

Varjovalmennuksen valmennuskurssi B + C

Biologian harjoitukset 23.5.2026

Tämän harjoituspaketin tehtävät on valikoitu olemaan mahdollisimman laaja kattaus biotekniikasta ja sen sovelluksista. Tehtävät on johdettu yliopistojen valintakokeista tai ylioppilaskokeista.

23.5. luennolla käydään läpi aihealueen teoriaa keskittyen varsinkin tämän tehtäväpaketin tehtäviin. Laittakaa Q&A-lomakkeeseen kysymyksiä tehtävistä sekä Flingaan toiveita, jos joku tehtävistä on erityisen epäselvä. Näin pystyn arvioimaan paremmin, mitä tehtäviä lauantaina tulisi käsitellä, ja saadaan luennosta mahdollisimman opettava kaikille. Tsemppiä opiskeluun!

Tehtävä 1 (Valintakoe B 2025, t. A4):

a) Lue alla oleva teksti, joka liittyy DNA:n monistamiseen reaaliaikaisella PCR-menetelmällä. Täydennä puuttuvat kohdat valitsemalla sopivin vastausvaihtoehto.

Reaaliaikaisessa PCR:ssä proteiinia koodaavaa geeniä monistetaan kolmivaiheisissa sykleissä. Vaiheessa 1 tapahtuu DNA:n 1, jolloin DNA-juosteet eroavat toisistaan. Tämä vaihe tapahtuu 95 °C:n lämpötilassa. Vaiheessa 2 käytettävät alukkeet ovat 2, ja ne sitoutuvat emäspariutumisperiaatteen mukaisesti tiettyihin kohdesekvenssin kohtiin. Nämä alukkeet toimivat 3 kiinnityskohtina. Vaiheessa 3 tämä entsyymi liittää muodostuvaan sekvenssiin nukleotidejä mallijuosteen mukaisessa järjestyksessä. Geenimonistuksen aikana PCR-laite mittaa merkkiaineen (koettimen) 4. PCR-syklejä toistetaan keskimäärin 5 kertaa.

Vastausvaihtoehdot:

- 1: denaturaatio, rekombinaatio, renaturaatio, silmukointi
- 2: pituudeltaan 120–130 nukleotidia, aina samanlaisia, yksinauhaisia DNA-pätkiä, rakenteeltaan RNA:ta
- 3: terminaalitransferaasin, restriktioendonukleaasin, ligaasin, polymeraasin
- 4: fluoresenssia, radioaktiivisuutta, infrapuna-aaltoja, absorbanssia
- 5: 3, 10, 30, 100

b) Oletetaan, että AD16-proteiinia koodaava AD16-geeni ja sen ilmentymistä ohjaavat säätelyalueet sijaitsevat ihmisen X-kromosomissa. AD16-geenin mutatoitunut muoto (*AD16mut*) on merkittävä Alzheimerin taudin riskitekijä. *AD16mut*-geenialueen mallinauhan sekvenssi säätelyalueineen on seuraava:

TAA TAC GAC TCA CTA TGG ATC GTC CGT TTC ACT GGA GGA CGC GTA TTC TAG ATG TAG

Tämän sekvenssin 18 ensimmäistä nukleotidia kuuluvat transkription säätelyalueeseen (promoottoriin). Niitä seuraavan *AD16mut*-geenin mallinauhan koodaavan alueen kolme ensimmäistä nukleotidia ovat **ATC**. Sekvenssialue GGA GGA CGC on geenin ensimmäinen introni-alue.

Kirjoita transkriptiossa ja translaatiossa muodostuneiden sekvenssien rakenteet. Perustele vastauksesi.

