

IChO 1975

Teorik sorular ve çözümler · Veszprém, Macaristan · 8 teori sorusu, tam çözümleriyle

eulersolve.org/icho/1975/

Soru 1: Buharlaştırma sırasında şapın kristallenmesi

20 °C'de doymuş 320 g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ çözeltisinden 20 °C'de 160 g su buharlaştırılırsa kaç gram şap $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ kristallenerek ayrılır?

(20 °C'de doymuş çözelti kütlece % 5.50 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ içerir.)

Bağlı atom kütleleri:

$A_r(\text{K}) = 39.10$; $A_r(\text{Al}) = 26.98$; $A_r(\text{S}) = 32.06$; $A_r(\text{O}) = 16.0$; $A_r(\text{H}) = 1.01$

Soru metni resmi İngilizce metinden çevrilmiştir.

Cevaplar

1. 18.0 g potasyum şapı, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$, kristallenerek ayrılır.

Çözüm

1. Potasyum şapı, potasyum alüminyum sülfat dodekahidrattır. Stokiyometrik, bağlantısız SMILES gösterimi $[\text{K}^+].[\text{Al}^{+3}].[\text{O}^-]\text{S}(=\text{O})(=\text{O})[\text{O}^-].[\text{O}^-]\text{S}(=\text{O})(=\text{O})[\text{O}^-].\text{O}.\text{O}.\text{O}.\text{O}.\text{O}.\text{O}.\text{O}.\text{O}.\text{O}.\text{O}.$ şeklindedir. Bu gösterim bileşimini ifade eder; kristal örgüsünü veya koordinasyon geometrisini belirtmez. Suyun, H_2O , SMILES gösterimi O şeklindedir.

Verilen atom kütlelerinden hesaplanan molar kütleler şöyledir:

$$\begin{aligned} M(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2) &= 39.10 + 26.98 + 2(32.06 + 4 \times 16.0) \\ &= 258.20 \text{ g mol}^{-1}, \end{aligned}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 2(1.01) + 16.0 = 18.02 \text{ g mol}^{-1},$$

$$\begin{aligned} M(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}) &= 258.20 + 12(18.02) \\ &= 474.44 \text{ g mol}^{-1}. \end{aligned}$$

Dolayısıyla kristallerdeki susuz $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ bileşiğinin kütle kesri şöyledir:

$$f = \frac{258.20}{474.44}.$$

Başlangıçta çözeltinin içerdiği miktar şöyledir:

$$m_0(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2) = 0.0550(320 \text{ g}) = 17.60 \text{ g}.$$

Oluşan hidratlı kristallerin kütlesi x olsun. Buharlaştırma ile 160 g su, kristallenme ile de sıvıdan x kütlesi uzaklaşır; bu nedenle kalan çözeltinin kütlesi şöyledir:

$$m_{\text{çözelti}} = 320 \text{ g} - 160 \text{ g} - x = 160 \text{ g} - x.$$

Kristaller, kristal suları ile birlikte f_x kütlelerinde susuz tuzu çözeltiden uzaklaştırır. Kalan çözelti 20 °C'de doymuş olduğundan, tuzun kütle kesri hâlâ 0.0550 değerindedir. Dolayısıyla,

$$17.60 \text{ g} - \frac{258.20}{474.44}x = 0.0550(160 \text{ g} - x).$$

Denklem çözüldüğünde,

$$x = \frac{17.60 \text{ g} - 0.0550(160 \text{ g})}{\frac{258.20}{474.44} - 0.0550} = 17.99 \text{ g} \approx \boxed{18.0 \text{ g}}.$$

Çözüm, resmi çözümle karşılaştırılarak kontrol edildi.

Soru 2: Bir Al-Zn-Si-Cu alaşımının bileşimi

DeneySEL amaçlarla hazırlanan bir alaşım alüminyum, çinko, silisyum ve bakır içermektedir. Alaşımın 1000 mg'ı hidroklorik asitte çözündürüldüğünde 843 cm³ hidrojen (0 °C, 101.325 kPa) açığa çıkar ve 170 mg çözünmemiş kalıntı kalır. Alaşımdan alınan 500 mg'lık bir numune, bir NaOH çözeltisiyle tepkimeye sokulduğunda yukarıdaki koşullarda 517 cm³ hidrojen üretir ve bu durumda da çözünmemiş bir kısım kalır.

Soru:

2.1 Alaşımın kütlece yüzde bileşimini hesaplayınız.

Bağıl atom kütleleri:

$$A_r(\text{Al}) = 26.98; \quad A_r(\text{Zn}) = 65.37; \quad A_r(\text{Si}) = 28.09; \quad A_r(\text{Cu}) = 63.55.$$

Soru metni resmi İngilizce metinden çevrilmiştir.

Cevaplar

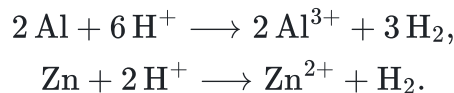
- 2.1** Alaşım kütlece yaklaşık **%61.8 alüminyum, %21.2 çinko, %12.0 silisyum ve %5.0 bakır** içerir.

Çözüm

2.1

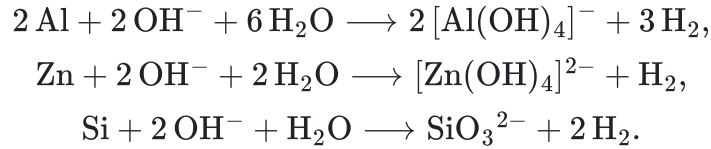
Alüminyum ve çinko hidroklorik asitte çözünür ve hidrojen açığa çıkarır. Silisyum ve bakır çözünmeden kalır; dolayısıyla asitte çözünmeyen 170 mg'lık kalıntı bu iki elementten oluşur.

Denkleştirilmiş net iyon tepkimeleri şöyledir:



Kimyasal türler hidrojen iyonları $[H^+]$, alüminyum(III) iyonları $[Al^{3+}]$, çinko(II) iyonları $[Zn^{2+}]$ ve hidrojen $[H]$ şeklindedir.

