

ELEKTRON DİZİLİMİ

Bir atomdaki elektronların orbitallere yerleştirilmesine elektron dizilimi veya elektron dağılımı denir.

Madelung – Klechkowski Kuralı

Atomlardaki orbitallerin enerjilerinin sıralaması **Madelung – Klechkowski kuralı** ile yapılır.

$n + \ell$ değeri büyük olan orbitalin enerjisi yüksektir.

$n + \ell$ değeri eşitse baş kuantum sayısı (n) büyük olan orbitalin enerjisi daha büyüktür.

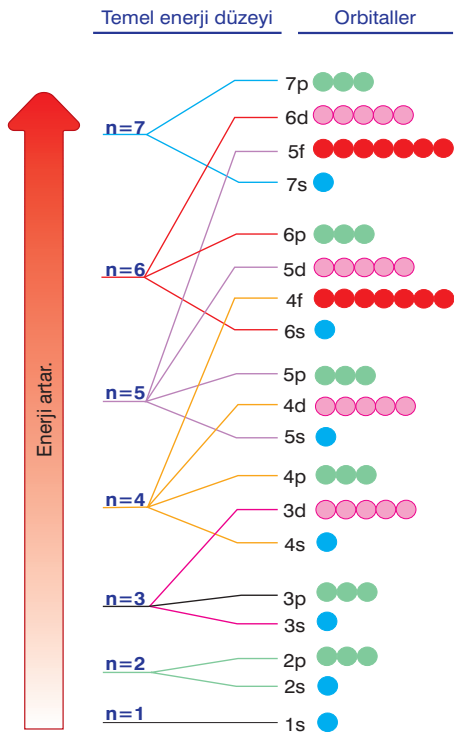
Örneğin, 1s, 2s, 2p ve 3s orbitallerinin enerji karşılaştırılması

$$\begin{array}{ll} 1s \text{ için } n + \ell = 1 + 0 = 1 & 2s \text{ için } n + \ell = 2 + 0 = 2 \\ 2p \text{ için } n + \ell = 2 + 1 = 3 & 3s \text{ için } n + \ell = 3 + 0 = 3 \end{array}$$

olduğundan $3s > 2p > 2s > 1s$ şeklindedir.

Madelung – Klechkowski kuralı dikkate alındığında orbitallerin genel enerji sıralaması aşağıdaki gibi olur.

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p$$



Orbitallerin enerji karşılaştırılması

Aufbau Kuralı

Elektronlar, çekirdeğe en yakın olan ve en düşük enerjili orbitalden başlanarak yüksek enerjili orbitallere doğru yerleşir. Yani elektronlar orbitallere

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s$$

sıralamasına göre yerleştirilir.

Pauli İlkesi

Bir atomda kuantum sayılarının (n, ℓ, m_ℓ ve m_s) tümü aynı olan iki elektron yoktur. Yani elektronların kuantum sayılarından en az birisi farklıdır.

Bir orbitalde en fazla iki elektron bulunabilir. Bu iki elektronun spin kuantum sayıları farklıdır.

Buna göre bir orbital grubunun alabileceği en fazla elektron sayıları:

- s** orbitali : En fazla **2** elektron ($1 \times 2 = 2$)
- p** orbitali : En fazla **6** elektron ($3 \times 2 = 6$)
- d** orbitali : En fazla **10** elektron ($5 \times 2 = 10$)
- f** orbitali : En fazla **14** elektron ($7 \times 2 = 14$)

şeklinde olur. Temel enerji düzeylerinin alabileceği en yüksek elektron sayısı $2n^2$ bağıntısıyla bulunur.

Temel enerji düzeyi sayısı (n)	Temel enerji düzeyindeki orbital sayısı (n^2)	Temel enerji düzeyindeki e ⁻ sayısı ($2n^2$)
1	1 (1 tane s orbitali)	2 e ⁻
2	4 (1 tane s, 3 tane p orbitali)	8 e ⁻
3	9 (1 tane s, 3 tane p, 5 tane d orbitali)	18 e ⁻
4	16 (1 tane s, 3 tane p, 5 tane d, 7 tane f orbitali)	32 e ⁻

Katmanlarda bulunabilecek maksimum elektron sayıları

Orbital ve Elektronların Gösterimi

Elektronların orbitallere dağılımı orbital şemalarıyla gösterilebilir. Orbital şemalarında boş bir orbital \circ şeklinde, bir elektron bulunan orbital \uparrow veya \downarrow şeklinde gösterilir. Bir tane elektron bulunan orbitallere **yarı dolu orbital** denir.

İki tane elektron bulunan orbital ise $\uparrow\downarrow$ şeklinde gösterilir ve tam **dolu orbital** olarak adlandırılır.



Hund Kuralı

p orbitalleri eş enerjilidir. d orbitalleri eş enerjilidir ve f orbitalleri de eş enerjilidir.

Eş enerjili orbitallere elektronlar yerleşirken önce her bir orbitale birer elektron yerleşir. Bu orbitallerde birer elektron dolduktan sonra ikinci elektronlar yerleşmeye başlar. Bu kurala **Hund Kuralı** adı verilir.

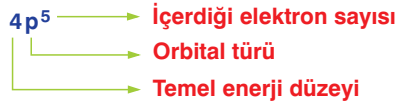
Örneğin p^3 orbitali için aşağıdaki durumları inceleyiniz.



ELEKTRON DİZİLİMİNİN YAZILMASI

Elektron dizimleri, orbital sembolleri ve orbital şemaları kullanarak iki şekilde yazılabilir.

Orbital sembolü ile yazım : Orbital türü sembolünün önüne kaçınıcı enerji düzeyinde olduğu yani baş kuantum sayısı yazılır. Sağ üst köşesine üst indis olarak da içerdiği elektron sayısı yazılır. Örneğin, 4. katmanda bulunan p orbitalindeki 5 elektron,



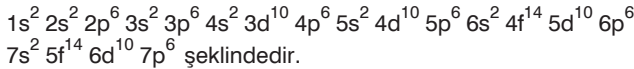
şeklinde gösterilir.

Orbital şeması ile yazım : Elektron dizilimi yaparken boş, yarı dolu veya dolu orbital şemaları kullanılır. Örneğin yukarıdaki $4p^5$



şeklinde yazılır.

Çok elektronlu bir atomunun elektron dizilimi,



Küresel Simetri ve Elektron Dizilimi

Elektron dizilimi tam dolu orbital (s^2, p^6, d^{10}, f^{14}) veya yarı dolu orbital (s^1, p^3, d^5, f^7) ile sonlanan atomlar küresel simetrikdir. Küresel simetrik yapı atomun daha kararlı olmasını sağlar.

