

# Valintakoe A 2026

## Ratkaisut

### Fysiikan ja kemian eriytyvä osio

#### D1 Fysiikan tehtävä

Vettä voidaan desinfioida SODIS (Solar Water Disinfection) -menetelmällä: Värittömään muoviseen virvoitusjuomapulloon kaadetaan kankaan läpi suodatettua vettä. Pullo jätetään pilvettömänä päivänä aurinkoon kuudeksi tunniksi. Pullon korkki jätetään auki.

**D1.1** Pullossa on 1,5 litraa vettä. Kuinka monta vesimolekyyliä pullossa on?

Molekyylien määrä saadaan veden massan  $m$ , veden moolimassan  $M$  ja Avogadron vakion  $N_A$  avulla

$$N = N_A \frac{m}{M} = N_A \frac{\rho V}{M} = 6,023 \cdot 10^{23} \frac{\text{at}}{\text{mol}} \cdot \frac{1,5 \text{ L} \cdot 1 \text{ kg/L}}{18 \text{ g/mol}} = 5,0 \cdot 10^{25}$$

**D1.2** Pullossa olevan veden lämpötila oli alussa  $14^\circ\text{C}$ . Tunnin kuluttua veden lämpötilaksi mitattiin  $26^\circ\text{C}$ . Kuinka suurella teholla vesi lämpeni?

Pulloon ajassa  $t$  tuotu lämpömäärä  $Q$  voidaan lausua tehon  $P$  avulla  $Q = Pt$ . Lämpömäärä on myös  $Q = cm\Delta T$ , missä  $c$  on veden ominaislämpökapasiteetti ja  $\Delta T = T_f - T_i$  veden lämpötilan nousu. Yhdistämällä nämä kaksi saadaan  $Pt = cm(T_f - T_i)$

Edelleen tehoksi saadaan

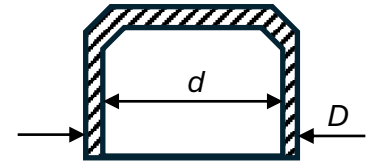
$$\Rightarrow P = \frac{cm(T_f - T_i)}{t} = \frac{4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot 1,5 \text{ kg} \cdot (26^\circ\text{C} - 14^\circ\text{C})}{3600 \text{ s}} = 21 \text{ W}$$

**D1.3** Tarkastellaan veden lämpenemistä auringossa. Täydennä seuraava lause kuvaamaan prosessia.

Veden **sisäenergia kasvaa** kun Auringosta tuleva säteily **tuoo veteen lämpöä**.

Perustelu: Lämpö määritellään fysiikassa lämpötilaeron vuoksi tapahtuvana energian siirtymisenä systeemin ja ympäristön välillä, eli se on prosessisuure, ei tilansuure kuten sisäenergia. Veteen osuu Auringosta tulevaa säteilyä. Säteileminen on yksi kolmesta lämmön siirtymistavasta. Tämän perusteella voidaan todeta, että Auringosta tuleva säteily tuo veteen lämpöä. Kun veteen tuodaan lämpöä (energiaa lämpönä) sen sisäenergia. Koska pullon korkki on auki, paine sen sisällä ei nouse.

**D1.4** Pullon muovinen korkki on jäänyt aurinkoon ja lämpenee päivän kuluessa. Viereisessä kuvassa on korkin poikkileikkaus. Korkin ulkohalkaisija  $D$  kasvaa lämpölaajenemisen seurauksena lämpötilan kasvaessa. Mitä tapahtuu korkin sisähalkaisijalle  $d$ ?



**Korkin sisähalkaisija kasvaa, kun korkki lämpenee.**

Perustelu: Lämpötilan kasvaessa atomien väliset etäisyydet kasvavat sekä korkin sisä-että ulkopinnalla. Näin myös sisähalkaisijan tulee kasvaa.