Sodyum hidroksit çözeltisinde alüminyum ve çinko, amfoter özellikleri nedeniyle çözünür; silisyum da tepkimeye girerek hidrojen açığa çıkarır. Bakır çözünmeden kalır. Denkleştirilmiş tepkime denklemleri şöyledir:



Burada hidroksit $[OH^-]$, su ise O ile gösterilir. Ürünler tetrahidroksoalüminat(III), $[Al(OH)_4]^-$; tetrahidroksoçinkat(II), $[Zn(OH)_4]^{2-}$; ve biçimsel olarak metasilikat, $[Si(OH)_4]$ şeklindedir. İki hidrokso kompleksinin metal merkezleri tetrahedral geometriye sahiptir; bu SMILES gösterimleri söz konusu geometriyi belirtmez. Silisyum denkleminde geleneksel metasilikat gösterimi kullanılmıştır; sulu ortamda hidratasyon ve kimyasal tür dağılımı, açığa çıkan hidrojen miktarını değiştirmez.

Buna göre, her bir mol alüminyum her iki ortamda da $3/2$ mol hidrojen, her bir mol çinko 1 mol hidrojen ve her bir mol silisyum yalnızca alkali ortamda 2 mol hidrojen üretir.

Hesaplamalarda **1.000 g alaşımı esas alınız** ve belirtilen koşullardaki molar gaz hacmini kullanınız:

$$V_m = 22.414 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}.$$

Alkali ortamdaki deney, 500 mg yerine 1000 mg alaşım için ölçeklendirildiğinde şu hacimde hidrojen üretir:

$$V_{\text{alkali}} = 2(517) = 1034 \text{ cm}^3.$$

Alüminyum ve çinko her iki ortamda da aynı miktarda hidrojen ürettiğinden, fazladan açığa çıkan hidrojenin tamamı silisyumdan kaynaklanır:

$$\Delta V = 1034 - 843 = 191 \text{ cm}^3 = 0.191 \text{ dm}^3.$$

Dolayısıyla,

$$\begin{aligned} n_{Si} &= \frac{\Delta V}{2V_m} = \frac{0.191}{2(22.414)} = 4.26073 \times 10^{-3} \text{ mol}, \\ m_{Si} &= n_{Si} M_{Si} = (4.26073 \times 10^{-3})(28.09) = 0.119684 \text{ g}. \end{aligned}$$

Asitte çözünmeyen kalıntının geri kalanı bakırdır:

$$m_{Cu} = 0.170 - 0.119684 = 0.050316 \text{ g}.$$

Böylece alüminyum ve çinkonun toplam kütlesi şu olur:

$$m_{Al} + m_{Zn} = 1.000 - 0.170 = 0.830 \text{ g}.$$

Asitli ortamda açığa çıkan hidrojen miktarı ikinci bir denklem verir:

$$\frac{3}{2} \frac{m_{Al}}{26.98 \text{ g mol}^{-1}} + \frac{m_{Zn}}{65.37 \text{ g mol}^{-1}} = \frac{0.843 \text{ dm}^3}{22.414 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}} = 0.0376104 \text{ mol}.$$

$m_{Zn} = 0.830 \text{ g} - m_{Al}$ yerine konulup denklem çözüldüğünde şu sonuç elde edilir:

$$m_{Al} = 0.618212 \text{ g}, \quad m_{Zn} = 0.211788 \text{ g}.$$

Son olarak,

$$w_i = 100 \frac{m_i}{1.000 \text{ g}},$$

olduğundan, 0.1 yüzde puanına yuvarlanmış bileşim şöyledir:

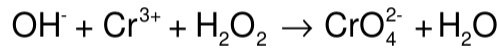
Element	Kütlece yüzde
Alüminyum	61.8%
Çinko	21.2%
Silisyum	12.0%
Bakır	5.0%
Toplam	100.0%

Çözüm, resmi çözümle karşılaştırılarak kontrol edildi.

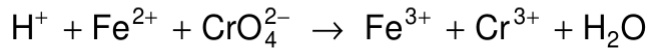
Soru 3: Bir Ag-Cu-Cr alaşımının bileşimi

Gümüş, bakır ve krom içeren bir alaşımdan alınan 1500 mg kütleli bir numune çözülür ve Ag^+ , Cu^{2+} ve Cr^{3+} iyonlarını içeren çözelti tam olarak 500 cm^3 hacme seyreltilir. Sonraki işlemler için bu çözeltinin hacminin onda biri alınır:

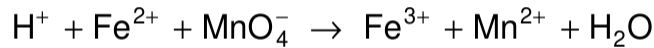
Gümüş ve bakır uzaklaştırıldıktan sonra, bu çözeltideki krom aşağıdaki denkleştirilmemiş denkleme göre yükseltgenir:



Ardından 0.100 molar Fe(II) tuzu çözeltisinden 25.00 cm^3 eklenir. Aşağıdaki tepkime (denkleştirilmemiş biçimde yazılmıştır) gerçekleşir:



Aşağıdaki denkleştirilmemiş denkleme göre:



çözeltide yükseltgenmeden kalan Fe(II) tuzunun yükseltgenmesi için 0.020 molar KMnO_4 çözeltisinden 17.20 cm^3 gereklidir.

Başka bir deneyde, başlangıç çözeltisinin 200 cm^3 hacmindeki bir kısmı elektroliz edilir. Yan tepkimeler nedeniyle, söz konusu metaller için elektroliz verimi %90'dır. Çözeltiden 2 A akım geçirilerek üç metalin tamamı 14.50 dakikada nicel olarak biriktirilir.

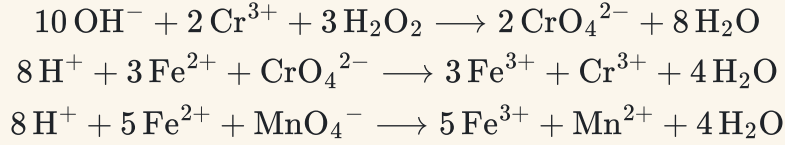
Soru:

3.1 Üç kimyasal denklemi denkleştirin ve alaşımın kütlece yüzde bileşimini hesaplayın.

