

## Ders 27- Geçiş Metalleri ve Kurşun Zehirlenmesinin Tedavisi

24 Şimdi clicker sorusunu cevaplayalım. Bugün bir clicker yarışmamız daha olacak.

Darcy' nin grubu daha başarılı görünüyor.

129 Cevaplandırmanız için son 10 sn.

145 Çok kötü değil. %74. Bu problemde eşitliğe bakmamız ve ne olduğunu anlamamız lazım, hangi element indirgenir, hangisi yükseltgenir? Bu, gelecek sınavda karşınıza çıkacak. Bunun hakkında birkaç dakika daha konuşacağız. Ama ilk olarak geçen dersten kalan soruyu cevaplamak istiyorum.

214 B12 vitamininin vücutta nasıl indirgendiğini merak ettiğinizi biliyorum. Bir bakalım. Sessizliği sağladıktan sonra başlayalım. B12 vitamini, flavodoxin adı verilen bir protein tarafından indirgenir. Flavodoxin, kofaktör olarak flavon içerir. B12 vitaminin redoks ya da standart indirgenme potansiyeli  $-0.526$  voltur. Bu, bir biyolojik sistem için çok düşük bir değerdir. Flavodoxin' in potansiyeli  $-0.230$  voltur. Peki bunlardan hangisi daha iyi bir indirgendir? Yükseltgenen madde diğerini indirger. Daha düşük negatif değere sahip olan vitamin B12, flavodoxine göre daha iyi bir indirgendir. Sadece bu değerlere bakarak vitamin B12 nin flavodoxini indirgediğini söyleyebiliriz. Peki bu nasıl olur? Vücudumuzda ham flavodoxin proteini ve methionin sentezini sağlayan inaktif enzimleri üreten dokular var. Enzimlerin aktive olması için indirgenmesi gerekir. Şimdi, B12'nin flavodoxin tarafından indirgenmesinin spontane reaksiyon olup olmadığını düşünelim. Spontane olduğunu düşünebilirsiniz ama bir bakalım. Bunu da bataryalar ve elektrokimyasal pilleri incelediğimiz gibi inceleyebiliriz, aynı eşitlikleri kullanabiliriz. Eşitliklerden bildiğiniz gibi, standart indirgenme potansiyellerindeki değişimleri hesapladık,  $E^0$ (indirgenme)- $E^0$ (yükseltgenme) den bahsettik. Burada da aynı eşitliği kullanabiliriz. Dolayısıyla, biyolojik çerçevede de, B12 indirgenen, flavodoxin yükseltgenendir. Gerçekleşen reaksiyon budur. Değerleri yerine koyarsak,  $-0.526 \text{ V} - (-0.230 \text{ V}) = -0.296 \text{ V}$  Peki bu, spontane reaksiyon mudur? Hayır. E değeri negatif, bu da  $\Delta G$  nin pozitif olduğunu gösterir dolayısıyla reaksiyon spontane değildir. Spontane olmayan reaksiyon nasıl olur ve bize ne kadar sorun yaratır? Bu derste kullandığımız piller için olan eşitliği tekrar kullanabiliriz. Çünkü bu bir biyolojik sistemdir ve bu, eşitliğin burada kullanılamayacağı anlamına gelmez. Dolayısıyla  $\Delta G^0$  için eşitliğimiz;  $-n(\text{elektron mol sayısı}) * F(\text{Faraday sabiti}) * \Delta E^0$  (standart potansiyeldeki değişim). Değerleri yerine koyalım. Bu işlem sadece bir elektron içindir. Flavodoxin, B12 ye bir elektron verir. Dolayısıyla,  $-1 * F(\text{faraday sabiti}) * -0.296$  olarak ölçtüğümüz pilin potansiyel değişimi. Bu işlemi yaptığımızda  $+28.6 \text{ kJ/mol}$ . Bu, bir biyolojik sistem için çok büyük bir değerdir ve reaksiyon spontane gerçekleşmez. Peki neden hepimizin kalp rahatsızlığı ya da megaloblastik anemisi yok? Bu problemler, bu özel enzimin

çalışmaması halinde gerçekleşir. Bu sistemde olan şey birçok biyolojik sistemde olanla aynıdır. Spontane olmayan reaksiyonun gerçekleşmesi için yapmamız gereken şey sisteme enerji vermektir. Bu durumda sisteme eklenen enerji, S-adenosilmetionine adı verilen bir molekülden sağlanır. Ve S-adenosilmetionin kırılmasının  $\Delta G^0$  değeri -37.6 kJ/mol dür. Bu, B12 nin indirgenmesi yerine tercih edilir. Sistem bu şekilde ilerler. Bu yüzden S-adenosilmetionin arkadaşınızdır, vücutta B12 nin indirgenmesini sağlar böylece sağlıklı olursunuz. Birçok biyolojik sistem bu şekilde çalışır.

