

Nimi _____ henkilötunnus _____

Vastaa lyhyesti, selkeällä käsialalla. Vain vastausruudun sisällä olevat tekstit, kuvat jne huomioidaan

1. a) Määrittele alkoholi. (1 p)

Alkoholi on orgaaninen yhdiste, jonka funktionaalinen ryhmä on hydroksyyli-ryhmä (-OH)

b) Miten alkoholit käyttäytyvät verrattaessa sulamis- ja kiehumispisteitä vastaaviin hiilivetyihin ja miksi? (2 p)

Alkoholien hydroksyyli-ryhmä on hyvin poolinen johtuen happiatomin suuresta elektronegatiivisuudesta verrattuna vety- ja hiiliatomiin. Alkoholimolekyylien välille muodostuu poolisuuden vuoksi vetysidoksia. Siten alkoholeilla korkeammat sulamis- ja kiehumispisteet kuin vastaavilla poolittomilla hiilivedyillä, joiden välillä on dispersiovoimia.

c) Piirrä esimerkkirakennekaavat seuraavista ja nimeä:

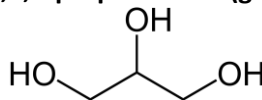
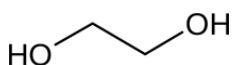
i) moniarvoinen alkoholi (1 p)

(Hiileen liittyneet vetyatomit esillä esimerkeissä tai esittämättä)

Esimerkiksi **1,2-etaanidioli (glykoli)**

TAI

1,2,3-propaanitrioli (glyseroli)

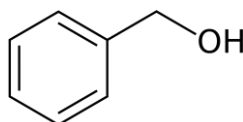
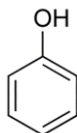


ii) aromaattinen alkoholi (1 p)

fenoli

TAI

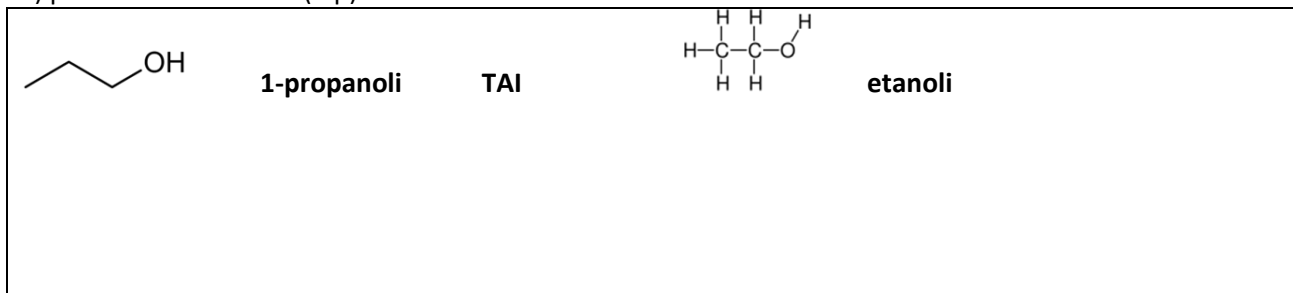
bentsyylialkoholi



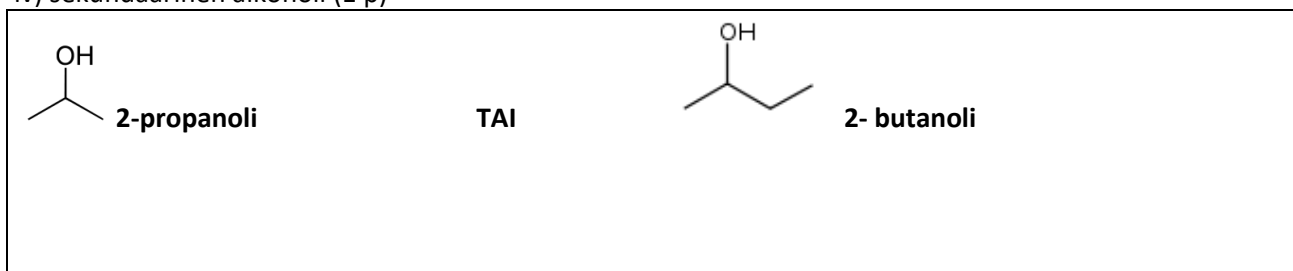
Nimi _____ henkilötunnus _____

Vastaa lyhyesti, selkeällä käsialalla. Vain vastausruudun sisällä olevat tekstit, kuvat jne huomioidaan

iii) primaarinen alkoholi (1 p)



