

22 İşte tıkklayıcı sorunuz. *Au yüzeyinin iş fonksiyonu 5.1 eV dur. Kopan e ların kinetik enerjisi 6.3 ev ise, gelen ışığın enerjisi nedir?* Cevaplamanız için 10 saniye daha veriyorum, Fotolektrik olay ile ilgili bu son soru, Oldukça yüksek bir başarı yakalayacağınızı ümit ediyorum.

42 ok iyi, çoğunuz doğru cevaplamış, yapamayanlar , şüphesiz, bu soruyu uygulama saatinde asistanınıza sorabilirsiniz, Bu slaytların bir kopyası onlarda var. belki bir karışıklık olabilir, buradaki soru iş fonksiyonu hakkında, benzerini daha öncede sormuştuk, fakat burada kopan elektronların kinetik enerjisini verdik, yapmanız gereken eşitliği yeniden düzenlemek. Burada gelen ışığın enerjisini bulmak için, verilen diğer iki enerji toplamanız gerekir. Bu soruyu doğru yapamayan, tekrar baksın ve değişik bir tarzda sorulan bu soru üzerinde düşünsün.

121 ders notlarımıza geri dönelim, bugün hidrojen atomu hakkında konuşmaya başlayacağız, Şimdi, hidrojen atomu için bir Schrödinger eşitliğimiz var, özellikle bağlanma enerjisi ve orbitaller bağlamında konuşabiliriz, Çarşamba günü QM den kullanılmasından ve şartlarından bahsettik, QM bize uygulayabileceğimiz bir Schrödinger eşitliğini vermiştir, ayrıca ışık ve maddenin parçacık-dalga ikiliğinden bahsettik.

151 Çarşamba günü sınıfta Broglie dalgaboyunun sonsuza gidip gidemeyeceği ile ilgili olarak güzel bir soru sorulmuştu. Derse devam etmeden önce, hızlıca bir şeyden bahsetmek istiyorum. Parçacığın dalgaboyu hakkında, bazen karşımıza çıkan diğer bir şeyden bahsetmek istiyorum.

Sınıfta sorulan soru şuydu, eğer bir makroskopik parçacığımız varsa ve hızı diyelimki sifıra yaklaşıyorsa dalga boyu sonsuza gider mi? kütle çok büyük olsa dahi dalgaboyu sonsuza gider mi? Çoğu kez, kütle için yeteri kadar büyük olduğunu ve hızın bunun yanında ihmal edilebilecek kadar küçük olduğunu düşünebilirsiniz. Bu durumda, dalgaboyu oldukça küçük olacaktır. Çünkü Planck sabitini düşünürsek, ki 10^{-34} J.s olarak ölçülmüşür, kütle için hızın çok, çok, çok, küçük olması gerekir. Makroskopik parçacıkları konuşursak, anlamlı olması için, dalgaboyu parçacığın katları kadar olmalıdır. Basket topunu konuştuğumuzu farz edelim, topun dalgaboyu topun büyüklüğü mertebesinde olmalıdır.

Sayılarla düşünecek olursak, ki buna ihtiyacımız vardır, hızın mesela yaklaşık 10^{-30} m/s olması gerekir. Bu gerçekten düşük bir hızdır ve bu hızı ölçmek çok zordur, aslında, 10^{-30} m/s hızla giden bir şey varsa ve bunu gözümüzle izleyeceksek, bu kadar yavaş giden bir şeyi görünür bölge ışığını kullanarak yapmamız mümkün değildir, çünkü ışığın dalga boyu ile sınırlandırıldık, görünür ışık ile parçacığın nerede olduğunu kesin olarak görebilmemiz mümkün değildir. Mesela, görünür ışığın dalgaboyu 10^{-5} m olsun. . Belirsizlik ilkesine göre hızı ancak belli bir derecede ölçebiliriz. Yaklaşık üç katı büyüklüğünde ölçebiliriz.-- Belirsizlik hızdan 3 kat daha büyüktür, ki biz bu dalga boyundaki bir ışıkla bir parçacığın nerede olduğunu görmeye çalışıyoruz. Mesela, basket topu bu kadar yavaş gitse ?

Bu soruya tam verilecek cevap şu , HAYIR,“bunu asla gözleyemeyiz”. Çünkü belirsizlik prensibine göre makroskopik bir cisim için bu kadar düşük bir hızı gözlememiz mümkün değildir. Umut ederim, bu soru açıklığa kavuşmuştur. Diğer taraftan, şüphesiz, de Broglie

eşitliği momentumu olan tanecikler için geçerlidir, taneciğin hızı gerçekten sıfır, momentuma sahip değildir ve artık bu eşitliği uygulayamazsınız.

448 Bu hafta için problem setinizi yazarken, bu öğleden sonra postalanacak, bir şey hatırladım, aklıma başka bir şey geldi, Parçacıkların dalgaboylarını konuşurken, 2. Problem setinizde özellikle elektronların enerjisini hesaplamanızı istedik. Herkese tekrar hatırlatmak istiyorum, bu ayrı bir konu.. enerjii hesaplamak için genellikle şu formülü kullanırız, enerji eşittir hc/λ dır, mesela elektronun dalgaboyunu bilirse enerjiyi bulmaya çalışırız veya tersi. Sizce elektronun dalga boyunu hesaplamak için bu formülü kullanabilir miyiz? Ne düşünüyorsunuz? hayır? İnşallah hayır demişsinizdir.