Peki dışarıdan enerji ya da akım vererek, istemli olmayan reaksiyon gerçekleştirdiğimiz pillere ne denir? 2 tür pilden bahsettik. Birincisinde istemli olan yani spontane reaksiyon gerçekleşir. Spontane reaksiyonun olduğu piller galvanik piller, diğer tür ise elektrolitik pillerdir. S-adenosilmetioninin indirgenmesi tercih edilir. B12 nin potansiyeli çok düşüktür ve onu indirgeyebilen başka madde neredeyse yoktur. B12, biyolojik sistemde, en düşük potansiyelle sahip olan maddelerden biridir. Bu yüzden doğa der ki: "Kimyayı gerçekleştirmek için bu düşük potansiyelle bir şey yapamayız, reaksiyonu gerçekleştirecek olan, daha yüksek potansiyelle sahip başka şey var çünkü reaksiyon spontane olmamalı."

Evet, bugünün konularının uzun listesi, hepsi çok kısa ve ve bu ünitenin giriş kısmını oluşturuyor. Daha sonra 16. Üniteye geçebiliriz. Geçiş metallerini gerçekten çok severim çünkü biyolojik sistemlerde yer alan metallerin hayranıyım. Önce, kimyanın temel dallarını sınıflandıralım. Bu, notlarınızda yok sadece kimyanın genel sınıflandırılması. Organik kimya. Organik kimyanın yaşamınızla ilgisini bilen var mı? Karbon. Peki inorganik kimya? Ne olduğunu bilen var mı? Karbon harici. Birçok inorganik kimyacı geçiş metalleriyle ilgili çalışmalar yapar. İnorganik kimyanın konusu temel olarak karbon ve onun dışındakilerdir. Sevdiğim alanlardan biri de bioinorganik kimyadır. Bioinorganik kimyacılar biyolojik sistemlerdeki metallerle ilgilenirler. MIB(biyolojideki metaller) deki insanlar, biyolojik hücreler için elektron avlamakla uğraşırlar. Bu, MIB deki insanlar için kısmen doğrudur. Bugünkü konumuzun şerefine, kısaca ICBIC dediğimiz, Uluslararası Bioinorganik Kimya Kongresi toplantılarından bir tişört giydim. Bioinorganik b'si B12 vitamininin sentezini temsil eder. Bu tişörtü giyen akıllı insanları tanırırsınız. B12 bioinorganik çevrede çok popüler bir vitamindir. Karbon, karbon güzeldir, aminoasitler de proteinler gibi güzeldir. Bir metali alıp bir proteine bağlarsanız, bu proteinin çok ilginç bir redoks kimyası olur. Burada, geçiş metallerinin çoğunun bulunduğu, periyodik cetvelde bir bölüm var. Bu metallerden bahsedeceğiz. Turuncu olanlar, biyolojik olarak çok önemli metaller; gri olanlar, biyolojik sistemlerde prop, ilaç ya da her ikisi olarak kullanılırlar. Dolayısıyla, bir metali bir proteine bağladığınızda çok büyük iş yapabilirsiniz. Neler yaparsınız? Azot molekülünü parçalayabilirsiniz. Azotun üçlü bağının kırılmasının çok zor olduğunu