Bağıl atom kütleleri: $A_r(\text{Cu}) = 63.55$; $A_r(\text{Ag}) = 107.87$; $A_r(\text{Cr}) = 52.00$

Cevaplar

- **3.1** Denkleştirilmiş denklemler şöyledir:



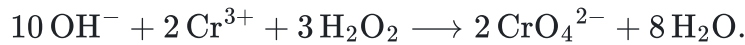
Alaşımanın kütlece bileşimi şöyledir:

Gümüş: 30.6%,	Bakır: 60.4%,	Krom: 9.0%.
---------------	---------------	-------------

Çözüm

3.1 — Tepkimelerin denkleştirilmesi

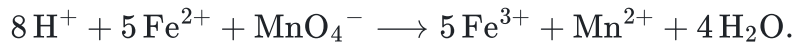
İlk tepkimede krom, her krom atomu başına üç elektron vererek +3 yükseltgenme basamağından +6 yükseltgenme basamağına yükseltgenir. Hidrojen peroksitteki oksijenin yükseltgenme basamağı –1'den –2'ye değişirken hidrojen peroksit molekül başına iki elektron alır. Dolayısıyla iki krom iyonu, üç hidrojen peroksit molekülüyle tepkimeye girer. Bazik çözeltide oksijen, hidrojen ve yük dengliği sağlandığında şu denklem elde edilir:



İkinci tepkimede krom, üç elektron alarak +6'dan +3'e indirgenirken her demir(II) iyonu bir elektron verir. Bu nedenle bir kromat iyonu, üç demir(II) iyonu tüketir:



Üçüncü tepkimede mangan, beş elektron alarak +7'den +2'ye indirgenir. Dolayısıyla bir permanganat iyonu, beş demir(II) iyonunu yükseltger:



Geri titrasyondan krom içeriğinin belirlenmesi

Analiz edilen alikotun hacmi şöyledir:

$$V_{\text{aliquot}} = \frac{500}{10} = 50.0 \text{ cm}^3.$$

Nihai yüzdeler hesaplanana kadar ara hesaplamalarda ek basamaklar korunursa, başlangıçta eklenen demir(II)'nin madde miktarı şöyledir:

$$n_{\text{Fe,added}} = (25.00 \times 10^{-3} \text{ L})(0.100 \text{ mol L}^{-1}) = 2.500 \times 10^{-3} \text{ mol}.$$

Geri titrasyonda kullanılan permanganatın madde miktarı şöyledir:

$$n_{\text{permanganate}} = (17.20 \times 10^{-3} \text{ L})(0.020 \text{ mol L}^{-1}) = 3.440 \times 10^{-4} \text{ mol}.$$

Her permanganat iyonu beş demir(II) iyonu tükettiğinden, kalan demir(II)'nin madde miktarı şöyledir:

$$n_{\text{Fe,remaining}} = 5(3.440 \times 10^{-4}) = 1.720 \times 10^{-3} \text{ mol}.$$

Buna göre kromat tarafından tüketilen madde miktarı şöyledir:

$$n_{\text{Fe,consumed}} = 2.500 \times 10^{-3} - 1.720 \times 10^{-3} = 7.80 \times 10^{-4} \text{ mol.}$$

Üç demir(II) iyonu bir kromat iyonunu indirgediğinden, alikottaki kromun madde miktarı şöyledir:

$$n_{\text{Cr,aliquot}} = \frac{7.80 \times 10^{-4}}{3} = 2.60 \times 10^{-4} \text{ mol.}$$

Dolayısıyla numunenin tamamındaki kromun madde miktarı ve kütlesi şöyledir:

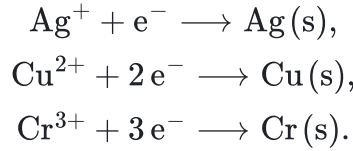
$$\begin{aligned} n_{\text{Cr}} &= 10n_{\text{Cr,aliquot}} = 2.60 \times 10^{-3} \text{ mol,} \\ m_{\text{Cr}} &= (2.60 \times 10^{-3} \text{ mol})(52.00 \text{ g mol}^{-1}) = 0.1352 \text{ g.} \end{aligned}$$

Böylece,

$$w_{\text{Cr}} = \frac{0.1352}{1.500} \times 100\% = 9.0133 \dots \%$$

Elektrolizden gümüş ve bakır içeriklerinin belirlenmesi

Katotta birikme tepkimeleri şöyledir:



Dolayısıyla bir mol gümüş, bakır veya kromun biriktirilmesi için sırasıyla bir, iki veya üç mol elektron gerekir.

Geçen toplam yük şöyledir:

$$Q = It = (2 \text{ A})(14.50 \times 60 \text{ s}) = 1740 \text{ C.}$$

Bu yükün yalnızca %90'ı metallerin birikmesini sağlar:

$$Q_{\text{metals}} = 0.90(1740) = 1566 \text{ C.}$$

Standart Faraday sabiti $F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$ kullanıldığında, 200 cm^3 hacmindeki kısımdan metallerin biriktirilmesi için kullanılan elektronların madde miktarı şöyledir:

$$n_{e,200} = \frac{1566}{96485} = 0.0162305 \text{ mol.}$$

n_{Ag} , n_{Cu} ve n_{Cr} , **başlangıçtaki numunenin tamamında** bulunan metallerin madde miktarlarını gösterebilir. 200 'den 500 cm^3 'e ölçeklendiğinde,

$$n_{\text{Ag}} + 2n_{\text{Cu}} + 3n_{\text{Cr}} = \frac{500}{200}(0.0162305) = 0.0405763 \text{ mol.}$$

Kromun madde miktarı yerine konulduğunda şu sonuç elde edilir:

$$n_{\text{Ag}} + 2n_{\text{Cu}} = 0.0405763 - 3(0.002600) = 0.0327763 \text{ mol.}$$

Gümüş ve bakırın toplam kütlesi şöyledir:

$$m_{\text{Ag}} + m_{\text{Cu}} = 1.500 - 0.1352 = 1.3648 \text{ g.}$$

Dolayısıyla bunlara ait kütle denklemi şöyledir:

$$(107.87 \text{ g mol}^{-1})n_{\text{Ag}} + (63.55 \text{ g mol}^{-1})n_{\text{Cu}} = 1.3648 \text{ g.}$$