Bu durum problemlerde karşınıza çıkacaktır ve pek çok öğrenci bu eşitliği kullanacaktır. Bu nedenle şimdi, yani tam vaktinde, bahsetmek istedim. Bu eşitliği kullanamayız çünkü eşitlik sadece ışık için geçerlidir, çünkü bu eşitlikteki hız, ışık hızıdır. Bu eşitliği ne zaman kullanırsanız, elektron veya başka bir tanecik için kullanmaya kalkışırsanız, kendinize şunu sorun, e- ışık hızı ile gider mi? cevabınız hayırsa, o zaman şunu bilmelisiniz, bu eşitliği için kullanamazsınız. $E=hc/\lambda$ eşitliği yerine $\lambda = h/mv$ formülünden dalgaboyunu kullanarak önce hızını hesaplırsınız, oradan kinetik enerjiye geçebilirsiniz bunun için kinetik enerji eşittir $1/2mv^2$ formülünü kullanabilirsiniz: Bundan sonraki problem setleri için bir uyarıdır.

621 EVET, tanecik dalga özelliğine sahiptir,ama gerçekten foton olmadığı için, bu eşitliği kullanamayız. Fakat maddeyi bir dalga gibi tanımlayan bu eşitliği kullanabiliriz, bugün yapacağımız şey budur. H atomu için Schrödinger eşitliğinin çözümünü inceleyeceğiz ve özel olarak e- nun çekirdeğe bağlanma enerjisine bakacağız. 647 E terimini bulmak için SE nin ikinci kısmının çözümüne bakacağız, sonra enerjinin ne olacağı konusunda öngörde bulacağız. Bu sonucun doğru olup olmadığını kontrol edeceğiz, bunu için H atomunun emisyon ve absorpsiyon spektrumlarına bakacağız ve bir demo yapacağız ve diğerlerinin gözlemleri ile bizimkinin uyumlu olup olmadığını bakarak kendimizi sınavacağız

712 zamanımız kalırsa, SE nin diğer kısmının çözümünü hakkında konuşmaya devam edeceğiz, burada Ψ dalga fonksiyonudur. Daha önce söylediğim gibi dalga fonksiyonu taneciğin bir göstergesidir. Özellikle e- nu konuşurken, orbital terimine daha çok aşınayız, Ψ orbitalin tam bir tanımıdır. şimdi bir giriş yapacağım

740 Hatırlatmak için, SE baktığımızda iki kısım görürüz, SE ni çözdüğümüzde, ya Ψ yi buluruz, --daha önce söylediğim gibi Ψ dalga fonksiyonudur, yani orbitaldir. Ψ yi bulmanın yanısıra, verilen bir Ψ için enerjiyi çözebiliriz, E terimi e- nun çekirdeğe bağlanma enerjisidir.

804 SE ni kullanmamızın en önemli nedeni şudur. SE ni çözerek orbitallerin potansiyel enerjilerini elde edebiliriz, E ile çekirdek arasındaki potansiyel enerjiyi bulabiliriz SE ni çözerken QM ni kullanırız. QM ile SE ni elde ederiz, böylece orbitallerin enerjilerini doğru olarak öngörebiliriz, sonra deneysel olarak ölçtüğümüz enerji seviyeleri ile doğrularız.

828 Bugün H atomu hakkında konuşacağız, odaklanacağımız şey budur. inanılmaz derecede kesin öngörülerde bulunabiliriz ve deneysel gözlemlerle karşılaştırabiliriz. SE ni kullanarak

kararlı H atomunu tam olarak açıklayabiliriz, klasik mekanik ile bunu yapmak mümkün değildir.

846 Burada H atomunun çözümünü görmektesiniz, Burada E terimi vardır, yeşil olarak yazılmış kısım E terimidir. H atomunun çözümünde bol miktarda sabit vardır ve bunların çoğunun anlamını biliyoruz. Fakat unutmayın, buradaki yeşil kısmın tamamı H atomundaki bağlanma enerjisine eşittir, çekirdek ve e- arasındaki çekim kuvvetidir.

911 Devam edelim, va buradaki değişkenlerimizi açıklayalım , bazıları size tanıdık gelebilir, [TAHTA] , kütleimiz var, buradaki kütle, m_e (altındis e) elektronun kütlesidir. Buradaki e , elektronun yüküne eşittir Bunlara ilaveten, epsilon sıfır değeri var, hatırladığınız gibi boşluktaki geçirgenlik sabitidir, kısaca, bu birimleri elde etmek için çevirme faktörü olarak kullanırız. Coulomb birimlerde istenmez, geçirgenlik sabiti bu eşitlikte onu yok etmemizi sağlar ve son olarak hepimizin bildiği Plancks sabiti vardır.

1003 H atomunun SE ni çözmek için uğraşan insanlar , bütün bu sabitlerle uğraşmak istemezler, bu sabitleri bir araya toplarız ve yeni bir sabit kullanırız, bu Rydberg (redbörg) sabitidir, değeri 2.18×10^{-18} joules dür. bütün sabitleri kaldırıp yerine tek bir Rydberg sabiti koymamızın nedeni, enerji eşitliğini basitleştirmektir, elde ettiğimiz enerji eşittir eksi Rydberg (redbörg) sabiti bölü n^2 dir.

Bu eşitlikte geride sadece bir değişken kaldı, bunu henüz açıklamadık, bu n değeri dir. SE çözdüğünüzde bu sabit için sadece tam sayı değerlerinin izinli olduğunu bulursunuz. 1 den sonsuza kadar giden bütün tamsayı değerleri izinlidir, örneğin 1, 2, 3 sonsuz gibi.Önemli olan şey n sabitinin sadece tamsayı değerleri almasıdır, mesela 1.5 veya 2.3 gibi değerler alamaz. n değerine baş kuantum sayısı denir. n değerini enerji ifadesinde yerine koyduğumuzda bulacağımız şey veya göreceğimiz şey nedir? bunun tek bir cevabı yoktur, sadece bir tane bağlanma enerjisine sahip olamayız bütün olası n değerleri için hesaplamamız gerekir, gerçekte sonsuz sayıda olası enerji seviyesi vardır ve bunları enerji diyagramında kolayca görebilirsiniz.