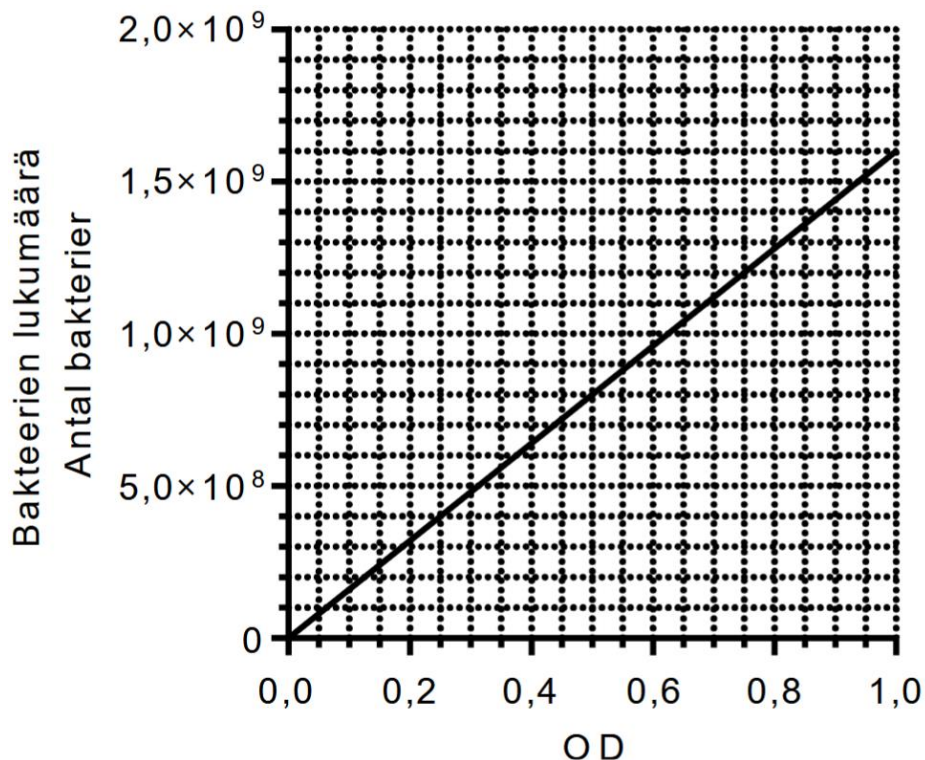
Tehtävä 2 (Valintakoe B 2025, t. A5):

Valitse kunkin kohdan sopivin vastausvaihtoehto.

Bakteereja voidaan ryhmitellä muotonsa perusteella. Mitkä bakteerit ovat pallomaisia?

- a) basillit
- b) vibriot
- c) kokit
- d) spirillit
- e) spirokeetat

Bakteerit jakautuvat puolen tunnin välein. Kahden tunnin kuluttua bakteereita on 5 miljoonaa. Kun bakteerit jatkavat jakautumistaan liuoksessa, liuos samentuu ja bakteerien määrää voidaan arvioida mittaamalla liuoksen optista tiheyttä (*optical density*, OD). Mikä on liuoksen OD-arvo kuuden tunnin kuluttua oheisen kuvaajan perusteella?



- a) 0,20
- b) 0,45
- c) 0,55
- d) 0,70
- e) 0,80

Bakteeri-infektioita voidaan hoitaa antibiooteilla. Osa antibiooteista toimii sitoutumalla bakteerin ribosomaaliseen RNA:han. Mikä proteiinien valmistuksen vaihe tällöin estyy?

- a) laskostuminen
- b) transkriptio
- c) silmukointi
- d) translaatio
- e) erityys solusta

Osa antibiooteista toimii estämällä mureiinin (peptidoglykaani) synteesiä bakteerisoluiissa. Minkä rakenteen toiminta tällöin häiriintyy?

- a) soluseinän
- b) solukalvon
- c) ribosomin
- d) soluhengityskalvoston
- e) DNA:n

Antibioottihoidon aikana voi syntyä bakteeripopulaatioita, jotka ovat vastustuskykyisiä eli resistenttejä hoidossa käytetylle antibiootille. Mistä luonnonvalinnan muodosta on tällöin kyse?