öğrenmiştiniz. Ama proteinlerdeki metaller bunu yapabilirler. Hidrojen yakıt hücrelerini duymuşsunuzdur, metalleri kullanan hidrojenaz enzimleri vardır. İçinde metal olan bir proteinle çok önemli şeyler yapabilirsiniz. Radikal temelli kimya yapabilirsiniz. Burada size bazı kavramları ve terminolojiyi tanıtmak istiyorum. Bir metalimiz olacak ve bir yapıya bağlanacak. Geçiş metallerinin en önemli özelliklerinden biri, küçük moleküller veya iyonlarla kompleks oluşturmalarıdır. Küçük moleküller yerine proteinler de metallere bağlanabilir. Bu şekilde de kompleks oluşturabilirler. Pozitif metal iyonları, elektronları kendilerine çekerler; bu, genellikle diğer atom ya da molekülden gelen bir elektron çiftidir. Böylece koordinasyon bileşikleri oluşur. Birçok kişi için bunu tekrar edeceğimiz, elektron verici atomları bulunduran türlere ligand denir. Peki ligand nedir? Lewis asidi mi Lewis bazı mı? Ne yapar? Son 10 sn. Çoğunluk elektron verdiklerini düşünmüş. Soru güzel okunmuş, fakat burada bizim ligandımız Lewis bazıdır. Yani, Lewis bazları elektron çifti verir. Bu ünite de bahsettiğimiz ligandlar hakkında birkaç örnek. Problem çözdükçe bunlar daha tanıdık gelecek. Ligandlar genel olarak bir elektron çifti verirler. Dolayısıyla, geçiş metalleri elektron alıcıdır yani Lewis asidi gibi davranırlar, eşleşmemiş elektron çiftini kabul ederler. Kısaca, koordinasyon bileşiklerini; Lewis asidi ve Lewis bazı katılma ürünü, yani elektron alıcı atom ve elektron verici ligand ya da atom olarak düşünebilirsiniz. Burada, bazı geçiş metalleri örneklerini içeren, periyodik cevelin d bloğunu görüyoruz. Sonuçta, elektron alıcı ve verici birer atomu yanyana getirirseniz koordinasyon bileşiği oluşturursunuz. Yani koordinasyon bileşiği sadece, ligand yani Lewis bazı yani elektron verici atomla çevrilmiş metal ya da Lewis asididir. Burada bir koordinasyon bileşiği örneği görüyoruz. Metalimiz kobalt ortada, ve bir ligand serisiyle çevrilmiş. Bu ligandlar  $\text{NH}_3$ ler. Burada kobalt bir Lewis asidi, yani elektron alıcı. Ve  $\text{NH}_3$ ler birer Lewis bazı, yani elektron vericilerdir. Burada kobaltla paylaştıkları elektron çiftiyle birlikte görülüyorlar. Böylece koordinasyon kompleksini oluşturuyorlar. Şimdi birkaç tanımdan bahsedelim. Koordinasyon sayısı, CN, metale bağlanan ligand sayısıdır, burada koordinasyon sayısı 6, yani 6 ligand bağlanmış demektir. Genel olarak bu sayı 2 den 12 ye kadar değişir, en sık 6 koordinasyonluya rastlanır. Burada bazı gösterimler var. Bu şekli gördüğünüzde gösterimini yazabiliyor olmalısınız. Kobalt ve daha sonra parantez içinde  $\text{NH}_3$ ler yazılır, 6  $\text{NH}_3$  grubu gösterilir. Hepsi köşeli parantez içine alınır ve sağ üst köşeye toplam yük yazılır. Burada toplam yük +3 tür; bu, koordinasyon kompleksinin toplam yükü +3 tür anlamına gelir. Burada koordinasyon bileşiği pozitif yüklü oldukları için  $\text{Cl}^-$  iyonlarını çeker. Yani, köşeli parantezin içindekiler metale koordine olmuştur, dışındakiler karşıt iyonlardır. Bu gösterimden çıkarmanız gereken budur. Tekrar geometriye geldik. Dediğim gibi bu derste öğrendiğiniz herşeyi tekrar kullanacaksınız. Bu yüzden, 1. ve 2. Üniteden unuttuklarınız varsa, tekrar etmek için çok güzel bir zaman. Peki, koordinasyon

