

Atomlar ve Moleküller

Prof. Dr. Bektaş TEPE

Bilim Tarihi

Bölüm 10

Bilimde Dönüşüm ve Darwin'in Yeri

- 19. yüzyıl bilimi, bireysel katkılardan kolektif bir sürece evrildi.
- Charles Darwin, dönemin bilim anlayışına aykırı bir figürdü.
- Doğal seçim kuramı olmasaydı, Wallace tarafından bulunacaktı.

Bilimin Kolektif Kabulü ve Atalet

- Bilim insanlarının sayısı arttıkça, yeni fikirlere direnç de büyüdü.
- Parlak bir bireyin yeni bir teori ortaya koyması, genellikle reddediliyordu.
- Kabul görmek için genellikle bir kuşağın geçmesi gerekiyordu.

Bilimin Evrimi

- 1766'da bilim insanı sayısı 300 civarındaydı.
- 1800'de bu sayı 1000'e, 1844'te 10.000'e ulaştı.
- 1900'de bilim insanlarının sayısı 100.000'i aştı.
- 19. yüzyılda bilim insanlarının sayısı her 15 yılda bir ikiye katlandı.



Humphry Davy'nin Kariyerine Giriş

- Humphry Davy, bilimde amatörlükten profesyonelliğe geçişi temsil etti.
- 1778'de Cornwall'da doğdu, mütevazı bir aileden geliyordu.
- Çocuk yaşta bir eczanede çırak olarak çalışmaya başladı.
- Fransızca öğrenmesi, ilerleyen kariyerinde önemli bir avantaj sağladı.



Kimya ile Tanışma ve İlk Adımlar

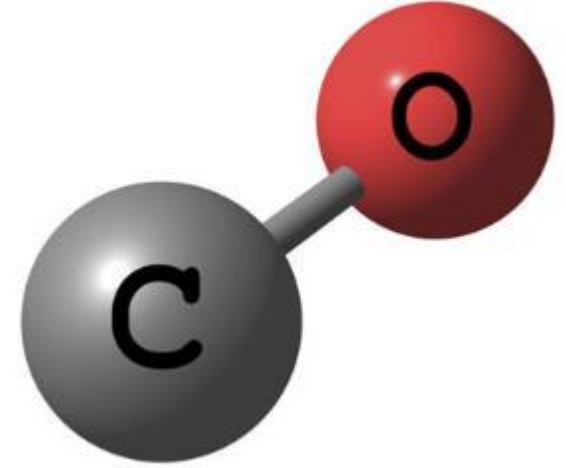
- 1797'de Lavoisier'nin eserini okuyarak kimyaya ilgi duydu.
- James Watt'ın oğlu Gregory Watt ile yakın arkadaş oldu.
- Kendi deneylerini yaparak ışık ve ısı üzerine yazılar yazdı.
- Thomas Beddoes ile tanışarak Bristol'deki Pnömatik Enstitü'ye katıldı.

Gülme Gazı ve Deneyler

- Davy, azot oksit gazının etkilerini kendi üzerinde test etti.
- "Gülme gazı" olarak anılan bu madde, büyük ilgi gördü.
- Ağrı kesici özelliğini keşfetti, ancak önerisi zamanında dikkate alınmadı.
- 1844'te Horace Wells dişçilikte kullanarak tarihe geçti.

Tehlikeli Deneyler ve Ölümden Dönüş

- Davy, farklı gazlarla kendi üzerinde deneyler yapmaya devam etti.
- Karbonmonoksit soluyarak ölümlerle burun buruna geldi.
- Deney sırasında bayılmadan önce gaz kesesini bırakarak hayatta kaldı.
- Bilim uğruna yapılan cesur deneyler, günümüz güvenlik anlayışını şekillendirdi.



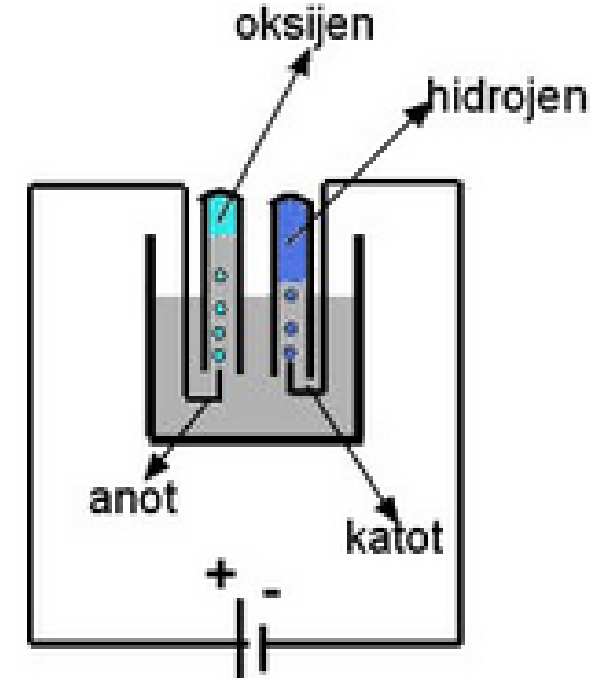
Bilim İnsanlarının Çılgın Deneyleri

- Dönemin bilim insanları, kendi vücutlarını laboratuvar olarak kullanıyordu.
- Davy'nin gülme gazı deneyleri, meslektaşları arasında eğlenceye dönüştü.
- Beddoes'in hidrojen soluma fikri, modern tıp açısından korkutucu bir deneydi.
- Bilim tarihine damga vuran "çılgın" keşifler, bazen şans eseri doğdu.



Humphry Davy'nin Bilime Katkıları

- Davy, gazların kimyasal ve fizyolojik özellikleri üzerine çalıştı ve 1800'de kapsamlı bir kitap yayımladı.
- Elektrik akımının suyu hidrojen ve oksijene ayırması deneyini gerçekleştirdi.
- Kimya ve elektrik arasındaki bağlantıyı keşfetti.



Kraliyet Kurumu ve Davy

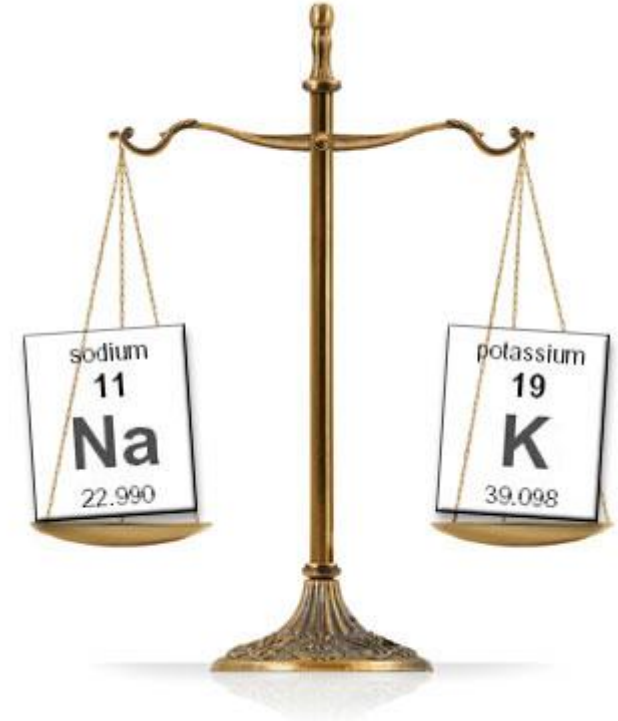
- Kraliyet Kurumu (RI) 1799 yılında kuruldu, ancak ilk kimya profesörü başarısız oldu.
- RI, Davy'yi laboratuvar müdürü ve asistan öğretmen olarak davet etti.
- Davy'nin dersleri hem içeriği hem de etkileyici sunumuyla büyük ilgi gördü.

Humphry Davy'nin Yükselişı

- 1802'de RI'nın kimya profesörü oldu, 23 yaşında en üst yönetime ulaştı.
- Tarım ve sanayi alanında kimyanın önemini vurgulayan dersler verdi.
- Dublin'de yüksek ücretlerle dersler verdi, tek akademik derecesi burada onursal hukuk doktorluğu oldu.

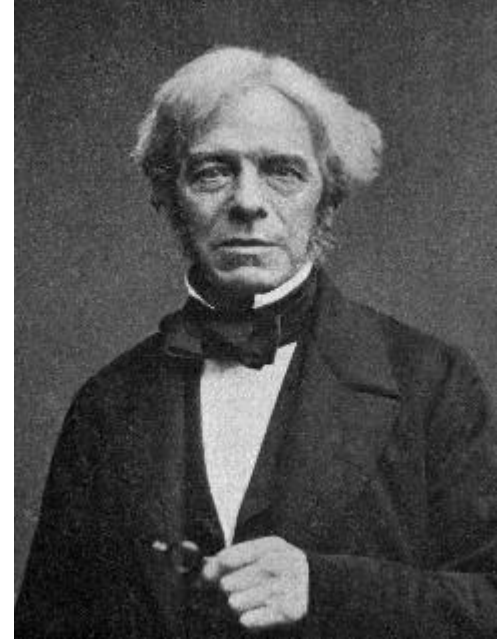
Humphry Davy'nin Bilimsel Yöntemi

- Derslerini detaylı hazırlayan Davy, sunumlarını önce başkalarına okutuyordu.
- 1806'da elektrokimya üzerine önemli bir konferans verdi, Fransız Akademisi'nden ödül kazandı.
- Potasyum ve sodyum elementlerini izole etti, 1810'da klorun element olduğunu kanıtladı.



Davy'nin Kişisel Hayatı ve Kariyerindeki Düşüş

- 1812'de şövalye ilan edildi ve zengin bir dulla evlendi.
- Michael Faraday'i RI'da asistan olarak işe aldı.
- Bilimsel çalışmalarına ara vererek sosyal hayatına ağırlık verdi.

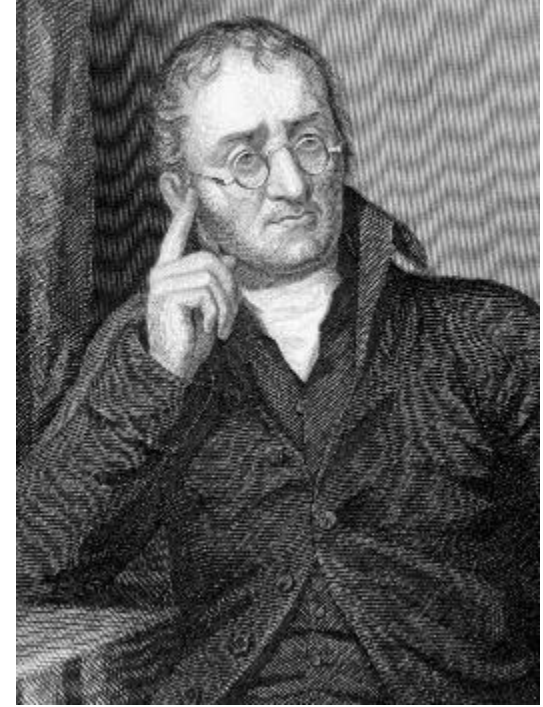


Davy'nin Son Yılları

- Davy, madenciler için güvenlik lambasını geliştirdi.
- 1820'de Kraliyet Derneği Başkanı oldu, ancak zamanla kibirli bir figüre dönüştü.
- 1829'da Cenevre'de hayatını kaybetti.