$n_{\text{Ag}} = 0.0327763 \text{ mol} - 2n_{\text{Cu}}$ yerine konulup denklem çözüldüğünde şu sonuçlar elde edilir:

$$n_{\text{Cu}} \approx 0.0142636 \text{ mol,} \quad n_{\text{Ag}} \approx 0.00424909 \text{ mol.}$$

Buna göre,

$$m_{\text{Cu}} \approx 0.906451 \text{ g}, \quad m_{\text{Ag}} \approx 0.458349 \text{ g}.$$

Kütlece yüzdelere şöyledir:

$$w_{\text{Ag}} = \frac{0.458349}{1.500} \times 100\% \approx \boxed{30.6\%},$$
$$w_{\text{Cu}} = \frac{0.906451}{1.500} \times 100\% \approx \boxed{60.4\%},$$
$$w_{\text{Cr}} \approx \boxed{9.0\%}.$$

Hesaplanan kütlelerin toplamı 1.500 g, verilen yüzdelerin toplamı ise 100.0%'dir.

Kimyasal türlerin adları ve SMILES gösterimleri

Kimyasal tür	Adı	SMILES
Ag^+	Gümüş(I) iyonu	[Ag+]
Cu^{2+}	Bakır(II) iyonu	[Cu+2]
Cr^{3+}	Krom(III) iyonu	[Cr+3]
OH^-	Hidroksit iyonu	[OH-]
H_2O_2	Hidrojen peroksit	OO
CrO_4^{2-}	Kromat iyonu	[O-][Cr](=O)(=O)[O-]
H_2O	Su	O
H^+	Hidrojen iyonu (proton)	[H+]
Fe^{2+}	Demir(II) iyonu	[Fe+2]
Fe^{3+}	Demir(III) iyonu	[Fe+3]
MnO_4^-	Permanganat iyonu	[O-][Mn](=O)(=O)=O
Mn^{2+}	Mangan(II) iyonu	[Mn+2]
KMnO_4	Potasyum permanganat	[K+].[O-][Mn](=O)(=O)=O

İyonların SMILES gösterimleri, sulu ortamdaki solvasyonu içermez. Kromat ve permanganattaki oksijen atomları tetrahedral düzende yerleşmiştir; bu SMILES gösterimleri söz konusu geometriyi belirtmez ve delokalize bağ yapılarının yalnızca bir biçimsel gösterimini sunar.

Çözüm, resmi çözümle karşılaştırılarak kontrol edildi.

Soru 4: Formik asidin seyreltilmesi ve iyonlaşma derecesi

Kütlece % 3 formik asit içeren bir çözeltinin ($\rho = 1.0049 \text{ g cm}^{-3}$) pH değeri 1.97'ye eşittir.

Soru:

4.1 İyonlaşma derecesinin değerini on katına çıkarmak için çözelti kaç kat seyreltilmelidir?

Bağıl atom kütleleri: $A_r(\text{H}) = 1.01$; $A_r(\text{C}) = 12.01$; $A_r(\text{O}) = 16$.

Soru metni resmi İngilizce metinden çevrilmiştir.

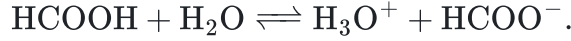
Cevaplar

- **4.1:** Gerekli seyreltme katsayısı $117.6 \approx 118$ 'dir: son çözelti hacmi yaklaşık olarak **başlangıç hacminin 118 katı** olmalıdır.

Çözüm

4.1

Formik asit $\text{O}=\text{CO}$, su O ile tepkimeye girerek hidronyum $[\text{OH}_3^+]$ ve format $\text{O}=\text{C}[\text{O}^-]$ oluşturur:



Aktiviteler yerine derişimlerin kullanıldığı yaygın yaklaşımı uyguluyor ve suyun otoiyonlaşmasını ihmal ediyoruz.

Formik asidin mol kütlesi

$$M = 2(1.01) + 12.01 + 2(16) = 46.03 \text{ g mol}^{-1}.$$

Başlangıç çözeltisinin bir litresinin kütlesi

$$m_{\text{çözeltili}} = (1000 \text{ cm}^3)(1.0049 \text{ g cm}^{-3}) = 1004.9 \text{ g},$$

olduğundan, bu miktar $0.03(1004.9) = 30.147 \text{ g}$ formik asit içerir. Analitik derişimi

$$c_1 = \frac{30.147 \text{ g}}{(46.03 \text{ g mol}^{-1})(1 \text{ L})} = 0.654942 \text{ mol L}^{-1}.$$

Başlangıçtaki hidronyum derişimi pH değerinden bulunur:

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_1 = 10^{-1.97} \text{ mol L}^{-1} = 0.0107152 \text{ mol L}^{-1}.$$

Buna göre, başlangıçtaki iyonlaşma derecesi

$$\alpha_1 = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_1}{c_1} = \frac{0.0107152}{0.654942} = 0.0163605.$$

Dolayısıyla, istenen son iyonlaşma derecesi

$$\alpha_2 = 10\alpha_1 = 0.163605.$$

Analitik asit derişimi c ve iyonlaşma derecesi α için,

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HCOO}^-] = c\alpha, \quad [\text{HCOOH}] = c(1 - \alpha).$$

Böylece asit ayrışma sabitinin derişimler cinsinden ifadesi

$$K_a = \frac{c\alpha^2}{1 - \alpha}.$$

Sabit sıcaklıkta bu ifade, iki çözelti için şu eşitliği verir:

$$\frac{c_1\alpha_1^2}{1 - \alpha_1} = \frac{c_2(10\alpha_1)^2}{1 - 10\alpha_1}.$$

α_1^2 sadeleştirilip eşitlik açıkça yeniden düzenlendiğinde,

$$c_1(1 - 10\alpha_1) = 100c_2(1 - \alpha_1),$$

dolayısıyla

$$\frac{c_1}{c_2} = 100 \frac{1 - \alpha_1}{1 - 10\alpha_1}.$$

Seyreltme sırasında toplam asit miktarı korunur; dolayısıyla $c_1 V_1 = c_2 V_2$. Bu nedenle,

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{c_1}{c_2} = 100 \frac{1 - 0.0163605}{1 - 0.163605} = 117.6047 \approx 118.$$

Son iyonlaşma derecesi yaklaşık 16.4% olduğundan $1 - \alpha$ çarpanları korunmalıdır; iyonlaşma derecesinin küçük olduğu yaklaşımı, seyreltme katsayısını hatalı olarak 100 verirdi.

