

22 Buradaki ilk soru sınırlayıcı reaktif hakkında... Size verilen ve gözden geçirmenizi istediğim metinlerde bu kavramla karşılaşacaksınız, ama arzu ettiğim lisede öğrenmiş olmanız ve metinleri okuduğunuzda kolayca hatırlamanız. Tıklatma sorusu için 10 saniye daha süre veriyorum. Cevabı hemen sonra alacaksınız.

59 Haydi ne olduğuna bir bakım. Tamam, sanırım yüzdeleri gösteremiyoruz, fakat çoğunuz sınırlayıcı reaktiflerde doğru cevap vermişsiniz gibi görünüyor. Doğru cevap: sınırlayıcı reaktif H_2 olacaktı, elektronik sistemdeki problemi çözmeye çalışıyorlar, bu oda yeni onarıldı, normalde elektronik olarak yüzdeleri görmemiz gerekirdi, doğru cevap %95 in üstünde olduğu için böyle oldu sanırım...

127 Aferin. Cevabınız doğru değilse, tıklatma sorularını her zaman uygulama asistanlarına götürebilirsiniz. tıklatma sorularına yanlış cevap verdiğinizde, onu bir sonraki uygulama dersine getirip orada tartışabilirsiniz.

137- Şimdi başlamak için artık notlara geçebiliriz. Geçen Çarşamba günü, bu yarıyıldan işleyeceğimiz farklı konular hakkında genel bir fikir vermeye çalıştık, ayrıca öğreneceğimiz temel prensiplerle M.I.T. kimya bölümünde yapılan bazı ilginç araştırmalar arasında bağ kurmak istedik. 202 ayrıca insan sağlığı veya tıp gibi şeylerle kimya arasında bir bağ kurma fikrini vermeye çalıştık.

211 Şimdi bir adım geriye gidip, en baştan başlayacağız. Çünkü bazı çok karmaşık konuları konuşmadan önce, örneğin tepkime veren moleküller arasındaki etkileşimler gibi, veya tek bir molekülden bahsettiğimizde atomlar arasında oluşan bağlar gibi, bütün bunlardan önce, tek bir atomu tarif etmek ve nasıl davrandığını düşünmek için bir yol bulmamız gerekiyor. Bunun için konuya elektron ve çekirdeğin keşfini konuşarak başlayacağız. Bu yoldan giderek, klasik fizik ile bir atomu nasıl tarif edeceğimizi konuşabileceğiz. Bir atoma ve bir çekirdeğe sahip olduktan sonra, ona klasik mekanik uygulayarak nasıl davrandığını açıklamaya çalışacağız. klasik mekaniğin atomu açıklayamadığını göreceğiz, böylece başka bir mekaniğe ihtiyacımız olacak. Kuantum mekaniğinin olması büyük bir şans. Gelecek bir kaç ders de bunlar hakkında konuşacağız. Belki konuya bugün de girebiliriz. Ama önümüzdeki ders, yeni bir mekanik ile tanışacaksınız. Bu teori atomun davranışlarını açıklayabilecek. Bir şeyi işaret etmek istiyorum. Konuya elektron ve çekirdeğin keşfi ile başlamamız daha anlamlı olacaktır. Çünkü araştırmalarda ortaya çıkan büyük konuların altını çizmek gerekir. Böyle durumlarda nasıl çalıştığımızı, Gerçekten hiç görmediğimiz atom ve atom altı parçacıkları nasıl keşfedildiğini vurgulamak gerekir. Kimyacıların ellerinde pek çok çözüm yolları var. Bunları yapmamızı sağlayan daima yeni teknikler geliştirilmekte. Burada sadece bazı ilklere bahsedeceğiz ve biraz detaya ineceğiz.

400 Tarihsel bağlamda 20 yy dan başlayacağım, bu yüzyılda kimyanın nerede olduğundan bahsedeceğim. 1890 larda öyle bir yerdedik ki evreni kavrayışımız ve bütün maddelerin nasıl davrandığı konularında kendimize çok güveniyorduk. Kimyacılar ve fizikçiler, tüm evrenin teorik yapısının çok iyi anladıkları hususunda genel bir kaniya sahiptiler. 431 Böyle hissediyorlardı, çünkü bilimsel ilerlemelerin ve keşiflerin nimetlerinden büyük ölçüde yararlanmışlardı, örneğin Newton mekaniği, maddenin Dalton atom teorisi, termodinamik ve klasik elektromanyetizma... gibi

447 “Biz her şeyi açıklayabiliriz” şeklinde devam eden özgüvenlerini anlayabiliriz. o zamanlardan bir alıntı yapmak istiyorum, Şikago üniversitesinden bir profesör şöyle demiş “Gelecekteki keşiflerimiz ancak altıncı ondalık hanesini aramak olacaktır”.

507 Ne söylemek istediğini anlamak çok kolay. ” Zaten her şeyi biliyoruz, keşfedilmesi gereken yeni bir şey yok, ihtiyacımız olan tek şey, her şeyi daha duyarlı ölçmek.”

519 Ama aslında bu doğru değil. Başlama noktamız yüksek özgüvenin hissedildiği o zamanlar. Bazı gözlemler ve keşifler bu düşünceleri tamamen yıktı.

537 Örneğin o zamanki anlayışa göre, maddenin atom teorisinde, atomlar maddelerin en basit yapıtaşlarıydı, bunun anlamı şuydu “ne yaparsanız yapın atomu daha küçük parçalara ayıramazsınız”.