John Dalton'un Bilimsel Kariyeri

- 1766 yılında doğdu, Quaker bir aileden geliyordu.
- Matematiğe olan ilgisi onu bilimle tanıştırdı.
- 1793'te Manchester'daki New College'da öğretmen oldu.

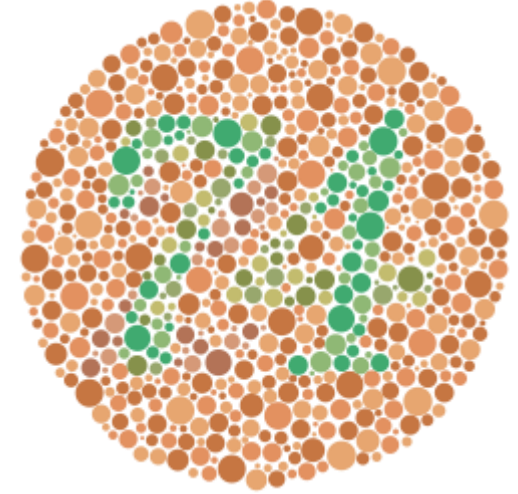


Dalton'un Atom Teorisine Giden Yolu

- Meteorolojik gözlemler yaptı ve gazlar üzerine çalıştı.
- 1801'de kısmi basınçlar yasasını formüle etti.
- Atom teorisi için ilk adımları attı.

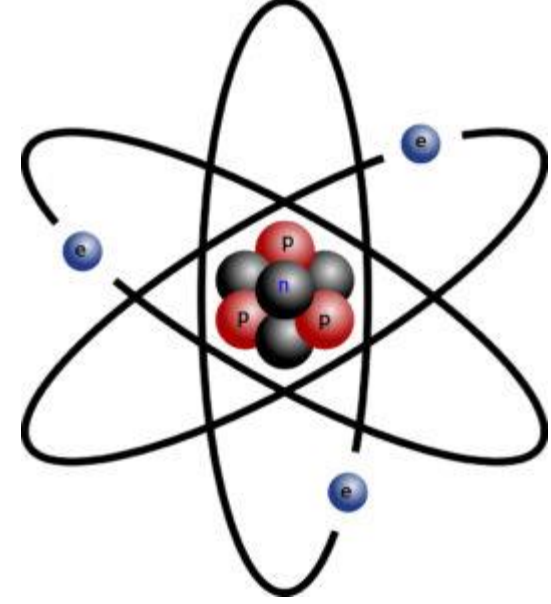
Dalton'un Renk Körlüğü Üzerine Çalışması

- Renkleri farklı algıladığını fark etti.
- 1794'te renk körlüğünü analiz eden bir makale yazdı.
- Bu durum, "Daltonizm" olarak adlandırıldı.



Dalton'un Bilime Katkıları

- Farklı gazların basınç ve çözünme özelliklerini inceledi.
- Gaz karışımlarının doğasını anlamaya çalıştı.
- Atom teorisinin gelişiminde önemli bir rol oynadı.



Dalton'un Atom Modeline Giden Yol

- Dalton, her elementin kendine özgü atomlardan oluştuğunu öne sürdü.
- Atomlar yok edilemez, yaratılmaz; belirli oranlarda birleşerek bileşikleri oluşturur.
- Elementlerin atomları belirli ağırlıklara sahiptir ve birbirlerinden farklıdır.
- Atom fikrinin temellerini atan bu model, kimyanın gelişiminde önemli bir adımdı.

Atomların Sembolizasyonu

- Dalton, elementleri temsil eden bir semboller sistemi önerdi.
- Ancak bu sistem kabul görmedi; yerine alfabetik element gösterimi benimsendi.
- Bugünkü element sembolleri, genellikle Latince kökenli isimlerden türetilmiştir.



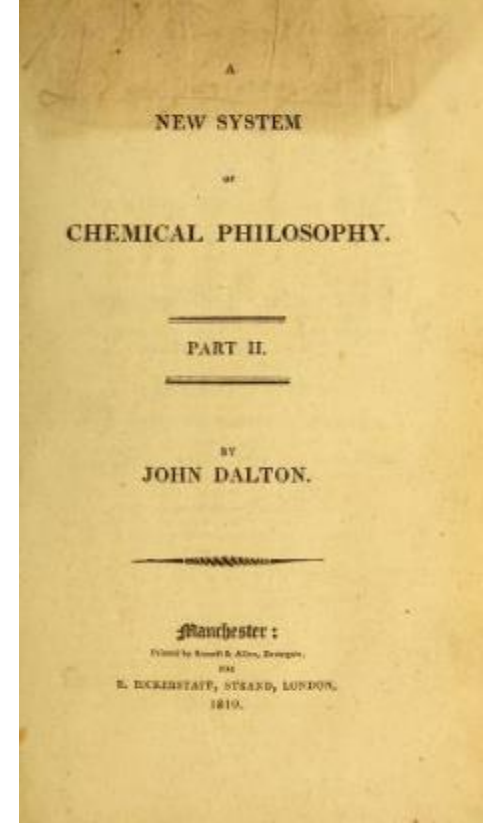
Dalton'un Modelindeki Hata

- Dalton, hidrojen ve oksijen gibi elementlerin moleküler yapısını tam anlayamadı.
- Örneğin, suyu H_2O yerine HO olarak düşündü.
- Bu yanlışlık, atomların birleşme şekilleri hakkında bazı hatalı çıkarımlara yol açtı.



İlk Sunumlar ve Kitaplar

- Dalton'un fikirleri 1803-1804 yıllarında Royal Institution'da sunuldu.
- İlk atom ağırlıkları tablosu 1803 yılında bir makalede yer aldı.
- 1808'de "Kimya Felsefesinin Yeni Sistemi" kitabında bu teori geniş çapta ele alındı.

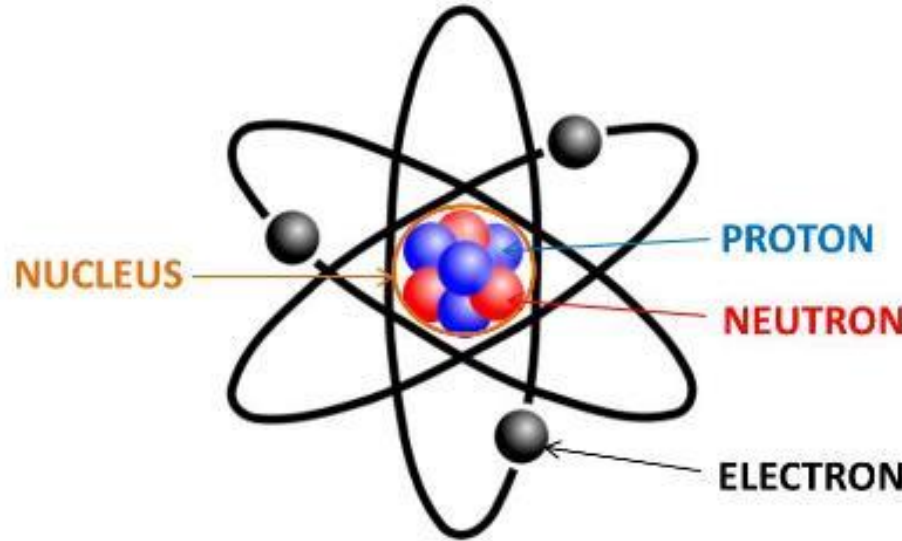


Bilim Dünyasının İlk Tepkileri

- Dalton'un modeli başlangıçta büyük yankı uyandırmadı.
- Bazı bilim insanları, atomlar arasındaki boşluğun varlığı fikrini kabul etmekte zorlandı.
- Model, başta teorik bir araç olarak görüldü; atomların gerçekliği zamanla benimsendi.

Atom Kuramının Kabulü

- Dalton'un atom modeli ancak 19. yüzyılın sonlarına doğru yaygın kabul gördü.
- 20. yüzyılın başlarında atomların varlığı kesin olarak kanıtlandı.
- Atom modeli, modern kimyanın temel yapı taşlarından biri haline geldi.



Dalton'un Onurlandırılması

- Dalton, Kraliyet Derneği üyeliği ve Fransız Akademisi tarafından onurlandırıldı.
- 1844 yılında Manchester'da görkemli bir cenaze töreniyle uğurlandı.
- Ölümünden sonra bile atom teorisi bilim dünyasında etkisini sürdürdü.

Dalton'un Cenazesi – Quaker'lar Şaşkın!

- Dalton, sade yaşam süren bir Quaker'dı, ancak cenazesi hiç de öyle olmadı!
- Tam yüz at arabasının yer aldığı büyük bir tören düzenlendi.
- Quaker topluluğu bu görkeme şaşkınlıkla bakarken, bilim dünyası Dalton'a veda etti.

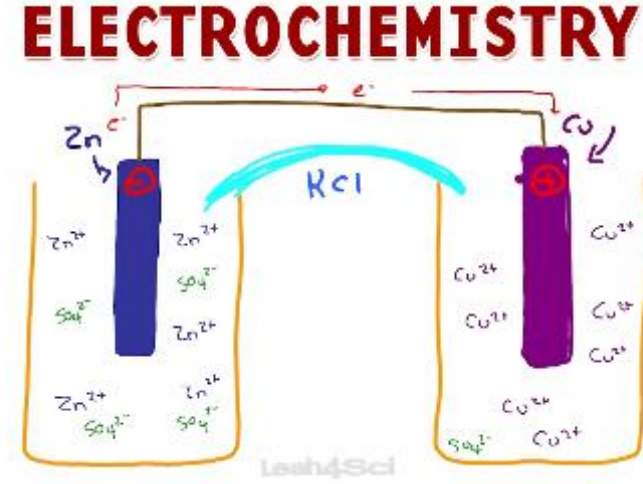
Jöns Berzelius'un Hayatı ve Eğitimi

- 1779'da İsveç'te doğdu, erken yaşta yetim kaldı.
- Uppsala Üniversitesi'nde tıp eğitimi aldı, maddi zorluklar yaşadı.
- Mezun olduktan sonra Stockholm'de kimya ve tıp alanlarında çalıştı.
- 1807'de tıp profesörünün yerine atandı, zamanla kimyaya yöneldi.