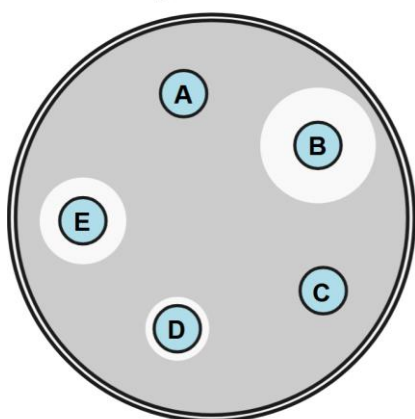
- a) suuntaava valinta
- b) tasapainottava valinta
- c) seksuaalivalinta
- d) hajottava valinta

Bakteereille voi kehittyä antibioottihoidon aikana antibioottiresistenssiä. Yksi mahdollinen antibioottiresistenssin syntymekanismi on transformaatio. Mitä transformaatioissa tapahtuu?

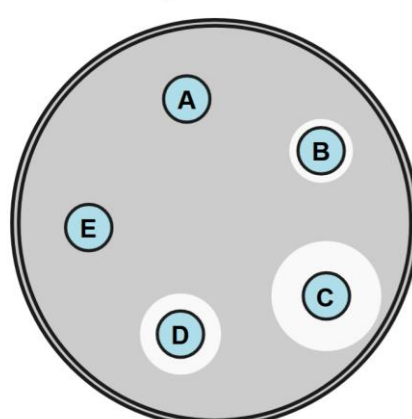
- a) Bakteerisolun erittää DNA:ta solunulkoiseen vesikkeliin.
- b) DNA:ta siirtyy kahden bakteerin välillä solujen kiinnittyessä toisiinsa.
- c) Virus siirtää DNA:ta bakteerisolun sisään.
- d) Bakteerin DNA:ssa tapahtuu spontaani mutaatio.
- e) Solun ulkopuolinen vapaa DNA siirtyy bakteerisolun sisään

Antibioottien tehoa eri bakteereihin voidaan tutkia kasvattamalla bakteereja petrimaljalla ja laittamalla maljalle antibioottikiekkoja (siniset, kirjaimin merkityt ympyrät kuvassa; samat kiekkot molemmilla maljoilla). Kiekosta leviää antibioottia sen ympäristöön. Antibiootin teho nähdään bakteerikasvustosta vapaana olevana alueena antibioottikiekkon ympärillä (kuvan valkoiset alueet). Maljalla 1 kasvaa gramnegatiivisia bakteereita ja maljalla 2 grampositiivisia. Fidaksomisiini on antibiootti, joka tehoaa grampositiivisiin bakteereihin, mutta jolle gramnegatiiviset bakteerit ovat vastustuskykyisiä. Mikä oheisen kuvan kiekkoista (A–E) sisältää todennäköisimmin fidaksomisiinia?

Malja/Skål 1

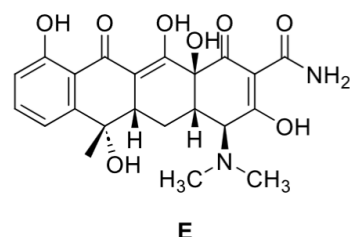
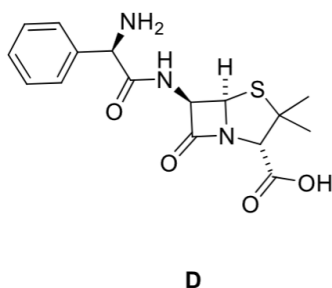
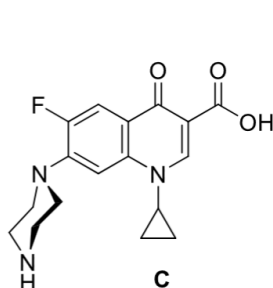
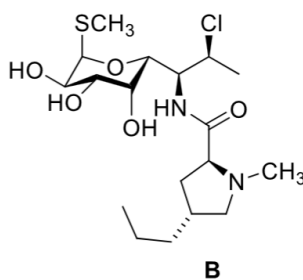
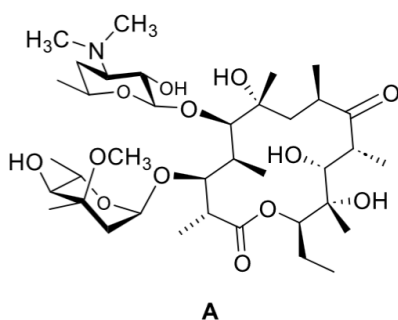


