

2006 Yılı 14. Ulusal Kimya Olimpiyatları 2. Aşama Soru ve Çözümleri

Anorganik Kimya 1

a) Hidrojen atomunun ışıma spektrumundaki Pfund serisi çizgilerinin en düşüğünün dalga boyu $1.458 \mu\text{m}$, en yüksekini ise $4.055 \mu\text{m}$ 'dir. Pfund serisini oluşturan çizgiler hangi elektron geçişlerinden kaynaklanmaktadır? (Pfund serisi, tıpkı Balmer serisi gibi, hidrojen ışıma spektrumunda belli dalga boyları arasında bulunan çizgilerden oluşur)
Hidrojen atomunda elektronun enerjisi, $E_n = -R_H(Z^2/n^2)$, $R_H = 2.18 \times 10^{-18} \text{ J}$.

b) Çok elektronlu bir atomda, aşağıdaki kuantum sayılarına sahip en fazla kaç elektron olabilir? Açıklayarak cevaplayınız.

i. $n = 4$

ii. $n = 2, l = 2$

iii. $n = 3, l = 2$

iv. $n = 4, m_l = +1$

v. $n = 5, l = 2, m_l = -3$

c) Yüzde 69.81'i demir olan bir demir oksit bileşiğinin 12.77 gramı, 1.0 atmosfer basınç ve 25°C 'ta 5.00 litre karbon monoksit ile indirgendiğinde 6.50 gram demir elde ediliyor. Bu tepkimenin yüzde verimini hesaplayınız.

ÇÖZÜM

a) Enerji geçişlerinin en düşük dalga boyuna sahip olanı en yüksek enerjiye sahiptir. n katmanından sonsuza elektron geçişi için eşitlik aşağıdaki gibidir.

$$E = -2.18 \times 10^{-18} \text{ J} \left[\left(\frac{1^2}{\infty^2} \right) - \left(\frac{1^2}{n^2} \right) \right] = hc/\lambda = 6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8 / (1.458 \times 10^{-6}) = 1.36 \times 10^{-19} \text{ J}$$
$$2.18 \times 10^{-18} / n^2 = 1.36 \times 10^{-19}$$

$$n = 4$$

En yüksek dalga boyuna sahip enerji ise en düşüktür. $n=4$ 'ten $n=5$ 'e elektron geçiştir.

$$E = -2.18 \times 10^{-18} \text{ J} \left[\left(\frac{1^2}{5^2} \right) - \left(\frac{1^2}{4^2} \right) \right] = hc/\lambda = 6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8 / (4.055 \times 10^{-6}) = 4.91 \times 10^{-20} \text{ J}$$

b) i. $n = 4$; 4s orbitali 2, 4p orbitali 6, 4d orbitali 10 ve 4f orbitali 14 elektron alabilir. Toplamda ise **32 elektron**.

ii. $n = 2, l = 2$; $n=2$ için maksimum l sayısı 1'dir. Bu nedenle böyle bir elektron yoktur. **0 elektron**.

iii. $n = 3, l = 2$; $l=2$ d orbitalini temsil eder ve 3d orbitali **10 elektron** alabilir.

iv. $n = 4, m_l = +1$; $m_l = +1$ kuantum numarasına sahip $l=1, l=2$ ve $l=3$ için toplamda 3 orbital yani **6 elektron** bu kuantum numaralarına sahiptir.

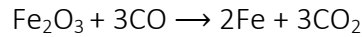
v. $n = 5, l = 2, m_l = -3$; $l=2$ için m_l kuantum sayıları -2 ile 2 dahil aradaki tam sayılardır. Bu nedenle böyle bir elektron yoktur. **0 elektron**.

c) Bileşikteki demir miktarı = $12.77 \text{ g} \times 0.6981 = 8.915 \text{ g}$

Bileşikteki demir mol miktarı = $8.915 \text{ g} / 55.8 \text{ g mol}^{-1} = 0.160 \text{ mol}$

Bileşikteki oksijen mol miktarı = $(12.77 \text{ g} \times 0.3019) / 16.0 \text{ g mol}^{-1} = 0.24 \text{ mol}$

Bu bileşik Fe_2O_3 'tür. $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0.08 \text{ mol}$



$n(\text{CO}) = 5 / 24.44 = 0.205 \text{ mol}$

$(0.205/3) < (0.08/1)$ ise CO sınırlayıcı bileşendir.