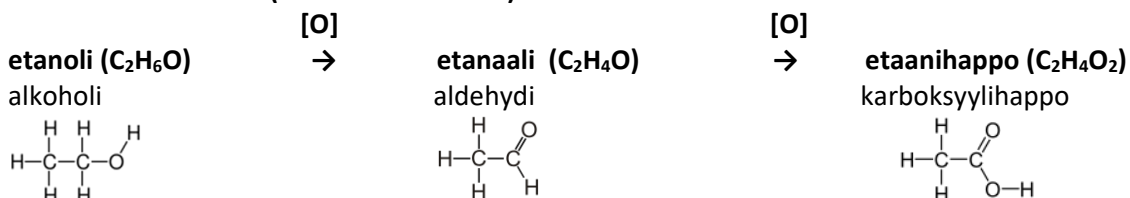
iv) sekundaarinen alkoholi (1 p)



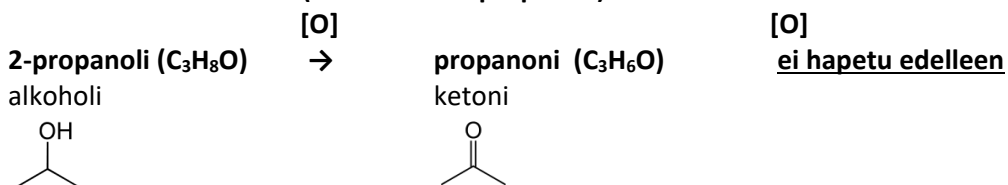
2. Esitä reaktiokaavana alkoholin hapettuminen primaariselle (3 p) ja sekundaariselle alkoholille (3 p). Nimeä ja selitä vaiheet.

hapettumisessa molekyylin vetyatomien määrä pienenee (esimerkiksi alla alkoholi → aldehydi tai ketoni) tai molekyyliin tulee lisää happiatomeja (alla aldehydi → karboksyylihappo)

Primaarinen alkoholi (esimerkiksi etanoli):



Sekundaarinen alkoholi (esimerkiksi 2-propanoli):



Nimi _____ henkilötunnus _____

Vastaa lyhyesti, selkeällä käsialalla. Vain vastausruudun sisällä olevat tekstit, kuvat jne huomioidaan

3. Ovatko seuraavat väitteet oikein vai väärin? Perustele vastauksesi lyhyesti. OIKEIN-vastauksia voit perustella antamalla esimerkkejä tai kertomalla lyhyesti kysytyn ilmiön tai rakenteen toiminnasta ja merkityksestä solussa. VÄÄRIN-vastaukset perustele kertomalla, miksi väite on virheellinen.

- a) Kasvisolut eroavat eläinsoluista siten, että kasvisoluissa on mitokondrioiden sijasta viherhiukkasia. (1 p)

OIKEIN		"Väärin." Sekä kasvit että eläimet ovat aerobisia eukaryootteja, ja niiden soluissa on mitokondrioita. Kasveilla on lisäksi viherhiukkasia, joiden avulla ne yhteyttävät.
VÄÄRIN		

- b) Kasvisoluilla ja sienisoluilla on solunseinä mutta eläinsoluilla ei ole. (1 p)

OIKEIN		"Oikein." Solunseinä tukee kasvi- ja sienisolua, mutta eläinsolu on seinätön. Kaikilla soluilla on solukalvo. Kasvisolujen seinä on pääosin selluloosaa, sienisolujen pääosin kitiiniä.
VÄÄRIN		

- c) Solu valmistaa proteiinit pääosin tumassa, josta ne kulkeutuvat oikeille paikoilleen solussa. (1 p)

OIKEIN		"Väärin." Lähetti-RNA syntyy tumassa mutta proteiini syntyy soluliman tai endoplasmakalvoston ribosomeilla.
VÄÄRIN		

- d) Kromosomimutaatio periytyy jälkeläisille mutta pistemutaatio ei periydy. (1 p)