552 Newton mekaniğini kullanarak ve görebildiğimiz her şeyi açıklayabilirdik, evreni ve gezegenleri tarif edebilirdik, gerçi o zamanlar elektron bilinmese bile, elektronları tanımlayabilirdik. Newton mekaniğini kullanarak, atomların nasıl davrandığını açıklayabilirdik Durumun böyle olmadığı ortaya çıktı. ilk adım J.J. Thomson (cey cey tampsın) tarafından atıldı. J.J. Thomson elektronu keşfetti. 625 İngilterede bir fizikçiydi ve laboratuvarında katot ışınları denen bir şey üzerinde çalışıyordu. Katot ışınları basitçe iki elektrot arasında yüksek voltaj farkı uygulandığında yayılan ışınlardır.

641 Bu şemaya bakarsanız katot ışınları üzerinde çalışırken ne yaptığını görürsünüz. 646 bütün havası boşaltılmış, şeması burada görülmektedir, ve hidrojen gazı ile doldurulmuş bir tüp içinde anot ve katot arasına yüksek voltaj farkı uygulamıştır.

659Anot üzerinde küçük bir delik açmıştır, katottan çıkan ışınlar bu delikten geçerek tüpün karşı duvarına çarpar. Karşı duvarda lüminesans bir madde ile kaplı olan bir dedektör vardır. Katot ışınları bu yolla izlenebilir. 712 O zamanlar pek çok kişi katot ışınlarıyla çalışmalar yapıyordu. Bunun nedeni vakumlu cam tüpte oluşan parlak renkli ışınlar ve ilginç desenlerdi. Bu araştırmalar bu yüzden çok popülerdi, ayrıca kimse bunların ne olduğunu bilmiyordu, Thomson bunların bazı özelliklerini çözmek için uğraşıyordu. 736 Thomson bunların bir tür yüklü tanecikler olabileceğini ileri sürdü. Geçmişte benzer önerilerde bulunanlar olmuştu ama hiçbiri bunu test etmek için deney yapmamıştı. Thomson’ın yaptığı buydu.

745 Thomson katot ışınlarının her iki yanına bir levha koydu ve bu levhalar arasına yüksek voltaj farkı uyguladı. Işınların eğilip eğilmediğini görmek istiyordu. Böylece yüklü olup olmadıklarını öğrenebilecekti. 801 İki levha arasındaki potansiyel farkı sıfır veya oraya hiç levha koymazsanı katot ışınları bükülmez ve düz bir hatta ilerlerler ve ekran üzerinde saptanabilirler.

815 iki levha arasına potansiyel farkı uygulandığında gördüğü şey onu çok şaşırttı. Katot ışınlarının bükülebildiğini gördü, bu daha önce hiç gözlenmemişti. Ayrıca ekran üzerinde sapma açısını ölçebiliyordu.

836 Thomson katot ışınlarının yüklü tanecikler olduğunu anlamıştı. Peki, bu deneye göre bu taneciklerin yükü nedir? Artı mı eksi mi? Evet burada gördüğümüz gibi katot ışınları eksi

(yani negatif) yüklü taneciklerdir. 852 hatta Thompson bu eksi yüklü taneciklere bir isim verdi. Ne olduğunu bilen var mı? Hayır, elektron değil. Güzel tahmin ayrıca... bunlara corpusles (korpısls) adını verdi. İçinizde Hiç corpusles (karpısls) adını duyan var mı?

906 Daha sonra bunlara elektron adı verildi, ama herkes elektron demesine rağmen Thompson uzun yıllar boyu onlara (karpısls) demeye devam etti. ama insanların bunu önemseydiğini hiç sanmam, ne de olsa bunu Thomson keşfetmişti. Aslında onların yüklü olmasından daha önemli bir şey keşfetti. Klasik elektromanyetizma ile sapma miktarı ile parçacıkların yük ve kütlesi arasındaki ilişkiyi buldu.

937 Şöyle dedi, sapma miktarı Δx - negatif yüklü alt indisi kullandı- eksi yüklü parçacığın yükü bölü kütlesi ile orantılıdır. Burada e elektronun yükü ve m de o parçacığın kütlesidir. 1010 Thomson burada durmadı ve farklı voltajlarla deney yapmaya devam etti. İki levha arasındaki voltaj farkı çok artırdığı zaman bir şey daha gözledi.

1024 ekranda gördüğü şey zıt yönde küçük bir lüminesanstı. O halde ikinci bir parçacık da olmalıydı. Zıt yöndeki sapma ilkinde göre çok daha azdı. Diğer bir deyişle, ilk parçacık çok sapmasına rağmen ikinci parçacık neredeyse hiç sapmamıştı. Bu zıt yöndeki küçük sapma, ışında eksi yüklü parçacığın yanı sıra bir de artı yüklü parçacığın olduğunu göstermişti.

1101 ve tabii ki pozitif yüklü parçacıkla da aynı ilişkiyi kurabilirdi. ΔX – pozitif alt indisi – artı yüklü parçacığın yükü bölü kütlesiyle orantılıdır.