Malja/Skål 2

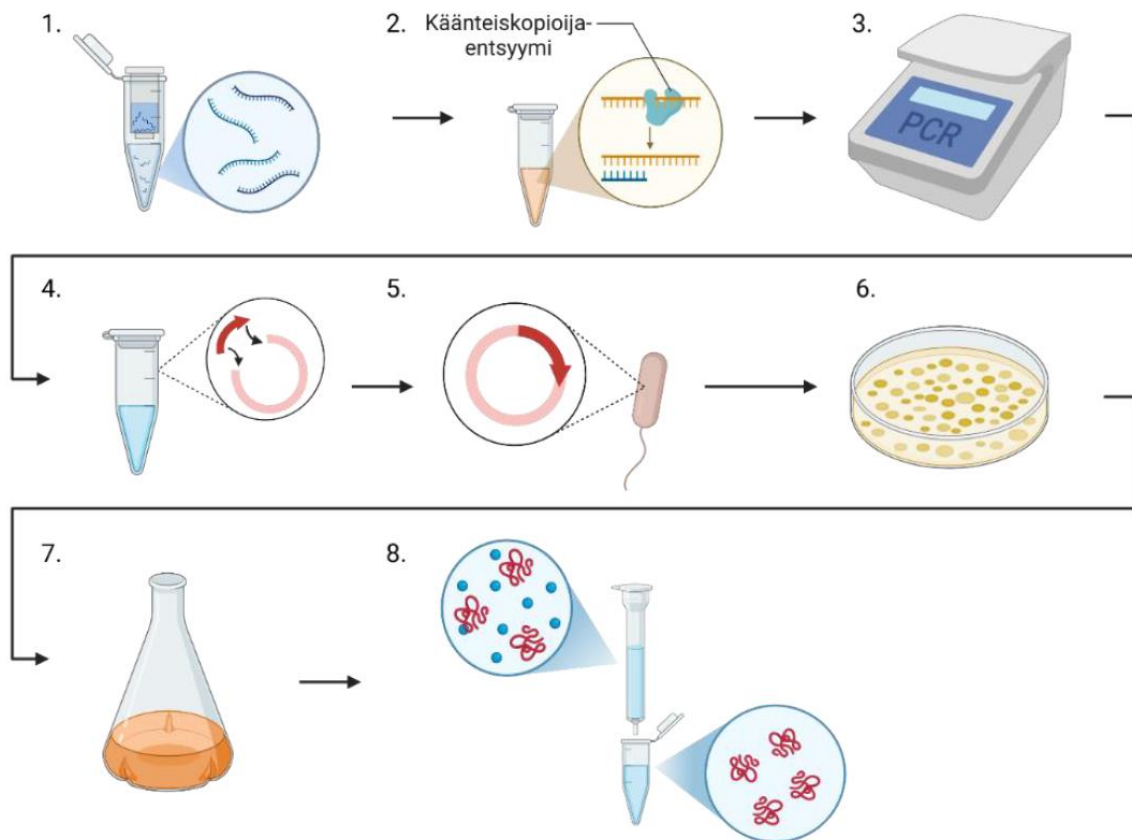


Klavulaanihappo on lääkeaine, jota voidaan käyttää tehostamaan antibioottihoitoa. Se estää bakteerien tuottaman beetalaktamaasientsyymin toimintaa.

Beetalaktamaasi katalysoi antibioottimolekyylissä olevan laktaamin eli syklisen amidin hydrolyysiä, jolloin antibiootin teho häviää. Minkä oheisessa kuvassa esitetyn antibiootin tehoa klavulaanihappo voi lisätä?



Tehtävä 3 (Valintakoe C 2025, biologian eriytyvä osio, laajennettu):



Rekombinanttiproteiinituotanto on prosessi, jossa tuotetaan proteiineja käyttämällä geenitekniikkaa. Tämä tapahtuu siirtämällä haluttu geeni, joka koodaa tiettyä proteiinia, isäntäsoluun (esim. bakteeriin tai hiivaan). Isäntäsolu tuottaa sitten tätä proteiinia, jota voidaan kerätä ja käyttää erilaisiin tarkoituksiin, kuten lääkkeisiin, tutkimukseen tai teollisuuteen. Yllä olevan kuvan ja aiemmin oppimasi avulla vastaa seuraaviin kysymyksiin:

Mikä tapahtuu kuvan kohdassa 1?

