

## TÜBİTAK-BAYG

1. Magnezyum metali  $N_2$  gazı içinde ısıtıldığında, açık sarı renkli bir "A" bileşiği elde edilmektedir. A bileşiği hidroliz olunca (su ile tepkimeye girince), renksiz "B" gazı oluşmakta ve bu gazın sudaki çözeltisi bazik özellik göstermektedir. "B" gazının sodyum hipoklorit ile tepkimesinden sodyum klorür, su ve basit formülü  $NH_2$  olan renksiz bir "C" sıvısı oluşmaktadır. C bileşiğinin sülfürik asit ile 1:1 oranında tepkimesi kapalı formülü  $N_2H_6SO_4$  olan "D" tuzunu meydana getirmektedir. "D" tuzunda bir anyon ve bir katyon bulunmaktadır. "D" tuzunun sulu çözeltisine nitroz asit eklenip, amonyak ile nütürleştirildiğinde basit formülü  $NH$  olan ve herbiriminde bir anyon ve bir amonyum iyonu bulunan "E" tuzu elde edilmektedir. "B" gazı sodyum metali ile ısıtılınca "F" katısı ve hidrojen gazı oluşmaktadır. "F" bileşiğinin  $N_2O$  ile  $190\text{ }^\circ\text{C}$  de 1:1 oranındaki tepkimesinden amonyak gazı, sodyum hidroksit ve "G" katısı oluşmaktadır. "G" katısı "E" ile aynı anyonu içermektedir. "G" katısı ısıtılınca sodyum ve azot elementlerine ayrışmaktadır.
- Yukarıda verilen bilgiler ışığında, "A" dan "G" ye kadar oluşan tüm bileşiklerinin formüllerini bulunuz ve her basamak için ilgili denk tepkimeleri yazınız.

2. a) Sadece bor ve hidrojenen oluşan gaz halinde bir bileşiğin 0,596 gramı, 1 atm basınç ve  $273,1\text{ K}$  de  $484\text{ cm}^3$  hacim kaplamaktadır. Bu gazın tamamı fazla miktarda oksijen ile yakıldığında 1,17 g su oluşmakta ve bor,  $B_2O_3$ 'e dönüşmektedir. Bu bileşiğin basit formülünü, molekül formülünü ve molekül ağırlığını hesaplayınız. Oluşan  $B_2O_3$  ün kütlelerini hesaplayınız.

b) Atomların bir çok özellikleri valans elektronlarının etken çekirdek yükü ile belirlenir. Bir elektronun etken çekirdek yükü,  $Z^*$ , o elektrona net olarak etki eden çekirdek yükü olarak tanımlanır. Etken çekirdek yükü, atom numarasından,  $Z$ , *perdeleme sabiti*,  $S$ , çıkartılarak hesaplanır:

$$Z^* = Z - S$$

Bir elektron için *perdeleme sabiti*, aşağıda verilen Slater Kuralları kullanılarak hesaplanır. Perdeleme sabiti  $S$ , o elektronun dışında kalan her bir elektrondan gelen katkının söz konusu kurallar uygulanarak hesaplanması ve tüm bu katkıların toplanması ile bulunur.

**Orbitaller, içten dışa doğru, aşağıdaki gibi gruplandırılır:**

$$(1s)(2s,2p)(3s,3p)(3d)(4s,4p)(4d)(4f)(5s,5p).....$$

- Daha dıştaki( sağdaki) gruplarda bulunan elektronlar, daha içteki (soldaki) gruplarda bulunan elektronları perdelemez. Başka bir deyişle bu elektronların perdeleme sabitine katkısı sıfırdır.
- **ns veya np elektronları için;**
  - Aynı (ns,np) grubunda bulunan her elektronun **S**'ye katkısı 0,35 tir. Sadece (1s) grubunda katkı 0,30 dur.
  - (n-1) grubundaki her elektronun katkısı 0,85 tir.
  - (n-2) ve daha içteki gruplardaki her elektrondan gelen katkı 1,00 dir.
- **nd veya nf grubundaki elektronlar için;**
  - Aynı **nd** veya aynı **nf** grubundaki her elektrondan gelen katkı 0,35 tir.
  - Daha içteki (soldaki) gruplarda bulunan her elektrondan gelen katkı 1,00 dir.

