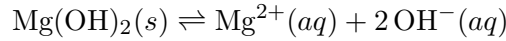


## 4. Landskeppnin í efnafræði

### Úrslitakeppni - lausnir

#### 1. dæmi - lausn

Magnesíumhýdroxíð leysist samkvæmt



og leysnimargfeldi þess er

$$[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 5,61 \times 10^{-12}.$$

- (i) Ef  $x$  mól af magnesíumhýdroxíði leysast í vatninu myndast  $x$  mól af magnesíumjónum og  $2x$  mól af hýdroxíðjónum. Leysnimargfeldið verður því

$$K_{sp} = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = x \cdot (2x)^2 = 4x^3$$

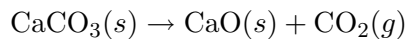
sem gefur  $x = 1,12 \times 10^{-4}$  M. Þetta svarar til leysninnar  $S = 0,00633$  g/L.

- (ii) Gerum aftur ráð fyrir að  $x$  mól af magnesíumhýdroxíði leysist upp. Ef pH stig vatnins er 10,00 er styrkur hýdroxíðjónanna  $1,00 \times 10^{-4}$  M. Þá verður leysnimargfeldið

$$K_{sp} = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = x \cdot (2x + 1,00 \times 10^{-4})^2 = 4x^3 + 4x^2 \times 10^{-4} + x \times 10^{-8}.$$

Leysum þessa jöfnu (með nálgunum eða tölulega) og fáum  $x = 8,13 \times 10^{-5}$  M sem svarar til  $S = 0,00474$  g/L.

- (iii)



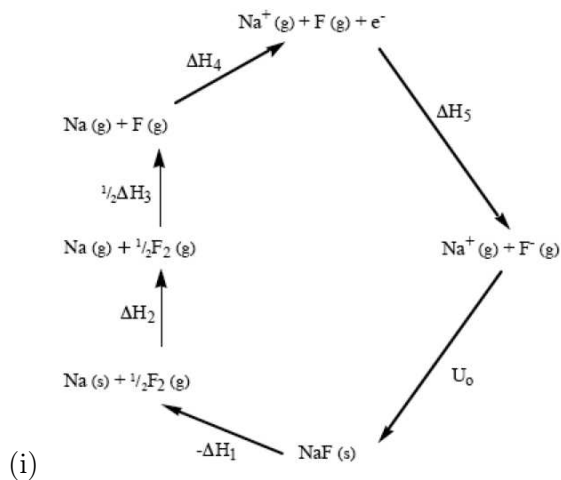
- (iv) Í fyrri títruninni falla bæði kalsíum- og magnesíumjónir út, alls  $12,52 \text{ mL} \cdot 0,0400 \text{ M} = 0,5008 \text{ mmól}$  í  $10,16 \text{ g}$  mjólkur. Þegar búið er að gera seinna sýnið sterkbasískt falla magnesíumjónirnar út, og því hvarfast aðeins kalsíumjónirnar við EDTA í seinni títruninni, alls  $9,25 \text{ mL} \cdot 0,0400 \text{ M} = 0,3700 \text{ mmól}$  í  $10,27 \text{ g}$  mjólkur.

Af niðurstöðum seinni títrunarinnar má ráða að í hverju g mjólkur eru  $0,03606 \text{ mmól}$  af kalsíum. Það svarar til að hlutfall kalsíums sé  $1,444 \text{ mg}$  á hvert g mjólkur.

Í fyrra sýninu hafa því verið  $0,03606 \text{ mmól/g} \cdot 10,16 \text{ g} = 0,3660 \text{ mmól}$  af kalsíum. Mólfjöldi magnesíums í sýninu er því  $0,5008 \text{ mmól} - 0,3660 \text{ mmól} = 0,1348 \text{ mmól}$  í  $10,16 \text{ g}$  mjólkur.

Hlutfall magnesíums er því  $0,01327 \text{ mmól/g}$  sem svarar til  $0,3225 \text{ mg}$  í hverju g mjólkur.