1200 $n=1$ den başlayalım , şüphesiz en basit durumdur. $n=1$ değerini enerji ifadesinde yerine koyarsak bağlanma enerjisini buluruz, $n=1$ in değeri eksi Rydberg (redbörg) sabitine eşittir. Bunu enerji diyagramında görebilirsiniz, en alttaki seviye buna aittir, çünkü en düşük enerji seviyesi $n=1$ dir veya en negatif enerji dir.

Diyagrama baktığımızda pek çok enerji seviyesi görürüz. Eşitlikte n e başla değerler verdiğimizde ,örneğin $n=2,3,4...$ gibi, sonsuza kadar giden, pek çok enerji seviyesi hesaplanabilir. Diyagramda yukarı doğru çıkıldıkça sonsuza kadar giden pek çok enerji seviyesi görmektesiniz. Burada önemli olan nokta şudur, bunlar enerji seviyeleri kuantlıdır, enerji sürekli değildir, kesiklidir.

1310 Ekranda gördüğünüz gibi, $n=1$ vardır ama $n=1.5$ yoktur, yani bu iki enerji seviyesi arasında başka bir bağlanma enerjisi mümkün değildir, Bu çok önemli bir noktadır, SE nin çözümünden gelir, enerji seviyeleri kuantlaşmıştır.

1332 burada eşitliğin basitleştirilmiş hali sayesinde, izinli enerji seviyelerini hesaplamak çok kolaydır. Öneğin $n=2$ için bağlanma enerjisi nedir? *Birisi söyledi.* Evet, eksi Redbörg sabiti bölü 2 nin karesi ($R_H/2^2$). Aynı şeyi 3 için yapabiliriz, eksi Redbörg sabiti bölü üçün karesi, bağlanma enerjisini verecektir, $n=4$ için de yapılabilir, böylece yukarı doğru sonsuza kadar gidebiliriz, $n=$ sonsuz olduğunda, bağlanma enerjisi sıfıra eşit olacaktır. Sonsuza gitmek, ϵ nun serbest olduğu anlamına gelir, e- atomdan tamamen uzaklaşmıştır. Bu mantıklıdır, çünkü $n=$ sonsuzda ϵ nu kararlı halde tutacak bağlanma enerjisi yoktur.

Bağlanma enerjilerinin hepsinin negatif olduğunu biliyoruz, eksi işaret enerjinin düşük olduğunu gösterir. Enerjinin değeri daha eksidir, enerji seviyesi daha düşük demektir. Enerji seviyelerini düşündüğünüzde şunu unutmayın. En düşük enerji en kararlı seviye demektir, bu e- nun çekirdek tarafından daha çok çekildiğini gösterir, e- daha kararlı hale gelir ve enerjisi daha çok düşer.

1455 $n=1$ seviyesine özel bir isim veririz. Buna TEMEL HAL deriz. çünkü zemine en yakın olan seviyedir., en düşük enerjili seviyedir, en kararlı seviyedir, en negative değere sabip seviyedir. Bağlanma enerjilerine daha pratik ve fiziksel bir yorum getirebiliriz, Fiziksel bağlamda, bağlanma enerjisi iyonlaşma enerjisinin negatif değerine eşittir, iyonlaşma enerjisinin zıt işaretlisidir.

Mesela, H atomunda, bağlanma enerjisinin zıt işaretlisi, yani pozitif değeri, H atomundan bir ϵ iyonlaştırmak için vermemiz gereken enerjidir. Mesela, H atomunda, temel haldeki, yani $n=1$ düzeyindeki bir elektronun iyonlaşma enerjisi, serbest e- ile temel hal enerji seviyesi arasındaki fark demektir.

1601 bunu grafik üzerinde gösterecek olursak, iyonlaşma enerjisi, bağlanma enerjisinin tam eksi işaretlisidir. buraya bakalım ve iyonlaşma enerjisini hesaplayalım, H atomunun temel halini konuşacak olursak, iyonlaşma enerjisi, Rydberg sabitinin eksi işaretlisidir, yani $+ 2.18 \times 10^{-18}$ joules dür.

1623 bunu sezgi yoluyla da bulabilirdik, çünkü, bir atomu iyonlaştırmamız gerekiyorsa, e- nu koparmak için, atoma enerji vermemiz gerekir, diğer bir deyişle, atoma, ϵ nun bulunduğu enerji seviyesi ile serbest ϵ nun enerji seviyesi arasındaki fark kadar enerji vermemiz gerekir, çoğu kez iyonlaşma enerjisinden bahsederken, özel bir şeyden bahsetmiyorsak, temel hal için konuşuyoruz demektir.

1647 iyonlaşma enerjisi çoğu kez sorulur, aksi bir şey söylenmedikçe, $n=1$ anlamına gelir. Fakat, aslında, H atomunun veya diğer atomların farklı enerji seviyelerinin iyonlaşma enerjilerinden bahsedilebilir. 1708 mesela $n=2$ enerji seviyesi hakkında konuşabiliriz, buna birinci uyarılmış hal adı verilir. Temel haldeki bir ϵ nu en yakın enerji seviyesine uyardığımızda, birinci uyarılmış haldeyiz demektir, yani, $n=2$ konumundayız demektir.