1120 Bu durum birkaç nedenden dolayı ilginçti. Bu iki ilişkiyi kullanarak varsayımlar ileri sürdü. aslında bu varsayımlar için pek çok gözlem yaptı. Biraz önce de söylediğim gibi, birinci varsayım, “eksi yüklü parçacığın sapma miktarı artı yüklü parçacığa göre çok daha fazladır”. 1143 Diğer varsayım ise iki parçacık üzerindeki yükler birbirine eşittir. 1148 Bu iki taneciğin yüklerinin eşit olduğunu nasıl bilmişti? Aslında kesin olarak bilmiyordu fakat çok isabetli bir tahminde bulunmuştu. 1156 Bu tahmini yapmasının asıl nedeni şuydu. Aslında işe H_2 gazı ile başlamıştı. Eğer ortamdaki hidrojen gazından eksi yüklü parçacıklar çıkıyorsa geriye artı yüklü hidrojen kalmalıydı. Çünkü hidrojen gazı nötraldı, yani yüksüzdü. Bu nedenle artı yüklü hidrojen iyonları ile elektronların toplamı nötr olmalıydı, bu şu anlama geliyordu, mutlak yük bakımından artı ve eksi yüklü parçacıkların toplamı birbirine eşit olmalıydı.

1227 tahtaya yazacağım eşitliği kullanarak, her birinin ne kadar saptığını bildiğinden, artı ve eksi yüklü parçacıkların kütleleri arasında, bir ilişki kurup kuramayacağını düşünmeye başladı.

1249 aradığı bu ilişki için sapmadan yola çıktı, parçacıkların mutlak sapma miktarını kullandı,

1301 negatif parçacık cinsinden mutlak sapma miktarını biliyordu

1307 eksi yükün mutlak değeri bölü(/) eksi yüklü parçacığın kütlesi

1315 bunların hepsini, artı yüklü parçacığın mutlak sapma miktarına böldü, yani artı yükün mutlak değeri bölü(/) artı yüklü parçacığın kütlesi

1327 önceden söylediğimiz gibi, iki yükün eşit olduğu varsayımında bulunmuştu, bu nedenle bir adım daha ileri giderek eşitlikte bunların üzerini çizdi, yani iptal etti. 1334, şunu demek istiyordu “sapma miktarları arasındaki ilişkiyi bilirsek, kütleler arasındaki ilişki hakkında da birşeyler söyleyebiliriz” 1344 aslında sapma miktarları ile iki parçacığın kütleleri arasında ters bir ilişki vardı.1356 şüphesiz bu tabakalar arasından geçen eksi yüklü parçacığın daha fazla saptığını gözlemişti. Tahmin ettiği ve bir çıkardığı sonuç şuydu:

1412 Mukayese ederseniz, Sizce eksi yüklü parçacığın kütlesi nasıldır ? daha mı büyük yoksa daha mı küçük 1415 kesinlikle, evet. eksi yüklü parçacığın kütlesi çok daha küçüktür. 1420 aslında burada bulduğu elektronun kütlesi ile atomunun geri kalan kütlesi arasındaki ilişkiydi, burada geri kalan kütle hidrojen iyonuydu. 1433 yaklaşık, 2000 kez daha küçüktü ve bir tahmin yaptı, aslında elektronların kütlesi yoktu, yani şunu demek istiyorum, bir atomu düşündüğümüzde, elektronların kütlesi o kadar küçüktür ki aslında elektronların kütlelerini hesaba katmamıza gerek yoktur. 1455 buna dayanarak, atom için bir model ileri sürdü, buna atomun “üzümlü kek” (veya erikli pudding) modeli adı verilir. 1506 söylediğim gibi o bir İngilizdi, erik pudingi klasik bir İngiliz tatlısıdır. 1510 içinizde erikli puding yiyen oldu mu? 1513 Bir kaç kişi, okey (OK), ben hiç görmedim, benden çok daha fazla seyahat etmiş olmalısınız.

1520 Thomson bütün atomu artı yüklü kek (veya pudding) olarak düşündü. 1534 atomun büyük kısmını, artı yüklü bir madde olarak Kabul edebildiniz. kekin içinde eksi yükler vardı bunlar elektrondur ve üzümler (veya erikler) kekin içine gömülmüşlerdi.

1551 Bu atom için devrimsel bir modeldi, çünkü bu deneyden önce atomun daha küçük parçalara bölünemeyeceği düşüncesi hakimdi, şimdi ise elektron adı verilen bir alt parçacığa ve güzel bir atom modeline sahiptik. 1608 daha önce erikli puding yemediğinizi düşünerek, ki buna ben de dahilim, sağ tarafa bir resmini koydum. Bu benim ilk görüşüm, sizler daha önce görmüş olabilirsiniz. Bu artı yüklü kısım olmalı, içinde çok sayıda erik veya kuru üzüm var. bu küçük şeyleri görebiliyorsunuzdur umarım. bunlar negatif yükler olmalı. 1628 o zamanki düşünceye göre bu büyük bir ilerlemeydi. Atom ile ilgili kabullerimizi düşünecek olursanız tam bir devrimdi, atomun içinde daha küçük şeyler vardı, ve atom en küçük şey değildi,