## 2. dæmi - lausn



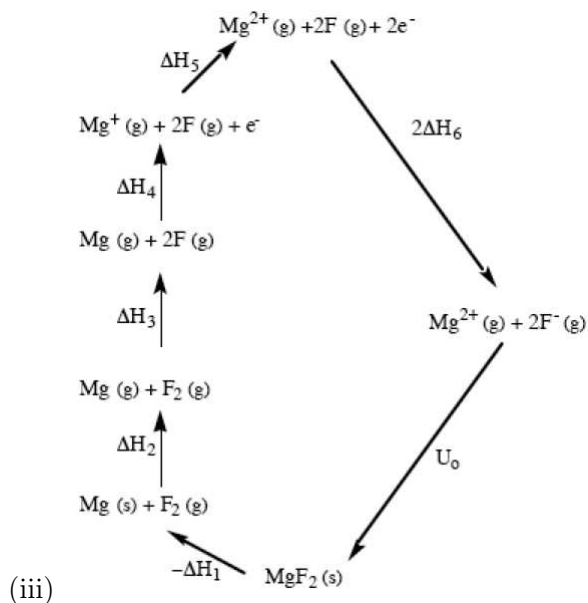
(ii) Í Born-Haber hring er  $\sum_i \Delta H_i = 0$  þannig að

$$\sum_i \Delta H_i = -\Delta H_1 + \Delta H_2 + \frac{1}{2}\Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + U_0 = 0$$

sem gefur

$$U_0 + 561,5 + 108 + \frac{1}{2} \cdot 155 + 496 - 332 = 0 \quad (\text{í kJ/mól})$$

eða  $U_0 = -911$  kJ/mól fyrir grindarorku  $\text{NaF}(\text{s})$ .



(iv) Í Born-Haber hring er  $\sum_i \Delta H_i = 0$  þannig að

$$\sum_i \Delta H_i = -\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + 2\Delta H_6 + U_0 = 0$$

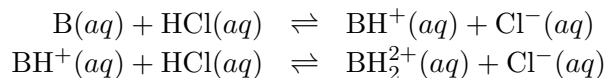
sem gefur

$$U_0 + 1090 + 141 + 155 + 738 + 1450 - 2 \cdot 332 = 0 \quad (\text{í kJ/mól})$$

eða  $U_0 = -2910$  kJ/mól fyrir grindarorku  $\text{MgF}_2(\text{s})$ .

### 3. dæmi - lausn

(i) Efnahvörf nikótíns, B, við saltsýru eru eftirfarandi



- (ii) (a) Á fyrri stuðpúðasviðinu má finna B, BH<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup> og Cl<sup>-</sup>.  
(b) Í fyrri jafngildispunktinum má finna BH<sup>+</sup>, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> og Cl<sup>-</sup>.  
(c) Á seinna stuðpúðasviðinu má finna BH<sup>+</sup>, BH<sub>2</sub><sup>+</sup>, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> og Cl<sup>-</sup>.  
(d) Í seinni jafngildispunktinum má finna BH<sub>2</sub><sup>+</sup>, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> og Cl<sup>-</sup>.  
(e) Eftir seinni jafngildispunktinn má finna BH<sub>2</sub><sup>+</sup>, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> og Cl<sup>-</sup>.
- (iii) Til að títra seinni basahóp nikótínsins þarf 36,0 mL - 20,0 mL = 16,0 mL af saltsýru. Styrkur sýrunnar er 0,0200 M svo styrkur nikótínsins er

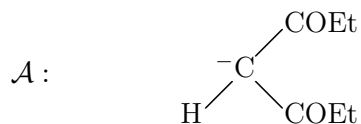
$$c_B = \frac{16,0\text{mL} \cdot 0,0200\text{M}}{20,0\text{mL}} = 0,0160\text{M}.$$

- (iv) Mólfjöldi nikótíns er hálfur mólfjöldi saltsýrunnar, þ.e.  $3,92 \times 10^{-4}$  mól. Massi nikótínsins er því 0,0635 g og massahlutfallið er

$$\eta = \frac{0,0635\text{g}}{2,56\text{g}} = 0,0248 = 2,48\%.$$

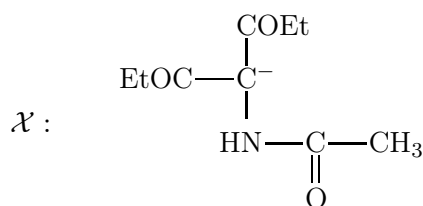
#### 4. dæmi - lausn

- (i) Etoxýjónirnar fjarlægja aðra prótónuna af díetýlmalonatonu og mynda anjónina  $\mathcal{A}$ .