Elde edilen demir mol miktarı = $6.50 \text{ g} / 55.8 \text{ g mol}^{-1} = 0.1165 \text{ mol}$

Teorik olarak elde edilecek demir miktarı = $0.205 \text{ mol} \times (2/3) = 0.1367 \text{ mol}$

Yüzde verim = $(0.1165/0.1367) \times \%100 = \%85.2$

Anorganik Kimya 2

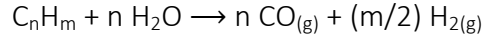
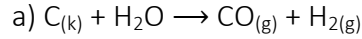
a) Hidrojen gazının kömürden ve petrol ürünlerinden elde edilmesini sağlayan tepkimeleri yazınız.

b) Hidrojenin endüstride en çok kullanıldığı 3 alanı belirtiniz.

c) Demir düşük sıcaklıkta α -Fe ve yüksek sıcaklıkta γ -Fe kristal formlarına sahiptir. Hacim merkezli küp olan α -Fe kristalinin birim hücre boyutu 2.87 Å ve 25°C 'teki yoğunluğu 7.86 g/cm^3 tür. Yüzey merkezli küp olan γ -Fe kristalinin birim hücre boyutu ise 3.59 Å dur.

- i. Her iki yapı için demir atomunun yarıçaplarını hesaplayınız.
- ii. γ -Fe in yoğunluğu nedir?
- iii. Her iki yapıya başka elementlerin atomları yerleşebilmektedir. α -Fe yapısına eklenen atom, birim hücrenin yüzey merkezine oturmakta ve merkezdeki demir atomuna değmektedir. γ -Fe yapısına eklenen atom ise hacim merkezine yerleşmektedir. Her iki yapıya eklenen atomların yarıçapları ne olmalıdır?

ÇÖZÜM



b) Gübrelere azot bağlanmasında, katı ve sıvı yağların doyurulma işleminde (hidrojenasyon), metanol, amonyak ve hidroklorik asit gibi bileşiklerin eldesinde kullanılır

c) i. α -Fe kristalinin hacim merkezli küp yapısındadır. Küpün köşegen uzunluğu bir demir yarıçapının 4 katına ve birim hücre boyutunun $\sqrt{3}$ katıdır. $4r = \sqrt{3} \times 2.87 \text{ Å}$, $r = 1.24 \text{ Å}$

γ -Fe kristalinin yüzey merkezli küp yapısındadır. Küpün yüzeyinin köşegen uzunluğu bir demir yarıçapının 4 katına ve birim hücre boyutunun $\sqrt{2}$ katıdır. $4r = \sqrt{2} \times 3.59 \text{ Å}$, $r = 1.27 \text{ Å}$

ii. γ -Fe in yoğunluğu = $\frac{4 \times 55.8 \text{ g/mol}}{(3.59 \times 10^{-8} \text{ cm})^3 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 8.01 \text{ g cm}^{-3}$

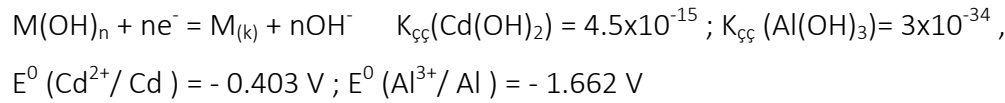
iii. α -Fe kristali için, $2r = \text{hücre boyutu} - \text{demir atomu çapı} = 2.87 - 2 \times 1.24 = 0.39 \text{ Å}$
 $r = 0.195 \text{ Å}$

γ -Fe kristali için, $2r = \text{hücre boyutu} - \text{demir atomu çapı} = 3.59 - 2 \times 1.27 = 1.05 \text{ Å}$
 $r = 0.525 \text{ Å}$

Analitik Kimya 1

0.100 M HClO₄ içerisinde 0.0250 M Cd²⁺ ve 0.0200 M Al³⁺ olacak şekilde hazırlanmış bir çözeltiye küçük hacimlerle 0.100 M NaOH ekleniyor.