1644 Ancak, bildiğiniz gibii güzel bir model olmasına rağmen üzümlü kek modelinde durmadık, gidebildiğimiz kadar gitmek iyi bir şeydi., yaklaşık 10 veya 15 yıl sonra, başka bir fizikçi Ernest Rutherford (örnis radırfırd) bu üzümlü kek modelini test etmeye karar verdi. 1703 alfa parçacıkları adı verilen ışınlar üzerinde çalışıyordu ve deneylerinde bunu kullandı. Bazılarınız Rutherford’ ın adını duymuş olabilir, çok meşhur bir fizikçiydi ve radyoaktifliğe pek çok katkıda bulunmuştu. Alfa parçacıkları ile çalışırken, radyoaktif maddelerin yaydığı farklı tür tanecikler arasındaki farkı anlayacak tek kişiydi. özel bir madde olan radyum bromür ile çalışıyordu, radyum bromürü çok iyi arkadaşı olan Marie Curie den almıştı. MC bu konuda gerçekten büyük bir liderdi , radyoaktif materyallerin eldesi ve özellikleri üzerinde çalışıyordu, 2 tane Nobel ödülü almıştı. 1900lerin başlarındaki radyoaktif çalışmalar ile ilgili bir şeyler duyduğumda, belkide pek çoğunuz gibi, şunu düşündüm. Aman Tanrım. Bu çok tehlikeli. Çünkü radyum bromür kullanıyorlardı ve bu çok tehlikeli bir radyoaktif maddeydi. radyoaktif maddeler içinde özellikle bunun çok tehlikeli olduğunu bilmeyebilirsiniz. Onunla

ilgili en önemli problem, vücudunuza aldığınızda kalsiyum gibi davranmasıdır. kemiklerinizde biriktiğinde ne olacağını hayal edebilirsiniz, lab da onunla bütün gün çalışmak hiç iyi bir şey değildir. gerçekten çok tehlikeli bir duruma dikkat çekmek size ilginç gelebilir. Radium bromürü MC den almıştı. Bunun için posta servisini kullanıyorlardı, birbirlerine başka nasıl yollayabilirlerdi ki. Şimdi bazı şeylerden bahsedeyim. Bunu duyduğumda yaptığım ilk şey Rutherford un 1937 de gerçekten nasıl öldüğünü öğrenmekti, ölüm nedeni radyasyon zehirlenmesi veya kemik kanseri değildi, bu sevindirici bir şey. Onun için her şeyin yolunda gitmesi gerçekten iyi, en azından hayatını radyasyon sonlandırmadan, eceliyle öldü. Bu deneyleri radium bromürle yapması oldukça ilginçtir, Rutherford alfa parçacıkları ile çalışıyordu, o zamanlar alfa p. hakkında bilinen tek şey, bunların yüklü tanecikler olduğu ve gerçekten çok ağır oluşlarıydı. O zamanlar R un bildiğinden daha çok şey bilen var mı? alfa taneciklerinin gerçekten nedir? Evet , çok iyi. Alfa tanecikleri aslında helyum atomudur veya helyum iyonudur. bu çalışmalarda onun ne olduğunu bilmesinin bir önemi yoktu, fakat şimdilerde kullandığımız şeylerin ne olduğunu bilmek çok iyi.

1941 aslında onlarla oldukça az sayıda çalışma yaptı, yaptığı deneyde RaBr₂ den yayımlanan tanecik sayısını ölçüyordu. 1 dakikada RaBr₂ den yayılan tanecik sayısının ne olduğunu belirledi. Bunun için bir dedektör kullandı ve dedektöre çarpan tanecikleri saydı. aslında bu dedektörü postdoc öğrencisi Hans Geiger (gaygır) ile birlikte geliştirmişti. bu isim bir şeyi hatırlatıyor mu? Hı hı... Geiger (gaygır) sayıcısı. Bu Geiger (gaygır) sayıcısının oldukça şematik bir gösterimi, ne olduğunu bilmeyenler için hatırlatayım, havadaki radyoaktif parçacıkları sayan basit bir cihazdır. MIT de bunu ilk elden görme ve kullanma şansınız var, özellikle kimya ya da bio laboratuvarlarında. En az radyoaktivite ile çalışanlar kadar dikkatli bir şekilde, RaBr₂ den daha emniyetli radyoaktif maddeler ile, özel bir kabin kullanarak, ve bazı kurallara uyararak kullanabilirsiniz. Herşeyin emniyetli olduğundan emin olmak için Geiger sayıcısı ile hala pek çok kontrol yapılmaktadır. Elinde bir tane sayıcı ile bazen etrafta bazen holde dolaşan, bir adam görebilirsiniz. şöyle bir ses duyarsınız, tık, tık, tık...(yavaş). 2101 bu değişik bir sestir ve düşük seviyede radyasyon olduğunu gösterir. Kabinin etrafında tık sesini duymak için yavaşça yürürdünüz. Benim çeker ocağıma doğru yürürken duğduğum bu ses beni sınırlendirirdi. radyoaktif maddelerle niçin hiç çalışmadığımı asla bilemedim. Tık tık tık sesini duyduğunuzda orada bir sorun var demektir. Bu Tık tık tık sesini hiç işitmedim, bu dönem derse bir Geiger (gaygır) sayıcısı getirebiliriz, hepinizi kontrol edebiliriz, ama bu sesi işiteceğimizi sanmam.

2131 bu dedektör ile başlangıçta şunu keşfetti, radyoaktif maddelerin ki buna RaBr₂ de dahil, bozunmaları sırasında yaydıkları ışınlar karakteristik yani özgün bir hıza sahipti. Rutherford, bunu keşfeden ilk kişiydi. Aslında bozunma hızı sabitti, bu şu anlama gelir, ne bir radyoaktif maddenin ne kadar bozunduğunu belirleyerek bir şeyin yaşını bulabilirsiniz. Rutherford dünyanın yaşını oldukça yakın bir tahminle ilk keşfeden kişiydi ve yaptığı bu deneyler oldukça heyecan vericiydi. Fakat özel bir şey yapmak ve alfa parçacıklarını kullanarak atomu anlamak istiyordu, Üzümlü kek modelinin gözlemlerine uyup uymayacağını bu yüklü parçacıklar ile test etmek istiyordu. Bunun için önce şey RaBr₂ nin sayım hızını belirledi. Geiger (gaygır) sayıcısı ile elde ettiği sayım hızı dakikada 132 000 alfa p. idi. Sonra oldukça ince bir altın folyoyu tam buraya, yani alfa parçacıklarının önüne koydu. Folyonun kalınlığı

