

RADYONÜKLİTLERİN KİMYASI VE ANALİZİ

5. ALKALİ METALLERİN RADYOKİMYASI

Doç. Dr. Gaye Çakal

ALKALİ METALLERİN RADYOKİMYASI

1. ALKALİ METALLERİN EN ÖNEMLİ RADYONÜKLİTLERİ
2. ALKALİ METALLERİN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ
3. ALKALİ METAL RADYONÜKLİTLERİN AYIRMA İHTİYAÇLARI
4. POTASYUM, ^{40}K
5. SEZYUM – ^{134}Cs , ^{135}Cs ve ^{137}Cs
 1. KAYNAKLARI VE NÜKLEER KARAKTERİSTİĞİ
 2. DOĞAL SULARDAN SEZYUM NÜKLİTLERİNİN ÖNKONSANTRASYONU
 3. ^{135}Cs BELİRLENMESİ
 1. NÖTRON AKTİVASYONU İLE ^{135}Cs BELİRLENMESİ
 2. ^{135}Cs 'İN KÜTLE SPEKTROMETRESİ İLE BELİRLENMESİ
6. ALKALİ METALLERİN RADYOKİMYASINDA GEREKENLER

1. ALKALİ METALLERİN EN ÖNEMLİ RADYONÜKLİTLERİ

- Radyokimyada, çevredeki radyoaktivite ve insan sağlığı konularında alkali metallerin en önemli radyonüklitleri ^{40}K ve sezyum izotopları ^{137}Cs ve ^{134}Cs 'dir. (Tablo 6.1).
- ^{40}K izotopu oldukça uzun ömürlü, doğada var olan radyonüklittir. Doğal potasyumun % 0.0118'ini oluşturur.
- ^{137}Cs , uranyumun ve plütonyumun, yüksek fisyon verimli, uzun ömürlü fisyon ürünüdür ve kesinlikle gıdadan insana geçen radyoaktif kirliliğin ana kaynağıdır.
- ^{134}Cs nükleer yakıtta ve reaktör malzemelerinde kararlı sezyumun nötron aktivasyonu yoluyla üretilir.

2. ALKALİ METALLERİN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

- Alkali metaller periyodik tablonun 1.Grubunda yer alır. Hepsinin dış kabuğunda bir s-orbital elektronu vardır ve oksidasyon hali +1 ile bileşikler oluşturur.
- Sulu çözeltide, hidratlı M^{+1} iyonları olarak bulunur. Küçük yük ve büyük boyutları ile, güçlü elektropozitiflerdir. Atom numarası arttıkça daha elektropozitif olurlar: $Li < Na < K < Rb < Cs < Fr$.
- Elektropozitif oldukları için, alkali metaller yoğunlukla iyonik bağlar oluştururlar. Halojenürler gibi ortak bileşikleri kolayca çözünür. Alkali metallerin iyonik yarıçapları atom numarası ile artar. Diğer metaller gibi, sulu çözeltide, $M(H_2O)_x^+$ gibi sulu kompleks formlarda bulunurlar.
- Küçük boyutlarından dolayı, en hafif alkali metaller, su moleküllerini daha güçlü çekerler ve hidratlı iyonların boyutları lityumdan sezyuma azalır.
- Alkali metaller hidrolize olur, yani, sadece kısmen ve çok yüksek pH'da hidroksil kompleksleri (MOH) oluşturur. Hidroksitleri çok çözünür. Alkali metal iyonları birçok organik bileşik ile kompleks oluşturamazlar çünkü elektron kabuklarında koordinasyon bağı oluşturacak serbest boşluklar yoktur.
- Sonuç olarak, organik kompleksleştirme ajanları ile solvent (çözücü) ekstraksiyonuyla genelde ayrılmazlar. Alkali metallerin bazı önemli fiziksel özellikleri Tablo 6.2'de listelenmiştir.

3. ALKALİ METAL RADYONÜKLİTLERİN AYIRMA İHTİYAÇLARI

- Alkali metallerin çoğu radyonükliti gama salanlardır ve ölçüm öncesi kimyasal ayırma gerektirmez. Tek istisna ^{135}Cs 'dir, saf beta salıcıdır ve ölçüm öncesi ayrılmalıdır.
- Doğal sulardaki ^{137}Cs konsantrasyonu düşük olduğu için, aktivasyon ölçümü öncesi bazı önkonsantrasyon normalde gereklidir. Çoğu gama salan alkali metal radyonüklit, özellikle ^{40}K , ^{134}Cs ve ^{137}Cs , beta parçacıkları ve/ya dönüşüm elektronları da salar. Bunlar da diğer beta salan radyonüklitlerin radyometrik ölçümü ile karışır.
- Eğer hedef nüklit saf beta salıcısı ise ya da elektron yakalama ile bozunuyorsa, hedef nüklitin aktivitesi ölçülmeden önce ayrılması gerekir.
- Alkali metaller sulu çözeltilerde hidrolize olan radyonüklitlerden hidroksitlerinin çökmesi ile uzaklaştırılırlar ve alkali metaller çözeltide kalır.
- Alkali metaller, alkali toprak metallerinden, örneğin ^{90}Sr , karbonat, okzalat ve fosfat çökmesi ile ayrılırlar. Alkali toprak metalleri uzaklaştırılırken, alkali metaller çözeltide kalır