sayımız 6 ise, koordinasyon bileşiminin geometrisi ne olur? Son 10 sn. Evet, oktahedral geometri. Burada oktahedral geometrinin bir örneği var. Diğerlerini de hızlıca geçelim. Notlarınıza bakarak ya da bakmayarak cevapları sesli söyleyebilirsiniz. Sıradaki. Bu nedir? Üçgen-bipiramit. Koordinasyon sayısı 5 ise bir seçeneğimiz daha var? Kare piramit. Koordinasyon sayısı 4 ise, karşımıza en sık iki tür çıkar. Birincisi nedir? Kare düzlem. İkincisi? Tetrahedral. Koordinasyon sayısı 3 olursa geometri ne olur? Düzlem üçgen. Peki 2 olursa? Tek seçenek, doğrusal. Açılırları da inceledik, onlar da notlarınızda yok. Yükses sesle söyleyebilirsiniz. Peki oktahedral sistemde açı nedir?  $90^\circ$ . Eğer geometri üçgen bipiramitse iki tür açımız var. Peki Aksiyal konumda açı nedir? Ekvatoryal konumda açı nedir?  $90^\circ$  ve  $120^\circ$ . Kare piramit sistem? Burada açılar kaç derecedir?  $90^\circ$ . Kare düzlem?  $90^\circ$ . tetrahedral? Biraz daha coşkuyla söyleyelim. Muhteşem,  $109.5^\circ$ . Üçgen düzlem?  $120^\circ$ . Ve son olarak doğrusal?  $180^\circ$ . Evet bu bilgileri bu ünite de tekrar kullanacağız ve tabii ki finalde çıkacak. Lewis yapıları, hibritleşme, VSEPR teorisi sürekli karşınıza çıkacak. Peki. Koordinasyon bileşikleri hakkında konuşulduğu zaman çok duyacağınız başka bir terim de “şelat etkisi” dir. Metale tek bir noktadan bağlanan ligandlara, monodentate (tek dişli) ya da unidentate denir. Bu terim, ‘dent’ yani dişten gelir, yani tek diş. Eğer ligand metale en az iki noktadan bağlanıyorsa bu bir şelatlaştırıcı ligandır. Bu terim de Yunancadan gelir, şelat pençedir. Ligand metale en az iki noktadan bağlanırken, metali üstten sardığı için ligand pençe şeklini alır. Dolayısıyla oluşan bileşik bir şelattır. Eğer ligand metale iki noktadan bağlanıyorsa ligand bir bidentatedir (iki dişli). Geçiş metalleri konusunu görmemiş olsanız bile buna cevap verebileceğinize bahse girerim. Tridentate ne olabilir? 3 noktadan. Tetrudentate? 4. Hexadentate? 6. Bazen finalde bu küçük şeyler bile soru olabilir. Yanlış anlamayın, bu benim size hediyem. Ben anlatmadan önce bunları biliyordunuz. Finalde, birkaç extra puan alabileceğiniz şeyler. Peki, şelatlar en az 2 noktadan bağlanmışlardır ve metal şelatları çok kararlıdır. Bu özellik entropi nedeniyledir. Tekrar entropiye, termodinamiğe geldik. Bir şelat, metale bağlanır ve çok miktarda su açığa çıkar ve bu da şelatı oldukça kararlı yapar. Birkaç şelat örneği vermek istiyorum sonra tekrar şelat etkisinden bahsetmeye devam edeceğiz. B12 vitaminini biliyorsunuz, bir tür şelatlaştırıcı ligandır. Kobalt, B12 vitamininin ortasındadır ve etrafında bir halka sistemi vardır. Halka sistemde azotlar vardır bunlar verici ligandın azotlarıdır. Bu halkalı sistem kobalta 4 noktadan bağlanmıştır. Dolayısıyla bu ligand bir tetrudentate (4 dişli) dir. Vitamin B12 ye bağlanan 2 ligand daha vardır. 5’deoksiadenosin üst ligand, dimetilbenzimidazol alt ligandır. Bir bakalım. Şekli budur. Başka bir modele bakalım. Bir halka sistemimiz var. Üst ve alt ligandlarımız var. Ortadaki halka sistemi bir tetrudentate (4 dişli) ligandır. Bu kobaltlı sistemin geometrisi nedir? Oktahedral. Üst ve alt ligandlar sekizyüzlü geometriyi yaparlar. Bu, doğal olarak gerçekleşen bir şelatlaşmış bileşiğe örnektir. Aslında bu, bir