Çözüm, resmi çözümle karşılaştırılarak kontrol edildi.

Soru 5: Bir homolog serinin ardışık iki aldehidi

Bir **B** aldehidi, aldehitlerin homolog serisinde bir **A** aldehidinden hemen sonra gelmektedir. Kütlece %23 **A** aldehidi içeren 100 g sulu çözeltiye 19 g **B** aldehidi eklenir. Aldehit çözeltisinin 2 g'ına amonyak çözeltisi içinde AgNO_3 eklenmesi sonucunda 4.35 g gümüş çöker.

Sorular:

5.1 Hangi aldehitlerin kullanıldığını hesaplayarak belirleyiniz.

5.2 Aldehitlerin yapı formüllerini veriniz.

Bağıl atom kütleleri:

$$A_r(\text{C}) = 12.01; \quad A_r(\text{O}) = 16.00; \quad A_r(\text{H}) = 1.01; \quad A_r(\text{Ag}) = 107.87$$

Soru metni resmi İngilizce metinden çevrilmiştir.

Cevaplar

- 5.1** Yükseltgenmenin karboksilat aşamasında durduğu kabul edildiğinde, **A metanal (formaldehit)**, $\text{C}=\text{O}$, ve **B etanal (asetaldehit)**, $\text{CC}=\text{O}$, olarak bulunur.
- 5.2** Metanal: $\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$, $\text{C}=\text{O}$. Etanal: $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$, $\text{CC}=\text{O}$.

Çözüm

5.1 Hesaplama yoluyla belirleme

Son çözelti

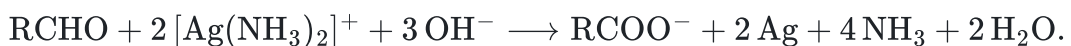
$$m_A = 100 \text{ g} \times 0.23 = 23 \text{ g}, \quad m_B = 19 \text{ g},$$

miktarlarında aldehit içerir ve toplam kütlesi

$$m_{\text{çözelti}} = 100 + 19 = 119 \text{ g}$$

olur. Dolayısıyla analiz edilen kısım, her bir aldehidin $2/119$ kadarını içerir.

Bir aldehidin amonyaklı gümüş(I) ile karboksilatına yükseltgenmesi şu şekilde gösterilir:



Yükseltgenmenin bu son aşamasında, **bir mol aldehit iki mol gümüş oluşturur.**

Elde edilen gümüşün madde miktarı

$$n(\text{Ag}) = \frac{4.35 \text{ g}}{107.87 \text{ g mol}^{-1}} = 0.0403263 \text{ mol}$$

olur. Böylece analiz edilen kısımdaki aldehitlerin toplam madde miktarı

$$n_A + n_B = \frac{0.0403263}{2} = 0.0201632 \text{ mol}$$

olur.

Doymuş, açık zincirli monoaldehit serisinin ardışık üyeleri arasında bir CH_2 farkı vardır; dolayısıyla

$$M_B - M_A = 12.01 + 2(1.01) = 14.03 \text{ g mol}^{-1}.$$

Buna göre,

$$\frac{2 \text{ g}}{119 \text{ g}} \left[\frac{23 \text{ g}}{M_A} + \frac{19 \text{ g}}{M_A + 14.03 \text{ g mol}^{-1}} \right] = 0.0201632 \text{ mol}.$$

Bu denklem çözülüp pozitif kök alındığında

$$M_A = 29.957 \text{ g mol}^{-1}, \quad M_B = 43.987 \text{ g mol}^{-1}$$

elde edilir.

Genel molekül formülü $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ olup molar kütle

$$M_n = (14.03n + 16.00) \text{ g mol}^{-1}$$

şeklindedir. A için,

$$n = \frac{29.957 - 16.00}{14.03} = 0.9948 \approx 1.$$

Dolayısıyla A bir karbon atomu, B ise iki karbon atomu içerir:

- **A:** CH_2O , metanal (formaldehit), $\text{C}=\text{O}$; $M_A = 30.03 \text{ g mol}^{-1}$.
- **B:** $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$, etanal (asetaldehit), $\text{CC}=\text{O}$; $M_B = 44.06 \text{ g mol}^{-1}$.

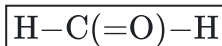
Bu formül kütleleri kullanılarak elde edilen gümüş miktarı kontrol edildiğinde,

$$m(\text{Ag}) = \frac{2}{119} \left(\frac{23}{30.03} + \frac{19}{44.06} \right) (2)(107.87) \text{ g} = 4.3407 \text{ g}$$

bulunur. Bu değer, verilen 4.35 g değerine yakındır.

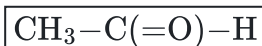
5.2 Yapı formülleri

A — metanal (formaldehit), $\text{C}=\text{O}$:



Karbonil karbonu, oksijene çift bağla ve iki hidrojen atomuna birer tek bağla bağlıdır.

B — etanal (asetaldehit), $\text{CC}=\text{O}$:

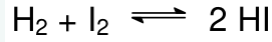


Karbonil karbonu, oksijene çift bağla, bir hidrojen atomuna ve bir metil grubuna birer tek bağla bağlıdır.

Çözüm, resmi çözümle karşılaştırılarak kontrol edildi.

Soru 6: 600 °C'de hidrojen iyodür dengesi

Aşağıdaki tepkimenin denge sabiti



600 °C'de 70.0'a eşittir.

Sorular:

6.1 Tepkimeye giren maddeler aşağıdaki oranlarda karıştırıldığında dengeye ulaşıncaya kadar iyodun yüzde kaç dönüşür?

a) 600 °C'de 1 : 1 mol oranında;

b) 600 °C'de 2 : 1 mol oranında (hidrojen miktarı iyot miktarının iki katıdır).

6.2 600 °C'de dengeye ulaşıncaya kadar iyodun %99'unun hidrojen iyodüre dönüşmesi için bir mol iyot ile kaç mol hidrojen karıştırılmalıdır?