**D1.5** Aurinko säteilee tuottamansa energian pääasiassa sähkömagneettisena säteilyinä. Säteilyn spektri on jatkuva. Spektrin maksimi on noin 500 nm:n kohdalla. Maan pinnalle Auringosta tulee ultraviolettisäteilyä (UV-säteilyä) aallonpituusvälillä 280 nm – 400 nm. Tätä lyhyemmän aallonpituuden säteily absorboituu ilmakehään. Mikä seuraavista kuvaa parhaiten Auringosta Maata kohti tulevaa säteilyä, jonka aallonpituus on välillä 400 nm – 500 nm?

**Säteily saapuu Maan pinnalle näkyvänä valona.**

Perustelu: Aallonpituusvälillä 400 nm – 500 nm oleva säteily on näkyvää valoa. Arkikokemuksen mukaan näkyvä valo saapuu Auringosta Maan pinnalle.

**D1.6** Kun Auringon UV-säteily absorboituu veteen, se tappaa vedessä olevia viruksia, bakteereita ja muita eliöitä. Kuinka paljon energiaa yksittäinen UV-fotoni, jonka aallonpituus on 340 nm, tuo veteen

$$\text{Fotonin energia on } E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \frac{\text{J}}{\text{s}} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{340 \text{ nm}} = 5,842 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Energia on siis  **$5,8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  tai  $3,6 \text{ eV}$ .**

**D1.7** Vettä pidetään juomakelpoisena, jos siinä on vähemmän kuin 10 bakteeria litrassa. Arvioidaan SODIS-menetelmän kykyä tehdä vedestä juomakelpoista seuraavilla oletuksilla: Pullossa on 1,5 litraa vettä. Pulloon kaadettussa vedessä on 60 bakteeria litrassa. UV-fotoneja absorboituu pullossa olevaan nesteeseen 42 mW teholla. UV-fotonien keskimääräinen aallonpituus on 340 nm. Bakterien koon ja vesimolekyylin koon suhde on 13 000 000:1, ja tämä suhde kertoo, kuinka paljon todennäköisemmin UV-fotoni absorboituu bakteeriin kuin vesimolekyyliin.

Kuinka monta UV-fotonia absorboituu keskimäärin yhteen pullossa olevaan bakteeriin kuuden tunnin aikana.

Ajassa  $t$  absorboituvien UV-fotonien lukumäärä saadaan niiden tehon  $P_f$  avulla. Yhden fotonin energia  $E_f$  laskettiin jo aiemmin.

$$E = \frac{P_f t}{hc} \lambda = \frac{50 \text{ mW} \cdot 6 \text{ h} \cdot 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}}}{6,626 \cdot 10^{-34} \frac{\text{J}}{\text{s}} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \cdot 340 \text{ nm} = 1,552 \cdot 10^{21}$$

Vesimolekyylien lukumäärä oli  $N_v = 5,0 \cdot 10^{25}$  ja

bakteerien lukumäärä  $N_B = 1,5 \text{ L} \cdot 60 \text{ 1/L} = 90$ .

UV-fotonin osumistodennäköisyys bakteeriin on  $P_B$  ja vesimolekyylisiin  $P_V$ . Kaikki absorboituneet fotonit osuvat joko bakteeriin tai vesimolekyylisiin, joten  $N_B P_B + N_V P_V = 1$ . Osumistodennäköisyyksille pätee  $P_B / P_V = 13\,000\,000 / 1$  tai  $P_B = 13\,000\,000 P_V$ .

Sijoittamalla tämä edelliseen saadaan  $N_B 13\,000\,000 P_V + N_V P_V = 1$

ja edelleen osumistodennäköisyys veteen  $P_V = 1 / (13\,000\,000 N_B + N_V)$ .