Elektron dizilimi d^4 veya d^9 ile sonlanması gereken atomlar küresel simetriye ulaşmak için, elektron dizimlerini,



şekline dönüştürür.

^{29}Cu atomunun elektron dizilimi,



şeklindedir.

Elektron Diziliminin Kısa Yazımı

Elektron sayısı fazla olan atomların elektron dizimleri soy gazlar kullanılarak daha kısa yazılabilir. Örneğin, kalsiyum atomunun 20 elektronu vardır. Argon soy gazının ise 18 elektronu vardır. Dolayısıyla kalsiyumun 18 elektronu yerine [Ar] yazılarak elektron dizilimi kısaltılmış olur.



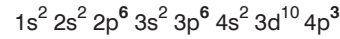
Örnek .. 2

X atomunun temel hâlde p orbitallerindeki elektronların toplamı 15 olduğuna göre, atom numarası kaçtır?

- A) 15 B) 30 C) 32 D) 33 E) 40

Çözüm

Orbitaller enerji sıralamasına göre yazılarak en düşükten başlanarak doldurulur. p orbitallerindeki toplam elektron sayısı 15 olduğunda atomun elektron dizilimi elde edilmiş olur. Buna göre atomun elektron dizilimi,



şeklinde dir. Temel hâldeki elektron sayısı atomun numarasını verir. Elektron diziliminde toplam 33 elektron bulunduğundan X in atom numarası 33 tür.

Cevap D

Örnek .. 3

Temel hâldeki ^{26}Fe atomu ile ilgili,

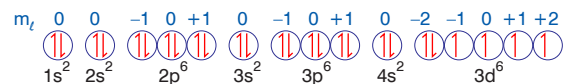
- Yarı dolu orbital sayısı 4 tür.
- $m_l = 0$ değere sahip 14 elektronu vardır.
- Küresel simetrikdir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

Çözüm

^{26}Fe atomunun elektron diziliminin şematik gösterimi ve orbitallerin m_l değerleri aşağıdaki gibidir.



Buna göre, yarı dolu orbital sayısı 4 tanedir. **I. bilgi kesinlikle doğrudur.**

$m_l = 0$ değere sahip elektron sayısı 13 veya 14 olabilir.

1. Gerçek gaz ve ideal gaz ile ilgili,

- I. İdeal gazda tanecikler arası etkileşim yok kabul edilir.
- II. Gerçek gazlarda tanecikler arası etkileşim gazın davranışını etkiler.
- III. İdeal gazlar, sabit sıcaklıkta sıkıştırılarak sıvılaştırılmaz.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

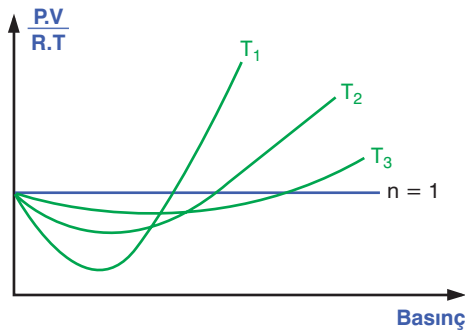
2. Gerçek gazlar ile ilgili,

- I. Düşük sıcaklıklarda basıncı, ideal gaza göre daha düşüktür.
- II. Sıcaklık artırılırken, basınç düşürülürse ideal davranışı artar.
- III. Düşük sıcaklıklarda hacmi ideal gaza göre daha yüksektir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

3.

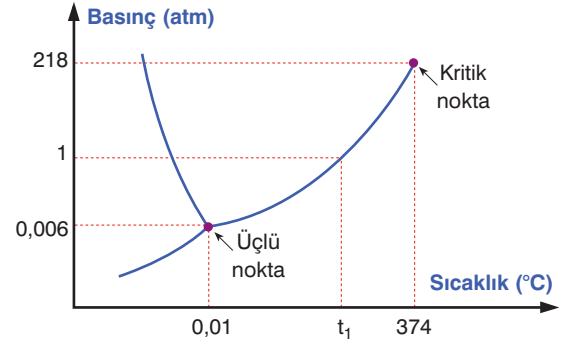


Bir gazın farklı sıcaklıklardaki $\frac{P.V}{R.T} - P$ değişimine ait eğriler grafikte verilmiştir.

Buna göre, sıcaklıklar arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) $T_1 > T_2 > T_3$ B) $T_2 > T_3 > T_1$ C) $T_3 > T_2 > T_1$
D) $T_2 > T_1 > T_3$ E) $T_1 > T_3 > T_2$

4.



Yukarıda suyun faz diyagramı verilmiştir.

Buna göre, su ile ilgili, aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) 500 °C sıcaklıkta basınç 218 atm yapılırsa madde sıvı hâle geçer.
- B) Suyun, katı hâlinin hacminin sıvı hâlinin hacminden büyük olması, basınç arttıkça donma noktasının düşmesine neden olur.
- C) 1 atm basınçta donma noktası 0,01 °C sıcaklıktan küçüktür.
- D) 1 atm basınçta gaz hâlinin ortalama kinetik enerjisi, katı hâlinin ortalama kinetik enerjisinden büyüktür.
- E) Sıvılar için donma ve kaynama noktası ayırt edici özelliktir.

5. Aşağıdaki olaylardan hangisi Joule – Thomson olayı ile açıklanabilir?

- A) Denizden çıkan birisinin üşmesi
- B) Parfüm şişesinin püskürtme düğmesine basılırken parfümün çıkış deliğinin soğuması
- C) Elimize kolonya döktüğümüzde serinleme hissedilmesi
- D) Sıcaklığı artırılan gazın hacminin artması
- E) Açık havaya bırakılan çocuk balonunun havada yükselmesi

6. Soğutucu akışkanlar ile ilgili,

- I. Gerçek gazlardır.
- II. İdeal gaz davranışı gösterirler.
- III. Kaynama noktası düşük, kritik sıcaklığı yüksektir.

yargılarından hangileri doğrudur?

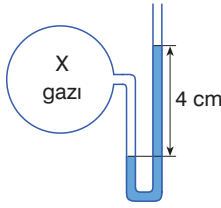
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III



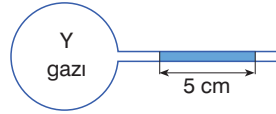
2D627657

BASAMAK KONTROL TESTİ

1.



Şekil - 1



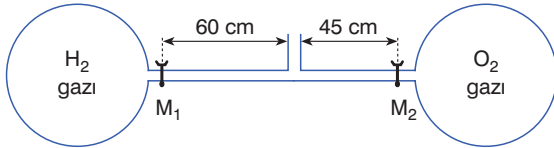
Şekil - 2

Şekil - 1 deki kaptaki ideal hareket eden X gazı vardır. Şekil - 2 deki kaptaki ise ideal hareket eden Y gazı vardır.

