvikler seg hver for seg ved seleksjon og drift, og til slutt kan de ikke få fruktbart avkom sammen. Sympatrisk artsdannelse skjer i samme område, for eksempel ved splittende seleksjon eller endret kromosomtall.
- Prezygotiske barrierer hindrer befruktning, for eksempel ulike paringsritualer (V25). Postzygotiske barrierer gjelder hybridene, som dør eller er sterile (H25).
- Lang tid, lite genflyt og store forskjeller i miljøet gir størst sannsynlighet for artsdannelse (V25).
- I et slektskapstre har de artene som skilte lag sist, mest likt DNA (V26).

Øv på: Ulike paringsritualer hos løvsanger og gransanger, Slektskapstre for eukalyptusslekter, Likheter og forskjeller mellom allopatrisk og sympatrisk artsdannelse, Fem trinn i allopatrisk artsdannelse, Sannsynlighet for artsdannelse etter en geografisk barriere, Bunnlevende og pelagisk stingsild

Dette kan du hoppe over

Disse har vært med, men er så sjeldne eller vanskelige at tiden er bedre brukt på oppgavetypene over:

- Koblede gener, der du skal finne hvordan allelene sitter på kromosomene ut fra avkommet (V23 og H25)
- Stamceller (bare V23)
- C3- og C4-planter (bare V23)
- Å skissere et slektstre selv ut fra migrasjoner og DNA-sekvenser (H23)
- Stoff fra læreboka som ikke har vært på eksamen: livets historie, Lamarck og Darwin, DNA-chip og letale gener