Yksittäinen bakteeri absorboi keskimäärin

$$N_f P_B = N_f 13\,000\,000 P_V = 13\,000\,000 N_f / (13\,000\,000 N_B + N_V)$$

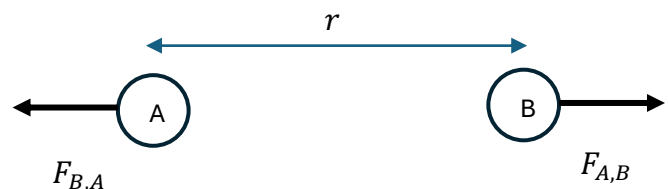
$$N_f P_B = 13\,000\,000 \cdot 1,552 \cdot 10^{21} / (13\,000\,000 \cdot 90 + 5,0 \cdot 10^{25}) = 402$$

Jokaiseen bakteeriin osuu siis keskimäärin **400 fotonia**.

Tehtävän voi ratkaista myös hieman toisin päätyen samaan vastaukseen.

## D2 Fysiikan tehtävä

Kaksi varattua hiukkasta, A ja B, ovat etäisyydellä  $r$  toisistaan. Hiukkaset vaikuttavat toisiinsa kuvan mukaisilla voimilla  $F_{A,B}$  ja  $F_{B,A}$ .



**D2.1** Mitä voit sanoa hiukkasten sähkövarauksista  $q_A$  ja  $q_B$ ?

- Ne ovat samanmerkkiset.
- Ne ovat vastakkaismerkkiset.
- Tehtävään ei voi vastata annettujen tietojen perusteella.

*Perustelu: Kuvan perusteella hiukkasten välillä on poistovoima, jolloin ne ovat samanmerkkiset.*

**D2.2** Mitä tapahtuu voimien suuruuksille, jos varaus  $q_A$  kaksinkertaistetaan?

- Molempien voimien suuruus kaksinkertaistuu.
- Voimat eivät muutu.
- Voiman  $F_{B,A}$  suuruus kaksinkertaistuu, voiman  $F_{A,B}$  suuruus ei muutu.
- Voiman  $F_{B,A}$  suuruus ei muutu, voiman  $F_{A,B}$  suuruus kaksinkertaistuu.
- Molempien voimien suuruus puolittuu.

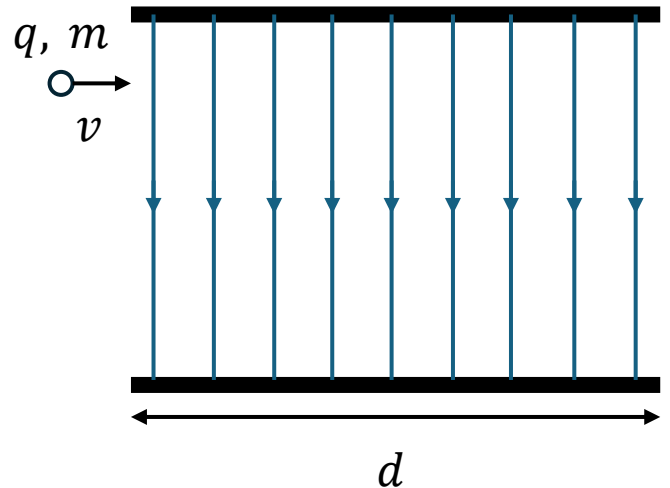
*Coulombin lain mukaan kahden varauksen välisen voiman suuruus on suoraan verrannollinen varausten tuloon ja kääntäen verrannollinen etäisyyden neliöön,  $F = k \frac{q_A q_B}{r^2}$ . Kun toinen varaus kaksinkertaistetaan, voiman suuruus kaksinkertaistuu. Voimien  $F_{B,A}$  ja  $F_{A,B}$  itseisarvot ovat yhtä suuria, joten molempien voimien suuruus kaksinkertaistuu.*

**D2.3** Kaksinkertaistetaan myös varaus  $q_B$ , jolloin molemmat varaukset ovat kaksinkertaisia kuvan tilanteeseen verrattuna. Kuinka kaukana varausten on oltava toisistaan, jotta voima  $F_{A,B}$  on yhtä suuri kuin alkuperäisessä kuvan tilanteessa?