X gazının basıncı 800 mmHg olduğuna göre aynı ortamdaki Y gazının basıncı kaç torr dur?

- A) 850 B) 810 C) 760 D) 76 E) 1

2.



Şekildeki sistemde silindirin bir ucundaki kaptaki H₂ gazı, diğer ucundaki kaptaki O₂ gazı aynı sıcaklıkta bulunmaktadır. Aynı anda M₁ ve M₂ muslukları açıldığında 60 cm lik yolu H₂ gazı 24 s de alarak boruyu terk etmektedir.

Buna göre, O₂ gazı kaç saniyede boruyu terk eder? (H : 1, O : 16)

- A) 6 B) 8 C) 24 D) 48 E) 72

3.

Gazlar	Mutlak sıcaklık (T)	Molekül kütlesi
K	T	m
L	2.T	$\frac{m}{2}$
M	2.T	2.m

Yukarıda K, L ve M gazlarının mutlak sıcaklık ve molekül kütleleri verilmiştir.

Buna göre, gazların difüzyon hızları arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) $K > L > M$ B) $L > M = K$ C) $K > M > L$
D) $M > L > K$ E) $K = L > M$

4.

12 litrelik mutfak tüpüne 10 atm basınç yapacak şekilde metan gazı dolduruluyor. Tüpün ağzına elastik balonlar tek tek bağlanarak balonlara gaz dolduruluyor.

Bu tüp ile 760 torr hava basıncının olduğu ortamda 1 L hacminde kaç tane elastik balon doldurulur?



- A) 120 B) 110 C) 108 D) 100 E) 98

5.

m gram CH₄ gazı içeren sabit hacimli bir kaba sabit sıcaklıkta 2.m gram X gazı eklendiğinde kaptaki toplam gaz basıncı 2 katına çıkmaktadır.

Buna göre, X gazı aşağıdakilerden hangisi olabilir?

(H : 1, He : 4, C : 12, O : 16, S : 32)

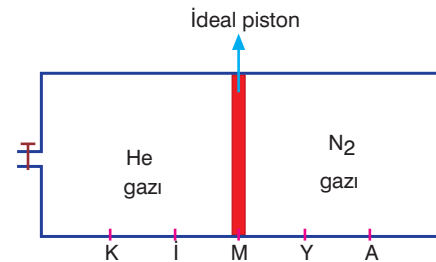
- A) H₂ B) He C) CH₄ D) O₂ E) SO₂

6.

0,6 mol He gazı 0 °C ta ve 2 atmosfer basınç altında kaç litre hacim kaplar?

- A) 11,2 B) 6,72 C) 5,6
D) 4,48 E) 3,36

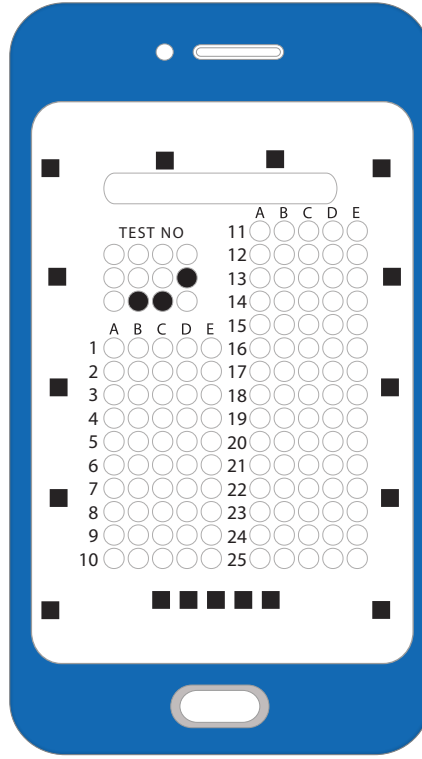
7.



Yukarıdaki sistemde He ve N₂ gazları ideal piston ile ayrılmıştır.

Kaptaki He gazının mol sayısı kaç katına çıkarılırsa piston A noktasına gelir?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5



2. Basamak Kontrol Testi Optiği

2. BASAMAK CEVAP ANAHTARI

Test 1	1-D	2-D	3-A	4-D	5-C	6-E	7-C			
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--	--	--

Test 2	1-A	2-B	3-A	4-C	5-D	6-B	7-A	8-E	9-E	10-B
	11-B	12-C	13-A	14-E	15-D	16-B				

Test 3	1-A	2-A	3-D	4-A	5-D	6-E	7-C			
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--	--	--

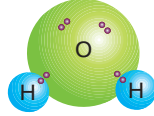
Test 4	1-A	2-B	3-E	4-B	5-E	6-C	7-E	8-C	9-A	10-E
	11-C									

Test 5	1-E	2-E	3-C	4-A	5-B	6-C				
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--	--	--	--

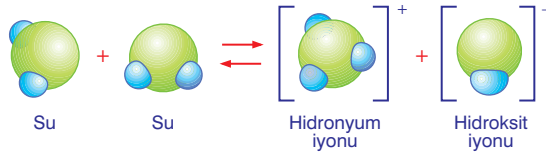
BKT	1-C	2-E	3-B	4-C	5-D	6-B	7-E	8-C	9-D	10-C
	11-C	12-B								

SUYUN OTOİYONİZASYONU

H₂O molekül formülüne sahip saf su, oda koşullarında sıvı hâde bulunur ve içerisinde çözünmüş hâde hiçbir iyon içermez. Polar yapıya sahip olan H₂O nun yapısı yanda verilmiştir.

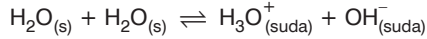


Saf su molekülleri çok az da olsa kendi içerisinde iyonlaşır. Bazı su molekülleri proton (H⁺) verir, bazı su molekülleri de proton (H⁺) alır. Suyun kendi kendine iyonlaşmasına **suyun otoiyonizasyonu** veya **otoprotolizi** adı verilir.



Suyun otoiyonizasyonu

Bir H₂O molekülü diğer bir H₂O molekülüne hidrojen iyonu (H⁺) vererek hidronyum (H₃O⁺) iyonu ve hidroksit (OH⁻) iyonu oluştururlar. Bu olay tersinirdir.