Buradaki yani birinci uyarılmış haldeki iyonlaşma enerjisini hesaplayabiliriz, hesaplamak çok kolaydır,-- bağlanma enerjisinin işaretini tersine çeviririz. Tekrar ediyorum, bu mantıklıdır, çünkü buradaki farka karşılık gelir. $N=2$ deki iyonlaşma enerjisi = $+ 5.45 \times 10^{-19}$ joules dür.

1746 Herhangi bir enerji seviyesinin bağlanma enerjisi düşünülebilir ve iyonlaşma enerjisi bulunabilir. Şimdiki tuklama sorumuz bununla ilgili olacak. Yapmanızı istediğim soru şu: üçüncü uyarılmış haldeki bir H atomunun iyonlaşma enerjisi nedir?

10 saniye süre veriyorum. OK. İlginç, çoğunluk doğru yapmış, fakat gerçekten vurgulamak istediğim bir noktayı gösterdiniz, vurgulamanın en iyi yolu yanlış cevap almaktır, seviyeleri doğru saymış olsaydınız yanlış cevap vermezdiniz. Ders notlarınıza geri dönelim ve nedenini açıklayalım. Doğru cevap dördüncü şıktı. Buradaki anahtar kelime, ki size sorduğumuz şey, üçüncü uyarılmış hali belirlemektir. Üçüncü uyarılmış halin n değeri nedir?, n=4, OK

1908 Buradaki karışıklığın nedenini açıkladık. Bir problemi doğru okuduğunuzdan emin olmanız gerekir, dikkatli olun. Dikkatli olduğunuzda, sanırım herkes bu soruyu doğru cevaplayacaktır H atomu için 3rd uyarılmış halde n=4 dür. Çünkü n=2 birinci uyarılmış haldir, n=3 ikinci uyarılmış haldir, n=4 ise 3rd uyarılmış haldir , buradaki bağlanma enerjisinin zıt işaretlisini alalım cevap $+ 1.4 \times 10^{-19}$ joules dür.

1938 oldukça az bir yüzdeniz negatif iyonlaşma enerjisini işaretlemiş olduğunuzu fark ettim, Şimdi söylüyorum, iyonlaşma enerjisi hiç bir zaman negatif olmaz, bunu hatırlamanız iyi olur. sezgisel olarak, bu mantıklıdır, çünkü ionization enerjisi, bir atomdan bir elektron koparmak için verilmesi gereken enerji miktarıdır, bu nedenle iyonlaşma enerjisi eksi olamaz, bir sistemden e- koparmak için artı enerji vermeniz gerekir, bağlanma enerjisini her zaman negatif bulmamızın nedeni budur, ve iyonlaşma enerjisi her zaman pozitif olacaktır, eşitliğe baktığımızda görebilirsiniz

2018 OK Başlangıçta tartıştığımız eşitliği $E_n = - R_H/n^2$, kullanarak, H atomu için çeşitli iyonlaşma enerjilerini ve bağlanma enerjilerini hesapladık. Eşitlikte ufak bir değişiklik yaparsak, Z^2 terimini ilave edersek, yani, $E_n = - Z^2 R_H/n^2$, olursa, 1 elektronlu olmak koşuluyla, herhangi bir atom için enerji seviyelerini hesaplayabiliriz. Böylece sadece H atomu ile hesaplayabilirken, şimdi tek elektronlu iyonlarda da hesaplama yapabilir hale geldik

Mesela, helyum +1 iyonu, 1 elektrona sahiptir ve z=2 dir. Li +2 iyonu, 1 elektrona sahiptir ve z=3 dür. Formülde z^2 yerine 3^2 koyarak enerji kolayca hesaplanabilir. + 64 yüklü Tb (terbiyum) iyonu diğer bir tek elektronlu iyondur. Bunun Z değeri nedir? evet 65. Terbiyum +64 iyonunu belki elde edemeyiz, ama, bu eşitliği kullanarak, enerji seviyelerini hesaplayabiliriz.

Bu eşitliğin farkı, Z^2 terimini hesaba katmasıdır. Bunun nedeni şudur: Çarşamba gününe ait notlarınıza bakarsanız, H atomu veya 1e lu atomlar için Schrödinger eşitliğinin uzun yazılmış halini görebilirsiniz. Buradaki son terim elektron ve çekirdek arasındaki Coulomb potential enerjisidir, Süphesiz, H atomunda olduğu gibi çekirdek üzerindeki yük 1 e eşit ise, bu terim düşer. Fakat normal olarak, çekirdek üzerindeki tüm yükleri koymamız gerekir, bu Z ye eşittir veya atom numarası çarpı elektron yükü dür. 2207 Atomu bütün elektronlarından sıyırsanız bile, çekirdekte hala aynı miktarda pozitif yük kalacaktır. Bu formül ile farklı atomların enerji seviyelerini belirlememiz mümkün olur, şüphesiz tek e- limiti vardır.

Şimdi bağlanma enerjilerini hesaplayabiliriz. Şunları düşünebiliriz, acaba hesaplanan bağlama enerjileri gözlemlerimizle uyumlu olacak mı? veya farklı durumlarda ne gözleyeceğimizi öngörülebilir miyiz? Şimdi bağlanma enerjisini nasıl kullanacağımızı biliyoruz, umarım yaparız. Yapmamız gereken tek şey , H emisyonunun, yani H atomu tarafından gönderilen ışığın farklı dalgaboylarına bakmaktır, bu ışınlar H atomunun uyarılmış enerji düzeylerinden gelir, biraz sonra H₂ gazı alacağız ve emisyonuna bakacağız-- Bunun için H₂ gazı ile doldurulmuş vakumlu bir cam tüpümüz var. Tüp içinde bulunan iki elektrot arasındaki potansiyel farkını arttırsak, her H₂ gazını atomlarına ayırırız hem de atomları uyarırız.