OIKEIN		"Väärin." Molemmat mutaatiotyypit voivat periytyä jälkeläisille, jos ne tapahtuvat sukusoluun johtavassa solulinjassa tai jos eliö lisääntyy aseksuaalisesti.
VÄÄRIN		

- e) Fotosynteesin pimeäreaktiot toimivat päivällä. (1 p)

OIKEIN		"Oikein." Fotosynteesissä valo toimii suoraan valoreaktioiden energianlähteenä, mutta pimeäreaktiot tarvitsevat valoreaktioiden tuottamia ATP:tä ja NADPH:ta ja toimivat samanaikaisesti valoreaktioiden kanssa.
VÄÄRIN		

Nimi _____ henkilötunnus _____

Vastaa lyhyesti, selkeällä käsialalla. Vain vastausruudun sisällä olevat tekstit, kuvat jne huomioidaan

4. Miten seuraavat aineet tai rakenteet toimivat solussa? Vastaa lyhyesti käytössä olevaan tilaan.

a) Siirtäjä-RNA (1 p)

Translaatiossa siirtäjä-RNA tuo aminohapon ribosomille. Oikea aminohappo valikoituu paikalleen siten, että siirtäjä-RNA:n antikodoni tunnistaa lähetti-RNA:n kodonin.

b) Promoottori (1 p)

Promoottori on se geenin säätelyalueen osa, johon RNA-polymeraasi sitoutuu transkription alkaessa.

c) RNA-polymeraasi (1 p)

RNA-polymeraasi katalysoi transkriptiota eli RNA-ketjun synteesiä DNA:n ohjeen mukaan.

d) Golgin laite (1 p)

Golgin laite muokkaa proteiineja liittämällä niihin esimerkiksi hiilihydraattiosia ja pakkaa proteiineja vesikkeleihin, joiden avulla proteiinit siirtyvät esimerkiksi solun ulkopuolelle.

e) Eksoni (1 p)

Eksoneiksi kutsutaan niitä geenin koodaavan alueen jaksoja, joita vastaava RNA jää lopulliseen lähetti-RNA-molekyylisiin, kun intronit poistuvat silmikoitumisen kautta esiaste-RNA:sta. Myös eksoneita vastaavia RNA-jaksoja kutsutaan eksoneiksi.

Nimi _____ henkilötunnus _____

Vastaa lyhyesti, selkeällä käsialalla. Vain vastausruudun sisällä olevat tekstit, kuvat jne huomioidaan

p Epäorgaanisia alumiinisuoloja käytetään useissa eri rokotevalmisteissa tehostamaan antigeenin aiheuttamaa immuunivastetta. Amorfista alumiini hydroksifosfaatti sulfaattia käytetään hepatiitti A (Vaqta), hepatiitti B (Recombivax) ja HPV (Gardasil 9) rokotteiden lisäaineena.

	Vety	Hiili	Typpi	Happi	Fluori	Alumiini	Fosfori	Rikki
M(g/mol)	1,01	12,01	14,01	16,00	19,00	26,98	30,97	32,07

a.) Kuinka monta milligrammaa amorfista alumiini hydroksifosfaatti sulfaattia ($\text{Al}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})(\text{SO}_4)$) tarvitaan, jotta saadaan valmistettua alumiinin suhteen 37 millimolaarinen (mmol/l) HPV-rokoteannos, jonka annoskoko on 500 mikrolitraa (μl)? (3p)

$$M(\text{Al}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})(\text{SO}_4)) = (1,01 + 9 \cdot 16,00 + 2 \cdot 26,98 + 30,97 + 32,07) \text{ g/mol} = \underline{262,01 \text{ g/mol}}$$