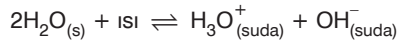
Olay bir denge olayı olduğundan denge sabitine **suyun denge sabiti (K_{su})** denir. 25 °C ta deneysel olarak K_{su} değeri 1 x 10⁻¹⁴ olarak hesaplanmıştır.

$$K_{su} = [H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$$

Suyun iyonlaşma dengesinde H₃O⁺ ve OH⁻ iyonları derişimleri birbirine eşittir.

$$[H^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$$

Suyun sıcaklığı 25 °C olduğu sürece K_{su} değeri 1 x 10⁻¹⁴ değerine eşittir. Suyun iyonlaşması endotermik bir denge tepkimesidir.



Sıcaklık arttırıldığında denge ürünler yönünde kayar ve suyun iyonlaşma sabitinin değeri de (K_{su}) artar.

Sıcaklık(°C)	K _{su}
0	0,113 x 10 ⁻¹⁴
25	1,008 x 10 ⁻¹⁴
30	1,468 x 10 ⁻¹⁴

Suyun iyonlaşma sabitinin (K_{su}) farklı sıcaklıklarda aldığı değerler

Bir reaksiyon için denge sabitinin değeri sadece sıcaklıkla değişir.

Suyun, hidronyum ve hidroksit iyonları ile dengesinde ve suda bir asit veya baz çözünmesi ile oluşan dengelerde de H⁺ ve OH⁻ iyon derişimleri çarpımı oda koşullarında her zaman 1 x 10⁻¹⁴ değerine eşittir.

BEST
BİLGİ

Örnek .. 1

KOH bazı çözünerek oluşan 25 °C taki bir çözeltide OH⁻ iyonları derişimi 4 x 10⁻³ M dir.

Bu çözeltinin H⁺ iyonları derişimi kaç molardır?

- A) 2,5 x 10⁻⁴ B) 5 x 10⁻⁴ C) 1 x 10⁻⁷
D) 2,5 x 10⁻¹² E) 2,5 x 10⁻¹¹

Çözüm

Oda koşullarında saf suda ve asit baz çözeltilerinde H⁺ ile OH⁻ iyon derişimlerinin çarpımı her zaman sabittir ve 1 x 10⁻¹⁴ tür.

$$[H^+] \cdot [OH^-] = 1 \times 10^{-14} \text{ eşitliğinden}$$

$$[H^+] \cdot 4 \times 10^{-3} = 1 \times 10^{-14}$$

$$[H^+] = 2,5 \times 10^{-12} \text{ olarak bulunur.}$$

Cevap D

pH VE pOH KAVRAMI

Sulu çözeltilerde H₃O⁺ ve OH⁻ derişimleri çok küçük değere eşit olduğundan kullanımları zorluklar oluşturmuştur.

Danimarkalı kimyacı Søren Sørensen (Sorun Sorınsın) bu zorlukları aşmak için 1909 yılında hidrojen iyonu potansiyeli anlamında pH terimini önerdi.

📖 pH hidrojen iyonu derişiminin ([H⁺]) eksi logaritmasıdır.

$$pH = - \log [H^+]$$

📖 Hidroksit iyonu derişiminin ([OH⁻]) eksi logaritması da pOH olarak tanımlanır.

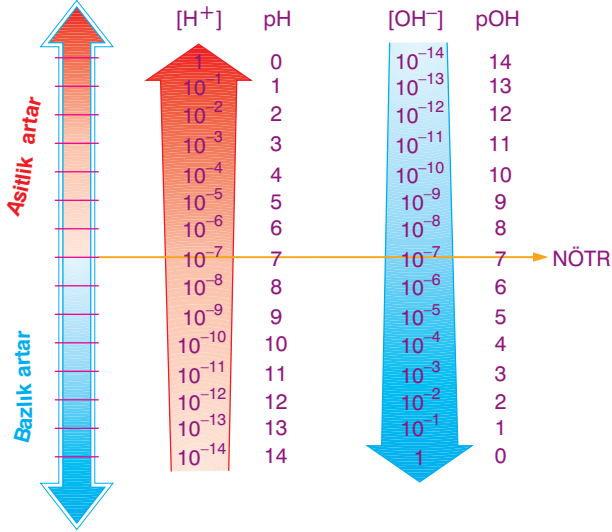
$$pOH = - \log [OH^-]$$

📖 K_{su} ifadesinin eksi logaritması da pK_{su} ile gösterilir.

$$(25 \text{ °C ta}) \quad pK_{su} = - \log 1,0 \times 10^{-14}$$



25 °C sıcaklıkta saf su ile asidik, bazik veya nötr bütün çözeltiler için,
 $pH + pOH = 14 = pK_{su}$
 eşitliği geçerlidir.



[H⁺], pH, [OH⁻] ve pOH arasındaki ilişki

[H⁺] > [OH⁻] ⇐ **Asidik çözelti** ⇒ pH < 7

[H⁺] = [OH⁻] ⇐ **Nötr çözelti** ⇒ pH = 7

[H⁺] < [OH⁻] ⇐ **Bazik çözelti** ⇒ pH > 7

Örnek .. 2

Bir çözeltilerdeki hidroksit iyonu derişimi 0,01 molar olduğuna göre, çözeltilerin pH değeri kaçtır?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 9 E) 12

Çözüm

Hidroksit OH⁻ iyonudur. Derişimi 0,01 yani 1 x 10⁻² M dir.

$$[OH^-] = 1 \times 10^{-2} \text{ M ise}$$

$$[H^+] \cdot [OH^-] = 1 \times 10^{-14} \text{ ten}$$

$$[H^+] \cdot [1 \times 10^{-2}] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[H^+] = 1 \times 10^{-12}$$

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pH = -\log (1 \times 10^{-12}) = 12 \text{ dir.}$$

Cevap E

Örnek .. 3

ÖSYM sorusu

Sulu çözeltilerin özellikleri ile ilgili olarak,

I. pH = pOH = 7 ise, çözelti nötrdür.

II. [H⁺] > 10⁻⁷ M ise, pH > 7 dir.

III. [H⁺] > [OH⁻] ise, pH > 7 dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I ve II E) II ve III

Çözüm

Nötr çözeltilerde [H⁺] = [OH⁻] ve derişimleri 10⁻⁷ M dir.

pH = -log [H⁺] ⇒ pH = -log (10⁻⁷) = 7 **I. yargı doğrudur.**

[H⁺] > 10⁻⁷ M ise çözelti asidiktir ve pH < 7 dir. [H⁺] > [OH⁻] ise çözelti asidiktir. Asidik çözeltilerde pH < 7 dir. II. ve III. yargılar yanlıştır.

Cevap A

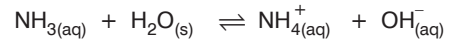
ASİT – BAZ TANIMLARI

Sudaki çözeltilisine H⁺ iyonu veren maddeler asit, OH⁻ iyonu veren maddeler ise bazdır. Bu Arrhenius'un asit – baz tanımınıdır. Arrhenius kuvvetli asit bazların suda çözünmelerini bu şekilde açıklarken bazı asit ve bazların sulu çözelti oluşumunu açıklayamamıştır. Zayıf asit bazların tanımını Brønsted ve Lowry yapmıştır.