Oda şartlarındaki bir atomun en kararlı halinde olduğunu farz edebilirsiniz, bu durumda $n=1$ nerede olduğunu bilirsiniz, ama sisteme enerji verdiğinizde, onu çeşitli enerji seviyelerine uyarırsınız, mesela $n=6$ veya $n=10$ veya daha üst seviyelere... Bu sadece bir an için olur, çünkü, şüphesiz, yüksek enerjili bir enerji seviyesinde ise, tekrar geri dönmek veya en kararlı seviyeye dönmek ister, bunu yaparken iki düzey arasındaki enerji farkına karşılık gelen enerjiyi ışımaya yolu ile verir, yani etrafa foton salar.

Bütün bunlar çok kısa sürede olur. Burada ne olduğunu hakkında işaret etmek istediğim bazı önemli şeyler var. Söyleyeceklerimi burada göstereyim, üst enerji seviyesindeki elektronlar, burada E_{initial} seviyesi, alt enerji seviyesine, burada E_{final} , geçerken ışımaya yapacaktır, *belli* bir enerjide çevreye foton verecektir, iki enerji seviyesi arasındaki farka *tam* olarak karşılık gelen ışımaya yapacaktır. Buradaki önemli terim, *belli* veya *tam* dır.

Bu mantıklıdır, çünkü enerji kaybederiz, daha düşük enerji seviyesine geçeriz. Bir eşitlik yazabiliriz, böylece çevreye verilen ışığın enerjisini bulabiliriz. ΔE bu delta enerjisi çok basittir, ilk halinin enerjisi eksi son halinin enerjisi.

Bunlar biraz semboliktir, buradaki enerji seviyelerini belirtmedik, fakat yapabiliriz, bu enerji seviyelerinin nasıl hesaplanacağını biliyoruz. Mesela, H atomunda, bir elektronu $n=6$ düzeyine uyardığımızı farz edelim, bu ilk halidir, $n=2$ düzeyine veya birinci uyarılmış hale insin. Bu eşitliği değiştirebiliriz, daha spesifik hale getirebiliriz, burada delta enerji eşittir , ΔE $n=6$ seviyesinin enerjisi eksi $n=2$ seviyesinin enerjisi.

Yayımlanacak ışığın frekansını konuştuğumuzda, enerjilerine göre konuşmak çok yaygın değildir, çoğunlukla ışığın dalgaboyu veya frekans cinsinden ifade ederiz, ama bu farketmez, çünkü enerjiyi frekansa nasıl çevireceğimizi biliyoruz, burada da yapabiliriz. Frekans eşittir, enerji farkı bölü Planck sabiti dir. Buradaki enerji farkını konuşacak olursak, ilk enerji eksi son enerji dir, veya şöyle yazabiliriz. Frekans eşittir (ilk enerji-son enerji) bölü Planck sabiti

2605 Bu şu anlama gelir, iki seviyenin enerji farkından doğrudan yayımlanan fotonun frekansına geçebiliriz, bunu aynı zamanda dalgaboyu için de yapabiliriz, çünkü enerji / dalgaboyu / frekans arasındaki ilişkiyi biliyoruz. Buradaki ilk durumda, yüksek enerjili düzeyden düşük enerjili düzeye geçerken, söz gelimi, $n=5$ den $n=1$ e geçelim. Buradaki enerji farkı fazla ise ışığın frekansı düşük müdür yoksa yüksek midir? Güzel. Yüksek. Peki ışığın frekansı yüksekse, dalga boyu ne olur? Kısa mı yoksa uzun mu? Güzel. Kısa dalgaboyu. Bu

ilişkiyi daima aklımızda bulundurmamız gerekir. Benzer şekilde, iki enerji seviyesi arasındaki fark küçükse, ışığın frekansı düşük olur, buna karşılık ışığın dalgaboyu uzun olur.

2701 Biraz daha ilerleyelim ve bunlardan bazılarını kendi kendimize gözlemeyi deneyelim. Şimdi bu deneylerde ne yapacağımızı açıklayacağım. Hidrojen atomunu uyaracağız, ϵ lar daha yüksek enerji seviyelerine uyarılacaklar, eski enerji seviyelerine dönerken yayımlayacakları ışınları göreceğiz. Bu ışınların dalga boyu ilk ve son enerji seviyeleri arasındaki farka karşılık gelecektir.

Dedektör ler burada bugün biraz kısıtlı. Bu nedenle sadece gözlerimizi kullanacağız. Bu elektromanyetik spektumun görünür bölgesi ile sınırlanacağımız anlamına gelir. Aslında bu bazı şeyleri basitleştirir, çünkü gözlemeye çalışacağımız dalgaboyu sayısı azalır. GB ye dönecek olursak, Mesela H atomunda, enerji seviyeleri arasındaki farkı hesaplırsak, görünür bölgede sadece 4 tane dalgaboyu olduğunu buluruz. Işıkları kapattığımızda ve bu lambayı yakacağız, içinde H gazı var. Hidrojen gazını uyaracağız. Lambadan gelen ışıkları göreceksiniz. Bunlar karışık ışıklar olduğu için her birinin dalga boylarını söyleyemeyeceksiniz.