Berzelius ve Elektrokimya

- Volta'nın çalışmalarından etkilenerek elektrokimyaya yöneldi.
- Bileşiklerin artı ve eksi parçacıklardan oluştuğunu düşündü.
- Dalton'un atom kuramını destekleyen ilk bilim insanlarından biri oldu.

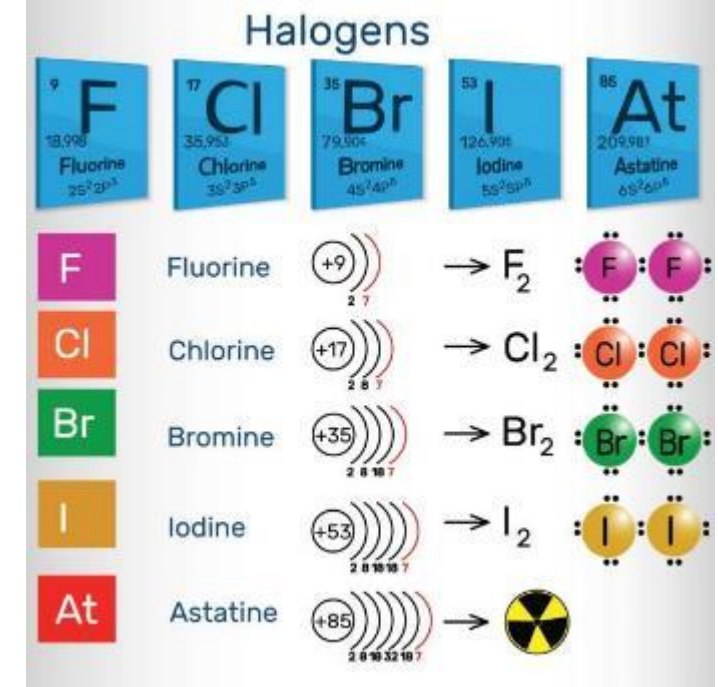


Atom Ağırlıkları ve Elementler

- 1810'dan itibaren elementlerin birleşme oranlarını inceledi.
- 1816'da 2000 farklı bileşik üzerinde çalışarak atom ağırlıklarını belirledi.
- Günümüzde kullanılan element adlandırma sistemini geliştirdi.

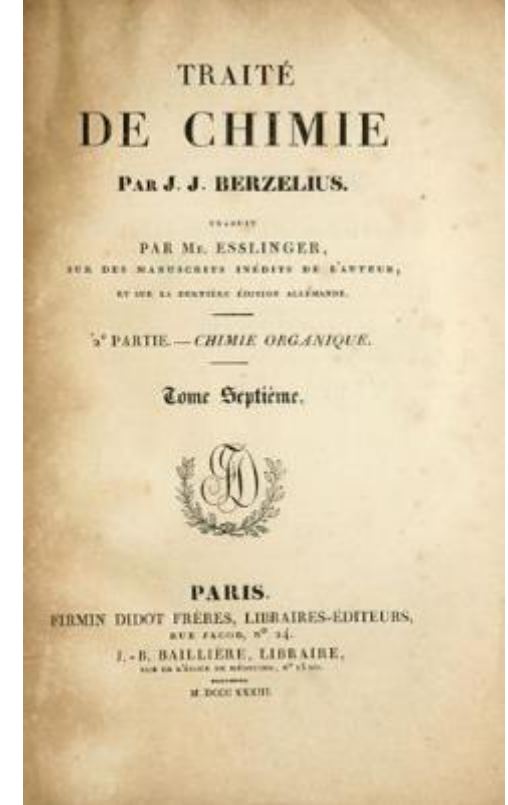
Yeni Elementlerin Keşfi

- Berzelius ve ekibi selenyum, toryum, lityum ve vanadyumu izole etti.
- Elementleri benzer özelliklerine göre sınıflandırmaya başladı.
- Klor, brom ve iyot grubuna “halojenler” adını verdi.



Kimyaya Katkıları

- “Organik kimya”, “kataliz” ve “protein” terimlerini bilim dünyasına kazandırdı.
- Kimya Kitabı adlı eseri büyük etki yarattı.
- 1835’te İsveç Kralı tarafından baron ilan edildi.



Kimyaya Baron Dokunuşu!

- Berzelius'un kimyadaki başarısı sadece bilim çevrelerinde değil, kraliyet nezdinde de takdir gördü.
- Düşünsenize, günümüzde bir kimyagerin “baron” ilan edildiğini!
- Belki de dersin sonunda hepimiz “Kimya Baronu” unvanını hak edecek kadar bilgi sahibi olacağız! 😊

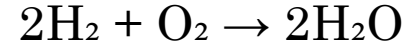
Gazların Hacim Oranları ve Avogadro'nun Hipotezi

- 1809'da Gay-Lussac, gazların belirli hacim oranlarında birleştğini keşfetti.
- Örneğin, 2 hacim hidrojen + 1 hacim oksijen = 2 hacim su buharı oluşturur.
- Avogadro (1811), eşit hacimdeki gazların aynı sayıda parçacık içerdiğini öne sürdü.
- Bu, elementlerin çok atomlu moleküller halinde bulunabileceğini gösterdi.

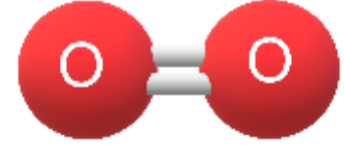


Avogadro'nun Hipotezinin Açıklaması

- Avogadro, molekül ve atom kavramlarını birbirinden ayırdı.
- Oksijen gibi elementlerin O değil, O₂ olarak var olduğunu gösterdi.
- Hidrojen ve oksijenin birleşme denkliği:



- Bu fikir, gazların davranışlarını açıklamada büyük bir ilerleme sağladı.



Avogadro'nun Fikirlerine İlginin Gecikmesi

- Hipotez, 19. yüzyılda yeterince ilgi görmedi.
- O dönemde, bu fikri destekleyecek deneysel kanıtlar eksikti.
- Ancak ilerleyen yıllarda, bu hipotezin doğruluğu anlaşıldı.

Prout'un Atom Ağırlıkları Hipotezi

- William Prout (1815), tüm elementlerin hidrojenin tam katları olduğunu öne sürdü.
- O dönemdeki ölçüm teknikleri bu fikri doğrulayamadı.
- 20. yüzyılda izotopların keşfi, Prout'un hipotezine yeni bir bakış kazandırdı.
- Atom ağırlıkları, izotopların ortalama değerleri olarak hesaplanır.



Kimyada Maddelerin Sınıflandırılması

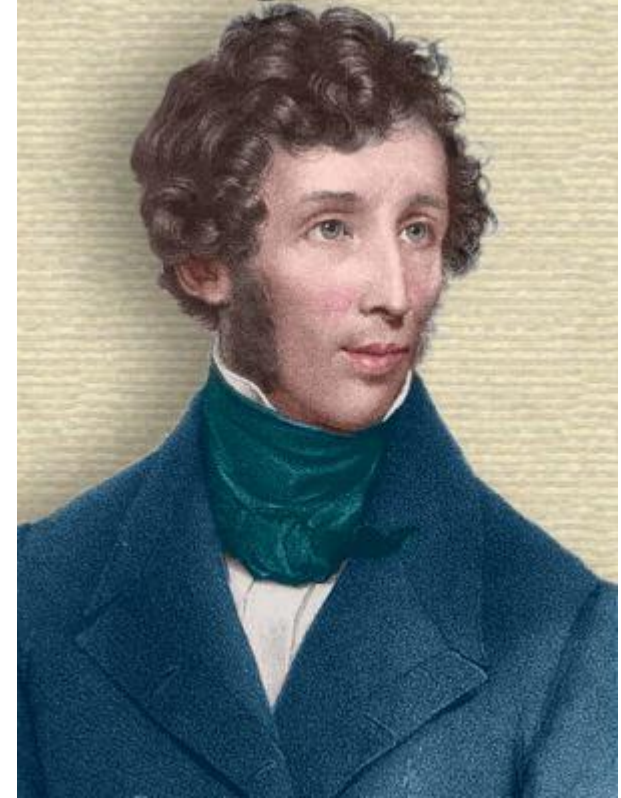
- Berzelius (1807), maddeleri inorganik ve organik olarak sınıflandırdı.
- **İnorganik maddeler:** Isıtıldığında fiziksel değişime uğrayıp geri dönebilir.
- **Organik maddeler:** Isı ile tamamen değişime uğrar, geri döndürülemez.
- Organik maddelerin daha karmaşık olduğu ve "hayat kuvveti" içerdiği düşünüldü.

Avogadro ve Prout'un Dedikodusu! 🎭

- Avogadro'nun hipotezi, dönemin bilim insanları tarafından "fazla radikal" bulundu!
- Prout'un atom ağırlıkları hipotezi, kimyacılar arasında büyük tartışmalara yol açtı.
- O dönemde atom altı parçacıkların varlığı bilinmediğinden, birçok yanlış anlaşılma yaşandı.

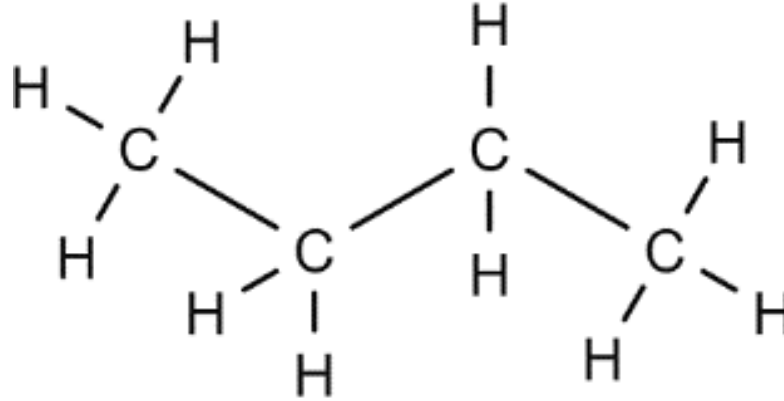
Organik ve İnorganik Maddeler Üzerine Büyük Keşif

- 1828'de Friedrich Wöhler, amonyum siyanatı ısıtarak üre elde etti.
- Bu keşif, organik maddelerin yalnızca canlı sistemlerde oluştuğu düşüncesini çürüttü.
- "Organik" tanımı yeniden yapılandı ve karbon temelli bileşikler olarak kabul edildi.
- Bugün laboratuvar ortamında organik bileşikler sentezlenebilmektedir.