4. POTASYUM, ^{40}K

- ^{40}K ilkel bir radyonüklittir, ~5 milyar yıl önce dünya var olduğundan beri vardır. Aşırı uzun ömrü, 1.3×10^9 yıl, ile halen çevrede mevcuttur.
- Potasyum dünyanın kabuğundaki en sık rastlanan 8. elementtir (%1.8) ve izotop ^{40}K doğal potasyumun %0.0118'ini kapsar. Feldspat ve muskovit gibi kayayı oluşturan minerallerde ve deniz suyunda bulunur. İnsanlar ve hayvanlar için gerekli bir eser elementtir ve sabit konsantrasyonda, yaşayan hücrelerde mevcuttur. Buna dayalı olarak radyoaktif ^{40}K da belli konsantrasyonda hücrelerde mevcuttur.
- ^{40}K 'ın insan vücudundaki konsantrasyonu ~70Bq/kg'dır ve insanlardaki toplam dozun %5'inden sorumludur. ^{40}K yüksek enerji gama radyasyonu (1.46 MeV) salar. Gama spektrometresi ile kolayca saptanabilir ve kaynağın aktifitesi radyokimyasal ayırım olmadan belirlenebilir. ^{40}K konsantrasyonu yavru nüklit ^{40}Ar 'a kıyasla ölçmek kayaların yaşını bulmaya yarar.

5. SEZYUM – ^{134}Cs , ^{135}Cs ve ^{137}Cs

KAYNAKLARI VE NÜKLEER KARAKTERİSTİĞİ

- Radyonüklitler ^{137}Cs ve ^{90}Sr , uranyum ve plutonyumun iki en önemli uzun ömürlü fisyon ürünüdür. Her birinin yarı ömrü yaklaşık 30 yıldır ve ^{235}U fisyon verimi %6.3'dür.
- ^{137}Cs 50ler, 60lar ve 70lerdeki atmosferik nükleer silah testlerinden atık olması sonucu ve 1986'daki Çernobik kazasının sonucu olarak çevrede çokça mevcuttur.
- ^{134}Cs , kararlı izotop ^{133}Cs 'den nötron aktivasyonu ile üretilir. ^{134}Cs nükleer silah testlerindeki atıkta mevcut değilken, Çernobil kazasındaki atıkta önemli oranda mevcuttur çünkü yakıtın uzun süreli ışınlanması (irradiation) sırasında ve reaktörün yapı malzemelerinde birikmiştir.
- ^{134}Cs 'nin yarı ömrü sadece 2.1 yıl olduğundan, Çernobil atıklarındaki ^{134}Cs kirliliği şimdi çevreden yok olmuştur.
- Hem ^{134}Cs hem ^{137}Cs yüksek enerji gama radyasyonu salar. Çoğu durumda saflaştırma basamağına ihtiyaç olmadan, direkt çevre ve nükleer atık numunelerinden gama spektrometresi ile ölçülebilir.

6. ALKALİ METALLERİN RADYOKİMYASINDA GEREKENLER

- Alkali metallerin en önemli radyonüklitleri doğal olarak oluşan çok uzun ömürlü ^{40}K , fisyon ürünü ^{137}Cs ve aktivasyon ürünü ^{134}Cs 'dur.
- Bütün bu radyonüklitler yüksek enerji gama ışınları salar, aktivitelerinin belirlenmesi için kolayca ölçülebilir – bu aktivite ölçümleri için radyokimyasal ayırım genelde gerekmez.
- Doğal sulardan ^{137}Cs belirlenmesi aktivite ölçümü öncesi önkonsantrasyon gerektirir – bu da buharlaştırma, iyon değişimi ya da birlikte-çöktürme ile yapılır.
- ^{135}Cs saf beta salıcıdır ve aktivite ölçümü öncesi radyokimyasal ayırım gerektirir. ^{135}Cs radyometrik olarak ölçülemeyebilir çünkü ^{137}Cs karışım yapar, ki aktivitesi çok aşırıdır. ^{135}Cs nötron aktivasyon analizi ve kütle spektrometrisi ile ölçülür. İkincisi çok daha hassas bir yöntemdir.