- a) proteiinin puhdistus
- b) geenin kloonauks
- c) solujen kasvatus
- d) proteiinin eristäminen

Miksi kohdassa 2 hyödynnetään käänteiskopioijaentsyymiä?

- a) Kohdegeenin monistamiseksi
- b) Nukleiinihappojen eristämiseksi
- c) Geenin mRNA:n muuttamiseksi DNA:ksi
- d) Restriktioentsyymien katkaisukohtien lisäämiseksi geenin päihin

Mitä seuraavista menetelmistä käytetään geenin siirtämiseen isäntäsoluun?

- a) elektroforeesi
- b) PCR (polymeraasiketjureaktio)
- c) transformaatio
- d) kromatografia

Missä muodossa geeni on isäntäsolussa?

- a) rengasmaisena plasmidina
- b) integroituna isäntäsolun genomiin
- c) mRNA:na
- d) yksijuosteisena DNA:na

Miksi isäntäsolua kasvatetaan maljalla kohdassa 6?

- a) kohdeproteiinin tuottamiseksi
- b) ylimääräisen DNA:n poistamiseksi
- c) antibiootin tehon tutkimiseksi
- d) kohdegeenin siirtymisen varmistamiseksi

Mikä tapahtuu kuvan kohdassa 7?

- a) kohdeproteiinin tuotto
- b) kohdegeenin eristäminen
- c) isäntäsolujen värjääminen
- d) kohdegeenin leikkaus entsyymeillä

Mikä rekombinanttiproteiinin puhdistusmenetelmää visualisoidaan kuvan kohdassa 8?

- a) affiniteettikromatografia
- b) elektroforeesi
- c) spektroskopia
- d) massaspektrometria

Mitkä kohdista hyödyntävät proteiinien katalysoimia reaktioita? Mitä proteiineja kohdissa hyödynnetään?

Miksi isäntäsoluna käytetään usein bakteeria tai hiivaa?

Tehtävä 4:

Tämän osan kysymykset seuraavat yhtä pidempää geenitekniikan työtä, jossa tarkoituksena on kloonata ja ekspressoida *E. coli* -bakteerissa sille vierasta geeniä tehtävää 3 mukaillen. Kysymyksiin voi vastata sillä oletuksella, että niiden tarkastaja on lukenut myös aiemmat tämä osan vastaukset. Vastaa siis vain kyseisen kohdan osalta oleelliset asiat, mitään ei tarvitse turhaan toistaa.

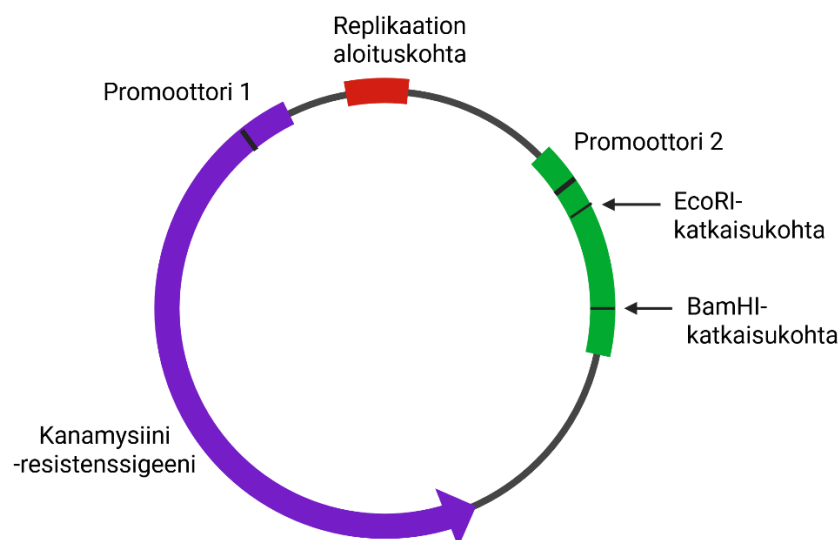
Osan tehtävät ovat yhdistelmä Biokemian ja molekyylibiotieteiden yhteisvalintakokeen 2023 tehtävää 4.3, biologian YO:n kevään 2019 tehtävää 11, lääkiksen valintakokeen 2024 tehtävää A3 sekä HY:n molekyylibiotieteiden valintakokeiden 2019 tehtävää 3 ja 2018 tehtävää 2.

