

IChO 1969

Teorik sorular ve çözümler · Katowice, Polonya · 4 teori sorusu, tam çözümleriyle

eulersolve.org/icho/1969/

Soru 1: Potasyum sülfat çözeltisinin elektrolizi

20 g potasyum sülfat, 150 cm³ suda çözüldü. Ardından çözelti elektroliz edildi. Elektrolizden sonra çözeltideki potasyum sülfatın kütlece yüzdesi %15 oldu.

Soru:

20 °C sıcaklıkta ve 101 325 Pa basınçta hangi hacimlerde hidrojen ve oksijen elde edilmiştir?

Soru metni resmi İngilizce metinden çevrilmiştir.

Cevaplar

- **Soru 1:** Hidrojen, H₂ ([H] [H]): 49.0 dm³; oksijen, O₂ (O=O): 24.5 dm³.

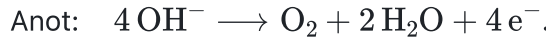
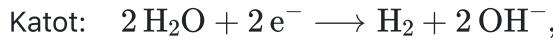
Çözüm

Soru 1

İnert elektrotlarla olağan elektroliz koşullarının geçerli olduğunu, suyun yoğunluğunun 1.00 g cm⁻³ olduğunu, buharlaşmanın ihmal edilebilir olduğunu ve gazların ideal gaz davranışı gösterdiğini varsayalım.

Potasyum sülfat, K₂SO₄ ([K+] · [K+] · [O-]S(=O)(=O)[O-]), elektrolit görevi görür ve çözeltide kalır. Su, H₂O (o), hidrojen ve oksijene ayrıştır.

Hidroksit iyonları, OH⁻ ([OH-]), kullanılarak yazılan elektrot tepkimeleri şöyledir:



Katot tepkimesi ikiyle çarpılıp anot tepkimesiyle toplandığında şu tepkime elde edilir:



Böylece gaz hâlindeki ürünler ortamdan uzaklaştıkça çözeltinin kütlesi azalırken, çözeltideki potasyum sülfat miktarı 20 g olarak kalır.

Çözeltinin başlangıçtaki kütlesi şöyledir:

$$m_{\text{initial}} = 20 \text{ g} + (150 \text{ cm}^3)(1.00 \text{ g cm}^{-3}) = 170 \text{ g}.$$

Son çözelti kütlece 15% potasyum sülfat içerdiğinden,

$$0.15 = \frac{20 \text{ g}}{m_{\text{final}}}, \quad m_{\text{final}} = \frac{20}{0.15} = 133.333 \dots \text{ g}.$$

Dolayısıyla ayrıışan suyun kütlesi şöyledir:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 170 - 133.333 \dots = 36.666 \dots \text{ g.}$$

$M(\text{H}_2\text{O}) = 18.0 \text{ g mol}^{-1}$ kullanılarak,

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{36.666 \dots \text{ g}}{18.0 \text{ g mol}^{-1}} = 2.037 \dots \text{ mol.}$$

Toplam tepkimeden řu sonuçlar elde edilir:

$$n(\text{H}_2) = 2.037 \dots \text{ mol}, \quad n(\text{O}_2) = 1.0185 \dots \text{ mol.}$$

$T = 293.15 \text{ K}$ ve $p = 101\,325 \text{ Pa}$ koşullarında, $R = 8.314 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ alınarak $V = nRT/p$ bağıntısı uygulanır:

$$V(\text{H}_2) = \frac{(2.037 \dots)(8.314)(293.15)}{101\,325} \text{ m}^3 = \boxed{49.0 \text{ dm}^3}.$$

Aynı sıcaklık ve basınçta oksijen, hidrojenin hacminin yarısı kadar hacim kaplar:

$$V(\text{O}_2) = \frac{1}{2} V(\text{H}_2) = \boxed{24.5 \text{ dm}^3}.$$

Çözüm, resmi çözümle karşılaştırılarak kontrol edildi.

Soru 2: İki potasyum-azot-oksijen bileşii

Bir **A** bileşii % 38.67 potasyum, % 13.85 azot ve % 47.48 oksijen içerir. Isıtıldığında % 45.85 potasyum, % 16.47 azot ve % 37.66 oksijen içeren bir **B** bileşiiine dönüşür.

Soru:

2.1 Bileşiklerin stokiyometrik formülleri nelerdir?

2.2 İlgili kimyasal tepkime denklemini yazınız.