Brønsted - Lowry, Asit - Baz Kuramı

Brønsted (Bronstid) ve Lowry (Lavri) yapısında H⁺ iyonu ve OH⁻ iyonu olmayan maddelerin asitliğini ve bazlığını açıklamıştır. Brønsted – Lowry'ye göre hidrojen iyonu (H⁺) veren madde asit, hidrojen iyonu alan madde ise bazdır.

NH₃, yapısında hidroksit (OH⁻) iyonu içermese de baz olarak bilinen bir maddedir. Brønsted – Lowry'ye göre, aşağıdaki denge tepkimesinde,



Baz – 2 Asit – 1 Asit – 2 Baz – 1

H₂O, NH₃ maddesine H⁺ vererek OH⁻ iyonuna dönüşmüştür. H₂O maddesi asit özelliği göstermiştir.

NH₃ molekülü H⁺ alarak NH₄⁺ iyonuna dönüşmüştür. NH₃ ise H₂O dan H⁺ aldığı için baz olarak davranmıştır.

NH₄⁺ iyonu OH⁻ iyonuna H⁺ verdiği için asit, OH⁻ iyonu da H⁺ iyonu aldığı için bazdır.

Bir asitle, onun H⁺ iyonu yitirmiş hâli olan bazı **konjuge (eşlenik) asit – baz çifti**dir. NH₃ – NH₄⁺ ve H₂O – OH⁻ çiftleri konjuge asit – baz çiftleridir.

NH₃, NH₄⁺ iyonunun konjuge bazı, NH₄⁺ iyonu NH₃ ün konjuge asididir. H₂O, OH⁻ iyonunun konjuge asidi, OH⁻ iyonu H₂O maddesinin konjuge bazıdır.

ELEKTROKİMYASAL PİLLER

Kimyasal tepkimeler sırasında oluşan enerji elektrik enerjisine dönüşebilir. Bununla ilgili ilk çalışmalar Alessandro Volta'nın, kurbağalarla deney yapan Luigi Galvani'nin elde ettiği sonuçlardan yararlanarak elektriksel iletkenlikle ilgili hazırladığı pil düzenekleridir.



Alessandro Volta



Luigi Galvani



J. Frederic Daniell

A. Volta iki metal ve aralarındaki sıvıdan faydalanarak bir gerilim elde etmiştir. Volta pili adı verilen bu düzende indirgenme ve yükseltgenme olayları aynı hücrede (kapta) gerçekleşmektedir.

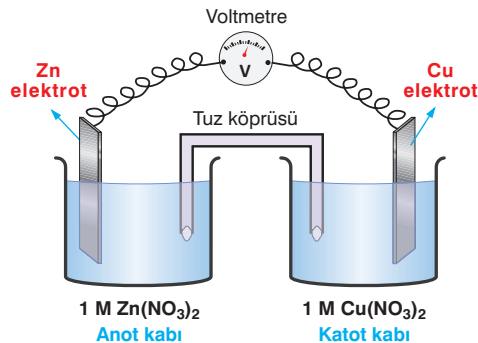
John Frederic Daniell, indirgenme ve yükseltgenme olaylarını farklı yarı hücrelerde gerçekleştirebilmek için Volta piline göre farklı bir düzenek tasarlamıştır.

Galvanik Hücreler

İki farklı yarı hücrede oluşan yükseltgenme ve indirgenme olayları arasındaki elektron alışverişini sağlayarak kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çeviren ve kendiliğinden çalışan elektrokimyasal hücrelere **galvanik hücre (pil)** adı verilir.

📖 Daniel pili oluşturulan ilk galvanik hücredir. Daniell, bakır (II) sülfat (CuSO_4) çözeltisine daldırılmış bakır (Cu) metalinden yapılmış bir metal levha ile bir yarı hücre, çinko sülfat (ZnSO_4) çözeltisine daldırılmış çinko (Zn) metalinden yapılmış bir metal levha ile de ikinci bir yarı hücre oluşturmuştur.

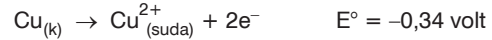
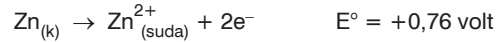
Bir elektrokimyasal pil hücresinin yapısını ve meydana gelen olayları ve değişimleri örnek bir sistem üzerinde görelim...



Yukarıdaki pil sisteminde kaplardan birine 1 M $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, diğerine 1 M $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ standart çözeltileri konmuştur. $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ çözeltisine Zn levha, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ çözeltisine Cu levha daldırılmıştır.

Çözeltilerin içine konulan bu metal levhalar **elektrot** olarak adlandırılır. Bir iletken tel ile birbirine bağlanan bu iki levha arasındaki gerilim farkını ölçmek için iletken tel üzerinde paralel bağlı bir voltmetre vardır.

İyon hareketini sağlamak için kaplar arasına yerleştirilen tuz köprüsünde, KNO_3 , KCl ve NaNO_3 gibi bileşiklerden birinin derişik çözeltisi vardır. İçindeki çözeltinin dökülmemesi için, U borusunun uçlarına birer parça pamuk takılır.



Zn ve Cu metallerinin yükseltgenme potansiyelleri farklılığı sayesinde bu sistemden elektrik enerjisi elde edilir.

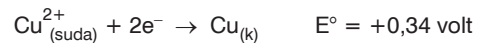
Anot ve Katot Yarı Hücreleri

Aktif olan metalin bulunduğu ve yükselttiği kap **anot**tur. Yukarıda verilen sistemde Zn metalini daha aktif olduğu için elektrottan çözeltiye Zn^{2+} iyonları geçer.



📖 Anot hücresinde zamanla Zn^{2+} derişimi artar. Anot hücresine daldırılmış Zn elektrodun kütlesi zamanla azalır.

Pasif olan metalin bulunduğu ve indirgendiği kap **katot**tur. Yukarıda verilen sistemde Cu metalini daha pasif olduğu için çözeltideki Cu^{2+} iyonları zamanla Cu elektrot üzerinde toplanırlar.



📖 Katot hücresinde zamanla Cu^{2+} derişimi azalır. Katot hücresine daldırılmış Cu elektrodun kütlesi zamanla artar.

Dış Devre ya da İletken Tel

Anot elektrotta oluşan elektronlar, dış devredeki iletken tel üzerinden, katot elektroda doğru giderek oradaki indirgenme olayında kullanılırlar. Yukarıdaki sistemde elektronlar iletken tel üzerinde Zn elektrottan, Cu elektroda doğru hareket eder.