- a. Etäisyydellä  $\frac{1}{4}r$ .
- b. Etäisyydellä  $\frac{1}{2}r$ .
- c. Etäisyydellä  $\frac{1}{\sqrt{2}}r$ .
- d. Etäisyydellä  $r$ , eli niitä ei tarvitse siirtää.
- e. Etäisyydellä  $\sqrt{2}r$ .
- f. Etäisyydellä  $2r$ .**
- g. Etäisyydellä  $4r$ .

Nyt Coulombin lain  $F = k \frac{q_A q_B}{r^2}$  osoittaja nelinkertaistuu, jolloin nimittäjässä olevan etäisyyden täytyy kumota tämä muutos. Tämä tapahtuu silloin, kun etäisyys kaksinkertaistuu, koska silloin saadaan  $F = k \frac{2q_A 2q_B}{(2r)^2} = F \frac{q_A q_B}{r^2}$

Varattu hiukkanen ( $q = 2,0 \text{ mC}$ ,  $m = 0,10 \text{ g}$ ) tulee nopeudella  $v = 25 \text{ m/s}$  kahden kondensaattorilevyn väliin. Levyjen välillä on homogeeninen sähkökenttä, jonka voimakkuus on  $0,50 \text{ kV/m}$ . Kun hiukkanen saapuu kondensaattorilevyjen väliin, sen nopeus on kohtisuorassa sähkökenttää vastaan. Hiukkanen poistuu kondensaattorilevyjen välistä  $1,0 \text{ ms}$ :n kuluttua.



**D2.4** Mikä on hiukkaseen kohdistuvan sähköisen voiman suuruus kondensaattorilevyjen välissä?

Sähköinen voima lasketaan sähkökentän voimakkuuden ja varauksen tulon avulla  $F = qE = 2,0 \text{ mC} * 500 \frac{\text{V}}{\text{m}} = 0,002 \text{ C} * 500 \frac{\text{V}}{\text{M}} = 1 \text{ N}$

**D2.5** Mikä on kondensaattorilevyjen pituus  $d$ ?

- 0,0005 cm
- 1,0 cm
- 2,5 cm**
- 2,7 cm
- 3,5 cm

*Perustelu:* Varatun hiukkasen nopeuden vaakasuuntainen komponentti ei muutu, kun sähkökenttä on sitä vastaan kohtisuoraan. Pituus  $d$  voidaan laskea ajan ja alkunopeuden avulla  $d = vt = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0,001 \text{ s} = 0,025 \text{ m} = 2,5 \text{ cm}$

**D2.6** Mikä on hiukkasen vauhti sen poistuessa kondensaattorilevyjen välistä?

- 15 m/s
- 10 m/s
- 17 m/s
- 23 m/s
- 25 m/s
- 27 m/s**
- 35 m/s

*Perustelu:* Positiivisesti varattu hiukkanen saa sähköisen voiman vuoksi kiihtyvyyden sähkökentän suuntaan, mutta vaakasuuntainen nopeus pysyy vakiona. Newtonin toisen lain avulla saadaan hiukkasen kiihtyvyydelle  $a = \frac{F}{m}$  ja sovelletaan lisäksi tasaisesti kiihtyvän

liikkeen yhtälöä nopeudelle. Painovoiman vaikutus on tässä mitätön suhteessa sähköiseen voimaan, eikä sen huomioiminen ei muuta vastausta oleellisesti.

Lasketaan sähkökentän suuntainen loppunopeus  $v_y$ , kun tiedetään, että hiukkasella ei ollut alussa siihen suuntaan nopeutta  $v_y = at = \frac{F}{m}t = \frac{1,0 \text{ N}}{0,0001 \text{ kg}} * 0,001 \text{ s} = 10 \text{ m/s}$ .