Örneğin, arsenik atomunun 4p orbitallerinde bulunan bir elektron için etken çekirdek yükü aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$(1s^2)(2s^2,2p^6)(3s^2,3p^6)(3d^{10})(4s^2,4p^3)$$

$$Z^*_{4p} = Z - S = 33 - [10 \times (1,00) + 18 \times (0,85) + 4 \times (0,35)] = 33 - 26,70 = 6,30$$

Hidrojen atomu yaklaştırması yaparak, Slater çok elektronlu atom veya iyonlarda, her bir elektronun bağlanma enerjisinin aşağıdaki formül ile hesaplanabileceğini göstermiştir:

$$E = - 13,6 (Z^*/ n^*)^2 \text{ eV}$$

Bu denklemde  $n^*$  elektronun etken kuantum sayısı olup,  $n \leq 3$  için  $n^* = n$ ;  $n=4$  için  $n^*=3,7$ ;  $n=5$  için  $n^* = 4$ ; ve  $n=6$  için ise  $n^*=4,2$  dir. Bir atomun veya bir iyonun toplam enerjisi, her elektron için hesaplanan yukarıdaki enerji değerlerinin toplamına eşittir. Bu yaklaşım kullanılarak atomların iyonlaşma enerjileri eV cinsinden yaklaşık olarak hesaplanabilir.

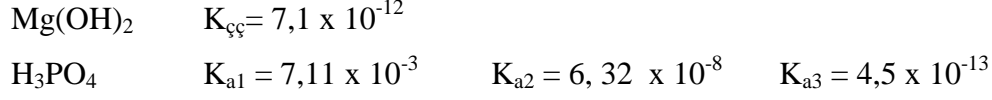
Örneğin, berilyumun birinci iyonlaşma enerjisi,

$$(I.E.)_1 = (E_{Be^+}) - (E_{Be^0}) = -13,6[(2,30/2)^2 - 2 \times (1,95/2)^2] = 7,87 \text{ eV} \text{ olarak hesaplanır.}$$

Yukarıdaki yaklaşımı kullanarak fosforun, P, birinci,  $(I.E.)_1$ , ve ikinci,  $(I.E.)_2$ , iyonlaşma enerjilerini, eV cinsinden, hesaplayınız.

## TÜBİTAK-BAYG

3. 250,0 mL hacminde bir beher içerisine, 10,0 mL 0.200 M  $H_3PO_4$ , 20,0 mL 0,400 M  $Na_3PO_4$ , 10,0 mL 0,200 M NaOH ve 70,0 mL 0,300 M HCl katılıyor. Çözeltiler karıştırıldıktan sonra toplam hacim 200,0 mL'ye tamamlanıyor. Bu karışımda  $Mg(OH)_2$  için molar çözünürlüğü hesaplayınız.



4. a) Mangan hidroksitin ( $Mn(OH)_2$ ) sudaki doymuş çözeltisinin pH sı nedir? 100 mL de kaç mg  $Mn(OH)_2$  çözünür?  $Mn(OH)_2 = 89$  g/mol
- b) 0,10 M amonyak ( $NH_3$ ) ve 0,20 M amonyum klorür ( $NH_4Cl$ ) ile dengede bulunan  $Mn(OH)_2$  in molar çözünürlüğü nedir?
- c) Mangan hidroksitin  $1,0 \times 10^{-2}$  M NaOH çözeltisindeki molar çözünürlüğü nedir?
- d) Çözünürlükteki değişimin nedenini belirtiniz.

$$K_{çç} (Mn(OH)_2) = 2,0 \times 10^{-13} \quad K_b (NH_3) = 1,75 \times 10^{-5}$$

Aşağıda verilen çözeltiler HCl,  $H_3PO_4$  ve  $NaH_2PO_4$  den birini veya ikisini içermektedir. Çözeltiden alınan 25,0 mL'lik kısımlar (1) bromkrezol yeşili ve (2) timolftaleyn indikatörleri kullanılarak 0,1202 M NaOH ile titre ediliyor. Kullanılan NaOH hacimleri (mL) aşağıda verilmektedir.