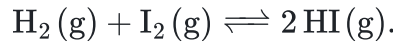
Soru metni resmi İngilizce metinden çevrilmiştir.

Cevaplar

- **6.1 a)** İyodun 80.7%'si dönüşür.
- **6.1 b)** İyodun 95.1%'i dönüşür.
- **6.2** Başlangıçta bir mol iyot ile 6.59 mol **hidrojen** karıştırılmalıdır.

Çözüm

Denkleştirilmiş denge tepkimesi şöyledir:



Kimyasal türler hidrojen, H_2 , $[\text{H}][\text{H}]$; iyot, I_2 , II ; ve hidrojen iyodür, HI , $[\text{H}]\text{I}$ şeklindedir.

Başlangıçta 1.00 mol iyot ve r mol hidrojen bulunduğunu, hidrojen iyodür ise bulunmadığını kabul edelim. Başlangıçtaki iyodun dönüşen kesri x olsun.

Kimyasal tür	Başlangıç miktarı / mol	Dengedeki miktar / mol
H_2	r	$r - x$
I_2	1	$1 - x$
HI	0	$2x$

600 °C'de,

$$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = 70.0.$$

Stokiyometrik katsayıların toplamı her iki tarafta eşit olduğundan hacim çarpanları sadeleşir:

$$70.0 = \frac{(2x/V)^2}{((r-x)/V)((1-x)/V)} = \frac{4x^2}{(r-x)(1-x)}.$$

6.1 a) Başlangıç mol oranı 1 : 1

Burada $r = 1$ olduğundan

$$70.0 = \frac{4x^2}{(1-x)^2}.$$

$0 < x < 1$ olduğundan pozitif karekök alındığında

$$\sqrt{70.0} = \frac{2x}{1-x}, \quad x = \frac{\sqrt{70.0}}{2 + \sqrt{70.0}} = 0.807073.$$

Dolayısıyla,

$$\boxed{\text{iyot dönüşümü} = 80.7\%}$$

6.1 b) Başlangıç mol oranı 2 : 1

Burada $r = 2$:

$$70.0 = \frac{4x^2}{(2-x)(1-x)}.$$

Yeniden düzenlendiğinde,

$$\begin{aligned} 70(2 - 3x + x^2) &= 4x^2, \\ 33x^2 - 105x + 70 &= 0. \end{aligned}$$

Böylece,

$$x = \frac{105 \pm \sqrt{1785}}{66}.$$

Büyük kök olan 2.23105 mümkün değildir; çünkü iyodun dönüşen kesri 1'i aşamaz. Fiziksel olarak anlamlı kök şöyledir:

$$x = \frac{105 - \sqrt{1785}}{66} = 0.950769.$$

Dolayısıyla,

$$\boxed{\text{iyot dönüşümü} = 95.1\%}$$

6.2 99% iyot dönüşümü için gereken hidrojen

$x = 0.99$ alalım. Başlangıçta bir mol iyot bulunduğunda dengedeki miktarlar şöyledir:

$$n(\text{I}_2) = 0.01 \text{ mol}, \quad n(\text{HI}) = 1.98 \text{ mol}, \quad n(\text{H}_2) = (r - 0.99) \text{ mol}.$$

Buna göre,

$$70.0 = \frac{1.98^2}{(r - 0.99)(0.01)}.$$

Başlangıçtaki hidrojen miktarı için çözüldüğünde,

$$r = 0.99 + \frac{1.98^2}{70.0(0.01)} = 6.59057.$$

Dolayısıyla,

$$n_0(\text{H}_2) = 6.59 \text{ mol her 1 mol iyot için.}$$

Bu hidrojenin 0.99 mol'ü tepkimeye girer ve dengede yaklaşık 5.60 mol hidrojen kalır.

Çözüm, resmi çözümle karşılaştırılarak kontrol edildi.

Soru 7: Doymuş bir hidrokarbonun yükseltgenme ürünleri

Doymuş bir hidrokarbon olan **A**, katalitik yükseltgenmeyle kısmen ikincil bir alkol olan **B**'ye, kısmen de bir keton olan **C**'ye dönüşür. Bu keton, katalizör varlığında nitrik asitle yükseltgendiğinde, formülü $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$ olan **D** bileşiğini verir. **D** bileşiği asetik anhidrit varlığında ısıtıldığında bir keton olan **E** oluşur; bu oluşuma CO_2 ve H_2O çıkışı eşlik eder. **E** ve **C** bileşikler benzer yapıya sahiptir, ancak **E** bileşiği **C** ketonundan bir metilen grubu daha az içerir. **D** bileşiği, polikondenzasyon yoluyla elde edilen önemli bir sentetik lifin üretiminde kullanılan başlangıç maddelerinden biridir.

Soru:

7.1 A, B, C, D ve E bileşiklerinin yapı formüllerini yazınız.

Soru metni resmi İngilizce metinden çevrilmiştir.

Cevaplar

- 7.1:** Bileşikler şunlardır:

Bileşik	Adı	Yapısal açıklama	SMILES
A	Sikloheksan	Metilen gruplarından oluşan altı üyeli halka	<chem>C1CCCCC1</chem>
B	Sikloheksanol	Bir $\text{CH}(\text{OH})$ grubu ve beş metilen grubu içeren altı üyeli karbon halkası	<chem>OC1CCCCC1</chem>
C	Sikloheksanon	Bir karbonil karbonu ve beş metilen grubu içeren altı üyeli halka	<chem>O=C1CCCCC1</chem>
D	Adipik asit (hekzandioik asit)	$\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	<chem>O=C(O)CCCC(=O)O</chem>
E	Siklopentanon	Bir karbonil karbonu ve dört metilen grubu içeren beş üyeli halka	<chem>O=C1CCCC1</chem>

Çözüm

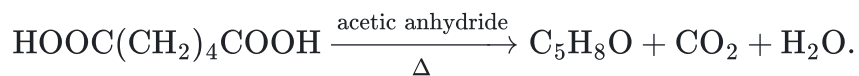
7.1

Lif üretimine ilişkin ipucu, **D**'nin naylon-6,6 üretiminde kullanılan bir monomer olan **adipik asit** olduğunu gösterir. Yapısı, $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$, tam olarak istenen $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$ molekül formülüne sahiptir. İki olan doymamışlık derecesi,

$$\text{DBE} = \frac{2(6) + 2 - 10}{2} = 2,$$

iki karboksil grubunun karbonil gruplarıyla açıklanır.