📖 Dış devrede ya da iletken tel üzerindeki elektron akımı anot elektrottan katot elektroda doğrudur. İletken tel olmazsa pil çalışmaz.

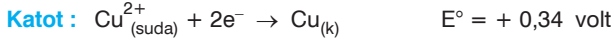
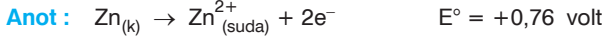
Tuz Köprüsü ve Önemi

Galvanik pillerde, kaplarda bozulan iyon dengesi tuz köprüsündeki maddeler sayesinde sağlanır.

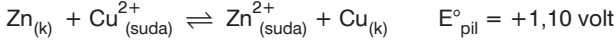
📖 Tuz köprüsündeki anyonlar anota, katyonlar katoda geçer.

Net PİL Tepkimesi ve PİL Potansiyeli

PİL sisteminde anot ve katot yarı tepkimeleri toplandığında net PİL tepkimesi elde edilir.



Net PİL Tepkimesi :



PİL'in potansiyeli aşağıdaki bağıntılarla hesaplanır.

$$E^\circ_{\text{hücre}} = E^\circ_{\text{yükseltgenme}} + E^\circ_{\text{indirgenme}}$$

$$E^\circ_{\text{hücre}} = E^\circ_{\text{katot}} + E^\circ_{\text{anot}}$$

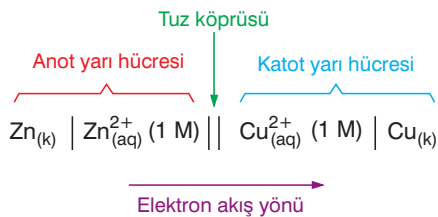
📖 Bu PİL sisteminde başlangıçta voltmetrenin gösterdiği değer +1,10 voltur.

Galvanik bir hücrede elektrotlar arasındaki elektriksel potansiyel farkına **hücre gerilimi, PİL'in elektromotor kuvveti (emk)** ya da **PİL potansiyeli** adı verilir.

Hücre derişimi, sıcaklık ve basınç gibi etkenler PİL potansiyelini değiştirir. Galvanik hücreler başlangıçta en büyük potansiyele sahiptir ve çalışıkça PİL potansiyelleri azalır. PİL çalışıkça anot derişimi artarken, katot derişimi azalır. Tepkime dengeye ulaştığı anda PİL'in potansiyeli değeri sıfır olur.

Hücre Diyagramı (PİL Şeması)

Elektrokimyasal pillerde gerçekleşen olayları basitçe belirtecek şekilde bir şema (diyagram) ile gösterilir. Yukarıdaki PİL sistemi için bu gösterim aşağıdaki şekilde olur.



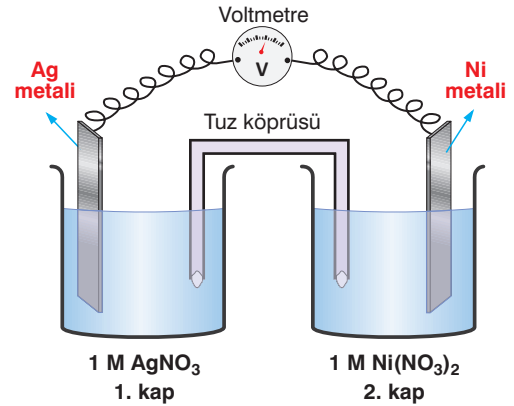
📖 PİL şemasında önce anotta gerçekleşen olay, sonra katotta gerçekleşen olay yazılır. Ortadaki iki düşey çizgi tuz köprüsünü belirtir. Çözeltilerdeki iyon derişimleri de iyon sembollerinden sonra yazılabilir.



Elektrotlar sistemdeki negatif ve pozitif uçlar olarak düşünülürse,

📖 Galvanik hücrelerde anot negatif uç, katot ise pozitif uçtur.

Örnek .. 7

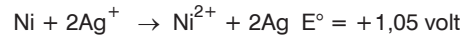
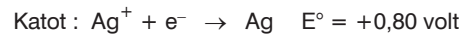
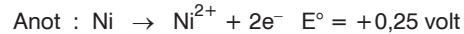


Yukarıdaki PİL devresi ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır? (Ni : 59, Ag : 108)

- PİL potansiyeli +1,05 voltur.
2. kaptaki Ni^{2+} iyonları derişimi zamanla azalır.
- Tuz köprüsündeki katyonlar 1. kaba akar.
- Elektron göçü Ni elektrottan, Ag elektroda doğrudur.
- Anot elektrodunun kütlesi 5,9 gram azalırken katot elektrodunun kütlesi 21,6 gram artar.

Çözüm

Yükseltgenme potansiyeli büyük olan Ni metali daha aktiftir ve anot elektrottur.



A seçeneği doğrudur.

2. kaptaki Ni elektrotu Ni^{2+} iyonlarına yükseltgenerek derişimi ni zamanla artırır. **B seçeneği yanlıştır.**

1. kaptaki zamanla Ag^+ iyon derişimi azalır. Bu iyonların yük denliğini sağlamak için tuz köprüsünde bulunan katyonlar 1. kaba akar. C seçeneği doğrudur.

Elektronların hareketi anottan katoda doğrudur. Dolayısıyla elektronlar Ni elektrottan Ag elektroda doğru hareket eder. D seçeneği doğrudur.

Tepkime denklemine göre 1 mol Ni (59 g) çözüldüğünde, 2 mol Ag (216 g) toplanır. Öyleyse 5,9 g Ni çözüldüğünde, Ag elektrodunun kütlesi 21,6 g artar. E seçeneği doğrudur.

Cevap B

GİRİŞ

Enerji kaynakları kullanım şekline göre farklı şekillerde adlandırılabilir.

Canlıların yaşamı sürdürmek için kullandığı kimyasal enerji kaynaklarına **besin** denir.

Endüstride enerji sağlamak için kullanılan kimyasal enerji kaynaklarına da **yakıt** denir.

Enerji formlarını birbirine dönüştürmek mümkündür. Elektrikli su ısıtıcıları ile elektrik enerjisini ısı enerjisine dönüştürebiliriz. Yeşil bitki güneşten aldığı ışımaya enerjiyi potansiyel ve kimyasal enerjiye dönüştürür. Biz de bu bitkiyi tükettiğimizde bitkide depolanmış enerjiyi solunum sonucunda ısı ve hareket enerjisine dönüştürürüz.