vitamin için karmaşık bir yapıdır, B12 bilinen en kompleks vitaminlerden biridir. Tarihinden kısaca bahsetmek isterim. Bu yapı, İngiltere’de bir kristalograf olan Dorothy Hodgkin tarafından çözülmüştür. Hodgkin bu konuda 1940 ların sonlarında çalışmaya başlamıştır. Herkes ona bir çılgın olduğunu, bu kadar büyük bir şeyin X-ışınları difraksiyon teknikleriyle çözülemeyeceğini söyledi. Ama tabii ki insanlık bugün, ribozom gibi yapıları çözüyor. Kristalografiyle çok aşama kaydettik. O, X-ışını kristalografisinin güçlü bir teknik olduğunun ilk gerçek inanancılardan biriydi. Herkesin ne dediğine aldırmadan çalıştı ve bu yapıyı belirledi. Bu ve diğer çalışmalarından dolayı Nobel ödülü kazandı. Bu gerçekten 1950 lerin başı ve 1940 ların sonu için çok büyük bir katkıydı. Ancak diğerleri onun kadar başarılı değillerdi. Kristalografi zordur, herkese göre değildir. Öğrencilerinden bir tanesi onunla politik olarak anlaşamadı ama hala arkadaşları. O kariyerine devam ederken, Margaret Thatcher kristalografiyi bıraktı. Bazılarına göre sizin için doğru olanı bulamamışsınızdır. O da kendine başka bir iş buldu. Unutmayın, eğer bir şeyde iyi değilseniz, iyi olduğunuz başka şey vardır.

Şelat için ikinci bir örnek vermek istiyorum. Bu molekül EDTA olarak da bilinir. Bu ligandın bir metale bağlanmak için 6 noktası vardır. 6 verici atomlu bir ligandır. Bu verici atomların dördü oksijen ikisi de azottur. Dolayısıyla bu 6 noktanın hepsi birden bir metal iyonuna bağlanabilir. Burada serbest EDTA görülüyor. Burada da bir metale bağlanmış EDTA var, metal M olarak kısaltılmış. Peki bu metalin çevresindeki geometri nedir? Son 10 sn. Bugün %90 ı bulabilecek miyiz? Belki günün sonunda. Evet, oktahedral geometri. Bu aynı zamanda bir hexadentate ligandır. Koordine olmuş oksijeni kırmızı renkte görüyoruz. EDTA bir metale bağlandığı zaman çok kararlı bir metal kompleks oluşturur. Bunun nedeni şelat etkisi ve entropidir. Metaller, eğer sulu çözeltideyse, genelde suyla koordine olurlar. Eğer EDTA yı bir metale bağlarsanız bağlanmış olan 6 suyun altısı da serbest kalır. Dolayısıyla, çözeltide serbest kalan 6 molekül var. Bu entropik olarak da tercih edilir. Dolayısıyla bunun entropisi daha fazladır.

Kısaca, bir metal birçok noktadan bağlanırsa su açığa çıkar, çünkü şelat etkisi entropiyle ilgilidir. Ve çok kararlı olurlar. Bu kararlılık sayesinde EDTA’nın çok önemli kullanımları vardır. Metali başka bir şeyden hızlı bir şekilde ayırmak istediğiniz zaman? Metali sudan çekip saflaştırmak isteyebilirsiniz. Acil servise koşturduğunuz zaman? Kurşun zehirlenmesi. Metali neden ayırmalıyım diyebilirsiniz ama bazen bunu çok acil yapmanız gerekebilir. Kurşun zehirlenmesine karşı Amerikadaki ve muhtemelen dünyanın çoğu yerindeki acil servislerde EDTA bulunur. Kurşun zehirlenmesi için en fazla risk taşıyanlar kimlerdir? Çocuklar. Kurşun zehirlenmesine ne neden olur? Kurşun içeren boyalar. Büyük ihtimalle çoğunuz kampüste yaşıyorsunuz. Ama

kampüsün dışında nehrin diğer tarafında öğrenci evlerinde yaşıyor olabilirsiniz, o evler eski ve yapımında kurşun içeren boyalar kullanılmış.