Tämä nopeus ja alkunopeus ovat kohtisuorassa toisiaan vasten, joten loppuvauhti saadaan Pythagoraan lauseen avulla  $v_f = \sqrt{\left(25 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} \approx 27 \text{ m/s}$ .

## E1 Kemian tehtävä

### E1.1

#### 1. He

Perustelu: Helium (He) on yksiatominen kaasu, joka on maailmankaikkeuden toiseksi yleisin alkuaine. Heliumia muodostuu fuusioreaktiossa auringossa. Heliumin spektriviiva löydettiin auringon säteilystä mitatussa spektrissä jo vuonna 1868.

#### 2. I

Perustelu: Jodi (I) on kiinteä halogeeni, joka on ihmiselle tärkeä hivenaine. Kiinteä jodi sublimoituu huoneen lämpötilassa violetiksi kaasuksi. Jodia voidaan lisätä ruokasuolaan esim. kaliumjodidina.

#### 3. F

Perustelu: Fluori on jakson 2 alkuaine ja esiintyy huoneen lämpötilassa  $F_2$  molekyylinä, joka on myrkyllinen kaasu. Fluori on ihmiselle pieninä määrinä kuitenkin hyödyllistä ja sitä lisätäänkin esim. hammastahnaan fluoridina. Fluori on myös yksi vahvimmista hapettimista.

#### 4. Si

Perustelu: Pii (Si) on hapen jälkeen maankuoren toiseksi yleisin alkuaine. Piidioksidia on paljon hiekassa ja savessa, joita käytetään mm. sementin valmistuksessa ja keramiikassa. Pii on puolijohde, jota käytetään mikroelektronikassa mm. transistoreissa sekä valosähköiseen ilmiöön perustuvissa aurinkokennoissa.

#### 5. P

Perustelu: Fosfori (P) on ryhmän 15 epämetalli, joka on kiinteä aine huoneen lämpötilassa. Fosfori ovat tärkeä ravinne kasveille ja sitä käytetään lannoitteissa fosfaattien muodossa. Valkoinen fosfori, eräs fosforin allotroopeista, syttyy herkästi

palamaan ja sitä käytetään tietyissä räjähteissä. Useat ihmiskehelle tärkeät orgaaniset molekyylit sisältävät fosforia.

## E1.2

1. Isobutaanimolekyylien välille muodostuu **dispersiovoimia**.

Perustelu: Isobutaani on pooliton molekyyli ja näin ollen molekyylien välille ei muodostu muita kuin dispersiovoimia.

2. Asetonimolekyylien välille muodostuvat vahvimmat sidokset ovat **dipoli-dipolisidoksia**.

Perustelu: Hiili-happisidos on poolinen sidos ja näin ollen asetonimolekyylien välille muodostuu dipoli-dipolisidoksia.

3. Isopropanolimolekyylissä hiiliatomien ja vetyatomien väliset sidokset ovat **poolittomia kovalenttisia sidoksia**.

Perustelu: Isopropanolimolekyylissä on myös poolisia sidoksia mutta hiilen ja vetyatomien välinen sidos on pooliton kovalenttinen sidos.

4. Tehtävän yhdisteistä **sekä asetoni että isopropanoli** ovat vesiliukoisia huoneen lämpötilassa.

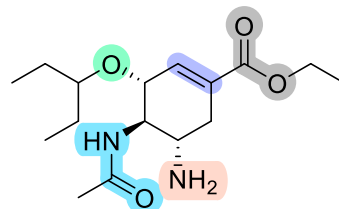
Perustelu: Sekä asetoni että isopropanoli ovat pieniä poolisia molekyyliä. Koska vesi on myös poolinen, ovat sekä asetoni että isopropanoli vesiliukoisia. Isobutaani on pooliton molekyyli, joka ei ole vesiliukoinen.