Soru metni resmi İngilizce metinden çevrilmiştir.

Cevaplar

- 2.1** **A**, potasyum nitrattır, KNO_3 , SMILES $[\text{K}^+] \cdot [\text{O}^-] [\text{N}^+] (= \text{O}) [\text{O}^-]$. **B**, potasyum nitrittir, KNO_2 , SMILES $[\text{K}^+] \cdot [\text{O}^-] \text{N}=\text{O}$.
- 2.2**



Açığa çıkan gaz dioksijendir, SMILES $\text{O}=\text{O}$.

Tuzların SMILES gösterimleri, bir formül birimini oluşturan iyonları belirtir; kristal örgüsünü tanımlamaz.

Çözüm

2.1

Her bileşikten 100.00 g kütleli bir örnek alalım. Bu durumda elementlerin gram cinsinden kütleleri, verilen yüzde değerlerine eşit olur. Atomların molar kütlelerini

$$M(\text{K}) = 39.10, \quad M(\text{N}) = 14.01, \quad M(\text{O}) = 16.00 \text{ g mol}^{-1},$$

kullanarak her birinin madde miktarını $n = m/M$ bağıntısından hesaplayalım. Örneğin, **A** bileşiğindeki potasyum için,

$$n(\text{K}) = \frac{38.67 \text{ g}}{39.10 \text{ g mol}^{-1}} = 0.9890 \text{ mol}.$$

Bileşik	$n(\text{K}), \text{ mol}$	$n(\text{N}), \text{ mol}$	$n(\text{O}), \text{ mol}$
A	0.9890	0.9886	2.968
B	1.173	1.176	2.354

Her bileşikteki madde miktarlarını o bileşikteki azotun madde miktarına böldüğümüzde atom sayılarının oranlarını elde ederiz:

$$\begin{aligned} \mathbf{A} : \quad \text{K} : \text{N} : \text{O} &\approx 1.000 : 1.000 : 3.002 \approx 1 : 1 : 3, \\ \mathbf{B} : \quad \text{K} : \text{N} : \text{O} &\approx 0.9975 : 1.000 : 2.002 \approx 1 : 1 : 2. \end{aligned}$$

Dolayısıyla stokiyometrik formüller şöyledir:

$$\mathbf{A} = \text{KNO}_3, \quad \mathbf{B} = \text{KNO}_2.$$

2.2

Potasyum nitrat, ısıtıldığında potasyum nitrit ve oksijene ayrışır. Formüldeki değişimde potasyum ve azot korunurken her formül biriminden bir oksijen atomu ayrılır. Dolayısıyla iki formül biriminden bir dioksijen molekülü açığa çıkar:



Her iki tarafta da iki potasyum atomu, iki azot atomu ve altı oksijen atomu bulunur.

Çözüm, resmi çözümle karşılaştırılarak kontrol edildi.

Soru 3: Gaz hâlindeki bir hidrokarbonun yanma analizi

Bilinmeyen, gaz hâlindeki bir hidrokarbonun 10 cm³ hacmindeki örneği 70 cm³ oksijenle karıştırıldı ve karışım bir elektrik kıvılcımı yardımıyla tutuşturuldu. Tepkime tamamlanıp su buharı sıvılaştırıldığında gazların son hacmi 65 cm³'e düştü. Bu karışım daha sonra bir potasyum hidroksit çözeltisiyle tepkimeye sokuldu ve gazların hacmi 45 cm³'e düştü.

Soru:

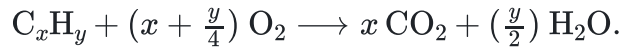
Gazların hacimleri standart sıcaklık ve basınç (STP) koşullarında ölçüldüğüne göre bilinmeyen hidrokarbonun molekül formülü nedir?

Cevaplar

- 3. $\boxed{\text{C}_2\text{H}_2}$: **etin (asetilen)**, SMILES $\text{C}\# \text{C}$.

Çözüm

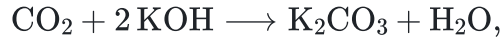
3. Hidrokarbonun molekül formülü C_xH_y olsun. Tam yanması aşağıdaki denkleme göre gerçekleşir:



Aynı sıcaklık ve basınçta gaz hacimleri, mol cinsinden madde miktarlarıyla doğru orantılıdır.