Bu, Boston çevresinde büyük bir problem. Küçük çocuklar bazen yanlışlıkla bu boyaların tamiratında kullanılan malzemeleri yiyebilirler, bunun tedavisi için evde EDTA buldurmalsınız. Bir şey daha, kimyayla uğraşmaya başladığınızda, gıda paketlerindeki içerikleri okumak her zaman eğlenceli ya da korkutucu olur. Yediğiniz bazı şeylerin üzerinde “tazelik için EDTA eklenmiştir” yazısını görürsünüz. Bakteri ve mantarlar metale ihtiyaçları vardır. Metaller yaşam için çok önemlidir. Biraz EDTA eklerseniz, bunların yiyeceğinizin üstünde çoğalmasını engellemiş olursunuz. “tazelik için eklenmiştir.” EDTA için diğer bir kullanım alanı, MIT öğrencilerine çok tanıdık değil, banyo küvetlerini temizlemek. Küvetteki kirden  $Ca^{2+}$  ayırmak isteyebilirsiniz. EDTA için güzel bir kullanım alanı. 1. sınıf kimyasının size çok para kazandırabileceğinden bahsetmek isterim. Robert Black adında birinin hikayesini anlatmak istiyorum. Bir gün Bayan Robert Black, ilk adını bilmiyorum, eşinden banyo küvetini temizlemesini ister. Görünen o ki, daha önce eşinden böyle bir şey istememiş ve o da banyo küvetini hiç temizlememiştir. Robert gider ve küvetteki kirleri ovalamaya çalışır. Ama bu çok zordur ve Robert çok yılmıştır. Der ki “Bunu bir daha asla yapmak istemiyorum.” Daha sonra bir ürün geliştirir. Daha önceki banyo temizleyicilerini kullanmış ama biraz farklı bir reklam yapmıştır. “Her duş aldığınızda bundan biraz sıkarsanız, asla kirleri ovalamak zorunda kalmazsınız.” Her duştan sonra sıkılan biraz sprey bu sorunu ortadan kaldırmıştır. Kullandığı tipik malzemeler, su lekelerini çıkartmak için yüzey aktif madde, yağı temizlemek için alkol ve  $Ca^{2+}$  u temizlemek için şelatlaştırıcı olarak EDTA. Eşinin “küveti temizleme sırası sende” demesiyle yıllık 70 milyon dolar kazanmaktalar.

Bu birçok yoldan çıkarabileceğiniz bir ders. Küveti temizlemek herkesin, hayatının bir noktasında yapması gereken birşey. Ve 1. Sınıf kimyasında öğrendiğiniz basit bir şey doğru uygulandığı takdirde size çok para kazandırabilir. Sizi cesaretlendirmek istiyorum, size öğrettiğim herşeyi çok para kazanmak için kullanabilirsiniz ve ben de bundan hissemi almak için oldukça istekliyim.

EDTA hakkında duymuş olabileceğiniz bir şey daha. EDTA kullanımı hakkında bir film ya da televizyonda bir şey izlediniz mi? Blade filmini izleyen var mı? Çok kişi değil. Galiba vampir filmleri ve televizyon akkında ayrıca bir ders yapmamız gerekecek. Her neyse, Blade vampirlerle savaşıyor. Özel bir silahı vardır. Bunun arkasındaki fikir, vampire EDTA eklediğinizde anında toza dönüşür. Vampirler kan içer. Kanda ne vardır? Demir. Demir nasıl kompleksleşir? EDTA ile. Yani vampirin kanındaki demiri kompleksleştirirsek, anında toza dönüştürürler.

Aslında kimya ilerledikçe çok ilginç olur. EDTA için benim bildiğim son kullanım alanı. Belki siz başka alanlarla da karşılaşsınız.