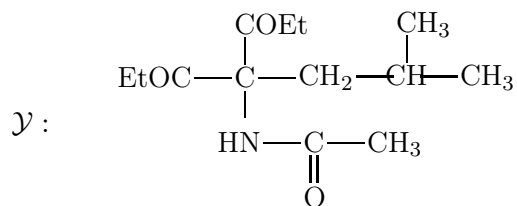


- (ii) Til að fá própansýru þarf R að vera metýlhópur. Því þarf að nota metýlbrómíð, RBr.

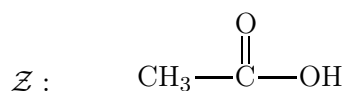
- (iii) Eins og í lið (i) fjarlægir basinn prótónu af esternum og myndar anjónina  $\mathcal{X}$ .



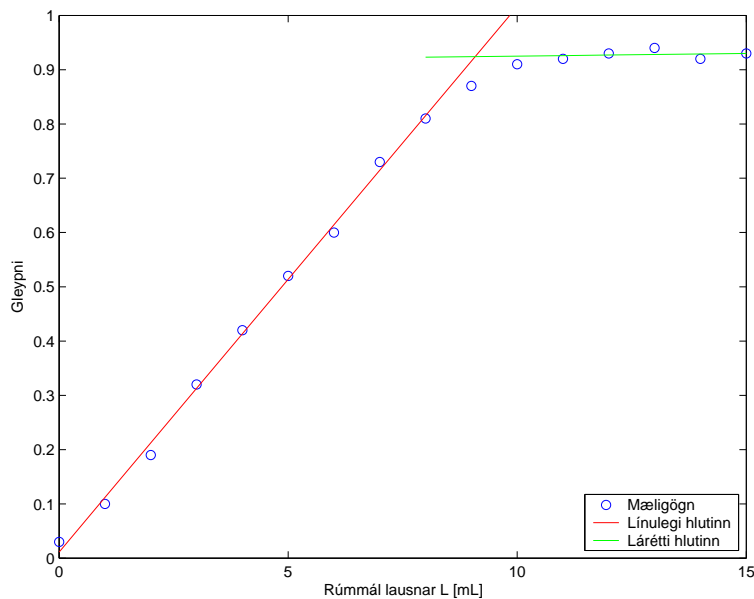
Þegar  $\mathcal{X}$  hvarfast við ísóbútylbrómíð tengist ísóbútylhópurinn miðkolefninu og myndar  $\mathcal{Y}$ .



Þegar  $\mathcal{Y}$  er hitað í sýru afestrast það og afkarboxýlerast. Þá myndast leusín og edikssýra ( $\mathcal{Z}$ ).



## 5. dæmi - lausn



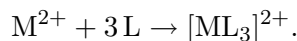
(i)

(ii) Af myndinni í lið (i) má sjá að jafngildispunktur títrunarinnar er þegar 9,0 mL af lausn L eru í sett í flöskuna. Því eru hvarfhlutföllin

$$\frac{n_{M^{2+}}}{n_L} = \frac{c_{M^{2+}} \cdot V_{M^{2+}}}{c_L \cdot V_L} = \frac{3.0 \text{ M} \cdot 1.0 \text{ mL}}{1.0 \text{ M} \cdot 9.0 \text{ mL}} = \frac{3.0 \text{ mmól}}{9.0 \text{ mmól}} = \frac{1}{3}$$

Þess vegna hlýtur  $n = 3$ .