Organik Kimyanın Temel Prensipleri

- Organik bileşiklerin hepsi karbon içerir.
- Karbon, çeşitli elementlerle çoklu bağlar oluşturma kapasitesine sahiptir.
- Organik bileşikler genellikle daha karmaşıktır ve büyük moleküllerdir.
- Organik kimya, yaşamın temel taşlarını anlamamızı sağlar.

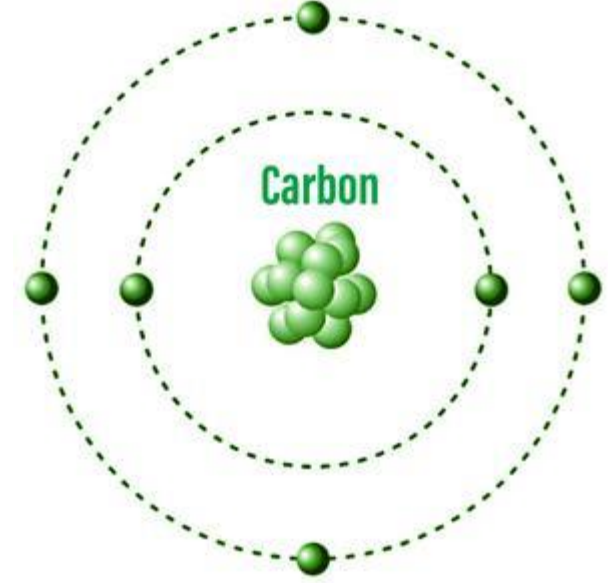


Bektaş Tepe
gezimania_tr



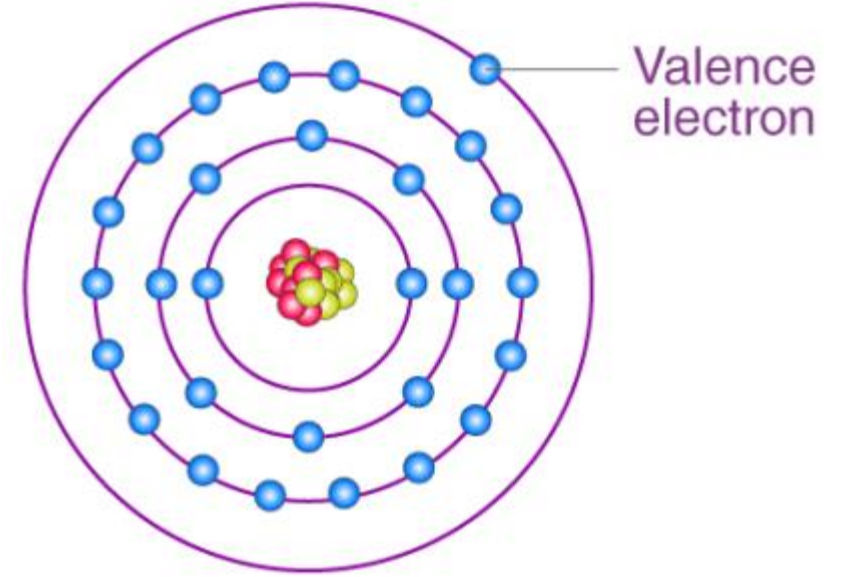
Bilimin Bize Gösterdiği Gerçekler

- Darwin ve Wallace'ın evrim teorisi insanın doğadaki yerini açıkladı.
- Kimya, hayvan ve bitkilerin fiziksel dünyanın bir parçası olduğunu gösterdi.
- Özel bir "hayat kuvveti"nin olmadığı bilimsel olarak kanıtlandı.
- Yaşam, kimyasal kurallara tabi olan bir karbon kimyası ürünüdür.



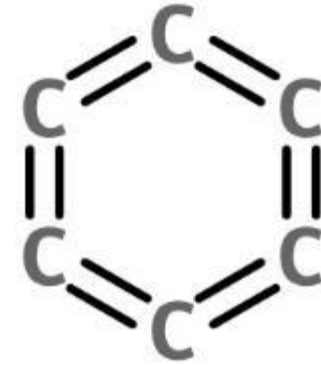
Valans Kavramı ve Kimyasal Bağlar

- 1852'de Edward Frankland, "valans" kavramını ortaya koydu.
- Valans, bir elementin başka elementlerle bağlanabilme kapasitesini gösterir.
- Hidrojenin valansı 1, oksijeninki 2, azotunki 3, karbonunki 4'tür.
- Bağlar, atomların belirli oranlarda birleşmesini sağlar.

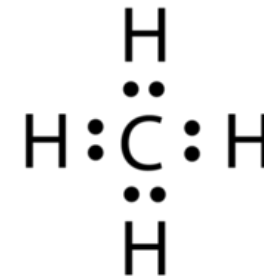


Organik Kimyanın Temeli: Karbon Bağları

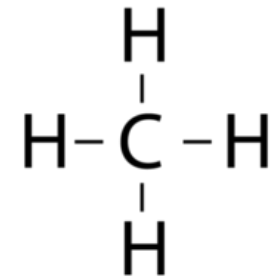
- Karbon, 4 farklı atomla bağlanarak kompleks yapılar oluşturur.
- Zincir ve halka yapıları, organik bileşiklerin çeşitliliğini sağlar.
- Kekulé, karbonun halka oluşturabileceğini fark etti.
- Altı karbonlu halkalar organik kimyanın temel taşlarındandır.



Electron Dot Diagram



Structural Formula



Bilimsel Keşiflerde Zamanlamanın Önemi

- Couper, organik bileşiklerin zincir yapısını öne sürdü.
- Ancak makalesinin basımı gecikince Kekulé aynı fikri yayımladı.
- Kekulé'nin keşifleri Couper'ın gölgede kalmasına neden oldu.
- Bilim tarihinde benzer durumlar sıkça yaşanmıştır!

Bilim Tarihinde Unutulmayan Dedikodular

- Wöhler'in keşfi "yanlışıklıkla" bulunmuş olsa da, kimyada devrim yaptı.
- Kekulé'nin karbon halkası fikrini bir rüyada gördüğü söylenir.
- Bilimde bazen zamanlama, bazen ise şans çok önemlidir!
- Kimyanın tarihi, büyük keşiflerin ilginç hikayeleriyle doludur.

Cannizzaro ve Kimyanın Dönüm Noktası

- 19. yüzyılın ortalarında kimya, atom ve molekül kavramlarını netleştirme sürecindeydi.
- Stanislao Cannizzaro, Avogadro'nun hipotezini yeniden keşfederek kimyaya önemli katkılar sundu.
- Çalışmaları, atom ve molekül kavramları arasındaki karışıklığı gidermeye yardımcı oldu.



Cannizzaro'nun Hayatına Kısa Bir Bakış

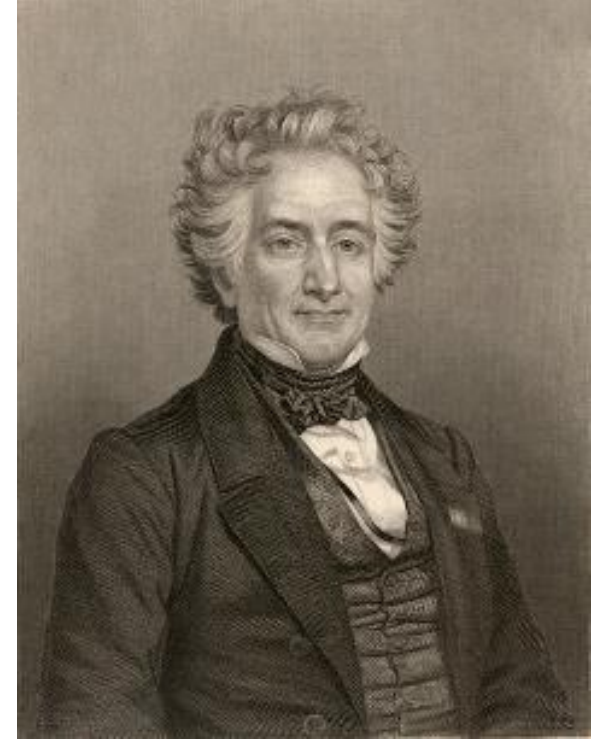
- 1826 yılında Sicilya'nın Palermo kentinde doğdu.
- Eğitimini Palermo, Napoli, Pisa ve Turin'de aldı.
- 1845-1847 yıllarında Pisa'da laboratuvar asistanı olarak çalıştı.

Bilim İnsanından Devrimciye

- 1848'de Avrupa'daki devrimler sırasında Napoli Kralına karşı ayaklanmaya katıldı.
- Babasının polis şefi olması, bu olayı daha ilginç kılıyor!
- Yenilgi sonrası gıyabında idama mahkûm edildi ve Paris'e sürgüne gitti.

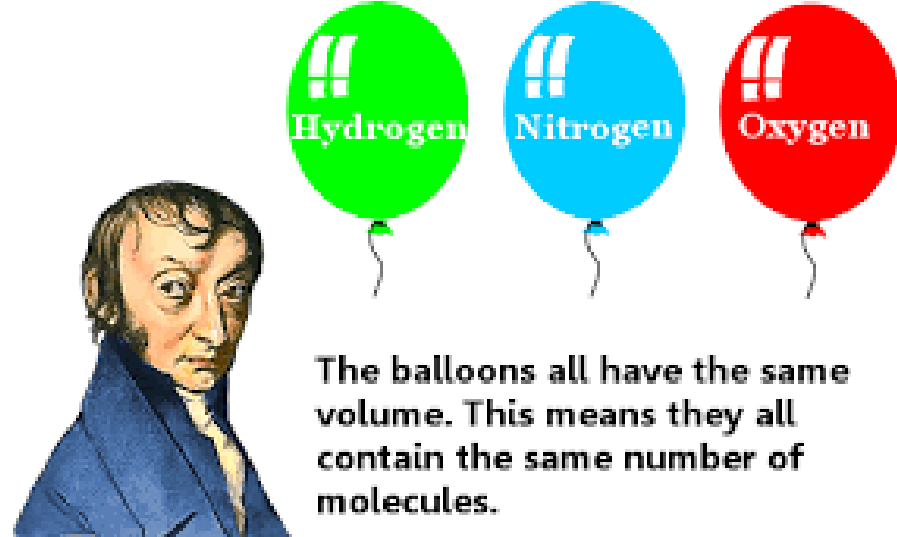
Sürgün Yılları ve Akademiye Dönüş

- Paris'te kimyacı Michel Chevreul ile çalıştı.
- 1851'de İtalya'ya döndü ve kimya dersleri vermeye başladı.
- 1855'te Cenova'da profesör oldu ve Avogadro'nun hipotezini detaylı inceledi.