	(1)	(2)
	-----	
(A)	18,15	18,15
(B)	30,10	42,13
(C)	16,12	32,24
(D)	0,00	22,30
(E)	15,67	43,10

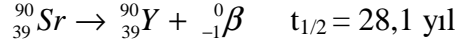
- Verilen her çözeltinin bileşimini bulunuz.
- Bulunan maddelerin orijinal çözeltideki molar derişimlerini hesaplayınız.

$$H_3PO_4; K_{a1} = 7,11 \times 10^{-3} \quad K_{a2} = 6,32 \times 10^{-8} \quad K_{a3} = 4,5 \times 10^{-13}$$

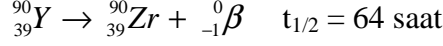
Timolftaleyn pH aralığı: 9,3 – 10,5      Bromkrezol yeşili pH aralığı: 3,8 – 5,4

## TÜBİTAK-BAYG

5. a) Nükleer atıklar önemli bir çevre sorunu olmaya devam etmektedir ve taşıdıkları radyasyon kapasitesine göre yüksek veya düşük enerji riskli olarak sınıflandırılırlar. Yüksek riskli olanlardan birisi  $^{90}\text{Sr}$  (89,907738 akb) aşağıdaki bozunma tepkimesi ile  $\beta$ -ışınması yapar.



Oluşan  $^{90}\text{Y}$  (89,907152 akb) izotopunda radyoaktif olup aşağıdaki bozunmaya uğrar:



Bozunma sonunda oluşan  $^{90}\text{Zr}$  (89,904703) izotopu radyoaktif değildir. Buna göre, 1 g  $^{90}\text{Sr}$  izotopunun bozunması sonucunda bir yıl içinde açığa çıkan toplam ısı miktarı nedir? (Elektronun kütlesi  $5,4857 \times 10^{-4}$  akb ve  $c=3,0 \times 10^8$  m/s)

- b) Radyoaktif bozunma tepkimeleri birinci dereceden bozunmalar olup, aşağıda eşitliği verilen kimyasal tepkime de birinci dereceden bir tepkimedir;  $2\text{A} \rightarrow \text{B}$

Bu tepkime için 300 K de aşağıdaki değerler bulunmuştur.

t(dak)	0	10	20	30	40	$\infty$
[B] mol/L	0	0,09	0,15	0,20	0,23	0,31

- Grafikselsel yöntem kullanarak tepkimenin birinci dereceden olduğunu gösteriniz.
  - Bozunma tepkimesi için  $E_a=20$  kJ/mol dır. Aynı tepkime 320 K de gerçekleştirildiğinde, 10 dakika sonrasında oluşan B miktarını hesaplayınız.
6. a) İzole edilmiş  $25^\circ\text{C}$ 'deki sabit hacimli bir kaptaki bulunan karbon monoksit gazının % 10,0'u yeterli miktarda  $\text{O}_2$  ile tepkimeye giriyor. Tepkime tamamlandığındaki sıcaklık değerini ve basınçtaki değişim oranını hesaplayınız.

$$\Delta H_f^0(\text{CO}(\text{g})) = -108,9 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_f^0(\text{CO}_2(\text{g})) = -393,3 \text{ kJ/mol}$$

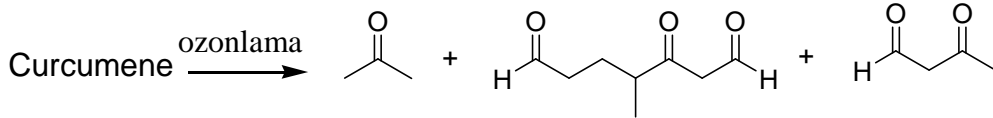
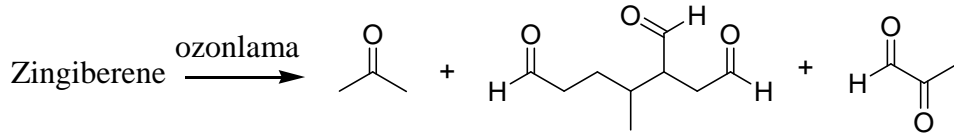
$$C_p(\text{CO}(\text{g})) = 29,2 \text{ J/(K.mol)}; \quad C_p(\text{CO}_2(\text{g})) = 33,4 \text{ J/(K.mol)}; \quad C_p(\text{O}_2(\text{g})) = 28,429,2 \text{ J/(K.mol)}$$