(iii) Efnahvarfið sem um er að ræða er



Heildarmólfjöldi L í nýju lausninni er 3,5 mmól sem geta því myndað  $\frac{35}{3} = 1,17$  mmól af  $[ML_3]^{2+}$  komplexinu. Styrkur kompleksins í lausninni er því

$$c_{[ML_3]^{2+}} = \frac{1,17 \text{ mmól}}{50,0 \text{ mL}} = 0,023 \text{ M}$$

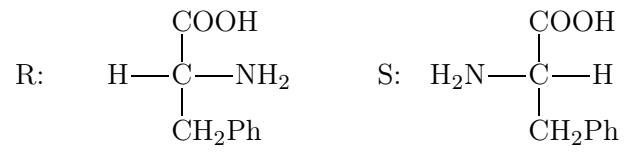
(iv) Gleypni lausnar með 3,5 mL af tenglinum liggur greinilega á línulega hluta grafsins og því gildir Beer-Lambert lögmálið. Af grafinu má lesa að gleypni lausnarinnar ætti að vera  $A_1 = 0,37$  (mitt á milli flaskna 4 og 5). Hámarks gleypni lausnarinnar má lesa af grafinu með því að draga tvær línur í gegnum mæligögnin, aðra eftir línulega hlutanum og hina eftir lárétta (mettaða) hlutanum. Þessar tvær línur skerast við gleypnina  $A_{max} = 0,93$  - sem er þá hámarks gleypni lausnarinnar. Hámarksstyrkinn má þá reikna skv.

$$c_{max} = \frac{A_{max} \cdot c_1}{A_1} = \frac{0,93 \cdot 0,023 \text{ M}}{0,37} = 0,058 \text{ M}$$

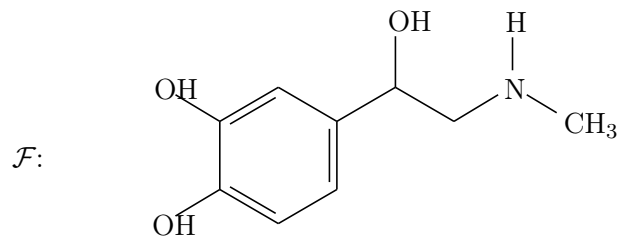
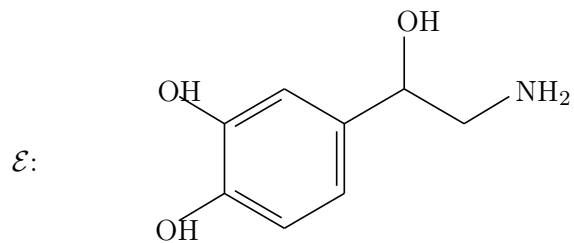
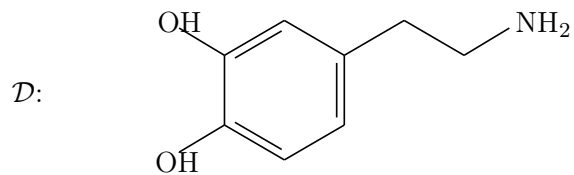
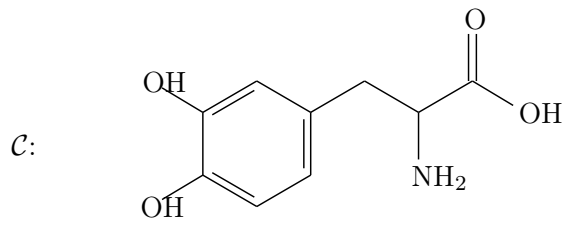
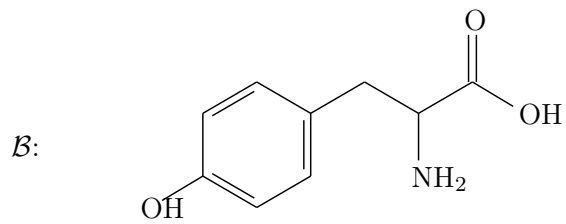
(v) Nei. Þar sem gleypni lausnanna eykst ekki eftir að jafngildispunkti títrunarinnar er náð, er ljóst að tengillinn L gleypir ekki ljós við 520 nm nema þegar hann er tengdur málmjóninni.