Avogadro Hipotezini Canlandıran Adam

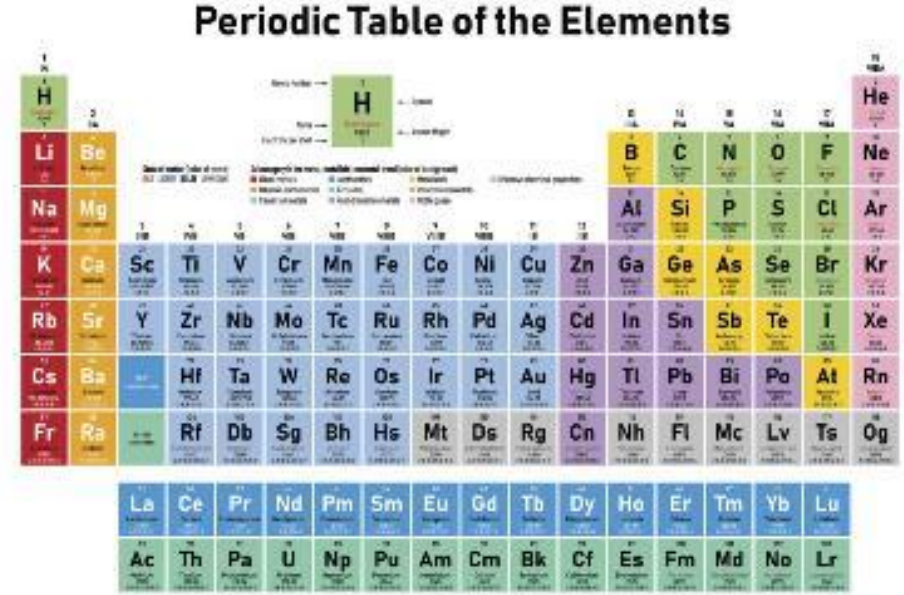
- 1858'de yayımladığı bir broşürde atomlar ve moleküller arasındaki farkı netleştirdi.
- Gazların davranışlarını Avogadro hipotezi ile açıkladı.
- Atom ve molekül ağırlıklarını içeren bir tablo oluşturdu.



Karlsruhe Konferansı ve Büyük Etki

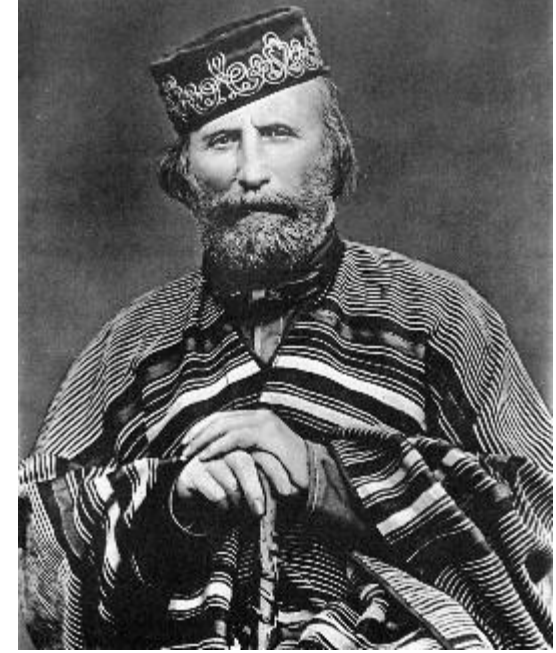
- 1860'ta Almanya'nın Karlsruhe kentinde düzenlenen uluslararası konferansa katıldı.
- Broşürü bilim insanları arasında büyük yankı uyandırdı.
- Elementlerin periyodik tablosunun kabul edilmesine katkı sağladı.

Periodic Table of the Elements



Bilim mi, Siyaset mi?

- 1860'ta Giuseppe Garibaldi'nin kuvvetlerine katıldı.
- Sicilya'da Napoliten rejime karşı savaştı.
- 1861'de Palermo'da kimya profesörü oldu.

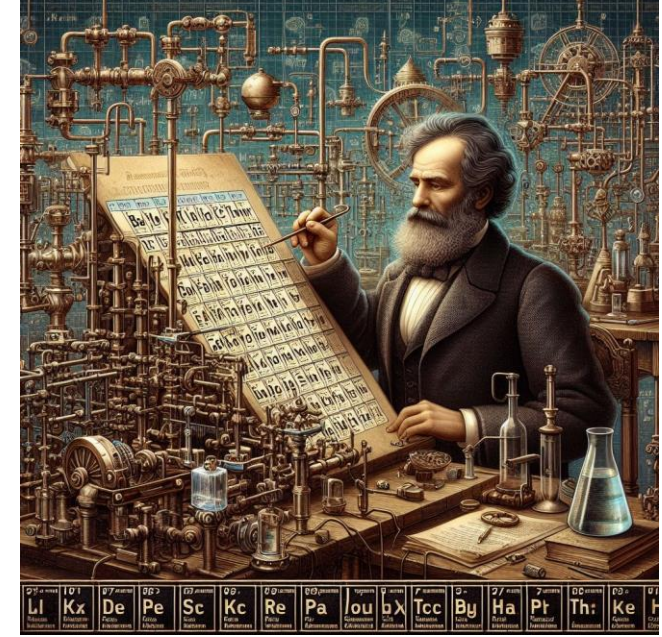


Son Yılları ve Kalıcı Mirası

- 1871'de Roma'da İtalyan Kimya Enstitüsünü kurdu.
- Aynı zamanda senatörlük ve senato başkan yardımcılığı yaptı.
- 1910'da Roma'da hayatını kaybetti; atomların varlığının kabul edildiğini gördü.

Periyodik Tablonun Doğuşu

- 19. yüzyılda bilim insanları elementler arasında bir düzen olduğunu fark etmeye başladı.
- John Newlands ve Alexandre Béguyer de Chancourtois, elementleri atom ağırlıklarına göre sıraladıklarında bir düzenlilik gözlemledi.
- Newlands, "Oktavlar Kanunu" ile belirli aralıklarla benzer özelliklerin tekrarlandığını öne sürdü.
- Ancak meslektaşları bu fikri alay konusu yaptı ve çalışmalarını kabul etmedi.



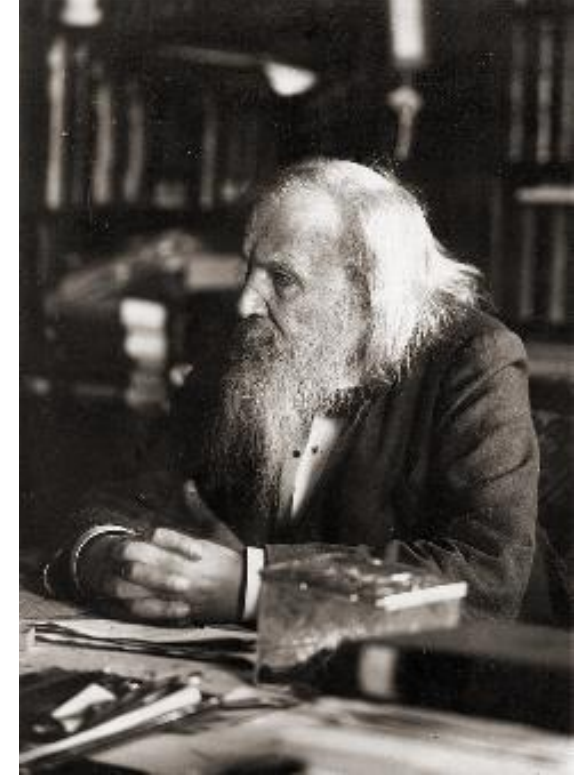
Lothar Meyer'in Katkısı

- Alman kimyager Lothar Meyer, elementlerin atom ağırlıklarıyla özellikleri arasındaki ilişkiyi fark etti.
- 1864'te yayımladığı kitabında bu konuyu kısmen ele aldı, ancak yeni fikirleri savunma konusunda çekingen davrandı.
- Daha kapsamlı çalışmasını 1870'te yayımladı.
- Ancak bu süreçte Mendeleyev, kendi periyodik tablosunu oluşturmuştu.



Mendeleyev'in Periyodik Tablosu

- Dimitri Mendeleyev, elementlerin belirli bir düzene göre sıralanabileceğini fark etti.
- 1869'da, bugün kullandığımız periyodik tablonun temelini attı.
- Eksik elementlerin varlığını tahmin ederek gelecekte keşfedilecek elementler için yer bıraktı.
- Bu öngörüsü, tablosunun bilim dünyasında kabul görmesini sağladı.



Mendeleyev'in Bilim Yolculuđu

- 1834'te Sibirya'da doğdu, zor koşullara rağmen eğitimini sürdürdü.
- Annesinin büyük fedakârlıklarıyla St. Petersburg'da eğitim aldı.
- Kimya alanında uzmanlaştı ve akademik kariyerine devam etti.
- Öğrencilerin haklarını savunduğu için erken emekli edilmek zorunda kaldı.

Geç Gelen Takdir

- Mendeleyev ve Meyer, 1882'de Davy Madalyası ile ödüllendirildi.
- 1906'da Nobel Kimya Ödülü'ne aday gösterildi ancak bir oy farkla kaybetti.
- Periyodik tablodaki katkıları sayesinde bilim dünyasında kalıcı bir iz bıraktı.



Bilim Dünyasında Dedikodular

- Newlands, meslektaşlarının alaylarına maruz kalmıştı.
- Meyer, Mendeleyev'den önce periyodik tablo fikrini geliştirmiş olmasına rağmen cesaret edemedi.
- Mendeleyev, akademik dünyada politik nedenlerle dışlanmış, ancak bilimsel otoritesini korumuştur.
- Nobel Ödülü'nü bir oy farkla kaçırmaması, bilim dünyasında hâlâ konuşulan olaylardan biridir.



Mendeleyev ve Periyodik Tabloya Giden Yol

- Mendeleyev, 1868-1870 yıllarında "Kimya İlkeleri" adlı kitabı yazarken elementlerin özellikleri ile atom ağırlıkları arasında bir ilişki fark etti.
- 1869'da "Elementlerin Özellikleri ile Atom Ağırlıkları Arasındaki İlişki" makalesini yayımladı.
- Onu diğer bilim insanlarından ayıran, element sırasını değiştirme cesareti ve keşfedilmemiş elementler için boşluklar bırakmasıydı.

Ueber die Beziehungen der Eigenschaften zu den Atomgewichten der Elemente. Von D. Mendeleeff. — Ordnet man Elemente nach zunehmenden Atomgewichten in verticale Reihen so, dass die Horizontalreihen analoge Elemente enthalten, wieder nach zunehmendem Atomgewicht geordnet, so erhält man folgende Zusammenstellung, aus der sich einige allgemeinere Folgerungen ableiten lassen.