- Hangi metal hidroksitin önce çökeceğini hesaplayarak gösteriniz.
- İlk metal iyonu çökmeye başladığında ortamın pH'sı ne olur?
- Bu iki metal iyonunu ortamın pH'sını kontrol ederek ayırabilir miyiz? Eğer bu mümkün ise, uygun pH aralığı ne olmalıdır? ($[M^{n+}] \leq 10^{-6}$ M ise, metal iyonunun tamamen çökmüş olacağını varsayınız.)
- İkinci metal iyonu tam çökmeye başladığı anda, bu iyonun metali çözeltiye elektrot olarak daldırılırsa, standart hidrojen referans elektroduna (SHE) karşı oluşacak teorik pil potansiyeli ne olur? Hesaplayınız. Bu pil galvanik bir pil midir?
- Oluşturulan pilin şematik gösterimini yazınız.
- İkinci çöken metal için aşağıda verilen tepkimenin E⁰ değeri nedir? Hesaplayınız.



ÇÖZÜM

a) Metal iyonlarından birinin çökmeye başlaması için önce ortamdaki asit nötrleştirilmelidir. HClO₄ asidi tamamen nötrleştğinde başlangıçta V olan hacim 2V'ye çıkar. Cd²⁺ ve Al³⁺ derişimleri sırasıyla 0.0125 M ve 0.0100 M olur.

Çökmenin başlaması için gerekli OH⁻ derişimleri

$$Cd^{2+} \text{ için, } [OH^-] = \sqrt{\frac{4.5 \times 10^{-15}}{0.0125}} = 6 \times 10^{-7} \text{ M}$$

$$Al^{3+} \text{ için, } [OH^-] = \sqrt[3]{\frac{3 \times 10^{-34}}{0.0100}} = 3.1 \times 10^{-11} \text{ M}$$

Önce Al(OH)₃ çöker.

$$b) [OH^-] = 3.1 \times 10^{-11} \text{ M}$$

$$\text{pH} = 14 + \log(3.1 \times 10^{-11}) = 3.49$$

$$\text{c) Al}^{3+} \text{ tamamen çökmüş olması için, } [\text{OH}^-] = \sqrt[3]{\frac{3 \times 10^{-34}}{1 \times 10^{-6}}} = 6.69 \times 10^{-10} \text{ M}$$

Bu noktada $\text{pH} = 4.83$

$$\text{Cd}(\text{OH})_2 \text{ çökmeye başlaması için gerekli } \text{pH} = 14 + \log(6 \times 10^{-7}) = 7.78$$

pH 4.83 ile 7.78 arasında tutularak iki metal ayrılabilir.

d) İkinci metalin çökmeye başlaması için $\text{Al}(\text{OH})_3$ tamamen çökmüş olmalıdır. Bu durumda toplam

$$\text{hacim} = 2\text{V} + \text{V}(0.2 \times 3) = 2.6\text{V}$$

$$[\text{Cd}^{2+}] = 0.025 / 2.6 = 0.009615 \text{ M}$$

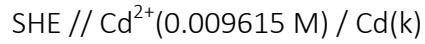
$$E(\text{Cd}^{2+} / \text{Cd}) = -0.403 \text{ V} - (0.0592/2) \log(1/0.009615) = -0.463 \text{ V}$$

$$E_{\text{pil}} = -0.463 - 0 = -0.463 \text{ V}$$

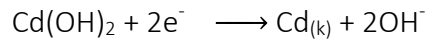
Bu pil galvanik değildir.

e)

Elektrokimyasal piller, yükseltgenme tepkimesi//indirgenme tepkimesi şeklinde gösterilir.



f)



$$E^\circ(\text{Cd}(\text{OH})_2/\text{Cd}) = E^\circ(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) - \frac{0.0592}{2} \log \frac{1}{[\text{Cd}^{2+}]}$$

$$[\text{OH}^-] = 1.00 \text{ M} \quad (E^\circ \text{ olması için})$$

$$E^\circ(\text{Cd}(\text{OH})_2/\text{Cd}) = -0.403 - \frac{0.0592}{2} \log \frac{1}{4.5 \times 10^{-15}/1^2} = -0.828 \text{ V}$$