yaklaşık 1nm idi, yani (10^{-9} m), gerçekten çok inceydi, saç telinden daha ince. Bunu çok ince bir altın tabakası gibi düşünmek yerine, bir çift atom tabakası gibi hayal etmek daha kolay olabilir. Aslında yapmaya çalıştığı şey bazı atomları alfa ışınlarının yolu üzerine koymaktı. 2312 (beklediği şeydu) eğer üzümlü kek modeli doğru ise, parçacıklara hiçbir şey olmayacaktı, doğrudan karşıya geçeceklerdi, çünkü elektronların kütlesi çok küçük olduğu için, buna çarptığında çok fazla sapma göstermeyecekti. Geriye kalan pozitif kekti ve ışınlara hiç bir şey yapmayacaktı, bu deneyi yaptılar ve sayım hızının hala dakikada 132000 olduğunu buldular. Deney sonucu, üzümlü kek modeli ile gerçekten uyumluydu, ağır yüklü alfa p larının hepsi bu ince altın tabakasından doğrudan geçmişti. 2400 Deneyi burada durdurduğunu düşünebilirsiniz, belkide öyle yapacaktı, fakat daha önce de bahsettiğim gibi, onunla çalışan Geiger adlı bir post doc öğrencisi vardı, ayrıca adı Marsden (marsdın) olan bir lisans öğrencisi vardı. Marsden belki de bir UROP öğrencisiydi. Rutherford, bu iki kişinin bu projede çalışmaktan çok memnun olduklarını biliyordu. Kendisinin çok zaman harcamasına gerek yoktu, Aslında parçacıkların büyük kısmı doğrudan karşıya geçiyordu, yapılması gereken geri seken parçacıklarını olup olmadığını belirlemektir. Bu lisans öğrencisi çok meraklıydı ve bunu yapmak istiyordu. Rutherford da bunu denemesine izin verdi. Belkide bu UROP projesinde bir şey bulabilirdi, Gerçekten büyük bir keşif veya büyük bir iş yaparken lisans öğrencisi olmanın tek avantajı çok büyük bir baskı hissetmemektir.yüksek lisansta biraz daha baskı hissedersiniz. Şunu demek istiyorum. lisans öğrencisi iken danışmanınız sizi bir projeye koymaya karar verir, ve bu proje size biraz saçma gelebilir ama aldırmazsınız. Bu proje de öyleydi: yuvarlak bir dedektör yapılacak ve alfa tanecikleri sayılacaktı. Bazı insanlar bunu niye yapıyoruz diyebilir, çünkü 132000 alpha parçacığı ile başlanmıştı ve sonra da 132000 alpha parçacığı ölçüldü, daha başka ne aranabilirdi? Büyük bir dedektör yapacaklardı. Zamanı en iyi kullanmanın yolu bu muydu? Eğer lisans öğrencisi iseniz, bunu için endişelenmezsiniz. Derdiniz sadece yeni bir şeyler öğrenmektir. Zamanla ilgili büyük riskler alabilirsiniz. Süre bittiğinde ölçecek bir şey bulamayabilirsiniz. sadece bir dedektörün nasıl yapıldığını öğrenmiş olursunuz. eğer araştırmanız size çok heyecan vermiyorsa şunu aklınızdan çıkartmayın. bulduğunuz şey sizin için çok sürpriz olabilir. Alfa tanecikleri altın yüzeye çarptığında, Marston(marsdın) na olan şey tam olarak buydu. Dedektörde bir şey saptadı, tık tık tık biraz daha hızlandı. En son, dakikada 20 alpha taneciği ölçtü. Bunun bir önemi var mıydı? Bu doğrunun ne olduğuna bağlı. Bunu ilk denemesinde buldu. Bu belkide bir zemin değer sesiydi, yani gürültü olabilirdi. Bu belkide başka bir yerden çarpan alfa taneciği olabilirdi. Bunun için altın folyoyu kaldırdılar, sayım hızının sifıra gittiğini gördüler. Altın yerine demir folyo koydular, sonra platin ve çeşitli metalleri denediler, sayım hızının hala 20 alpha parçacığı olduğunu gördüler. Düşünecek olursak, bu kesinlikle olağanüstü bir keşfi. Bunun olasılığı nedir? Bu ne kadar sıklıkla olabilir? Neredeyse hiç, aslında hemen hemen hiç.

2648 bu geri saçılmanın olasılığını hesaplayabiliriz, bunun için geri saçılan parçacıkların sayım hızını gönderilen parçacıklarının sayım hızına bölmemiz gerekir.