Asistanlarımız gelecek ve sizlere kırınım gözlükleri veya ufak plakalar dağıtacak. Bunlarla ışıkları dalga boylarına ayırabileceksiniz Hepinize yetecek kadar gözlüğümüz yok. Plakaları kullanabilirsiniz. Gözlüklerle daha "cool" görürsünüz ama plakalar daha iyi iş görür. Bu nedenle sizin veya yanınızdakinin bir plakası olsun, aksi takdirde bütün hatları göremezsiniz. Asistanlarımız bunları sizin için dolaştıracak.

Bir şeye işaret etmek istiyorum. Üç tane dalga boyunu göreceğinizi garanti ediyorum. Dördüncüyü görmek bazen zor olabiliyor, görünür bölgenin UV ucuna çok yakın olan bir yerde ve genelde zor görünüyor. Eğer onu göremezseniz endişelenmeyin.

2925 Plakalardan birini aldım. Hala bir tane almadıysanız elinizi kaldırabilir misiniz? Darcy ekranı kapatır mısınız? Oradan ışık gelmesin. Asistanlar dikkatlice yürüyün, ışıkları kapatmaya gidiyorum. Çevrede hala biraz ışık var. Sürekli ışığın bir miktarını göremeyebilirsiniz, fakat elinizdeki plakalardan bakarsanız ve biraz da yandan bakarsanız her bir hattı görebilirsiniz. Herkes görebiliyor mu? Göremeyen var mı? İhtiyacı olan var mı? -Elinizi kaldırın diyemiyorum. Gözlükle görmekte zorlanıyorsanız yanınızdaki arkadaşınızdan plakayı isteyebilirsiniz. Aslında bu gördüğümüz spektrumla uyuyor. Gözlükleriniz kalsın. Işıkları birkaç saniyeliğine açıyorum. Öğrenmeye çalıştığımız şey hidrojen atomu. Bu da konumuza çok ilgili. Görüyorsunuz ki her atomun kendi özel spektrum hattı seti var. Sırf eğlencesine neona da bakacağız, böylece her ikisini karşılaştırabilirsiniz.

3117 Çevremizde her yerde neon lambalı tabelalar görmemiz mümkün. O nedenle bu renk size tanıdık gelecek. Neonda ne görüyorsunuz? H atomu ile mukayese ettiğinizde, spektrumun turuncu tarafında daha çok çizgi görürsünüz. Bunlar neona rengini veren dalga boylarıdır. Bu ışınlar uyarılmış neonun gerçek rengidir. Bazen tabelaları başka bileşenlerle de boyuyorlar. Herkes neon şeritlerini yeterince gördü mü? HAYIR mı? O zaman Ne a bakmanız için 2 saniyeniz daha var.

3203 Dersin deney kısmı, bitti. Buna çıplak gözle baktığımızda yani bütün dalga boylarını karışmış olarak gördüğümüzde, en şiddetli olan dalga boyunu algıladınız. Gözlükle baktığımızda en şiddetli dalga boyunun turuncu renkli olduğunu gördük. Neon bu yüzden hidrojenin farklı olarak turuncu renktedir.

3232 Aslında her bir hattı ayrı ayrı görebiliriz. Bu kadar havalı görünürken, sizi bu gözlüklerle görmekten daha hoş bir şey yok. İsterseniz çıkarabilirsiniz ya da asistanlar alana kadar odadaki ışığa bakabilir ve farklı dalgaboylarını görebilirsiniz.

Tabii bunu bulan ilk insanlardan çok uzağız. Bunu ilk kez keşfetmek çok heyecan verici olsa gerek, biz keşfedemedik. Aslında, JJ Balmer, 1880lerde bir öğretmendi, hidrojen atomunun bu hatlarını tanımlayan ilk kişiydi. Biraz önce gördüğümüz hatların aynısını görmüştü. Devamlı bir spektrum yerine her bir atom için özel olan bu hatları niçin gördüğünü açıklayamadı. Ama biz şimdi biliyoruz, çünkü enerji seviyeleri hakkında biraz önce konuştuk, bunların sadece izinli enerji seviyeleri olduğunu biliyoruz. ama o zamanlar JJ Balmer'ın bunu bilmesi mümkün değildi, aslında, bilmiyordu da. Ama yine de olan biteni açıklamanın sayısal bir yolunu bulmuştu. Buradaki eşitliği geliştirdi. 3336 Bu eşitlikle, bu farklı hatların dalga boylarını açıklayabildi, $\frac{1}{4}$ eksi $1/n^2$, n burada tam sayıdır, bunu 3.29×10^{15} Hz ile çarparsak hatların frekansı bulunabilir., n ye tam sayı değerleri verildiği zaman 3, 4,5 gibi..bu eşitliğin doğru olduğunu buldu. *3405 Asistanlar şimdi organize etmenize gerek yok, hepsini içine koyun onunla sonra uğraşacaksınız.*

3408 Bu eşitliği kullanarak dalgaboylarını nicel olarak açıklayabildi fakat burada neler olduğunu tam olarak açıklayamadı. Enerji seviyelerini öğrendikten sonra ve SE yi çözdükten sonra burada neler olduğunu anlayabiliriz, Bu farklı renkleri gördüğümüzde onların nereden geldiğini anlayabiliriz.