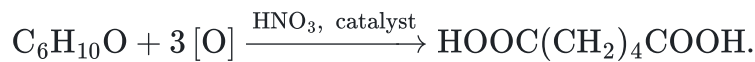
Adipik asit, **asetik anhidrit**, $\text{CC}(=\text{O})\text{OC}(\text{C})=\text{O}$, varlığında ısıtıldığında molekül içi ketonik dekarboksilasyona uğrar. Dört metilen karbonu ve bir karboksil karbonu, beş üyeli bir keton halkası oluşturur; diğer karboksil karbonu **karbondioksit**, $\text{O}=\text{C}=\text{O}$, olarak ayrılır. Denkleştirilmiş net tepkimede ayrıca **su**, O , oluşur:



Dolayısıyla **E**, **siklopentanondur**.

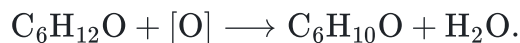
C benzer bir yapıya sahip olduğundan, ancak bir metilen grubu daha fazla içerdiğinden, **C** **sikloheksanon olmalıdır**. Altı üyeli halkası beş metilen grubu ve bir karbonil karbonu içerirken, siklopentanon dört metilen grubu ve bir karbonil karbonu içerir.

Sikloheksanonun **nitrik asit**, $\text{O}=[\text{N}^+](\text{O}^-)\text{O}$, ile yükseltgenmesi, karbonil grubuna komşu bir karbon-karbon bağı kırar ve halkayı açarak adipik asit verir:

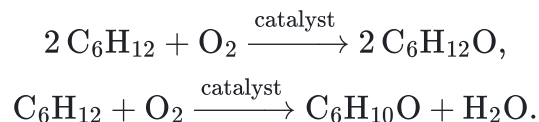


Burada $[\text{O}]$, yükseltgen tarafından sağlanan biçimsel bir oksijen atomu eşdeğerini temsil eder. Bu denkleştirilmiş yükseltgenme denkleminde, soruda olduğu gibi, azot içeren indirgenme ürünleri belirtilmemiştir.

Buna karşılık gelen ikincil alkol **B**, dolayısıyla **sikloheksanoldür**. Hidroksil grubunu taşıyan karbon, başka iki karbon atomuna bağlıdır; bu da onu ikincil bir alkol yapar. Bu grubun yükseltgenmesi ketonu verir:



Son olarak, bu altı üyeli karbon iskeletini koruyan doymuş hidrokarbon **sikloheksan, A**'dir. **Oksijen**, $\text{O}=\text{O}$, ile katalitik yükseltgenmesi, aşağıdaki denkleştirilmiş toplam tepkimeler yoluyla sikloheksanol ve sikloheksanon verir:



Dolayısıyla beş yapının tümü, yükseltgenme dizisiyle, **C**'den **E**'ye geçerken bir metilen grubunun eksilmesiyle ve sentetik life ilişkin ipucuyla uyumludur.

Çözüm, resmi çözümle karşılaştırılarak kontrol edildi.

Soru 8: Moleküler özellikler tablosu ve izoelektronik türler

a) Tablonun sol tarafında yazılı ifadelerin doğru olduğu moleküller için ilgili kutucuğa "+" işareti koyunuz.

İfade	Molekül			
	C ₂ H ₄	N ₂ H ₄	H ₂ O ₂	H ₂ F ₂
Aynı türden iki atom arasında kovalent bağ vardır				
Molekül çift bağ içerir				
Molekül düzlemseldir				
Molekül polardır				
Molekülde ayrıca hidrojen bağı vardır				
Suya karşı bazik özellik gösterir				

b) Aşağıdaki ifade ve tablo eksiktir. Noktalı yerleri sırasıyla eksik sözcük ve eksik formüllerle doldurunuz.

İfade: Tabloda alt alta yer alan moleküllerin (iyonların) elektronik yapıları

CH ₄	C ₂ H ₆	CO ₃ ²⁻		C ₂ O ₄ ²⁻	
NH ₄ ⁺	N ₂ H ₆ ²⁺		NO ₂ ⁺		N ₂

Soru metni resmi İngilizce metinden çevrilmiştir.

Cevaplar

- a) "+" işaretlerini aşağıdaki gibi yerleştiriniz. Boş hücreler yanlış ifadeleri gösterir.

İfade	C ₂ H ₄	N ₂ H ₄	H ₂ O ₂	H ₂ F ₂
Aynı türden iki atom arasında kovalent bağ vardır	+	+	+	
Molekül çift bağ içerir	+			
Molekül düzlemseldir	+			+
Molekül polardır		+	+	+
Molekülde ayrıca hidrojen bağı vardır				+
Suya karşı bazik özellik gösterir		+		

- b) Eksik sözcük: **aynıdır**; burada kastedilen, karşılıklı türlerin benzer Lewis elektron yapılarına sahip ve **izoelektronik** olmasıdır.

Tutarlı bir tamamlama şöyledir:

CH ₄	C ₂ H ₆	CO ₃ ²⁻	CO ₂	C ₂ O ₄ ²⁻	C ₂ ²⁻
NH ₄ ⁺	N ₂ H ₆ ²⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁺	N ₂ O ₄	N ₂

Çözüm

a)

Dört formülün temsil ettiği yapılar şunlardır:

Tür	Adı	SMILES	İlgili yapı
C ₂ H ₄	Eten (etilen)	C=C	Çift bağla birbirine bağlanmış, üçgen düzlemsel geometriye sahip iki karbon atomu; altı atomun tümü aynı düzlemde.
N ₂ H ₄	Hidrazin	NN	Tek bir azot–azot bağı; her azot piramidal geometriye sahiptir. Denge konformasyonu düzlemsel değildir ve gauche konformasyonudur.
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit	OO	Tek bir oksijen–oksijen bağı ve düzlemsel olmayan, çarpık bir denge konformasyonu.
H ₂ F ₂	Hidrojen florür dimeri	[H]F. [H]F	Düzlemsel bir denge düzeninde hidrojen bağıyla birbirine bağlanmış iki hidrojen florür birimi.