Analitik Kimya 2

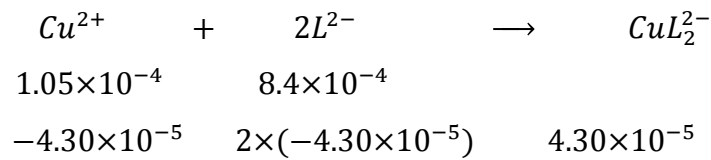
Cu^{2+} iyonu sulu ortamda L^{2-} ligandı ile CuL_2^{2-} yapısında mavi renkli bir kompleks iyon oluşturmaktadır. Ligand derişimi, bakır iyonu derişiminin 10 katı veya daha fazlası ise, oluşan çözeltide absorbens değeri metal iyonunun ilk derişimine bağlı olmaktadır. Ortamda sadece kompleks iyonu 585 nm ışığı absorplamaktadır. $5.50 \times 10^{-5} \text{ M}$ Cu^{2+} ve $1.20 \times 10^{-3} \text{ M}$ L^{2-} içeren bir çözeltinin (1.00 cm örnek hücresinde) 585 nm deki absorbens değeri 0.2200 olarak ölçülmektedir. $1.05 \times 10^{-4} \text{ M}$ Cu^{2+} ve $8.40 \times 10^{-4} \text{ M}$ ligand içeren diğer bir çözeltinin aynı koşullarda absorbens değeri ise 0.1722 olarak ölçülmektedir.

- Kompleks için oluşma sabitini (K_f) hesaplayınız.
- Bu kompleksin oluşumunu kullanarak bakır iyonu tayini için yapılacak fotometrik titrasyonda, titrasyon grafiğinin şeklini çiziniz. Eşdeğer noktasının yerini gösteriniz.
- Bu fotometrik titrasyon için laboratuvarımızda kırmızı, sarı ve mavi renklerde ışık filtresi bulunmaktadır? Hangisi kullanılmalıdır? Açıklayınız.

ÇÖZÜM

a) Absorbans değeri 0.2200 olan çözeltide absorbens değeri metal iyonunun ilk derişimine bağlıdır. Öyle ise $\epsilon(\text{CuL}_2^{2-}) = 0.2200 / (5.50 \times 10^{-5} \text{ M} \times 1 \text{ cm}) = 4000 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

İkinci çözeltideki CuL_2^{2-} derişimi = $0.1722 / (4000 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1} \times 1 \text{ cm}) = 4.305 \times 10^{-5} \text{ M}$

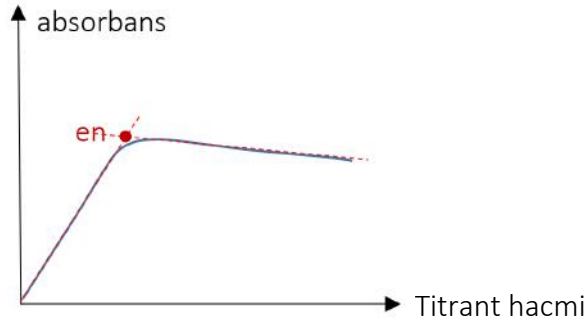


Denge: $(1.05 \times 10^{-4} - 4.305 \times 10^{-5})$ $(8.40 \times 10^{-4} - 2 \times 4.305 \times 10^{-5})$ 4.305×10^{-5}

$$K_f = \frac{[\text{CuL}_2^{2-}]}{[\text{Cu}^{2+}][\text{L}^{2-}]^2}$$

$$K_f = \frac{4.305 \times 10^{-5}}{(1.05 \times 10^{-4} - 4.305 \times 10^{-5}) \times (8.40 \times 10^{-4} - 2 \times 4.305 \times 10^{-5})^2} = 1.22 \times 10^6$$

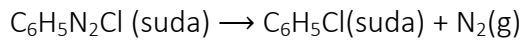
b)



c) 585 nm ışığı absorplayan bir madde sarı rengi absorplar, mavi renk görünür. Bu nedenle sarı renk filtre kullanılmalıdır.

Fizikokimya 1

Benzendiazonyum klorürün, $C_6H_5N_2Cl$, suda bozunması birinci dereceden bir tepkimedir.



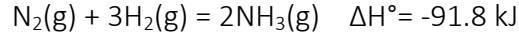
Bir deneyde, 0.071 M $C_6H_5N_2Cl$ ' ün 50.0 °C'de bozunması ile oluşan $N_2(g)$ 'nin hacmi belli zaman aralıklarında ölçülerek aşağıdaki tablo oluşturulmuştur.

t(dak)	0	9	18	27	∞
V(N_2)ml	0	26.3	41.3	48.4	58.3

t = ∞ tepkimenin tamamlandığı andır

a) Grafiksel yöntem kullanarak bozunma tepkimesinin 1. dereceden olduğunu gösteriniz, tepkimenin hız sabitini ve yarılanma süresini hesaplayınız.