## 6. dæmi - lausn

(i) Handhverfur fenýlalaníns eru eftirfarandi:



(ii) Efnin sem koma við sögu í hvarfganginum eru:



## 7. dæmi - lausn

- (i) Vitum að  $N = N_0 e^{-kt}$  og að  $k = \ln 2 / t_{1/2}$ . Þannig fæst að

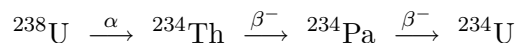
$$\ln \frac{N}{N_0} = -\ln 2 \frac{t}{t_{1/2}} \implies t = -\frac{\ln \frac{N}{N_0}}{\ln 2} t_{1/2}$$

Þegar 1% sýnisins hefur hrörnað eru 99% eftir, þ.e.  $\frac{N}{N_0} = 0,99$ . Þá gefur jafnan hér að ofan  $t = 3 \times 10^7$  ár.

- (ii) Massabreytingin er  $\Delta m = 238u - 206u = 32u$  sem bendir til að 8  $\alpha$  hrörnanir verði, því massi hvers  $\alpha$ -eindar er  $4u$ .

Hleðslubreytingin er  $\Delta q = 92e - 82e = 10e$ . Ef 8  $\alpha$  hrörnanir eiga sér stað fylgir þeim hleðslulækkun upp á  $16e$  því hver  $\alpha$ -eind hefur hleðslu  $+2e$ . Það bendir til þess að  $16 - 10 = 6$   $\beta^-$  hrörnanir eigi sér stað.

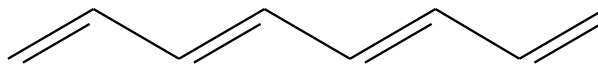
- (iii) Þar sem massabreyting verður aðeins með  $\alpha$  hrörnum geta aðeins myndast kjarnar þar sem  $\Delta m = n \cdot 4u$ . Þetta útilokar alla kjarna nema  $^{234}\text{U}$ . Kjarnahvörfin eru:



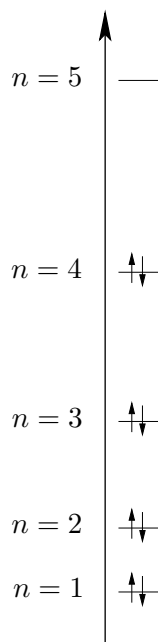
- (iv) Massi og hleðsla varðveitast (gróft á litið) við kjarnahvarfið. Þannig er  $m_{\mathcal{A}} = (235u + 1u) - (137u + 2u) = 97u$  og  $Z_{\mathcal{A}} = 92 - 52 = 40$ . Samkvæmt þessu hefur  $\mathcal{A}$  massa  $97u$  og sætistölu 40.  $\mathcal{A}$  er  $^{97}\text{Zr}$ .

## 8. dæmi - lausn

- (i) Sameindin 1,3,5,7-oktatetraen.



- (ii) Átta kolefnisfrumeindir eru í sameindinni og hver þeirra veitir einni rafeind í  $\pi$ -tengjakerfið. Þar með eru alls átta rafeindir í  $\pi$ -rafeindakerfinu.
- (iii) Sérhvert orkuþrep samsvarar orkuþrepi/svigrúmi í frumeind og því komast tvær rafeindir fyrir á hverju þrepi. Átta rafeindir fylla fjögur neðstu þrepin.



- (iv) Af myndinni má sjá að skammtatala HOMO er  $n = 4$ . Jafnframt sést að skammtatala LUMO er  $n = 5$ .
- (v) Bylgjulengdin er gefin með  $\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$  þar sem  $\Delta E$  er orkumunur orkuþrepanna HOMO og LUMO. Þá er

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{hc}{\frac{h^2(5^2-4^2)}{8mL^2}} = \frac{8mL^2c}{h(5^2-4^2)}$$

Í sameindinni eru þrjú eintengi og fjögur tvítengi. Lengd hennar er því

$$3 \cdot 1,54 \text{ \AA} + 4 \cdot 1,34 \text{ \AA} = 9,98 \times 10^{-10} \text{ m.}$$

Stingum tölunum inn og fáum

$$\lambda = \frac{8 \cdot 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg} \cdot (9,98 \times 10^{-10} \text{ m})^2 \cdot 2,998 \times 10^8 \text{ m/s}}{6,626 \times 10^{-34} \text{ Js} \cdot 9} = 365 \text{ nm.}$$