- b) Tepkime sonucu oluşan  $\text{CO}_2(\text{g})$  oda sıcaklığına soğutulduktan sonra içi su dolu bir kabın içinden geçirilerek bir kısmı  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{sulu})$  e dönüştürülüyor ( $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3(\text{sulu})$ ). Daha sonra bu çözeltiye  $\text{CaCl}_2$  çözeltisi ilave edilerek  $\text{CO}_3^{2-}$  ın tamamı  $\text{CaCO}_3$  olarak çöktürülüyor. Çözeltiden süzülerek ayrılan  $\text{CaCO}_3$  boş bir kapalı kaba konularak sıcaklığı 800 K yükseltildiğinde aşağıda eşitliği verilen denge kuruluyor.



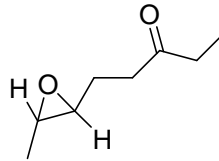
800  $^\circ\text{C}$  de  $\text{CO}_2(\text{g})$  basıncı 0,22 bar olduğuna göre, bu sıcaklıktaki denge sabitinin,  $K_p$ , değerini ve tepkime için  $\Delta G_{\text{tepkimeli}}^0$  hesaplayınız.

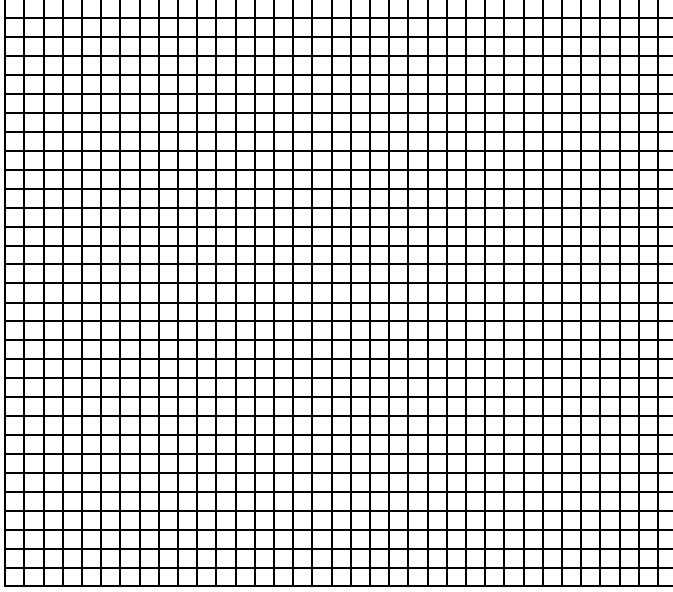
7. İki izomerik seskiterpen sınıfı bileşik zingiberene ve  $\beta$ -curcumene,  $C_{15}H_{24}$  kapalı formülüne sahiptir. Bu bileşiklerden zingiberene, 260 nm'de UV soğurması gösterirken, diğeri göstermemektedir. Heriki bileşik ayrı ayrı ozonlanıp indirgeme koşullu hidroliz edildiklerinde, aşağıda yapıları verilen bileşikleri oluşturmaktadır. Verilen bu bilgiler ışığında heriki bileşiginde yapısını bulunuz. Heriki bileşik bağımsız olarak maleik anhidrit ile ısıtılarak tepkimeye sokulmakta, ancak bunlardan sadece bir tanesi ürün oluşturmaktadır. Oluşan bu ürünün yapısını da gösteriniz.



8. Aşağıda yapısı verilen *trans* geometriye sahip hedef bileşigin sentezi için propin (alkin) bileşiginden başlanmaktadır. Sececeğiniz organik bileşikler ençok **iki karbon** içermelidir. Çok basamaklı bu sentez çalışmasında gerekli olan bazı kimyasallar aşağıda verilmektedir. Bunlar haricinde gerekli olan diğ er anorganik kimyasalları da (baz, asit v,b,) kullanabilirsiniz.

Gerekli kimyasallar: Etilen oksit (epoksit),  $PBr_3$ ,  $NaCN$ ,  $Na$ ,  $NH_3$ , m-kloroperbenzoik asit.