Su, SMILES O , yoğuştuğundan sonra geriye kalan gazlar karbondioksit, SMILES $\text{O}=\text{C}=\text{O}$, ve artan oksijendir, SMILES $\text{O}=\text{O}$.

Potasyum hidroksit, SMILES $[\text{K}^+] \cdot [\text{OH}^-]$, karbondioksiti soğurur. Alkali fazlası varlığında bu tepkime



şeklinde gerçekleşir ve potasyum karbonat, SMILES $[\text{K}^+] \cdot [\text{K}^+] \cdot [\text{O}^-]\text{C}(=\text{O})[\text{O}^-]$, oluşur.

Böylece oluşan karbondioksitin hacmi

$$V_{\text{CO}_2} = (65 - 45) \text{ cm}^3 = 20 \text{ cm}^3.$$

Her bir mol hidrokarbondan x mol karbondioksit oluşur; dolayısıyla

$$x = \frac{20 \text{ cm}^3}{10 \text{ cm}^3} = 2.$$

Soğurmadan sonra geriye kalan gaz, tepkimede kullanılmamış oksijendir. Bu nedenle,

$$V_{\text{O}_2, \text{ tüketilen}} = (70 - 45) \text{ cm}^3 = 25 \text{ cm}^3.$$

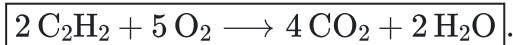
Yanma denkleminde ise

$$x + \frac{y}{4} = \frac{25 \text{ cm}^3}{10 \text{ cm}^3} = 2.5.$$

$x = 2$ yerine konulduğunda,

$$2 + \frac{y}{4} = 2.5 \implies y = 2.$$

Dolayısıyla hidrokarbon **etin (asetilen)**, C_2H_2 , SMILES $\text{C}\# \text{C}$, olup denkleştirilmiş yanma denklemi şöyledir:



Kontrol etmek gerekirse, 10 cm^3 etin, 25 cm^3 oksijen tüketir ve 20 cm^3 karbondioksit oluşturur.

Yoğuşmadan sonra gaz hacmi $45 + 20 = 65 \text{ cm}^3$ olur; karbondioksitin soğurulmasıyla geriye 45 cm^3 gaz kalır ve bu da her iki gözlemle uyumludur.

Çözüm, resmi çözümle karşılaştırılarak kontrol edildi.

Soru 4: Kalsiyum karbür ve sudan elde edilebilen ürünler

Kalsiyum karbür ve su, aşağıdaki maddelerin üretimindeki temel ham maddelerdir:

- a) etanol
- b) asetik asit
- c) etilen ve polietilen
- d) vinil klorür
- e) benzen

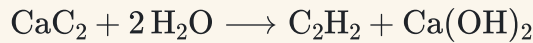
Soru:

Yukarıda belirtilen bileşiklerin elde edilmesini sağlayan her bir tepkimenin temel kimyasal denklemini yazınız.

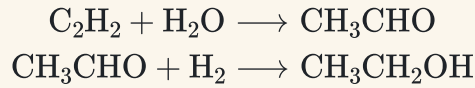
Soru metni resmi İngilizce metinden çevrilmiştir.

Cevaplar

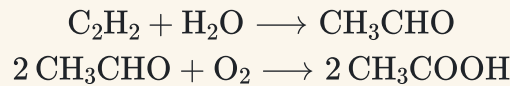
Tüm sentez yolları asetilen (etin), $C\equiv C$, oluşumuyla başlar:



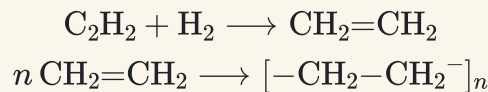
- **a) Etanol**, CCO : asetileni hidrasyonla etanale dönüştürün, ardından hidrojenleyin.



- **b) Asetik asit**, $CC(=O)O$: asetileni hidrasyonla etanale dönüştürün, ardından yükseltgeyin.

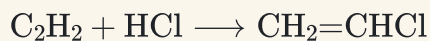


- **c) Etilen (eten)**, $C=C$, ve **polietilen**, tekrar biriminin SMILES gösterimi $[*]CC[*]$: asetileni kısmen hidrojenleyin, ardından polimerleştirin.

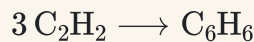


Tekrar biriminin SMILES gösterimindeki yıldızlar, zincirin devamına olan bağlantıları belirtir; molekülün tam bir SMILES gösterimi için zincir uzunluğunun ve uç grupların belirtilmesi gerekir.