2.1

Sinulla on ihmisen insuliinia tuottavan geenin koodaava DNA, jossa on 5'-päässä restriktioentsyymien EcoRI katkaisukohta ja 3'-päässä restriktioentsyymien BamHI katkaisukohta. Sinulla on myös proteiinien ilmentämiseen soveltuva plasmidi, jossa on EcoRI- ja BamHI-katkaisukohdat sekä kanamysiini-nimiselle antibiootille resistenssiä koodaava geeni. Tarkoituksesi on valmistaa näistä yhdistelmäplasmidi ja siirtää se ampicilliini-antibiootille resistenttiin *E. coli* -kantaan plasmidin monistamista varten.

Käytössäsi on geenitekniikan laboratorion normaali varustus, EcoRI- ja BamHI-restriktioentsyymejä, ligaasia, bakteerimaljoja ja molempia antibiootteja. Miten valmistat näillä varusteilla yhdistelmäplasmidin ja siirrät sen kyseiseen *E. coli* -kantaan?

Alla kuva käytössäsi olevasta plasmidista.



2.2

Luulet onnistuneesi yhdistelmäplasmidisi siirtämisessä *E. coli* -bakteerikantaan. Haluat kuitenkin varmistaa siirroksen onnistumisen PCR-kokeella. Sinulla on alukkeet, joista toinen sitoutuu plasmidin promoottorialueelle 2 ja toinen siirtääsi ihmisen insuliinigeeniin. Miten tarkistat PCR:n ja geelielektroforeesin avulla, onko bakteerikannassasi yhdistelmäplasmidi? Miksi alukkeiden on hyvä sitoutua eri osiin plasmidia?

2.3

E. coli -bakteerikantasi on monistunut onnistuneesti. Eristät yhdistelmäplasmidisi monistuskannasta ja siirrät sen uuteen *E. coli* -kantaan insuliinin tuottamista varten. Plasmidisi promoottori 1 on aina aktiivinen, kun taas promoottori 2 toimii vain, kun se indusoidaan aktiiviseksi IPTG-nimisellä yhdisteellä. Minkä takia haluat vaihtaa bakteerikantaa? Minkä takia plasmidissasi on kaksi erilaista promoottoria?

2.4

Siirrostat kasvatusmaljalta yhden pesäkkeen uuden *E. coli* -kantasi bakteereja ravintoliuokseen insuliinin tuottamiseksi. Annat kasvuston kasvaa ravistelijassa noin muutaman tunnin ajan ennen kuin lisäät liuokseen IPTG:tä. Lisäämisen jälkeen alennat ravistelijan lämpötilaa ja annat kasvuston kasvaa yön yli. Seuraavana aamuna eristät kasvatetuista bakteereista niiden liukoiset proteiinit. Miksi annoit kasvuston kasvaa ennen IPTG:n lisäämistä? Miten varmistat, että kasvustosi on tuottanut insuliinia?

Tehtävä 5 (Biologian YO syksy 2021, t. 8):

CRISPR/Cas-menetelmällä voidaan tuottaa poistogeenisiä eläimiä, joiden perimästä on tutkimustarkoituksessa poistettu kokonaan jokin geeni. Yksi yleisimmin käytetyistä poistogeenisistä koe-eläimistä on hiiri.

- a) Selitä miten poistogeeninen hiiriyksilö voidaan tuottaa CRISPR/Cas-tekniikalla.
- b) Tutkijat haluavat luoda uuden poistogeenisen eläinkannan, jonka kaikilta yksilöiltä puuttuu tietty geeni. Kerro, miten poistogeeninen kanta tehdään.
- c) Pohdi, mitä poistogeenisten eläinkantojen avulla voidaan tutkia.