## E1.3

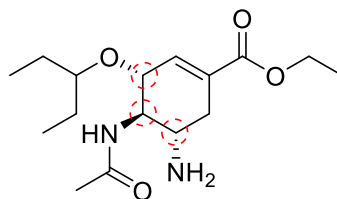
1. Oseltamivirimolekyylissä on **5** erilaista funktionaalista ryhmää, **3** asymmetristä hiiliatomia ja **4**  $sp^2$ -hybridisoitunutta hiiliatomia.

Perustelut:

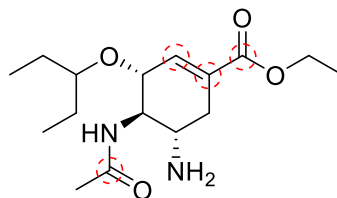
Viereisessä kuvassa on merkattu kaikki funktionaaliset ryhmät eri väreillä: eetteriryhmä, amidiryhmä, aminoryhmä, hiili-hiili -kaksoissidos (alkenyyliryhmä), esteriryhmä.



Viereisessä kuvassa on ympyröity kaikki asymmetriset hiiliatomit.



Viereisessä kuvassa on ympyröity kaikki  $sp^2$ -hybridisoituneet hiiliatomit.

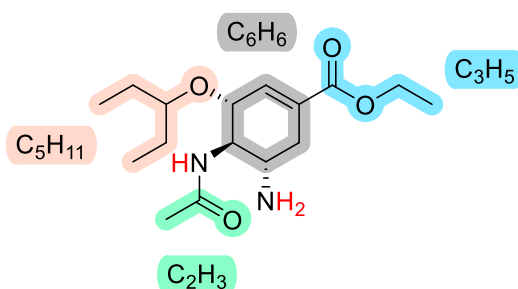


2. Oseltamiviirin molekyylikaavassa  $C_xH_yN_2O_4$  luku x on **16** ja luku y on **28**.

Perustelu: Alla olevassa kuvassa molekyylikaava on jaettu eri värisiin fragmentteihin ja näiden fragmenttien hiili- ja vetyatomien lukumäärät on merkattu kuvaan. Tyypiatomeihin on lisäksi sitoutunut yhteensä kolme vetyatomia.

Hiiliatomien lukumäärä on näin ollen:  $5 + 2 + 6 + 3 = 16$

Vetyatomien lukumäärä on näin ollen:  $11 + 3 + 6 + 5 + 3 = 28$



## E2 Kemian tehtävä

### E2.1

1. Kun reaktioyhtälö tasapainotetaan pienimmillä mahdollisilla kokonaislukukertoimilla, on sinkkisulfidin kerroin a **2** ja happikaasun kerroin b **3**.

Perustelu: Tasapainotettu reaktioyhtälö on  $2 \text{ZnS}(s) + 3 \text{O}_2(g) \rightarrow 2 \text{ZnO}(s) + 2 \text{SO}_2(g)$

2. Sinkkisulfidin ja hapen välinen reaktio on hapetus-pelkistysreaktio. Sinkkioksidissa sinkin hapetusluku on **+2** ja hapen hapetusluku on **-2**.

Perustelu: Hapen hapetusluku yhdisteissä on yleensä **-2**. Jotta sinkkioksidin kokonaisvaraus on nolla, täytyy sinkin hapetusluvun olla **+2**.

3. Elektronien lukumäärä rikkidioksidimolekyylissä on **32**.

Perustelu: Rikin järjestysluku on 16 ja hapen 8, eli rikillä on 16 elektronia ja hapella 8 elektronia. Rikkidioksidimolekyylin elektronien lukumäärä on täten  $16 + 8 + 8 = 32$ .