2700 geri saçılan parçacık sayısı 20 yi 132 000 e böldüğümüzde 2×10^{-4} elde edilir, aslında bu olasılık çok büyük değildir. Fakat hala bu keşfin ne kadar heyecan verici olduğunu abartmış sayılmayız. Bu araştırmada danışman olan Rutherford'un hayatında, daha öncedende bahsettiğim

gibi, oldukça güzel şeyler olmuştu. Dünyanın yaşını ilk kez belirleyebilen kişiydi. Bu oldukça iyi bir şeydi, duyduğum kadarıyla evliydi ve ayrıca bir çocuğu vardı, bu da oldukça heyecan vericidir. Fakat, R. lisans öğrencisinin bu ilk deneyinde bulduğu şeyi gördüğünde, bunun hayatında gördüğü en inanılmaz şey olduğunu söyledi. Bu çok önemli bir işti. Bunu kızına anlatmadı, bununla ilgili oldukça güzel bir analogi (benzeşme) yaptı. “ 15 inçlik bir mermiyle bir peçeteye ateş ettikten sonra merminin sekip sizi vurması kadar inanılmaz” dedi.

2809 üzümlü kek molekülünü düşünecek olursak, burada ne olduğunu gerçekten çok iyi tasvir etmişti. Aslında, burada çok ince bir film vardı, üzerine alpha parçacıkları gönderildiğinde hiç bir şey olmamalıydı. Ama aslında bazıları geri saçılmıştı, öyleyse ne oldu? Rutherford’un bu deneylerden çıkan sonuçları yorumlaması ve yeni bir atom modeli önermesi gerekiyordu. 2837 şüphesiz, şu anda bildiğimiz gibi, bu altın atomlarının büyük kısmının boş olması gerekirdi, çünkü 132 000 tanecikten 20 tanesi hariç, hiç bir şeye çarpmadan doğrudan karşıya geçiyorlardı. Bu atomun boş olan kısmıydı. 2857 ayrıca çarptıkları şeyin inanılmaz derecede yoğun olduğunu farketti. 2905 Ayrıca bu kütle oldukça küçük bir yerde yoğunlaşmıştı. 2911 bu atomun çekirdeği dediğimiz şeydi, bir hücrenin çekirdeğine benzeterek buna “çekirdek” adını verdi. 2919 Bazen bir benzetme yaparak bağlantı kurmak işi kolaylaştırır, fakat 7. sınıflar için bunun biraz kafa karıştırdığını düşünüyorum. çünkü her ikisini de aynı anda öğrenirler, fakat bu çekirdek hücre çekirdeğinden oldukça farklıdır. Şüphesiz bir hücrenin çekirdeğinde bunlardan çok sayıda bulunur.

2937 Rutherford’un halledebildiği başka şeyler de vardı. Bunlardan biri çekirdeğin çapıdır. Çekirdeğin çapının yaklaşık (10^{-14} m) olduğunu belirleyebildi. Tipik bir hücrenin boyutunu düşünecek olursak-2950 beni affedin, çekirdek konusunda bocalıyorum. 2953 Tipik bir atomun büyüklüğünü düşünecek olursak yaklaşık on üzeri eksi on metre dir. çekirdeğin çapına bakacak olursa kesin olarak çok daha küçük. Gerçekten kütle çok ufak bir yerde yoğunlaşmıştır.

3006 bana bunu nasıl bulduğunu sorabilirsiniz. Bu hesabı kendimiz de yapacağız. Aslında bütün deneyi kendimiz yapacağız, bir dakika içinde ve radyoaktivitesiz. Sizin için bu soruyu cevaplayacağız.

Rutherford, ayrıca çekirdeğin yükünün $+ze$ olduğunu çözdü, bu sezgisel olarak da mantıklıdır, çünkü z atom numarasıdır. Şöyleki atom numarası 3 ise, 3 elektron var demektir, daha iyisini yapalım, nötral atomu ele alırsak çekirdeğinde $+3$ yük var demektir.

3040 Başlangıçta bahsettiğim gibi, RaBr_2 ile çalışıyordu, bu deneyler sırasında onu öldürmemiş olduğunu öğrendiğimde oldukça rahatlamıştım. 3050 Ancak bir düşüncemi sizinle paylaşmak istiyorum, onun ölümü bir bakıma bu araştırma ile ilgiliydi. Aslında bu biraz karışık bir konu. Ne mi oldu. Çekirdeği keşfettikten sonra, Nobel ödülü kazanması hiç sürpriz değil. Bunun olması bekleniyordu. Nobel ödülüne ilave olarak ayrıca şövalye oldu, İngilterede doğan biri için çok iyi bir bonus, bunun olması onun için büyük bir şey. Kısa bir süre sonra, bu durum hayatında (bir noktada) problem oluşturdu, fitik olmuştu, bu oldukça sık rastlanan bir durumdu, ve fitikten ameliyat olması gerekiyordu. teknik bir problem ortaya çıktı, eğer şövalye iseniz aynı ünvanı almış bir doktor tarafından ameliyat edilmeniz gerekiyordu.

3136 Rutherford doktorun bunu yapması için bekledi, fakat çok fazla beklemişti, bu esnada öldü, çünkü çekirdeği keşfetmişti, Nobel ödülü almıştı ve şövalye olmuştu. Bu hala bir tehlike. böyle bir fırsat elde ederseniz, bir doktora ihtiyaç duyduğunuzda bu kuralların nasıl uygulandığını çek etmek isteyebilirsiniz, umarım biraz hafiflemiştir.