b) Tepkimede açığa çıkan $N_2(g)$ Haber yöntemi ile $NH_3(g)$ elde edilmesinde kullanılmaktadır.



i. Sıcaklık ve basıncın yukardaki denge eşitliğine etkisini irdeleyiniz. Haber yöntemi ile $NH_3(g)$ sentezinde bulunan uygun koşullar 450°C ve 600 atm dir. Tepkime ekzotermik olmasına karşın, tepkime için 450°C seçilmesinin nedeni ne olabilir? Açıklayınız.

ii. Yukarıda belirtilen koşullarda elde edilen $NH_3(g)$ reaktörde sıvılaştırılarak tepkimeye girmeyen N_2 ve H_2 den ayrılır. $NH_3(s)$ ' ün buhar basıncının 0.80 atm olduğunda sıcaklık kaç derecedir? (NH_3 için normal kaynama noktası 240 K ve $\Delta H_{\text{buharlaşma}} = 23.3 \text{ kJ/mol}$ dür)

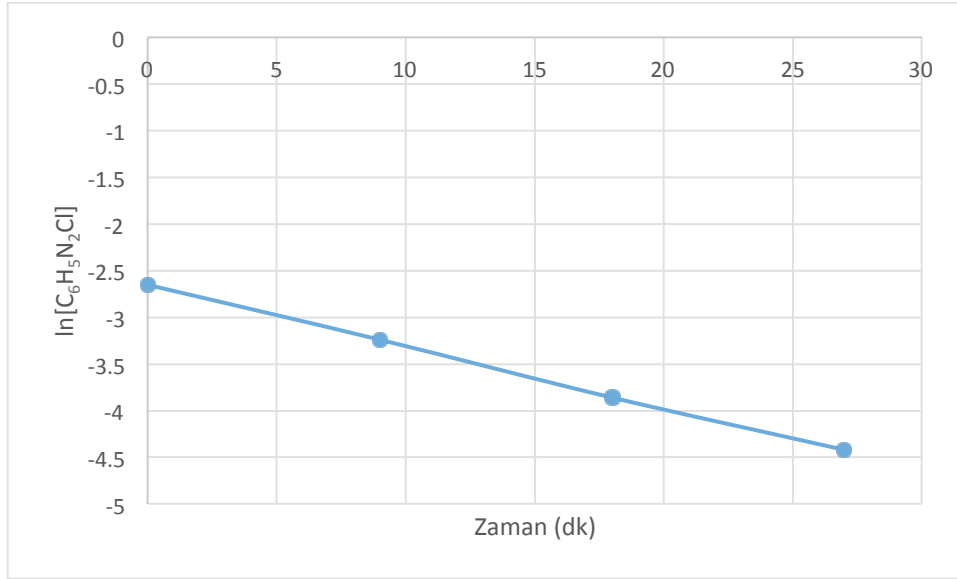
iii. Yakıt pilleri; H_2 , CH_4 , NH_3 gibi yakıtların yanması sonucu açığa çıkan enerjiyi yüksek verimle elektrik enerjisine dönüştüren pillerdir. $NH_3(g)$ ve $O_2(g)$ nin kullanıldığı bir yakıt pilinin potansiyelini hesaplayınız.

$$(\Delta G^\circ_{\text{oluşma}}(NH_3) = -16.6 \text{ kJ/mol} \quad (\Delta G^\circ_{\text{oluşma}}(H_2O) = -228.6 \text{ kJ/mol}, 1 F = 96500 \text{ C})$$

ÇÖZÜM

a)

t(dak)	0	9	18	27	∞
V(N_2)ml	0	26.3	41.3	48.4	58.3
[$C_6H_5N_2Cl$], M	0.071	$0.071 \times \frac{58.3-26.3}{58.3}$ = 0.039	$0.071 \times \frac{58.3-41.3}{58.3}$ = 0.021	$0.071 \times \frac{58.3-48.4}{58.3}$ = 0.012	0
$\ln[C_6H_5N_2Cl]$	-2.65	-3.24	-3.86	-4.42	



Elde edilen grafik doğrusaldır ve bu da tepkimenin birinci dereceden olduğunu gösterir.

Grafığın denklemi $y = -0.0659x - 2.653$ şeklindedir.