3429 Burada olan şu: hidrojen atomunda uyarılmış bir seviyeden daha rahat veya düşük enerjili bir seviyeye geçiş oluyor. Ve gözlerimizle algılayabildiğimiz, spektrumun sadece görünür bölgesi. Bu da son enerji seviyesinin $n=2$ olduğu anlamına geliyor. Çünkü gördüğümüz gibi $n=1$ çok uzakta, enerji seviyesi çok aşağılarda, yayımlanan ışığın enerjisi öyle büyük ki morötesi bölgede gözlenebilmektedir. Bu ışınların frekansı yüksektir. Gerçekte bu ışınları göremeyiz. Bizim göremeyeceğimiz kadar yüksek enerjiye sahip. Sadece en son enerji seviyesinin $n=2$ olduğunda yayımlanan ışınları görebiliriz.

Bu kırmızı hattı düşünecek olursanız, $n=3$ nun bulunduğu baş kuantum sayısı ne olabilir veya ilk enerji seviyesi ne olabilir? 3. Güzel. 3 olmalı, çünkü en küçük enerji farkı ancak bu olabilir. Kırmızı görebileceğimiz en uzun dalga boyudur. İkisi ters orantılı, $n=3$ olmak zorundadır. Mavi-yeşil olana ne dersiniz? Evet, $n=4$ olmalı. Benzer şekilde, devam edip öbürlerini de eşleştirebiliriz. Mavimsi mor olanda $n=5$ ve menekşe olan da $n=6$. Tekrar ediyorum, çünkü menekşe UV bölgesine daha yakındır, en yüksek enerjiye, en yüksek frekansa ve en kısa dalga boyuna sahiptir, aslında, burada gördüğümüz en kısa dalga boyuna sahip hat ona aittir.

3616 JJ Balmer gördüğü hatları açıklamak için bir denklem geliştirdi. Biz burada tam ters doğrultudan gideceğiz, bildiğimiz bir eşitlikten yola çıkarak, JJ Balmer'in denklemini bulmaya çalışacağız. Bakalım yapabilecekmiyiz. Enerji seviyelerini konuşmak yerine, bunları

frekansla ilişkilendirebiliriz, çünkü biraz önce gösterdiğimiz gibi, frekansın ilk enerji seviyesi eksi son enerji seviyesi bölü/ Planck sabiti olduğunu biliyoruz. Burada ayrıca SE den gelen bir eşitliğimiz var, bununla bağlanma enerjisini hesaplayabiliriz. bağlanma enerjisi = $-R_H/n^2$ dir.

3702 Buradaki En terimini, ilk enerji seviyesi ve son enerji seviyesinde koyacak olursak frekans eşittir $1/h [-R_H/n^2i - -R_H/n^2s]$ olur. Bu formülle JJ Balmer'ın gözlediği frekansları hesaplayabiliriz, formülü basitleştirirsek, $v = R_H/h [1/n^2s - 1/n^2i]$ olur.

3753 Spektrumun görünen bölgesi için, ilgili değerleri yerine koyarak hesaplama yapalım Bunun için son enerji seviyesinin $n=2$ olduğunu biliyoruz, bunun karesi olan 4 değerini formülde yerine koyarsak son eşitlik şöyle olur. Buna Balmer serisi adı verilir. Böylece herhangi bir yüksek enerji seviyesinden $n=2$ konumuna inerken yayımlanan fotonların frekansını bulabiliriz. Bu eşitlik, son enerji seviyesi 2 olan oldukça özel bir versiyondur. Bulduğumuz eşitlik, Balmer eşitliğine tam olarak uymaktadır. çünkü R_H (redbörg) sabitini Planch sabitine bölerek yeni bir sabit elde ederiz. Bunu süslü R harfi ile yazabiliriz. 3846 Ama buna da Rydberg sabiti denilmektedir. Bu biraz kafa karıştırıcı olabilir, ama aslında Rydberg sabiti bölü Planch sabiti anlamına gelir ve 3.29×10^{15} Hz e eşittir. 3900 Balmer'in bulunduğu eşitliği hatırlarsanız, bu sayı bunlarla çarpılmıştı. Aynı eşitliği bulduk, ama enerji seviyeleri arasındaki farkı kavramından yola çıkarak hesapladık.

Bazen Rydberg sabitini farklı şekillerde görebilirsiniz, birimlerine dikkat etmelisiniz, çünkü buradaki saniyenin tersi cinsinden verilmektedir. Diğer Rydberg sabiti 2.18×10^{-18} ise joule cinsindedir. Her ikisini de kullanabilirsiniz, hangisine ihtiyacınız varsa onu kullanın.

3933 Hidrojen atomunun spektrumlarını konuşacak olursak, her serinin farklı isimleri vardır. Bunların son n değerleri farklıdır. Mesela, görünür bölgeden bahsettiğimizde, bu Balmer serisidir. Yani yüksek enerji seviyelerinden $n=2$ seviyesine inen her geçiş Balmer serisine aittir, hepsi spektrumun görünür bölgesine düşer. Lyman serisinden söz edecek olursak son enerji düzeyi $n=1$ dir. Buradaki enerji farklarının daha büyük olacağını biliyoruz. Bu da spektrumun UV bölgesine düşeceği anlamına gelir. 4013 Tabi diğer yönde de gidebiliriz. Mesela son enerji düzeyi $n=3$ ise buna Paschen serisi denir. Bunlar bu geçişleri ilk keşfeden insanların isimleridir. Paschen serisi yakın IR bölgesine düşer, $n=4$ ise Brackett serisi dir, o da IR bölgesindedir. Sanırım farklı isimleri olan birkaç seri daha var . Bu isimleri bilmeniz gerekmiyor. Bunların içinde en önemlisi şüphesiz Balmer serisi dir. Çünkü H atomunda sadece bu geçişleri gözle görebiliyoruz.