3201 Şu anda yapmak istediğimiz şey, bu gerisaçılma deneyinin nasıl uygulandığını anlayabilmek ve göstermek. Bu nedenle kendi geri saçılma deneyimizi yapacağız. Sadece bir kaç şeyi hayal etmenizi isteyeceğiz. önce tek tabakalı altın taneciklerine sahip olduğumuzu farz edelim. professor Drennan bunun için bize yardım edecek. 3232 Bu onun kızı Sam, gördüğünüz gibi onu göğsünde taşıyor, 3237 Dr. Patty Christie bize yardım edecek

3245 tamam, bir dakika içinde öntarafa doğru yaylandıracağız, Bu deneyin nasıl yapılacağını izah edeceğim, Heyecanınız gitmeden önce hesaplamaları yapalım. 3253 bu straför topları kolayca gördüğünüzden eminim, gerçekten tek tabakalı altın çekirdekleri olarak kabul edilebilir, bu pin pon toplarından 266 tane var, dün beni ofiste bu topları sayarken görmüş olabilirsiniz. Bu 226 pin-pon topunu radyoaktif material olarak fırlatacak birilerine ihtiyacımız var, vakit geldiğinde, tam bir dakika sonra, asistanımızdan gelmesini ve hızlıca saymasını isteyeceğiz. Böylece deney tamamlanmış olacak. ama önce Rutherford un yaptığı gibi, nasıl hesaplayacağımızı görelim, Rutherford çekirdeğin çapını tayin etmek istiyordu, biz de aynı şeyi yapacağız ve buradaki straför toplarının yarıçapını hesaplayacağız.

3345 bunun için geri saçılma sayısını bulacağız ve bu sayı ile ilişkilendirerek topların yarıçapını bulacağız. 3357 geri saçılma olasılığını düşünecek olursak, Rutherford'un hesapladığı ile aynı olmalıdır yani $20/132000$ e eşit olmalıdır.

3408 Fakat şimdiki durumda, geri saçılma olasılığı, geri saçılan top sayısı /toplam pin pon topu sayısı olacaktır.3727 bunun kaç olduğunu hatırlıyor musunuz?

3430 266, çok iyi.

3435 buradaki olasılık, geri saçılan topsayısı / toplam top sayısı (cinsinden) 3441 ayrıca olasılık için şu ilişkiyi kurabiliriz. Bütün çekirdeğin alanı / atomun kapladığı toplam alan

3459 bunu anlamı büyüktür çünkü bütün atom çekirdekten oluşsaydı o zaman olasılığın %100 olması gerekirdi, yani çekirdeğe çarpanların hepsi geri saçılırdı.

3511 bunlar hesaplayacağımız çekirdek alanı, bunlar da biraraya getirilmiş atomlar(?)

3519 bildiğiniz gibi, bu garip aleti sizin için kimya bölümünden professor Stayer bir araya getirdi, Bunun için hem altın çekirdeklerin boyutunu büyüttü hem de bu boyuttaki altın çekirdeklerine göre atomları normalden daha fazla biribirine yakınlaştırdı, gerçek te bir altın çekirdeği bu boyutta olsaydı, diğer çekirdekleri buraya koymak için başka bir konferans salonuna ihtiyaç duyardık. Bu biraz hileli bir deney, hepsini küçültmeye karar verdik, bunu açıklayabilirdik, çünkü bütün atomların kapladığı toplam alanı hesaba katmamız gerekir.

3559 Sanırım, bu tahta kendiliğinden gitmeyecek gibi görünüyor. OK. Bunun ne olduğunu hesaplayabiliriz. Çekirdeklerin toplam alanı eşittir çekirdek sayısı çarpı X tek bir çekirdeğin

alanı . 3614 Hesaplamayı basitleştirmek için burada kesit alanını düşünelim. 3623 Bölü (Hepsini bölelim) 3628 Atomları alanı, burada 1.39 metre kare, burada ölçülen alan.

3634 buradaki çekirdek sayısı, burada oturup sayarsanız toplam 119 olduğunu bulursunuz. kesit alanı elde etmek için 119 u pi r kare ile çarpalım, hepsini, 1.39 metre kare ye bölelim. burada, geri saçılma olasılığının bize ne olduğunu söyleyecek ilişki bulduk

3700 Fakat buradan çekmek istediğimiz şey, yani öğrenmek istediğimiz şey, çekirdeğin yarıçapı veya çapı: çünkü olasılığı deneysel olarak ölçebiliriz. Buradaki P yi (yani olasılığı) çözmektense, etrafından dolanıp yarıçapı çözeriz, çünkü yarıçap eşittir $r = P^{1/2}$ (6.098×10^{-2} m)

3732 Ok. hesaplamada yarıçap yerine çap kullanmak biraz daha mantıklıdır. çap, yarıçapın iki katıdır. Gerisaçılma olasılığını bulduktan sonra, bunun karekökünü alırız ve 12.20 cm ile çarpılırız. şimdi yapacağımız şey, bu gerisaçılma olasılığını bulmak. neye bölmemiz gerektiğini biliyoruz. 266, fakat üstteki sayıyı bulmamız gerekiyor, yani kaç tane parçacığın geri saçılacağını bulmamız lazım. 3809 Asistanlar gelip her birinize bir parçacık verecek. bir kaçınız iki tane fırlatması gerekecek (iyi bir amaç için yapıyorsunuz)

3841 pin-pon topunuzu aldıysanız henüz fırlatmayın. bu gerisaçılma olayını anlatmama izin verin. 3852 eğer pin-pon topunuz bu çekirdeklerden birine çarparsa geri saçılmış kabul edilecektir. pin-pon topunuz çerçeveye veya yaylara çarparsa veya üstten giderse gerisaçılma deneyinde dikkate alınmayacaktır.

birkaç dakika sonra, şimdi değil, isterseniz, kalkıp odanın ortasına doğru gelebileceğinizi söyleyeceğim, amaç pin-pon topunu bu örgüye fırlatmak, pin-pon topunuzu gözünüzle izleyin, çekirdeklerden birine çarpıp size doğru geri saçılabilir, veya doğrudan karşıya geçip gider veya yakın bir çevreye düşer, bunu aklınızda tutun. Deney sonunda, topunuza ne olduğunu soracağım, bize söyleyeceksiniz ve gerisaçılma deneyindeki hesaplamada kullanacağız

4012 Deneye başlamadan önce sorunuz var mı? Henüz topunuz yoksa elinizi kaldırın. 4021 tamam öne gelebilirsiniz ve gerikalan topları alabilirsiniz, şimdi deneye başlayalım.