Birinci dereceden tepkimeler için genel denklem aşağıda verilmiştir.

$$\ln[A]_t = \ln[A]_0 - kt$$

Bu durumda $k = 0.0659 \text{ dk}^{-1}$

$$t_{1/2} = \ln(2) / k = 10.52 \text{ dk}$$

b) i. Sıcaklığın artması tepkimeyi girenler yönüne kaydırırken, basıncın artması ürünler yönüne kaydırır. Yüksek sıcaklık moleküllerin ortalama kinetik enerjisini artırır ve eşik enerjisini geçen molekül miktarını artırır.

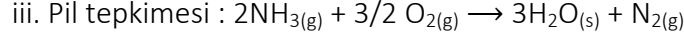
ii.

Buhar basıncının Sıcaklıkla nasıl değişeceğini $\Delta H_{\text{buharlaşıma}}$ belirler ve bu denklem Clausius-Clapeyron Denklemi olarak bilinir.

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H_{\text{buharlaşıma}}}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\ln \frac{0.8}{1.0} = \frac{23300}{8.314} \left(\frac{1}{240} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$T_2 = 235.5 \text{ K} = -37.5 \text{ }^\circ\text{C}$$



$$\Delta G^\circ_{\text{tepkime}} = 3\Delta G^\circ_{\text{oluşma}}(\text{H}_2\text{O}) - 2\Delta G^\circ_{\text{oluşma}}(\text{NH}_3) = (3 \times -228.6) - (2 \times -16.6) = -652.6 \text{ kJ/mol}$$

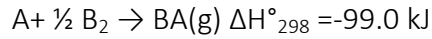
Tepkimede geçen elektron miktarı = $2 \times 3 = 6$ elektron = n

$$\Delta G^\circ_{\text{tepkime}} = -nFE^\circ$$

$$E = -652600 / (-6 \times 96500) = 1.127 \text{ V}$$

Fizikokimya 2

Kapla birbirinden ayrılmış iki kabın birinin içinde 0.020 mol tek atomlu A ve 1.00 mol He gazı bulunmaktadır. Diğeri ise 0.010 mol iki atomlu B₂ ve 2.00 mol Ar gazı içermektedir. Her iki kapta başlangıçta basınç 1.0 atm ve sıcaklık 298K'dir. Çevreden izole bu kapların arasındaki kapak açıldıktan sonra aşağıdaki tepkime gerçekleşmektedir.



Ortamda bulunan bütün gazların ideal olarak davrandığını varsayarak tepkime sonundaki basıncı hesaplayınız.

ÇÖZÜM

Başlangıç; 1. kap: 1.020 mol gaz, 1.0 atm, 298 K ise V₁ = 24.925 L

2. kap: 2.010 mol gaz, 1.0 atm, 298 K ise V₂ = 49.116 L

Tepkime sonucu 0.020 mol A ve 0.010 mol B₂ harcanarak, 0.020 mol BA'yı oluşturur. Tepkime sonucu 0.020 mol BA, 2.00 mol Ar ve 1.00 mol He gazı bulunur.

$$\Delta U^\circ_{\text{tepkime}} = 0.02 \times \Delta U^\circ_{298} = 0.02 \times [-99000 - (1 - 1.5) \times 8.3145 \times 298] = -97761.1 \text{ J}$$

Sabit hacimde gerçekleşen bu tepkime sonucu açığa çıkan enerji = 2004.8 J

Tek atomlu gazlar için C_v 1.5R, çift atomlu gazlar için C_v 2.5R'ye eşittir.

$$2004.8 \text{ J} = (0.020 \times 2.5R + 3 \times 1.5R) \Delta T$$

$$\Delta T = 53, T_{\text{son}} = 351 \text{ K}$$

$$P_{\text{son}} = (3.020 \times 0.082 \times 351) / (24.925 + 49.116) = 1.174 \text{ atm}$$