## E2.2

1. Syntyneen litiummetallin massa on **3,5 g**.

Perustelu:

$$It = nzF \rightarrow n = \frac{It}{zF} = \frac{6,1 \frac{\text{C}}{\text{s}} \cdot \left(132 \text{ min} \cdot 60 \frac{\text{s}}{\text{min}}\right)}{1 \cdot 96485 \frac{\text{C}}{\text{mol}}} = 0,50072 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Li}} = \frac{m}{M_{\text{Li}}} \rightarrow m = n_{\text{Li}} M_{\text{Li}} = 0,50072 \text{ mol} \cdot 6,941 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 3,47549 \text{ g} \approx \mathbf{3,5 \text{ g}}$$

2. Muodostuneen kloorikaasun ainemäärä on **0,25 mol**.

Perustelu:

$$It = znF \rightarrow n = \frac{It}{zF} = \frac{6,1 \frac{\text{C}}{\text{s}} \cdot \left(132 \text{ min} \cdot 60 \frac{\text{s}}{\text{min}}\right)}{2 \cdot 96485 \frac{\text{C}}{\text{mol}}} = 0,25036 \text{ mol} \approx \mathbf{0,25 \text{ mol}}$$

3. Muodostuneen kloorikaasun tilavuus on **0,014 m<sup>3</sup>**.

Perustelu:

$$\begin{aligned} pV = nRT \rightarrow V &= \frac{nRT}{p} = \frac{0,25036 \text{ mol} \cdot 8,314462618 \frac{\text{J}}{\text{Kmol}} \cdot (400 + 273,15) \text{ K}}{100\,000 \text{ Pa}} \\ &= \frac{0,25036 \text{ mol} \cdot 8,314462618 \frac{\text{Nm}}{\text{Kmol}} \cdot (400 + 273,15) \text{ K}}{100\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} = 0,014012 \text{ m}^3 \approx \mathbf{0,014 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

tai

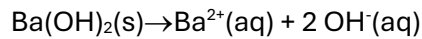
$$\begin{aligned} pV = nRT \rightarrow V &= \frac{nRT}{p} = \frac{0,25036 \text{ mol} \cdot 0,08314462618 \frac{\text{bar} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (400 + 273,15) \text{ K}}{1 \text{ bar}} \\ &= 14,012 \text{ dm}^3 \approx \mathbf{0,014 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

### E2.3, osa 1

Liuoksen pH on **13,72**.

Perustelut:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0,263 \text{ mol}}{1,00 \text{ dm}^3} = 0,263 \text{ M}$$



$$[\text{OH}]^- = 2 \cdot [\text{Ba(OH)}_2] = 2 \cdot 0,263 \text{ M} = 0,526 \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\lg(0,526) = 0,279$$

Tapa 1:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 0,279 = 13,721 \approx \mathbf{13,72}$$

Tapa 2:

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1,008 \cdot 10^{-14}$$

$$-\lg[\text{H}^+] + (-\lg[\text{OH}^-]) = 13,997$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 13,997$$

$$\text{pH} = 13,997 - \text{pOH} = 13,997 - 0,279 = 13,718 \approx \mathbf{13,72}$$

### E2.3, osa 2

1. Titrausliuoksena voidaan käyttää **HCl-liuosta**.

Perustelu: Titrattava liuos on emäsluos. Titrauksessa titrausreaktion tulee olla stoikiometrisesti tunnettu reaktio. Vahvan emäksen ja vahvan hapon välinen neutraloitumisreaktio on tällainen. HCl on vaihtoehtoista ainoa happo.

2. Titrauskäyrä **D** vastaa tämän tehtävän titrausta

Perustelu:  $\text{Ba(OH)}_2$ :n liuetessa suolan kaikki hydroksidi-ionit dissosioituvat veteen ja titrattava emäs on  $\text{OH}^-$ -ioni, joka on yksiarvoinen vahva emäs. HCl on vahva happo. Titrattaessa vahvaa emästä vahvalla hapolla, saadaan titrauskäyrä, jossa ekvivalenttipiste on pH 7 ja pH:n muutos ekvivalenttipisteessä on jyrkkä.