			Ti—50	Zr—90	?—180
			V—51	Nb—94	Ta—182
			Cr—52	Mo—96	W—186
			Mn—55	Rh—104,4	Pt—197,4
			Fe—56	Ru—104,4	Ir—198
			Ni—Co—59	Pd—106,6	Os—199
			Cu—63,4	Ag—108	Hg—200
H—1	Be—9,4	Mg—24	Zn—65,2	Cd—112	
	B—11	Al—27,4	?—68	Ur—116	Au—197?
	C—12	Si—28	?—70	Sn—118	
	N—14	P—31	As—75	Sb—122	Bi—210?
	O—16	S—32	Se—79,4	Te—128?	
	F—19	Cl—35,5	Br—80	J—127	
Li—7	Na—23	K—39	Rb—85,4	Cs—133	Tl—204
		Ca—40	Sr—87,6	Ba—137	Pb—207
		?—45	Ce—92		
		YEr—56	La—94		
		TYt—60	Di—95		
		Tin—75,6	Th—119?		

1. Die nach der Größe des Atomgewichts geordneten Elemente zeigen eine stufenweise Abänderung in den Eigenschaften.
2. Chemisch-analoge Elemente haben entweder übereinstimmende Atomgewichte (Pt, Ir, Os), oder letztere nehmen gleichviel zu (K, Rb, Cs).
3. Das Anordnen nach den Atomgewichten entspricht der *Verthigkeit* der Elemente und bis zu einem gewissen Grade der Verschiedenheit im chemischen Verhalten, z. B. Li, Be, B, C, N, O, F.
4. Die in der Natur verbreitetsten Elemente haben *kleine* Atomgewichte

Mendeleyev'in Tablosunun Düzeni

- Elementleri atom ağırlıklarına göre sıralayarak satranç tahtasına benzer bir tablo oluşturdu.
- Benzer kimyasal özelliklere sahip elementleri aynı sütuna yerleştirdi.
- Ancak bazı atom ağırlıklarında tutarsızlıklar vardı; örneğin, tellür ve iyot sıralamada sorun oluşturuyordu.

Mendeleyev's Periodic Table (1969)

H 1.01									
Li 6.94	Be 9.01	B 10.8	C 12.0	N 14.0	O 16.0	F 19.0			
Na 23.0	Mg 24.3	Al 27.0	Si 28.1	P 31.0	S 32.1	Cl 35.5			
K 39.1 Cu 63.5	Ca 40.1 Zn 65.4		Ti 47.9	V 50.9 As 74.9	Cr 52.0 Se 79.0	Mn 54.9 Br 79.9	Fe 55.9	Co 58.9	Ni 58.7
Rb 85.5 Ag 108	Sr 87.6 Cd 112	Y 88.9 In 115	Zr 91.2 Sn 119	Nb 92.9 Sb 122	Mo 95.9 Te 128	I 127	Ru 101	Rh 103	Pd 106
Ce 133 Au 197	Ba 137 Hg 201	La 139 Tl 204	Pb 207 Th 232	Ta 181 Bi 209	W 184 U 238		Os 194	Lr 192	Pt 195

Atom Numarası ve Periyodik Tablo

- 20. yüzyılda atomun çekirdeği keşfedildi ve elementlerin sıralamasında atom numarasının belirleyici olduğu anlaşıldı.
- Günümüzde periyodik tablo, atom ağırlığı yerine atom numarasına göre sıralanmaktadır.
- Bazı istisnalar dışında, daha yüksek atom numaralı elementlerin atom ağırlıkları da daha büyüktür.

Mendeleyev'in Öngöröleri

- 1871'de geliştirdiği tabloda keşfedilmemiş elementler için boşluklar bıraktı.
- Bořluklara hangi elementlerin geleceđini ve özelliklerini tahmin etti.
- Tahmin ettiği elementler; galyum (1875), skandiyum (1879) ve germanyum (1886) olarak keşfedildi.

Bilimsel Yöntemin Zaferi

- Mendeleyev, verilerden bir örüntü çıkardı ve öngörülerde bulundu.
- Öngörüler deneylerle doğrulanınca periyodik tablo büyük kabul gördü.
- Bu, modern bilimsel yöntemin başarılı bir örneği olarak kabul edilir.

Bilim Dünyasında İlk Tepkiler

- Mendeleyev'in tablosu başlangıçta evrensel kabul görmedi.
- 1890'lara gelindiğinde periyodiklik kavramına dair şüpheler kalmadı.
- Kimyasal elementlerin düzeni, doğanın temel bir gerçeğini ortaya koyuyordu.

Atomların Varlığı Konusundaki Tartışmalar

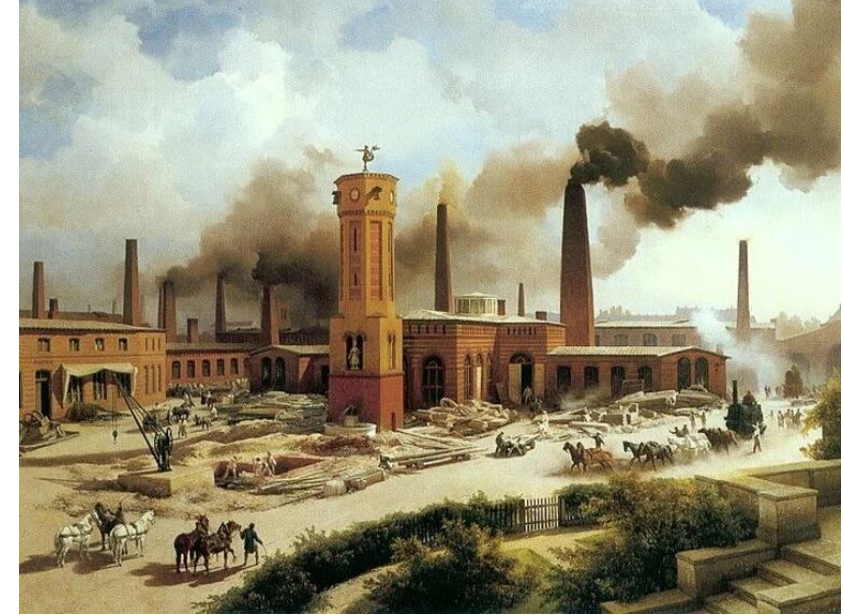
- 19. yüzyılda atomların gerçekten var olup olmadığı konusunda tartışmalar vardı.
- Kimyacılar kanıtlar bulurken, fizikçiler de farklı bir yoldan atomun varlığını ispatladı.
- Sonunda atomların varlığı yadsınamaz hale geldi.

Bilimde Cesaretin Önemi

- Mendeleyev, çağının bilgisiyle yetinmeyip cesurca öngörülerde bulundu.
- Bilim, zamanla doğrulanan teoriler sayesinde ilerler.
- “Eğer cesur olmasaydı, bugün onun adını bile duymayacaktık.”

Termodinamiğin Doğuşu

- 19. yüzyılda fizik, ısı ve hareketin incelenmesi üzerine yoğunlaştı.
- Sanayi Devrimi, daha verimli makineler tasarlamak için termodinamiğin gelişmesine öncülük etti.
- 1820'lerden itibaren termodinamik bilimsel bir konu olarak kabul gördü.
- Temel yasalar 1860'larda şekillendi, ancak atomların varlığıyla ilişkilendirilmesi 40 yıl daha sürdü.



Enerji Kavramının Evrimi

- Enerji, bir biçimden diğerine dönüşebilir ancak yok edilemez.
- Rumford'un çalışmaları, ısıнын mekanik enerjiye çevrilebileceğini gösterdi.
- İş, bir enerji biçimi olarak tanımlandı.
- Termodinamiğin bilim olarak temellerini atan isimlerden biri Sadi Carnot oldu.



Sadi Carnot ve Isı Motorları

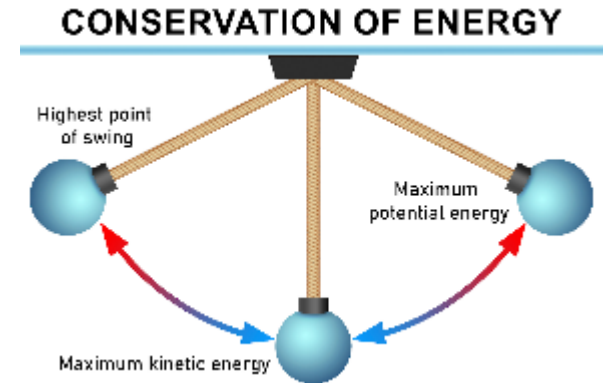
- 1824'te Carnot, ısıyı işe çevirme verimliliğini analiz eden kitabını yayımladı.
- Isı, yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklığa geçtikçe iş yapılır (İkinci Yasa'nın erken formu).
- İçten yanmalı motorların yapılabileceğini öne sürdü.
- Ancak 36 yaşında koleradan öldü ve el yazmalarının çoğu yakıldı.

Tarih Kırılma Anlarıyla Dolu

- Carnot'nun fikirleri başta ilgi görmedi.
- 1834'te Émile Clapeyron'un makalesiyle tekrar gündeme geldi.
- William Thomson ve Rudolf Clausius'un katkılarıyla termodinamik devrimi tamamlandı.
- Bilim dünyasında büyük keşifler bazen fark edilmek için yıllar bekler!

Enerji Korunumunun Keşfi

- Enerjinin korunumu ilkesini ilk formüle eden Julius Robert von Mayer oldu.
- Fakat fizik camiası tarafından başlangıçta göz ardı edildi.
- 1840'ta bir gemide doktor olarak çalışırken yaptığı gözlemler ona ilham verdi.
- Sıcakkanlı hayvanların ısı üretimi ve oksijen tüketimi arasındaki bağlantıyı fark etti.



Tropik Bölgelerde Bir Farkındalık Anı

- Mayer, Java'da bir gemicinin venöz kanının parlak kırmızı olduğunu fark etti.
- Tropik sıcaklarda vücut daha az oksijen tüketiyordu.
- Bu gözlem ona ısı ve enerjinin birbirine dönüştüğünü düşündürdü.
- Büyük keşifler bazen küçük ama dikkatli gözlemlerden doğar!

Mayer'in Zorlu Yolu

- 1841'de Almanya'ya döndü ve fikirlerini bilimsel makalelerde yayımladı.
- Ancak çalışmaları uzun süre kabul görmedi.
- 1850'de yaşadığı hayal kırıklıkları nedeniyle intihar girişiminde bulundu.
- 1858'de Helmholtz, Clausius ve Tyndall tarafından fikirleri yeniden keşfedildi.
- Sonunda Mayer'in çalışmaları takdir edildi, ancak bu süreç çok uzun sürdü.