FOSİL YAKITLAR

Toprak altında kalmış canlı kalıntılarına fosil denir. Ölen canlı organizmaların oksijensiz ortamda milyonlarca yıl boyunca, doğal süreçlerle bozunmalarından **fosil yakıtlar** oluşur. Fosil yakıtlar, mineral yakıtlar olarak da bilinir. Fosil yakıtlar kömür, petrol ve doğal gaz gibi doğal enerji kaynaklarıdır. Petrol ve doğal gaz hidrokarbon karışımlarıdır.

Fosil yakıtlar, tüketildikçe yerine yenisi konulamadığından **yenilenemeyen enerji** kaynağı olarak kabul edilirler.

Fosil yakıtların elektrik üretimi başta olmak üzere endüstriyel alanda çok geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır.

Fosil yakıtlara aşağıdakiler örnek verilebilir:

- ☐ Linyit, taş kömürü ve antrasit gibi kömürler
- ☐ Asfaltit olarak adlandırılan sert, zor eriyen organik maddelerden oluşan koyu renkli kömür
- ☐ Kömür olarak kabul edilmeyen turbalar
- ☐ Doğal gaz
- ☐ Bitümlü şistler (Kaya içine dağılmış gelişimini tamamlamamış ham petrol. Bitümlü şistler kaya gazı üretiminde kullanılır.)
- ☐ Ham petrol

KÖMÜR

Kömür başlıca karbon, hidrojen ile oksijen, kükürt ve az da olsa azot gibi elementlerin bileşiminden oluşmuş tortul yer katmanları arasında bulunan, siyah veya kahverengi – siyah renkli, yapışkan organik bir kayadır.

Kömür, diğer kaya tabakalarının arasında damar hâlinde, uzunca bir süre (milyonlarca yıl) ısı, basınç ve mikrobiyolojik etkilerin sonucunda meydana gelir.

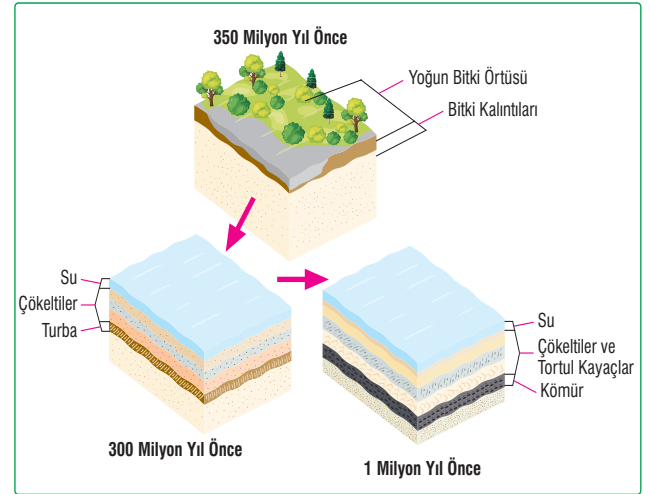
Kömür, organik ve anorganik maddelerden meydana gelir. Organik kısmını karbon elementi ve karbonlu bileşikler oluşturur. Kömür yakılınca organik kısım uçucu ürünlere dönüşür ve enerji açığa çıkar. Yanma sonucu geride kalan anorganik maddeler

karışımına **kül** denir. Kömürün karbon oranı ne kadar büyükse kömür o kadar kaliteli olur.

Kömürleşme Süreci

Çoğunlukla bitki ve ağaç gövdelerinin bataklıklarda birikerek yeraltına girmesi ve bunların milyonlarca yılda sıcaklık ve basınç etkisiyle bozunarak organik kayalara dönüşmesine **kömürleşme** denir.

Kömürleşme sürecinde sırasıyla turba, linyit, alt bitümlü kömür, taş kömürü, antrasit ve grafit oluşur.



Kömürün oluşumu yüz milyonlarca yıl sürer.

Turba

Daha çok bataklık ve sulak yerlerde bitkilerin oluşturduğu organik kütlelerdir.

- ☐ Kömürleşmenin ilk aşamasıdır.
- ☐ Karbon oranı çok düşüktür.
- ☐ Isıl değeri çok azdır.
- ☐ Su oranı % 90 civarındadır.



Linyit

Oluşumunu tamamlamamış, odunsu dokulara sahip kömürdür. Karbon yüzdesi % 25 – 35 kadardır.

- 📖 Yüksek nem oranına sahiptir.
- 📖 Rengi daha çok kahverengidir.
- 📖 Türkiye’de en çok bulunan kömürdür.
- 📖 Genellikle termik santrallerde yakıt olarak kullanılır.



Taş Kömürü (Bitümlü Kömür, Maden Kömürü)

Taş kömürünün 200 – 250 milyon yıllık bir süreçte oluştuğu tahmin edilmektedir. Karbon yüzdesi % 45 – 85 i bulur.

- 📖 Nem oranı düşüktür.
- 📖 Kok kömürü yapımında kullanılır.
- 📖 Ülkemizde önemli miktarda çıkarılmaktadır.



Kok Kömürü

Taş kömürünün havasız ortamda, ısıtılmasıyla elde edilir. Kok, doğada bulunmaz.

Kok kömürü eldesi sırasında **kok gazı** ya da **hava gazı** olarak adlandırılan madde elde edilir. Hava gazı CH_4 , CO_2 , CO , H_2 ve N_2 gazlarından oluşur. Ayrıca kok eldesi sırasında benzen, toluen, ksilen, anilin, naftalin, fenol, amonyak gibi birçok maddeler de elde edilir. Kok, metal üretiminde ve çeşitli sanayi maddelerinin (kauçuk, madeni yağ vb.) eldesinde kullanılır.



Antrasit

Karbon yönünden en zengin kömür çeşididir. İçerdiği karbon yüzdesi % 85 den büyüktür. Pahalı ve az bulunduğundan yakıt olarak kullanılmaz.

- 📖 Karbon oranı en yüksek kömürdür.
- 📖 Parlak bir yüzeye sahiptir.
- 📖 Duman, is ve koku bırakmadan yanar.
- 📖 Tutuşturması zordur. Ancak kolay kolay da sönmez.
- 📖 Alevleri kısa ve mavi renklidir.
- 📖 Nem oranı oldukça düşüktür.



Grafit

Grafit, yumuşak, yağlı, kâğıt üzerinde iz bırakan, siyah renkli katı bir maddedir. Kömürleşme sürecinde şartlar uygun olursa antrasitten sonra grafit oluşur. Saf karbon olarak düşünülebilir. Kurşun kalemlerin ucu, içine kil katılarak sertleştirilmiş grafitir.