- **d) Vinil klorür (kloroeten)**, $C=CCl$: asetilene hidrojen klorür katın.



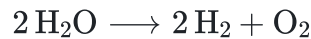
- **e) Benzen**, $c1ccccc1$: asetileni siklotrimerleştirin.



Çözüm

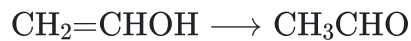
Ortak başlangıç tepkimesi, kalsiyum karbürün hidrolizidir. Su, kalsiyum karbürün asetilür bileşenini protonlayarak asetilen açığa çıkarır ve geride kalsiyum hidroksit bırakır. Bu maddeler kalsiyum karbür, $[Ca+2] \cdot [C-] \# [C-]$; su, O; ve kalsiyum hidroksittir, $[Ca+2] \cdot [OH-] \cdot [OH-]$. Birbirine bağlı olmayan bileşenler içeren tuz SMILES gösterimleri, bağımsız molekülleri değil, iyonik formül birimlerini temsil eder.

Hidrojen, $[H][H]$, ve oksijen, $O=O$, aşağıdaki sentez yollarında yardımcı reaktiflerdir. Bunlar elektroliz yoluyla sudan da elde edilebilir:



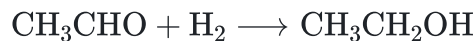
a) Etanol

Asetilenin asidik sulu çözeltide cıva(II) iyonları, $[Hg+2]$, katalizörlüğünde hidratasyonu, etanal (asetaldehit), $CC=O$, verir. Başlangıçta oluşan enol, keto–enol tautomerisi yoluyla yeniden düzenlenen vinil alkoldür (etenol), $C=CO$:



Dolayısıyla net hidratasyon denklemi $C_2H_2 + H_2O \longrightarrow CH_3CHO$ şeklindedir.

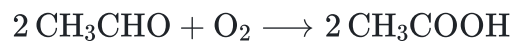
Etanalın, örneğin nikel üzerinde, katalitik hidrojenlenmesi karbonil grubunu birincil alkole indirger:



İki karbonlu iskelet korunur ve etanol elde edilir.

b) Asetik asit

Önce (a)'daki ile aynı hidratasyon tepkimesiyle etanal hazırlayın. Yükseltgenme, etanalın aldehit grubunu karboksil grubuna dönüştürür:



Her etanal molekülü bir oksijen atomu kazanır; dolayısıyla bir oksijen molekülü iki etanal molekülünü yükseltger.

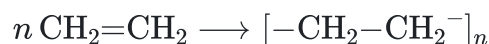
c) Etilen ve polietilen

Seçici katalitik hidrojenleme, asetilenin üçlü bağının bir kısmına bir hidrojen molekülü katar:



Katalizör ve tepkime koşulları, tepkimenin etilen aşamasında durmasını desteklemelidir.

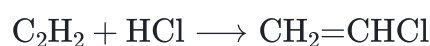
Ardından etilen, örneğin yüksek sıcaklık ve basınçta radikalik başlatma kullanılarak, katılma polimerleşmesine uğrar:



Monomerler bir zincir oluşturacak şekilde birleşirken çift bağlar tek bağlara dönüşür. Her monomer, küçük bir molekül ayrılmaksızın bir $-CH_2-CH_2^-$ tekrar birimi sağlar.

d) Vinil klorür

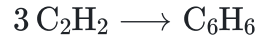
Hidrojen klorür, Cl , asetilenin üçlü bağına katılır. Yaygın olarak kullanılan bir katalizör, cıva(II) klorürdür, $Cl[Hg]Cl$:



Bir eşdeğer hidrojen klorürün katılması, bir klor sübstitüenti taşıyan çift bağa sahip vinil klorürü verir. Hidrojen klorür, iki temel ham maddede bulunmayan kloru sağlar.

e) Benzen

Aktif karbon gibi uygun bir katalizör üzerinde ısıtıldığında, üç asetilen molekülü siklotrimerleşmeye uğrar:



Bu moleküllerin altı karbon atomu, benzenin altı üyeli aromatik halkasını oluşturur. Altı hidrojen atomunun tamamı korunur ve herhangi bir eş ürün oluşması gerekmez.

Çözüm, resmi çözümle karşılaştırılarak kontrol edildi.