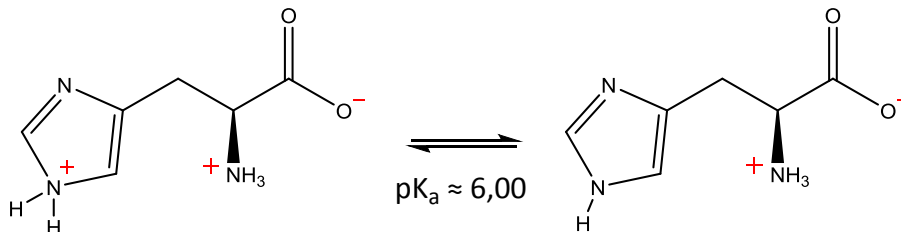
$$c(\text{Al}) = 37 \text{ mmol/l} = \underline{0,037 \text{ mol/l}}$$

$$V(\text{rokoteannos}) = 500 \mu\text{l} = \underline{0,0005 \text{ l}}$$

Yhdestä moolista ($\text{Al}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})(\text{SO}_4)$) vapautuu kaksi moolia alumiinia, jolloin yksi mooli alumiinia on peräisin 0,5 moolista ($\text{Al}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})(\text{SO}_4)$) → kerroin 0,5

$$m(\text{Al}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})(\text{SO}_4)) = c(\text{Al}) \cdot V(\text{rokoteannos}) \cdot M(\text{Al}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})(\text{SO}_4)) \cdot 0,5 = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ g} = \underline{2,4 \text{ mg}}$$

b.) HPV-rokote sisältää myös L-histidiini aminohappoa. Kuinka suurella osuudella L-histidiinistä on positiivinen kokonaisvaraus elimistön fysiologisessa pH:ssa 7,4? Ilmoita tulos prosentin tarkkuudella. (6p)



Tehtävä voidaan ratkaista usealla tapaa käyttäen tasapainovakion lauseketta tai siitä johdettua Hendersonin–Hasselbalchin yhtälöä.

pH:n noustessa happomuodon osuus vähenee (eli toisin sanoen siirryttäessä emäkseen päin, happomuodossa olevat L-histidiinit luovuttavat protonin)

$$K_a = 10^{-\text{pK}_a}; [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

A^- = emäsmuoto

HA = happomuoto (positiivinen kokonaisvaraus)

1. Suoraan tasapainovakion lauseketta käyttäen

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}^+]}{[\text{HA}]} \quad 10^{-6} = \frac{[\text{A}^-]10^{-7,4}}{[\text{HA}]} \quad \frac{10^{-6}}{10^{-7,4}} = \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \approx 25,119$$

Tehtävässä oleellista on L-histidiinin happo- ja emäsmuotojen suhde, ei absoluuttinen määrä.

Jos HA = 1 on A^- = 25,119. L-histidiinin kokonaismäärä HA + A^- = 26,119

Prosentteina happomuodon osuus on $\text{HA} / (\text{HA} + \text{A}^-) \cdot 100 = 3,8 \approx \underline{4\%}$

Nimi _____ henkilötunnus _____

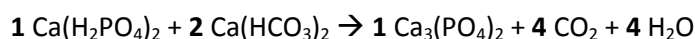
Vastaa lyhyesti, selkeällä käsialalla. Vain vastausruudun sisällä olevat tekstit, kuvat jne huomioidaan

2. Hendersonin–Hasselbalchin yhtälöä käyttäen

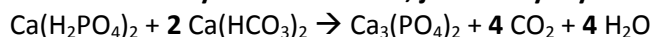
$$pH = pK_a + \log_{10} \frac{[A^-]}{[HA]} \quad 7,4 = 6,0 + \log_{10} \frac{[A^-]}{[HA]} \quad 1,4 = \log_{10} \frac{[A^-]}{[HA]} \quad 10^{1,4} = \frac{[A^-]}{[HA]} \approx 25,119$$

Jos $HA = 1$ on $A^- = 25,119$. L-histidiinin kokonaismäärä $HA + A^- = 26,119$ Prosentteina happomuodon osuus on $HA / (HA + A^-) * 100 = 3,8 \approx \underline{4\%}$

6.

a.) Tasapainota reaktioyhtälö: $Ca(H_2PO_4)_2 + Ca(HCO_3)_2 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + CO_2 + H_2O$ (2p)

Ykkösten näkymistä ei vaadita, jolloin käy myös:



b.) Kumpi on rajoittava tekijä, kun jäähdytettyyn reaktioastiaan laitetaan 500 g monokalsiumfosfaattia $Ca(H_2PO_4)_2$ ja 4500 millilitraa 0,9 molaarista (mol/l) kalsiumbikarbonaattiliuosta $Ca(HCO_3)_2$?
Laske trikalsiumfosfaatin $Ca_3(PO_4)_2$ teoreettinen saanto. Laske myös saantoprosentti, kun reaktioseoksesta jää haihdutuksen jälkeen jäljelle 654 grammaa kiinteää ainesta. (3p)