4125 son atış var mı, çok iyi, tamam, gerisaçılma deneyinde başarılı olduğumuzu düşünüyorum. Gerisaçılan bazılarını gördüm. 4142 tıklayıcı ekranına bakacağım kaç tanesi geri geldi, bununla ilgili teknik problem var gibi görünüyor, O halde size sorayım, parçacığınız geri geldi ise ayağa kalkar mısınız.

4158 Burada kaç tane olduğunu sayalım (1'den 13'e say) 13 , saymadığım var mı. 13 tane geri saçılma.

bunu yolumuzdan uzaklaştıralım, asistanlar, bu topları benim için toplar mısınız, bahse girerim düşersem çok eğlenceli olur, olmamasını tercih ederim

4228 şimdi 13 ü 226 ya bölelim, MIT öğrencilerinden yanında hesap makinesi olan var mı? aslında bunu ben de yapabilirim. 0.0489 mu elde ettiniz? OK olasılığımızı bulduk, bu değeri formülde yerine koyalım. karekökünü alalım ve 12.20 ile çarpalım. Çapı için ne buldunuz?

Evet, benim bulduğum da aynısı. 2.70 cm , iyi bir iş çıkardık, gerçek çap 2.5 cm idi, iyi sonuç elde ettiniz, aferin , radyoaktivite saçmadık, bu da bonusu.

4341 bu deney ile Rutherford un yaptığı deney aynı. Bildiğiniz gibi Rutherford atom için yeni model önerdi: yeni modeled atomun hem çekirdeği, hem de elektronu vardı. Çekirdeğin boyutunu da belirlemişti. Bir daha bunlara geri dönmeyeceğiz. Bundan sonra, merkezinde bir çekirdek olan ve etrafında elektronların döndüğü bir atom modeli hakkında konuşacağız. Bunun en basit örneği hidrojen atomudur. H atomunda çekirdek ve elektron bir şekilde bir arada tutulur. Bunun nasıl olduğunu ve atomların nasıl davrandığını düşünmemiz gerekir, özellikle tek bir atomda çekirdek ve e nun birarada nasıl tutulduğunu, aynı zamanda birbiri üzerine çökmeden nasıl durduklarını tarif etmemiz gerekir. Önce, atom için klasik tanımı kullanmaya çalışacağız ve bize ne verdiğine bakacağız.

4445 artı ve eksi yüklü parçacıklar arasındaki kuvveti düşünecek olursak Coulomb kuvvet yasasını kullanabiliriz ve bunu bir çekim kuvveti şeklinde tarif edebiliriz. Bunu açıklamak için kullanacağımız Culomb kuvvet yasasında, kuvveti r nin bir fonksiyonu olarak tanımlarız. Ne söyleyeceğimizi bir düşünelim. Burada iki parçacığı bir arada tutan kuvveti tarif etmemiz gerekir. Aynı zamanda bu çekim kuvveti her bir parçacığın yükü ile ilgilidir, burada e electron yükünün mutlak değeridir. burada yazıldığı gibi, elektronun yükü eksi e dir. çekirdek artı e yüküne sahiptir ve r iki yük arasındaki uzaklıktır, kuvvet iki yük arasındaki uzaklık ile ters orantılıdır. 4541 Bu ifadeyi şöyle kısaltabiliriz, eksi e kare bölü 4 pi epsilon r kare, epsilon sabit değerdir, bunu fizikte görmüş olabilirsiniz

4553 Buradaki amacımız göre, bunu çevirme faktörü olarak düşünmemiz gerekir, önemli olan bunu Coulomb ifadesinden kaldırmaktır,(e yüklerini, yükleri nasıl ölçeceğimiz ile ilgilidir.) bu epsilon sıfır değerini çok sık kullanırız, bu dönüşüm faktörü vakumdaki geçirgenlik sabitidir. 4613 İşaret ettiğim gibi, bu çevirme faktörüdür ve çok sık kullanırız, tekrar tekrar kullandığımız şeyleri çoğunlukla hatırlayabiliriz, fakat sınavlarda bunu hatırlamak zorunda değilsiniz, sınavda ihtiyacınız olan ve kullanacağınız tüm sabitler ayrı bir sayfada verilecektir, beyninizde diğer bilgiler için boş yer bırakın.

4637 Pazartesi günü geldiğinizde Coulomb kuvvet yasasını göreceğiz ve farklı senaryolar üzerinde düşüneceğiz. Bu hafta sonu düşünmeye başlayabilirsiniz, belkide sadece ikincisi üzerinde düşünseniz iyi olur, r sonsuza giderken ne olur?

4651 Pazartesi başlayacağımız yer burası, hepimize bir tavsiyede bulunacağım, haftasonu problem setlerinden başlayın en azından bölüm A yı bu haftasonu bitirin, bölüm B yi önümüzdeki haftasonu bitirebilirsiniz. İyi hafta sonları.