**TÜBİTAK-BAYG**

IA																0	
1																18	
<b>1</b> H 1.0079	IIA										13	14	15	16	17	<b>2</b> He 4.0026	
											5	6	7	8	9	10	
<b>3</b> Li 6.941	<b>4</b> Be 9.012											<b>5</b> B 10.81	<b>6</b> C 12.011	<b>7</b> N 14.007	<b>8</b> O 16.00	<b>9</b> F 19.00	<b>10</b> Ne 20.179
<b>11</b> Na 22.99	<b>12</b> Mg 24.305	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	← VIII B →	IB	IIB	13	14	15	16	17	18		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	<b>13</b> Al 26.98	<b>14</b> Si 28.086	<b>15</b> P 30.974	<b>16</b> S 32.06	<b>17</b> Cl 35.453	<b>18</b> Ar 39.948
<b>19</b> K 39.098	<b>20</b> Ca 40.08	<b>21</b> Sc 44.956	<b>22</b> Ti 47.90	<b>23</b> V 50.94	<b>24</b> Cr 51.996	<b>25</b> Mn 54.938	<b>26</b> Fe 55.847	<b>27</b> Co 58.933	<b>28</b> Ni 58.71	<b>29</b> Cu 63.546	<b>30</b> Zn 65.38	<b>31</b> Ga 69.72	<b>32</b> Ge 72.59	<b>33</b> As 74.92	<b>34</b> Se 78.96	<b>35</b> Br 79.904	<b>36</b> Kr 83.80
<b>37</b> Rb 85.47	<b>38</b> Sr 87.62	<b>39</b> Y 88.906	<b>40</b> Zr 91.22	<b>41</b> Nb 92.91	<b>42</b> Mo 95.94	<b>43</b> Tc 98.91	<b>44</b> Ru 101.07	<b>45</b> Rh 102.91	<b>46</b> Pd 106.4	<b>47</b> Ag 107.87	<b>48</b> Cd 112.40	<b>49</b> In 114.82	<b>50</b> Sn 118.69	<b>51</b> Sb 121.75	<b>52</b> Te 127.60	<b>53</b> I 126.90	<b>54</b> Xe 131.30
<b>55</b> Cs 132.91	<b>56</b> Ba 137.34	<b>57</b> La 138.91	<b>72</b> Hf 178.49	<b>73</b> Ta 180.95	<b>74</b> W 183.85	<b>75</b> Re 186.2	<b>76</b> Os 190.2	<b>77</b> Ir 192.22	<b>78</b> Pt 195.02	<b>79</b> Au 196.97	<b>80</b> Hg 200.59	<b>81</b> Tl 204.37	<b>82</b> Pb 207.2	<b>83</b> Bi 208.98	<b>84</b> Po (210)	<b>85</b> At (210)	<b>86</b> Rn 40.08
<b>87</b> Fr (223)	<b>88</b> Ra 226.03	<b>89</b> Ac (227)	<b>104</b> Rf (261.0)	<b>105</b> Db (262.0)	<b>106</b> Sg (263.0)	<b>107</b> Bh (262.0)	<b>108</b> Hs (265.0)	<b>109</b> Mt (266.0)	<b>110</b> Uun (269.0)	<b>111</b> Uuu (272.0)	<b>112</b> Uub (277.0)				<b>116</b> Uuh (289)		<b>118</b> Uuo (293)

<b>58</b> Ce 140.12	<b>59</b> Pr 140.91	<b>60</b> Nd 144.24	<b>61</b> Pm (147)	<b>62</b> Sm 150.4	<b>63</b> Eu 151.96	<b>64</b> Gd 157.25	<b>65</b> Tb 158.93	<b>66</b> Dy 162.50	<b>67</b> Ho 164.93	<b>68</b> Er 167.26	<b>69</b> Tm 168.93	<b>70</b> Yb 173.04	<b>71</b> Lu 174.97
<b>90</b> Th 232	<b>91</b> Pa (231)	<b>92</b> U 238	<b>93</b> Np (244)	<b>94</b> Pu (242)	<b>95</b> Am (243)	<b>96</b> Cm (247)	<b>97</b> Bk (247)	<b>98</b> Cf (251)	<b>99</b> Es (252)	<b>100</b> Fm (257)	<b>101</b> Md (258)	<b>102</b> No (259)	<b>103</b> Lr (260)