Kömürün Isıl Değeri

Bir kilogram (1 kg) kömür yakılınca açığa çıkan ısı miktarına **ısıl değer (kalorifik değer)** veya **özgül ısı** denir. Isıl değeri yükseldikçe kömürün kalitesi yükselir.

Malzeme	Karbon (Kütlece %)	Isıl Değeri (kcal.kg ⁻¹)
Odun	44	5183
Turba	< 6	< 3500
Linyit	25 – 35	3500 – 4610
Taş kömürü	45 – 85	5700 – 7700
Antrasit	> 85	> 7700
Grafit	100	> 8000

Kömürdeki karbon oranı arttıkça kömürün kalitesi artar. Kömürlerin kalitesine göre karşılaştırılması aşağıdaki gibidir.

Antrasit > Taş kömürü > Linyit > Turba

Odun Kömürü

Odunun havasız ortamda yavaş yavaş kısmen yakılmasıyla elde edilen ürüne **“odun kömürü”** veya **“mangal kömürü”** denir. Yani fosil yakıt değildir.

Odun kömürü, siyah barut üretiminde ve metallerin sert yüzeylerinin kaplanmasında kullanılır.



Örnek .. 1

Yanma ısısı yüksek olan kömür türleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Yüksek kalorili kömür olarak da ifade edilir.
- B) İçerdiği nem ve kül oranı, düşük kalorili kömürlere göre düşüktür.
- C) Kömürleşmesi oldukça kısa sürede gerçekleşmiştir.
- D) Yapısındaki karbon oranı yüksek olan kömürlerdir.
- E) Genellikle endüstriyel amaçlı kullanılırlar.

Çözüm

Kömürler yandığında ne kadar çok ısı açığa çıkarırsa kömür o kadar yüksek kalorili kömür olarak ifade edilir. A seçeneği doğrudur.

Karbon oranı yüksek olan kömürün ısı değerleri yüksek, nem ve kül oranı düşüktür. Bu durumda ısı değeri yüksek kömürün içerdiği nem ve kül oranı, düşük kalorili kömürlere göre düşüktür. B seçeneği doğrudur.

Oluşum süreci uzun olan kömürlerin karbon oranı ve ısı değeri de yüksek olur. **C seçeneği yanlış**, D seçeneği doğrudur.

Karbon oranı ve ısı değeri yüksek olan kömürler ev ya da işyerlerinde ısınmak için yakıt olarak kullanım yerine daha çok demir - çelik fabrikalarında endüstriyel amaçlı kullanılır. E seçeneği doğrudur.

Cevap C

Fosil yakıtlar hayatımızı kolaylaştıran önemli doğal kaynaklardır. Bu yakıtlar hayat kalitemizi artırırken çevreye de zarar vermektedir. Bu nedenle bilim insanları çevreci ve yenilenebilir enerji kaynaklarının arayışına girmişlerdir.



Yenilenebilir enerji kaynağı doğal döngü içerisinde kısa sürede tekrardan oluşabilen enerji kaynaklarıdır.

Çevreye kirletici atıklar salmayan ya da en az düzeyde salan enerjilere **temiz enerji** ve **alternatif enerji** olarak adlandırılır.

Yenilenebilir (temiz) enerji kaynakları:

- Güneş Enerjisi
- Rüzgâr Enerjisi
- Dalga ve Gel – Git Enerjisi
- Bitki Kökenli Yakıtlar
- Hidroelektrik Enerji
- Hidrojen Enerjisi
- Jeotermal Enerji

GÜNEŞ ENERJİSİ

Güneş enerjisi tüm enerji türlerinin ve fosil yakıtların temel enerji kaynağıdır. Bununla beraber günümüzde güneş enerjisinden yararlanmak için güneş kolektörleri ve güneş pilleri kullanılır.

Çevre açısından güneş enerjisinin olumsuz bir etkisi yok sayılır.



Güneş kolektörleri güneş enerjisini kullanarak sistemdeki suyun ısınmasını sağlar.



Güneş pilleri güneş enerjisini elektrik enerjisine çeviren araçlardır.

JEOTERMAL ENERJİ

Yer kürenin içine magmaya doğru ilerledikçe sıcaklık artar. Yer kürenin sahip olduğu bu iç enerjiye **jeotermal enerji** denir.

Sıcak magma tabakasına yakın geçen yer altı suları ısınır ve daha sonra yeryüzüne çıkar. Bu sıcak suya **ılıca** denir. İlicalarda ki tesislere ise **kaplıca** denir.

Yeryüzüne çıkan sıcak sular, sağlık için kullanıldığı gibi, ısınma amaçlı ve elektrik üretimi için de kullanılır.

HİDROELEKTRİK ENERJİ

Suyun yüksek bir noktadan düşük bir noktaya akmasından kaynaklanan enerjiye **hidroelektrik enerji** denir. Suyun kinetik enerjisi türbinlerin bağlı olduğu jeneratörde elektrik enerjisine dönüştürülür. Bu tesislere **hidroelektrik santrali** (HES) denir.



Hidroelektrik enerji temiz enerji kaynağıdır. Ancak HES ler ekosistemi bozar, akarsuların akışını değiştirir ve kurulum maliyeti yüksektir.

Hidroelektrik santrallerinde suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüşmesinden yararlanılır.

RÜZGÂR ENERJİSİ

Rüzgâr enerji santrallerinde rüzgârın kinetik enerjisi jeneratörlerde elektrığe dönüştürülür. Bu enerjiye **rüzgâr enerji** adı verilir.



Temiz ve çevre dostu bir enerjidir.

- Ses ve görüntü kirliliği yapar.
- Göçmen kuşlara zarar verir.
- Maliyeti yüksektir. Bol rüzgâr alan yerlere kurulabilir.

Rüzgâr enerjisinin kaynağı da güneştir.

DALGA ve GEL – GİT ENERJİSİ

Açık denizlerde rüzgârların oluşturduğu dalgaların hareket enerjisinden elde edilen enerjidir.

Denizlerde gerçekleşen gel – git olayından yararlanılarak elde edilen enerjiye **gel – git enerji** denir.



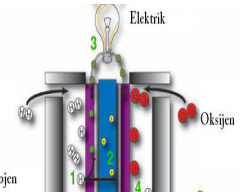
Santrallerinin kurulum maliyeti yüksektir ve görüntü kirliliği oluşturur.

Dalga ya da gel - git enerjisinden elektrik elde edilir.

HİDROJEN ENERJİSİ

Hidrojen gazı yakılarak elde edilen enerjiye **hidrojen enerji** denir. Hidrojen, yanınca sadece su buharı oluşur. Birim kütle başına yüksek enerji değeri vardır.

Hidrojen, katı yakıt pillerinde de enerjisi eldesinde kullanılır.



Hidrojen katı yakıt pilli