Bilimde Sabır ve Direnç

- Bilim dünyasında büyük fikirler zamanla değer kazanır.
- İlk başta reddedilmek, büyük bilim insanları için olağan bir durum.
- Sadi Carnot ve Mayer gibi isimler, bilimin sabır gerektirdiğini gösteriyor.
- Siz de bir gün büyük bir keşif yaparsanız, hemen kabul görmezse üzülmeysin!



Enerjinin Peşinde Bir Araştırmacı – James Joule

- 1818’de Manchester yakınlarında doğdu.
- Maddi durumu iyi bir aileden geldi, hayatı boyunca çalışmak zorunda kalmadı.
- Babasının bira fabrikasında geçirdiği süre, ısı ve enerjiye ilgisini artırdı.
- Kimya eğitimi almak için ünlü bilim insanı John Dalton ile çalıştı.



İlk Bilimsel Adımlar

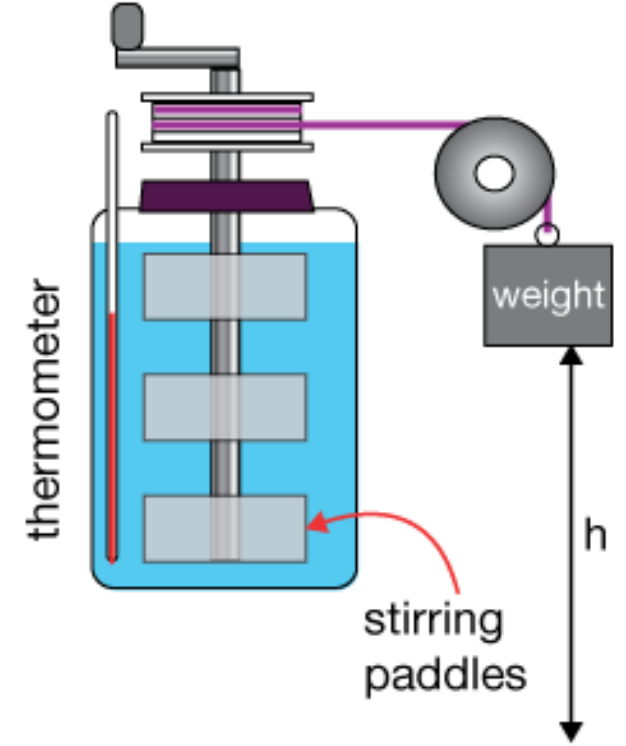
- 1838'de evini laboratuvara çevirdi, bağımsız çalışmalara başladı.
- Manchester Edebiyat ve Felsefe Derneği'ne katılarak bilim dünyasını yakından takip etti.
- İlk çalışmaları elektromanyetizma üzerineydi ancak yeni bir motor icat etme girişimi başarısız oldu.
- Bu başarısızlık, onu iş ve enerji ilişkisini araştırmaya yöneltti.

Isı ve Elektrik Üzerine İlk Çalışmalar

- 1841'de elektrik ve ısı arasındaki ilişki üzerine makaleler yayımladı.
- 1842'de Britanya Bilimsel İlerleme Kurumu'nda fikirlerini sundu (henüz 23 yaşındaydı!).
- 1847'de enerjinin korunumu yasası üzerine dersler verdi ve bu derslerin gazetede yayımlanmasını sağladı.

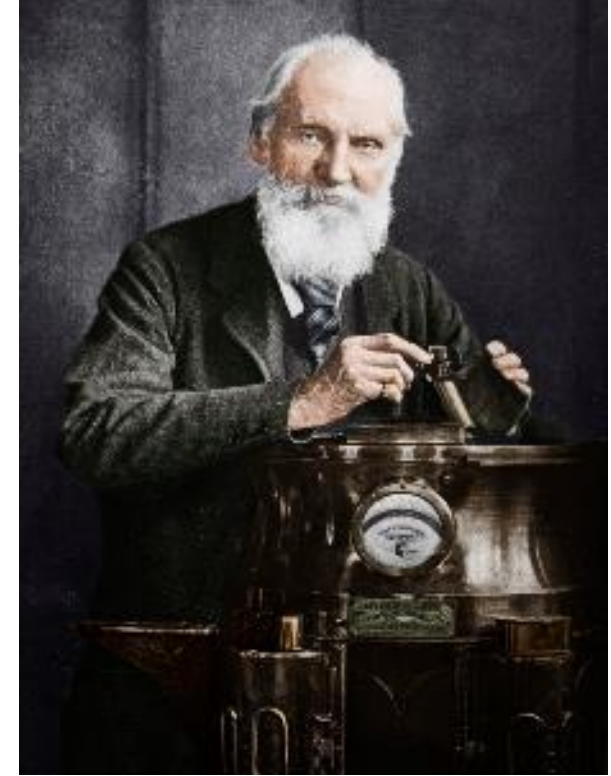
Joule'un Ünlü Deneyi

- Bir su kabını çarkla karıştırarak sıcaklık artışını ölçtü.
- Bu deney, işin ısıya dönüşebildiğini göstererek bilimde çığır açtı.
- Fikirleri bilim dünyasında başlangıçta şüpheyle karşılandı.



William Thomson ile Tanışma

- 1847'de Oxford'da fikirlerini sundu.
- 22 yaşındaki William Thomson (daha sonra Lord Kelvin) Joule'un fikirlerini hemen benimsedi.
- İkili, gazların genişlediğinde soğuması üzerine (Joule-Thomson etkisi) birlikte çalıştı.



Gazların Hızı ve Enerji Korunumu

- Joule, gaz moleküllerinin hızını hesaplayan ilk bilim insanlarından biri oldu.
- Hidrojen moleküllerinin saniyede 1897,5 metre hızla hareket ettiğini belirledi.
- Oksijen moleküllerinin hızını da türetti ve bu hesaplamalar modern gaz dinamiğinin temelini oluşturdu.

Sonraki Yıllar ve Bilimsel Mirası

- 1849'da enerjinin korunumu yasası geniş kabul gördü.
- 1850'de Kraliyet Derneği üyeliğine seçildi.
- 30'lu yaşlarından sonra büyük buluşlar yapmasa da, enerjinin korunumu fikrinin yayılmasını sağladı.
- Çalışmalarını Thomson, Maxwell ve Boltzmann devralarak daha da ileriye taşıdı.

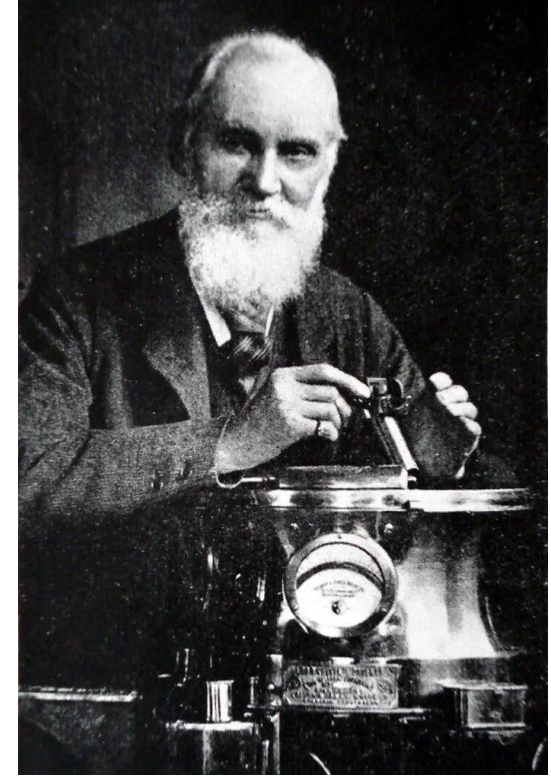
Bilim ve Gazeteler

- Joule, akademik dünyaya girmekte zorlanınca derslerini gazetede yayımladı.
- Bilim camiası yerine önce Manchester Courier okuyucularına seslendi!
- Bu hamlesi sayesinde zamanla bilim insanları tarafından da ciddiye alındı.



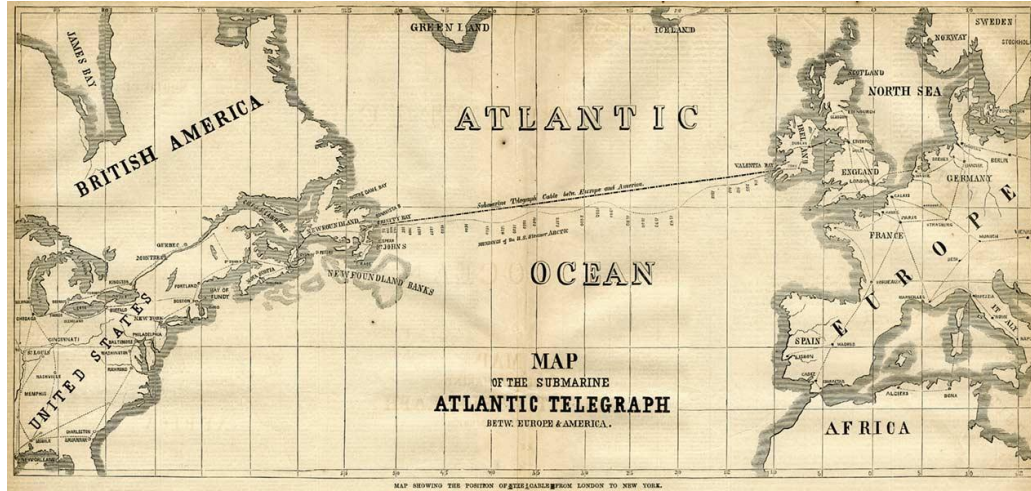
Lord Kelvin'in Akademik Yolculuđu

- William Thomson, 1824'te bir matematik profesörünün oğlu olarak doğdu.
- 10 yaşında Glasgow Üniversitesi'nde derslere katılmaya başladı.
- Cambridge Üniversitesi'nden 1845'te mezun oldu, bilimsel makaleleriyle ödüller kazandı.
- 22 yaşında Glasgow Üniversitesi'nde profesör oldu ve 75 yaşına kadar burada kaldı.