4051 Şimdi farklı frekanslar ve dalga boyları hakkında bildiklerimizi ilişkilendirebiliriz. Darcy clicker sorusuna geçebilir misin? 4106 Daha önce çeşitli seviyeler arasındaki emisyon geçişlerinden bahsetmiştik, şimdi absorbsiyon veya soğurma geçişlerine, girmeden önce şu clicker sorusunu cevaplayalım. Soğurma sizce ne anlama geliyor? H atomunun emisyon spektrumlarından bahsetmiştik. İlk ve son enerji seviyelerinin göre 4 şıkkımız var. Elektronu göre düşünecek olursak, é sizce enerji mi kazanıyor yoksa enerji mi kaybediyor? 10 saniyeniz var. Hızlıca yapmalısınız.

4155. Çok güzel. Emisyonun anlamı tam olarak bilindikten sonra soğurmanın ne olduğu yakaşık olarak bilinebilir. Soğurma emisyonun tam tersidir. **Burada yüksek bir enerji**

seviyesinden başlayıp düşük enerji seviyesine inmek yerine, ışık soğurulduğunda, düşük enerji seviyesinden başlanır ve enerji absorblayarak daha yüksek enerji seviyesine çıkarılır. Elektron, enerjisini foton şeklinde vermez, bunun yerine, ışıktan enerji olarak daha yüksek enerji seviyesine çıkar.

4231 Şimdi de kısaca fotonun soğurulmasından bahsedeceğiz. Yine aynı şeyi ifade ediyoruz. Bir düşük enerjili ve uzun dalgaboylu ışık soğurulduğunda bir üst enerji düzeyine geçer, buna karşılık bir yüksek enerjili ve kısa dalga boylu bir ışık soğurulduğunda daha yüksek enerjili seviyelere geçebilir.

4257 Burada yine aynı ilişkiden bahsedeceğiz. Bu daha önce gördüğümüz Rydberg eşitliğine çok benzer. Aralarındaki fark, burada n ilk ve n son yer değiştirmiştir. yani $R_H/h(1/n^2_{ilk} - 1/n^2_{son})$ Aklınızda tutmanız gereken şey şu: ister emisyon ister soğurma olsun, ışığın frekansı her zaman pozitif bir sayı olmalıdır. Diğer bir deyişle bu parantezin içindeki değer her zaman pozitif olmalıdır. Kendi kendinize küçük bir sağlama yapabilirsiniz. Bunu için n ilk ve n son değerlerini yazıp parantez için hesaplayın eğer eksi değer elde ederseniz n değerlerinin yerini değiştirin, böylece frekans için pozitif sayı elde edilmiş olur.

4349 Bu Rydberg eşitliğini kullanarak örnek bir hesaplama yapalım. Emisyona geri dönelim, çünkü biraz önce gördüğümüz emisyon hatlarından birinin frekansını veya dalgaboyunu hesaplamak hoş olacaktır.

Şu problemi yapalım. Hidrojen atomundan yayımlanan ışımın dalga boyunu hesaplayalım. $n=3$ seviyesindeki bir e^- $n=2$ seviyesine inerse yayımlanan ışığın dalgaboyu ne olur?

4423 Yapmamız gereken şey Rydberg formülünü kullanmaktır. Sınavlarda hem soğurma hem ışım için Rydberg eşitlikleri verilecektir, endişelenmeyin. Bunu kullanmak istemiyorsanız bizim her zaman yaptığımız gibi türetebilirsiniz. Ama sınavlar kısa olduğu için her seferinde böyle yapmanızı istemeyiz. Zamanınızı boşa harcamamış olursunuz, eşitlikleri nasıl kullanacağınızı bilmeniz hala çok önemli.

4458 Bu enerji farklarından frekansı hesaplayabiliriz. Frekans eşittir $R_H/h(1/n^2_{son} - 1/n^2_{ilk})$. R_H sabitinin diğer versiyonlarını kullanarak bu eşitliği basitleştirelim, burada kullanabiliriz. frekans eşittir $R(1/2^2 - 1/3^2)$. frekans şu şekli alır... frekans eşittir $R(5/36)$. renkleri genellikle dalgaboyu ile ifade edilir, frekans ile değil. şimdi frekans yerine dalgaboyunu hesaplayalım. Dalgaboyu eşittir c/ν , bu eşitliğe yukarıda bulduğumuz ν değerini yerleştiririz. Böylece

$$\text{Dalgaboyu} = 36c/5R = 36 \times 2.998 \times 10^8 \text{ m/s} / 5 \times 3.21 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$$

Yaptığımız bu hesaplama sonunda, ışığın dalgaboyu $6.57 \times 10^{-9} \text{ m}$ olarak bulundu, nanometreye çevirirsek 657 nm dir. İcinizde 657 nm nin ışığın hangi bölgesine düştüğünü hatırlayan var mı? Rengi nedir? Kırmızı

Evet, kırmızı bölgeye düşer. Bu umut verici. H atomunun spektrumunda, kırmızı bölgede bir hat görüyoruz. Gördüğümüz bu hattın tam dalgaboyu 657 nm dir.

Aslında, dalgalıboylarını öngörmek için enerji seviyelerini kullanabilirsiniz, ve ışığın gözlediğimiz bütün farklı dalgalıboyları için bunu istersek yapabiliriz , ayrıca gözleyemesek bile ölçebileceğimiz bütün farklı dalgalıboyları için de bunu yapabiliriz.

4728 SE nin enerji kısmına göre yeniden gözden geçireceğiz. Bahsettiğim gibi, buradaki psi dalga fonksiyonunu da çözebiliriz, zamanı gelince bundan biraz bahsedeceğiz. Pazartesi günü dalga fonksiyonunun çözümünden başlayacağız.