Standart SMILES gösterimi bu konformasyonları belirtmez ve hidrojen florür dimerinin iki bileşeni arasındaki hidrojen bağına kodlamaz.

1. Aynı türden iki atom arasında kovalent bağ.

Eten karbon–karbon bağı, hidrazin azot–azot bağı ve hidrojen peroksit oksijen–oksijen bağı içerir. Hidrojen florür dimeri kovalent hidrojen–flor bağları ve bir hidrojen bağı içerir; kovalent flor–flor veya hidrojen–hidrojen bağı içermez.

2. Çift bağ.

Yalnızca eten çift bağ içerir: karbon–karbon bağı bir σ bağı ve bir π bağından oluşur.

3. Düzlemsellik.

Eten düzlemseldir; çünkü karbon atomları üçgen düzlemsel geometriye sahiptir ve birbirine paralel p orbitalleri π bağına oluşturur. Hidrojen florür dimeri de düzlemseldir, ancak düz bir zincir olarak gösterilmesi gerekmez. Hidrazin ve hidrojen peroksitin denge yapıları düzlemsel değildir.

4. Polarlık.

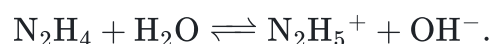
Etenin simetrisi nedeniyle kalıcı moleküler dipol momenti sıfırdır. Hidrazin, hidrojen peroksit ve hidrojen florür dimerindeki bağ dipolleri ve elektron dağılımları birbirini dengelemediğinden bu üç tür polardır.

5. Listelenen türlerin kendi içindeki hidrojen bağları.

Yalnızca hidrojen florür dimeri, belirtilen birliğin bir parçası olarak hidrojen bağı içerir: bir flor atomuna kovalent olarak bağlı olan hidrojen, diğer flor atomuyla etkileşir. Tek tek hidrazin ve hidrojen peroksit molekülleri molekül içi hidrojen bağı içermez. **Ayrı moleküller arasında** hidrojen bağı oluşturabilmeleri, bu satıra "+" konulmasını gerektirmez.

6. Suya karşı bazik özellikler.

Hidrazin, azot üzerindeki bir ortaklanmamış elektron çifti aracılığıyla sudan proton alır:



Burada su O, hidrazinyum iyonu $N[NH_3^+]$ ve hidroksit iyonu $[OH^-]$ şeklindedir. Hidroksit oluşumu, çözeltinin bazik olmasını açıklar. Eten suya karşı kayda değer ölçüde baz olarak davranmaz; hidrojen peroksit ve hidrojen florür suda asidik davranış gösterir.

b)

İşaretli yükü temel yük birimi cinsinden q olarak ifade edilen bir türün toplam elektron sayısı şöyledir:

$$N_e = \sum_{\text{atomlar}} Z - q.$$

Dolayısıyla pozitif yük elektron sayısını azaltır, negatif yük ise artırır.

Bir karbon atomunun azotla değiştirilmesi, çekirdek yükünü bir artırır. Aynı zamanda türün pozitif yükünün de bir artırılması, elektron sayısını korur. Bu işlemin tutarlı biçimde uygulanması, tamamlanmış tablodaki altı çiftin tümünü verir.

Üstteki tür: adı ve SMILES gösterimi	Altındaki tür: adı ve SMILES gösterimi	Toplam elektron sayısının kontrolü
Metan, CH_4 : C	Amonyum iyonu, NH_4^+ : $[NH_4^+]$	$6 + 4 = 7 + 4 - 1 = 10$
Etan, C_2H_6 : CC	Hidrazin-1,2-diilyum iyonu, $N_2H_6^{2+}$: $[NH_3^+][NH_3^+]$	$2(6) + 6 = 2(7) + 6 - 2 = 18$
Karbonat iyonu, CO_3^{2-} : $[O^-]C(=O)[O^-]$	Nitrat iyonu, NO_3^- : $[O^-][N^+](=O)[O^-]$	$6 + 3(8) + 2 = 7 + 3(8) + 1 = 32$
Karbondioksit, CO_2 : $O=C=O$	Nitronyum iyonu, NO_2^+ : $O=[N^+]=O$	$6 + 2(8) = 7 + 2(8) - 1 = 22$
Oksalat iyonu, $C_2O_4^{2-}$: $[O^-]C(=O)C(=O)[O^-]$	Diazot tetraoksit, N_2O_4 : $[O^-][N^+](=O)[N^+](=O)[O^-]$	$2(6) + 4(8) + 2 = 2(7) + 4(8) = 46$
Asetilür dianyonu (etindiit), C_2^{2-} : $[C^-]\#[C^-]$	Diazot, N_2 : $N\#N$	$2(6) + 2 = 2(7) = 14$

SMILES gösterimleri temsili Lewis yapılarını gösterir; oksijen içeren gruplardaki rezonans delokalizasyonunu kodlamaz.

Karşılıklı çiftler aynı sayıda değerlik elektronuna ve benzer bağlanma düzenlerine sahiptir. Özellikle karbondioksit ve nitronyum iyonu doğrusaldır; asetilür dianyonu ve diazotun her ikisi de üçlü bağ içerir ve her atom üzerinde bir ortaklanmamış elektron çifti bulunur.

SMILES gösterimi $[C^-]\#[O^+]$ olan karbonmonoksit, CO , de üçlü bağ içerir, her atom üzerinde bir ortaklanmamış elektron çifti bulunur ve elektron sayısı şöyledir:

$$N_e = 6 + 8 = 14.$$

Bu nedenle son boşluk için o da uygundur.

Burada "aynı" sözcüğü, elektron sayısı ve Lewis yapısı bakımından kastedilen karşılıklılığı tanımlar; orbital enerjilerinin, bağ kuvvetlerinin veya diğer fiziksel özelliklerin aynı olduğu anlamına gelmez.

Sonuçlar, düzenleyicilerin yayımladığı resmi sonuçlarla karşılaştırılarak kontrol edildi.