 $M(Ca(H_2PO_4)_2) = 234,06 \text{ g/mol}$; $M(Ca(HCO_3)_2) = 162,12 \text{ g/mol}$; $M(Ca_3(PO_4)_2) = 310,18 \text{ g/mol}$; $M(CO_2) = 44,01 \text{ g/mol}$; $M(H_2O) = 18,02 \text{ g/mol}$ **Rajoittavatekijä:**

$$n(Ca(H_2PO_4)_2) = \frac{500 \text{ g}}{234,06 \text{ g/mol}} \approx 2,136 \text{ mol}$$

$$n(Ca(HCO_3)_2) = 4,5 \text{ l} * 0,9 \text{ mol/l} = 4,05 \text{ mol} \quad (4500 \text{ ml} = 4,5 \text{ l})$$

Kohdassa a.) tasapainotetun reaktioyhtälön mukaisesti yhtä moolia monokalsiumfosfaattia kohden tarvitaan kaksi moolia kalsiumbikarbonaattia.

$$\frac{4,05 \text{ mol}}{2} = 2,025 \text{ mol ekvivalenttia kalsiumbikarbonaattia}$$

2,025 mol < 2,136 mol → kalsiumbikarbonaatti on reaktion rajoittava tekijä.**Teoreettinen saanto:**

$$\text{Teoreettinen saanto} = n(Ca_3(PO_4)_2) * M(Ca_3(PO_4)_2)$$

Lasketaan rajoittavan tekijän mukaan huomioiden tasapainotettu reaktioyhtälö:

$$n(Ca_3(PO_4)_2) = \frac{1}{2} * n(Ca(HCO_3)_2) = 2,025 \text{ mol}$$

$$\text{Teoreettinen saanto} = 2,025 \text{ mol} * 310,18 \text{ g/mol} = 628,1145 \text{ g} \approx \underline{628 \text{ g}}$$

Saantoprosentti:

$$\frac{654 \text{ g}}{628 \text{ g}} * 100 \approx 104 \%$$

Saantoprosentti on 104 %. Vastaukseksi hyväksytään myös 100 %, jos haihdutusjäännöksen painossa on huomioitu reaktiosta jäljelle jääneen monokalsiumfosfaatin paino.

Nimi _____ henkilötunnus _____

Vastaa lyhyesti, selkeällä käsialalla. Vain vastausruudun sisällä olevat tekstit, kuvat jne huomioidaan

c.) Mitä kohdassa b. lasketusta saantoprosentista voi päätellä? (2 p)

Halutun tuotteen saantoprosentti ei voi olla yli 100 %. Jos ei ole tapahtunut työskentely/mittausvirhettä, on mukana oltava siis jotain muuta yhdistettä, joka nostaa punnitustulosta.

Kohdan b.) reaktion tapauksessa:

104 % saannolla (toinen vastauksista riittää):

- **Reaktioastiassa on jäljellä reagoimatonta monokalsiumfosfaattia.**
- **Haihdutusjäännös voi sisältää vettä / kidevettä.**

100 % saannolla (reagoimaton monokalsiumfosfaatti huomioitu laskettaessa saantoprosenttia):

- **Reaktio on edennyt täydellisesti loppuun saakka.**

Vastaukset arvioidaan kokonaisuutena ja pisteitä on voinut saada myös muilla vastauksilla.

Osapisteitä voi saada vaikka kohdan b.) saantoprosentti olisi laskettu väärin, kunhan vastaus on linjassa saadun saantoprosentin kanssa.

d.) Laske reaktiossa muodostuneen kaasumäärän tilavuus normaalipaineessa ja 22 °C lämpötilassa. (3p)
 $101,325 \text{ kPa} = 1,01325 \text{ bar}$; $0 \text{ °C} = 273,15 \text{ K}$; $R = 0,0831451 \text{ bar dm}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,31451 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

$22 \text{ °C} = 295,15 \text{ K}$

Kohdan b.) reaktio tapahtui vesiliuoksessa ja jäädytetyssä reaktioastiassa. Tällöin kohdan a.) reaktioyhtälön mukaisesti muodostuvista reaktiotuotteista vain hiilidioksidi (CO_2) on kaasu.