Organik Kimya I

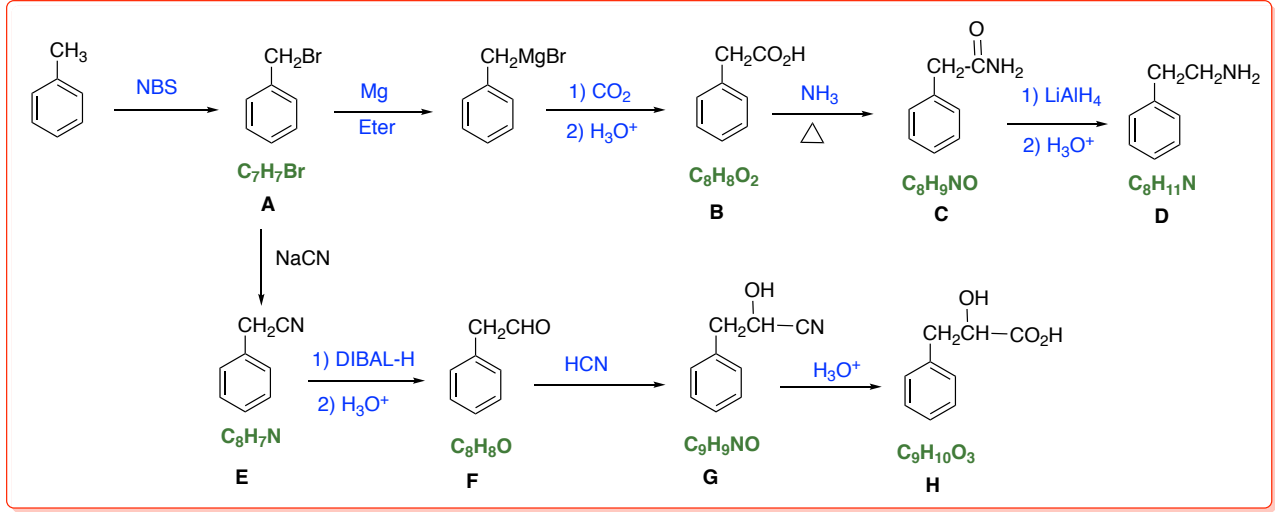
Toluenin (PhCH_3), NBS (N-bromosüksinimid) ile bromlanmasından A ($\text{C}_7\text{H}_7\text{Br}$) bileşeni oluşmaktadır. Bu bileşenin, Mg ile kuru eter içerisinde tepkimeye sokulması, daha sonra tepkime ortamına CO_2 eklenmesi ve ardından seyreltik asitle hidrolizi sonucunda B ($\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$) bileşeni oluşmaktadır. B bileşeni NH_3 ile karıştırılıp ısıtıldığında C ($\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}$) bileşenine dönüşmektedir. C bileşeninin önce LiAlH_4 ile tepkimesi, ardından su ile hidrolizi D ($\text{C}_8\text{H}_{11}\text{N}$) bileşenini vermektedir.

Diğer taraftan A bileşeni NaCN ile tepkimeye girdiğinde E ($\text{C}_8\text{H}_7\text{N}$) bileşeni oluşmaktadır. Bu bileşen $^i\text{Bu}_2\text{AlH}$ (DIBAL) ile tepkimeye girip ardından su ile hidroliz edildiğinde F ($\text{C}_8\text{H}_8\text{O}$) bileşeni oluşmaktadır. Son olarak F bileşeni HCN ile G ($\text{C}_9\text{H}_9\text{NO}$) bileşenini, ve G bileşeni de asit ortamında su ile hidroliz edilerek H ($\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_3$) bileşenini vermektedir.

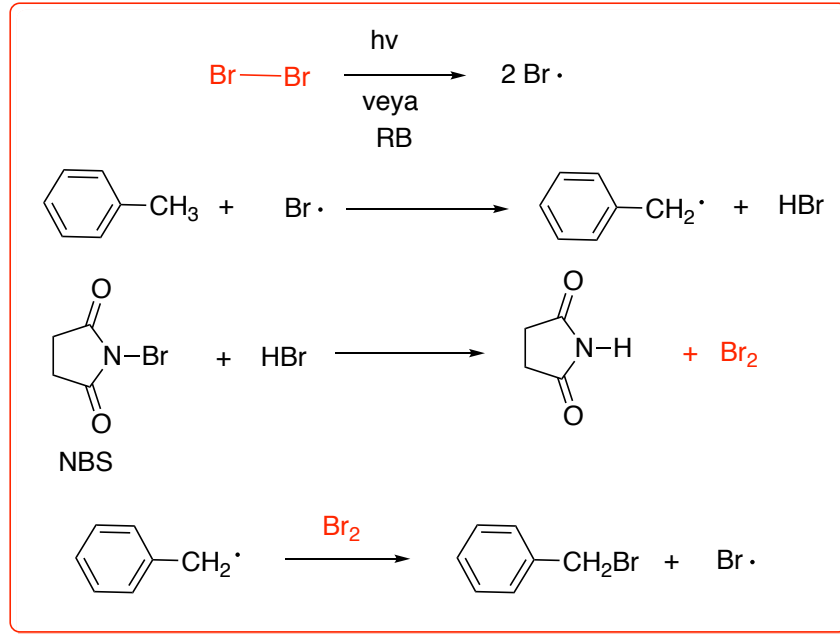
- A dan H ye kadar olan bileşenlerin yapılarını çiziniz.
- Tolüenin NBS ile verdiği tepkimenin mekanizmasını yazınız.
- B bileşeninin IUPAC adını yazınız.