Bazı koordinasyon bileşiklerinin geometrik izomerleri vardır. Geometrik izomerlerin çok farklı özellikleri olabilir. Eğer biyokimya ile ilgiliyseniz bu çok ilginizi çekecek çünkü bu biyolojik sistemlerde çok önemli olabilir. Merkezinde Pt olan bir koordinasyon bileşiğinden bahsetmek istiyorum. Bunun iki tane geometrik izomeri vardır. İki tane  $\text{NH}_3$  iki tane de  $\text{Cl}^-$  ligandı var. Bunu yapmak için iki yol vardır. Birincisi amonyak ligandlarını farklı taraflara koymak, ikincisi aynı tarafa koymak. Bu tarafta iki  $\text{NH}_3$  ligandımız var. Yani  $\text{NH}_3$  ligandları aynı tarafta. Diğer tarafta da  $\text{Cl}^-$  iyonları var. Ya da trans düzen yapabiliriz, aynı ligandlar zıt tarafta kalır. Gördüğümüz gibi aynı ya da zıt tarafta bırakarak iki şekilde yapabiliriz. Cis ya da trans izomerler. Cis-Pt kansere karşı kullanılan bir ilaçtır. Trans-Pt in kanıtlanmış hiçbir işlevi yoktur. Yani bileşimleri aynı fakat merkez metale bağlanmış atomların dizilimi farklı. Bileşimleri aynıken bu farklılığı oluşturan nedir? Neden biri kansere karşı ilaç olarak kullanılırken diğerinin hiçbir işlevi yok? Bu farklılık, vücutta farklı etkileşime girmelerinden kaynaklanır. Kariyerlerinin çoğunu cis-platinleri çalışmaya adanmış insanlardan birisi de kimya bölümümüzden Prof. Steve Leopard(?) O, X- ışınları ile onların yapılarını belirledi. Burada DNA'ya bağlanan bir cis-Pt var. Cis-Pt DNA ya  $\text{Cl}^-$  iyonlarının olduğu taraftan bağlanır. Bunun için  $\text{Cl}^-$  iyonları aynı tarafta olmak zorundadır. Aksi takdirde ilaç işlevi görmez. Cis-pt DNA ya tutunduğu zaman kanser hücrelerini öldürür. Yani  $\text{Cl}^-$  iyonları aynı tarafta olmak zorundadır böylece DNA ya tutunabilir; zıt taraflarda olursa DNA ile etkileşemez ve bir fonksiyonu olmaz. Kısaca, aynı bileşime fakat farklı düzenlemeye sahip olan geometrik izomerlerin özellikleri çok farklıdır.

Optik izomer ya da enantiomer dediğimiz maddeler, birbirlerinin aynadaki görüntüsü olan izomerlerdir, ama bunlar üst üste çakışmazlar. Böyle moleküllere şiral molekül denir. Bu, organik kimya aldığınızda çok duyacağınız bir terim. Burada ayna görüntüleri görülüyor. Ayna düzlemi iki molekülün arasında. Bu moleküller aynada aynı görünebilir fakat üst üste çakışmazlar. Yani aslında farklı moleküllerdir. Ve şiral ortamlarda farklı özellikleri vardır. Şiral ortam ne demektir? Örneğin insan vücudu bir şiral ortamdır. Enantiomerlerden birisi istenen özellikleri gösterirken diğeri gösteremeyebilir.

Biraz da koordinasyon bileşiklerinde d- elektron hesaplaması yapalım. Koordinasyon bileşikleri hakkında bahsetmemiz gereken son konu bu. Metalin değerlik elektron sayısından bahsetmeliyiz. Değerlik elektron sayısı, periyodik cetveldeki grup numarasından yükseltgenme basamağının çıkarılmasıyla bulunur. Eğer hala yükseltgenme basamağının bulunmasını bilmiyorsanız, 3. Sınav ve bu ünite için öğrenmelisiniz. Şimdi birkaç örnek yapalım, periyodik cetveli de görelim. İlk sayfadaki ve bugünkü dersin başındaki koordinasyon bileşiğine bakalım.  $6 \text{NH}_3$  ligandlı, kobaltlı ve toplam yükü +3 olan koordinasyon bileşiği. Burada kobaltın yükseltgenme basamağını bulmalıyız. Bu özel grup için toplam yük sıfırdır. 3 tane  $\text{H}^+$  ve bir tane  $\text{N}^{3-}$  ve

toplam yük sıfırdır. 6 tane sıfır ve kobalt için kalan yük+3 tür. Toplam yük de +3 e eşit olur. Kobaltın grup numarası 9 dur. Yani kobaltın değerlik elektron sayısı  $9-3=6$  olur. Yani bu  $d^6$  sistemidir. Başka örneklere bakalım. Dört tane CO ligandı olan nikel bakalım. Nikel bu durumda ne olur? Sıfır dediniz. Doğru. Ni sıfırdır. Toplam yük sıfırdır. Dolayısıyla yükseltgenme basamağı sıfırdır. Nikelin grup numarası nedir? 10. Bu durumda nikelin değerlik elektron sayısı  $10-0=10$  dur, bu  $d^{10}$  sistemidir. Bir soru daha yazıyorum ve bunu da clicker sorusu olarak cevaplayacaksınız. Co, 2 NH<sub>3</sub>, 3 Cl<sup>-</sup>, toplam yük -1. Son 10 sn. Zamanımız bitmek üzere. Evet, doğru. Co 'ın yükü +2. Sıfır, sıfır, -3, toplam yük -1. +2 durumdayız.  $9-2=7$  Bu bir  $d^7$  sistemidir.