$n(\text{kaasu}) = n(\text{CO}_2) = 2 \cdot n(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 8,1 \text{ mol}$

$pV = nRT$

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{8,1 \text{ mol} \cdot 0,0831451 \text{ bar l K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 295,15 \text{ K}}{1,01325 \text{ bar}} \approx \underline{196 \text{ litraa}}$$

Nimi _____ henkilötunnus _____

Vastaa lyhyesti, selkeällä käsialalla. Vain vastausruudun sisällä olevat tekstit, kuvat jne huomioidaan

7. a) Olet valmistanut geenin X cDNA:ta (komplementaarista DNA:ta), jossa on 5'-päässä katkaisuentyymin BamHI-tunnistuskohda ja 3'-päässä EcoRI-katkaisuentyymin tunnistuskohda. Sinulla on myös proteiinin ilmentämiseen soveltuva plasmidi, jossa on BamHI- ja EcoRI-katkaisukohdat ja antibioottiresistenssiä koodaava geeni (ampisilliini). Kerro, miten valmistat yhdistelmäplasmidin ja miten voisit tuottaa geenin X koodaamaa proteiinia bakteerissa. Voit myös käyttää piirroksia apuna. (5 p)

1. Plasmidi ja cDNA katkaistaan molemmilla katkaisuentyyimeillä. (1p)
2. Plasmidi ja cDNA liitetään yhteen liittäjäentyyymillä. (1p)
3. Yhdistelmäplasmidi siirretään bakteeriin (transformaatio). (1 p)
4. Ne solut, joissa on plasmidi, tuottavat antibioottiresistenttiyden antavan geenin tuotetta, joka pilkkoo ampisilliinin solun ympäriltä ja solu voi kasvaa. (1p)
5. Bakteeria kasvatettaessa plasmidi ilmentää siihen siirrettyä geeniä X ja koodaamaa proteiinia syntyy. (1p)

b) Miten BamHI-katkaisuentyymin toiminta riippuu lämpötilasta? (1p)

Lämpötilan kasvaessa entsyymin toiminta nopeutuu, kunnes saavutetaan lämpötila, jossa entsyymin rakenne hajoaa ja entsyymin toiminta hidastuu/loppuu.

Nimi _____ henkilötunnus _____

Vastaa lyhyesti, selkeällä käsialalla. Vain vastausruudun sisällä olevat tekstit, kuvat jne huomioidaan

c) Miksi bakteerisoluissa on katkaisuentensyymejä (restriktioentsyymejä)? (1p)

Katkaisuentensyymit ovat bakteerin puolustusjärjestelmä vierasta DNA:ta, esim. bakteriofaagin DNA:ta vastaan.

(bakteerin oma DNA on suojattu katkaisua vastaan metylaatiolla)

d) Jos substraatin määrää lisätään ja entsyymin määrä pidetään vakiona, miten entsyymiaktiivisuus muuttuu? Piirrä kuvaaja, joka kuvaa entsyymiaktiivisuuden muutosta substraatin pitoisuuden funktiona (x-akselilla on substraattikonsentraatio ja y-akselilla entsyymi-aktiivisuus). Perustele vastauksesi. (2p)

Entsyymiaktiivisuus kasvaa substraatin määrän kasvaessa, kunnes kaikkiin entsyymimolekyyleihin on sitoutunut substraatti eli on saavutettu maksimaalinen nopeus (substraatin lisääminen ei siis enää lisää nopeutta).

e) Mikä on lähtöaineiden ja reaktiotuotteiden määrä reaktion saavutettua tasapainotilan ilman entsyymiä ja entsyymien kanssa? Perustele vastauksesi. (1p)

Tasapainotilassa lähtöaineiden ja reaktiotuotteiden määrät ovat samat riippumatta siitä, onko entsyymiä läsnä.

Entsyymi on katalyytti eli se ei muuta reaktion luonnetta, se vain nopeuttaa tasapainon saavuttamista.