ÇÖZÜM

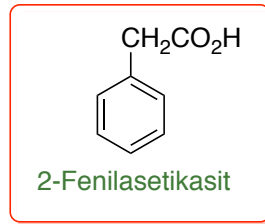
a)



b) Tepkime mekanizması için kabul gören bir kaç mekanizma mevcut olup, temelde bunların hepsi, reaksiyon ortamında brom radikallerinin oluşması esasına dayanır. N-Bromsüksinimit içinde eser miktarda Br_2 ve HBr vardır. NBS şişesi açıldığında bu hissedilir. Tepkimenin NBS içinde bulunan Br_2 ile başladığı düşünülmektedir. Işık yada radikal başlatıcı (RB) (örneğin AIBN, ROOR, $(\text{RCO})_2\text{O}$ vb) eşliğinde brom molekülünde Br-Br bağının homolitik olarak kırılması ile brom radikalleri oluşur. Brom radikali alilik veya benzilik konumdaki hidrojenlerden birini kopararak benzilik yada alilik radikal oluşturur. Alilik radikal brom molekülü ile yada ortamdaki brom radikali ile tepkime vererek, alilik brominasyon ürünlerini oluşturur. Bu tepkime organik kimyada Wohl-Ziegler reaksiyonu olarak bilinir.

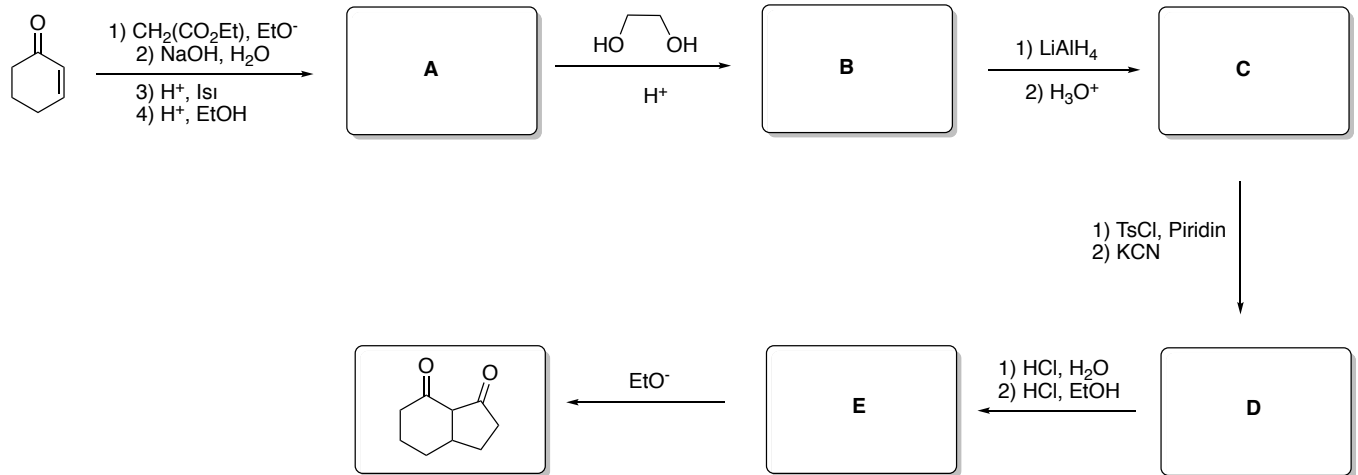


c) B bileşeninin IUPAC adı, 2-fenilasetik asit'tir.



Organik Kimya 2

Aşağıda verilen sentez çalışmasında, her basamakta oluşan ürünlerin yapılarını gösteriniz.



ÇÖZÜM

Tepkime aşağıdaki şemada gösterilen adımlardan oluşmaktadır. Tepkime sonunda altılı halka kenetlenmesi sağlayan Robinson annulasyonundan farklı olarak beşli halka oluşumu gerçekleşmektedir.