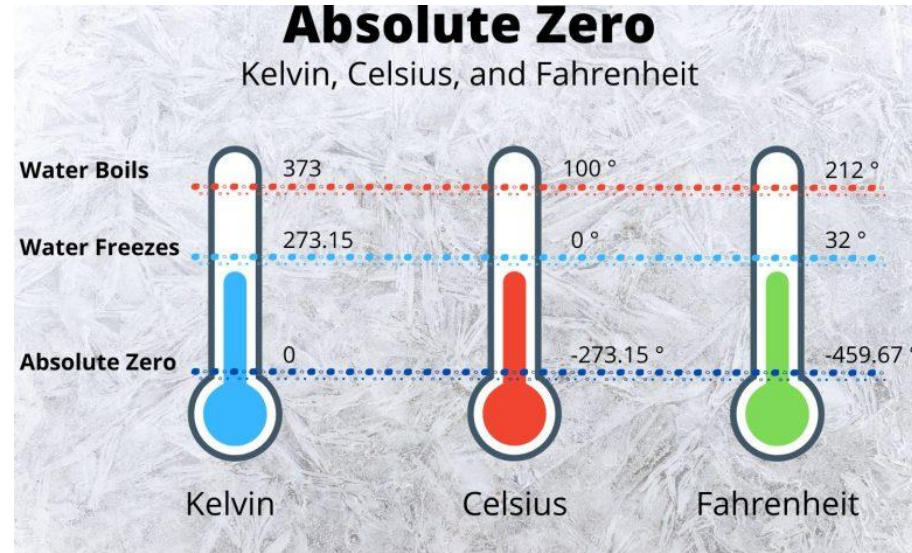
Bilim Dünyasında Kelvin

- Westminster Abbey’de Isaac Newton’ın yanına defnedildi.
- Atlantik ötesi telgraf kablusunun başarısında büyük rol oynadı.
- 1866’da şövalye ilan edildi, 1892’de “Lord Kelvin” unvanını aldı.
- Termodinamik çalışmalarına yaptığı katkılarla anıldı.



Termodinamikte Bir Devrim

- 1848'de mutlak sıcaklık ölçeğini geliştirdi.
- $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin (0 K) varlığına işaret etti.
- Rudolf Clausius ile eş zamanlı olarak termodinamiğin temel ilkelerine ulaştı.

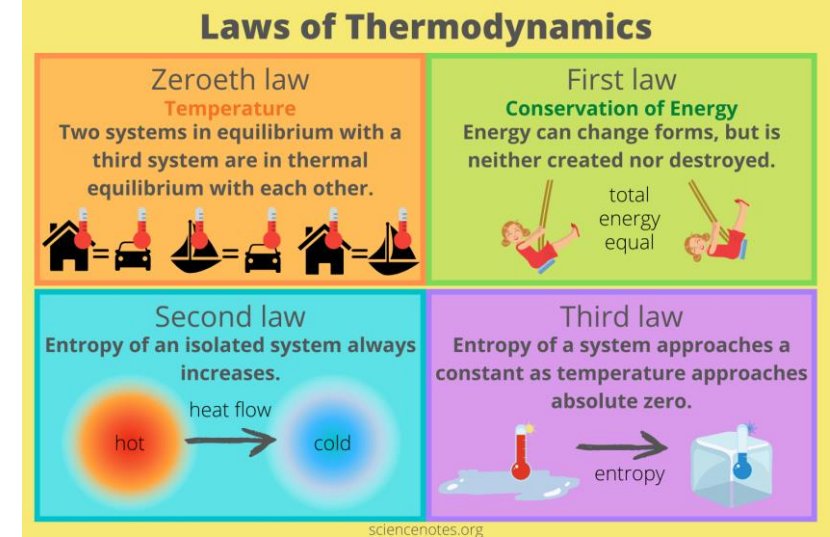


Küçük Bir Mol Gülümseme

- "Üniversiteden kopamayan adam!"
- 75 yaşında emekli oldu ama Glasgow Üniversitesi'ne araştırma öğrencisi olarak geri döndü!
- Böylece hem en genç hem de en yaşlı Glasgow öğrencisi oldu.

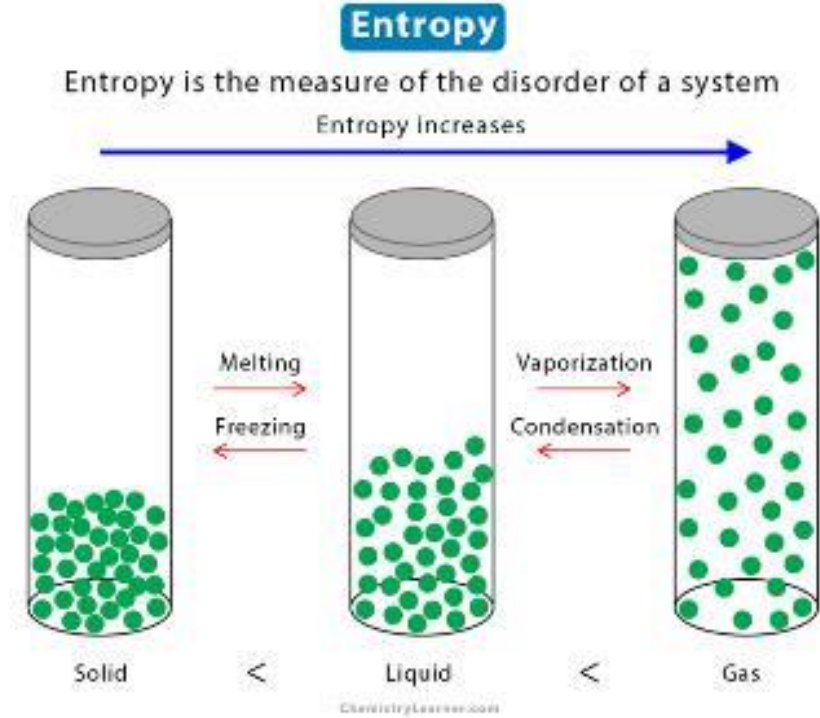
Termodinamiğin Temel Yasaları

- **Birinci Yasa:** Isı, iş yapabilen bir enerji formudur. (1850'lerde doğa yasası olarak tanımlandı.)
- **İkinci Yasa:** Isı, kendiliğinden soğuktan sıcaklığa geçemez.
- **Entropi:** Evrenin düzensizliği sürekli artar; düzen, yalnızca dışarıdan enerji alındığında korunabilir.



Entropi ve Evrensel Gerçekler

- Evrenin enerji dengesi zamanla bozulur.
- Dünya'daki yaşam, Güneş'in sağladığı enerjiyle entropiyi azaltır.
- Ancak Güneş'in enerjisi sınırsız değildir, bu süreç sonsuza dek devam edemez.

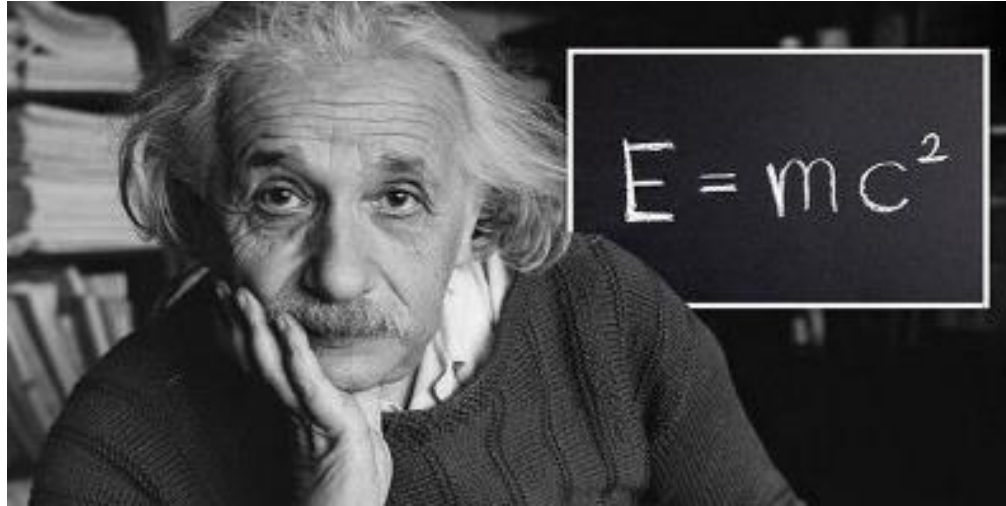


Geleceęi Öngören Bir Bilim İnsanı: William Thomson (Lord Kelvin)

- 1852’de yayımladığı çalışmasıyla, dünyanın ve evrenin başlangıcı olduğu fikrini bilimsel olarak ortaya koydu.
- **Güneş’in ısı üretme süresini hesapladı:** birkaç on milyon yıl.
- Sonuçlar, dönemin jeoloji ve evrim teorilerinin öngördüğü zaman ölçeğinden kısaydı.

"Güneşin Yakıtı Ne?" Sorusu ve Büyük Çelişki

- Thomson'un hesapları, o dönemin bilim dünyasında şaşkınlık yarattı.
- Yerbilimciler ve evrimciler, çok daha uzun zaman dilimlerine ihtiyaç duyuyordu.
- Çözüm, radyoaktivitenin keşfi ve Einstein'ın ünlü formülü $E=mc^2$ ile geldi.



Bilimde Öncülük Kavgası – Thomson ve Helmholtz

- Thomson ve Helmholtz, güneşin enerjisini kütleçekim kaynaklı ısıya bağlı olarak açıkladı.
- Ancak, Mayer ve Waterston gibi isimler bu fikre daha önce ulaşmıştı.
- Akademik rekabetin ötesinde, bazı bilim insanları tarihte hak ettiği değeri görmedi.

Kraliyet Derneği ve Kayıp Makale (Bilim Dünyasında Talihsizlikler)

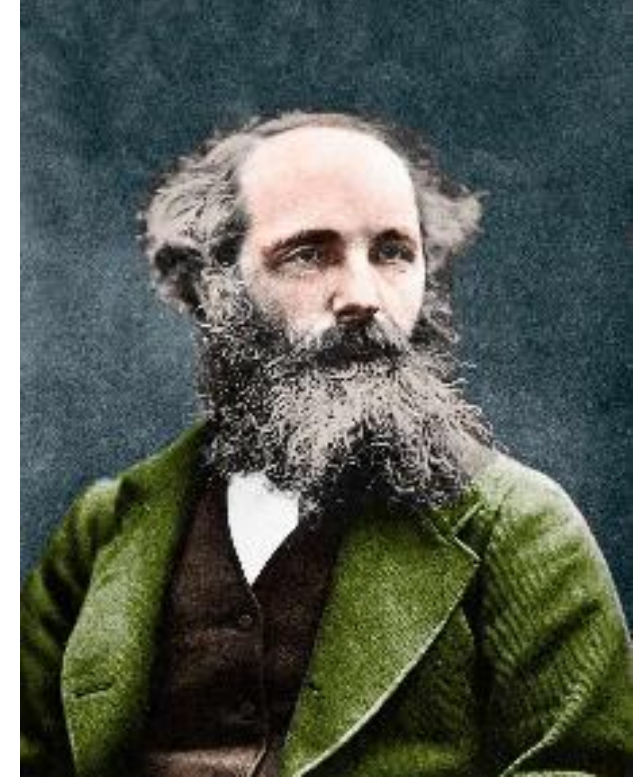
- Waterston, 1845'te enerji ve gazların istatistiksel dağılımı üzerine makale yazdı.
- Kraliyet Derneği makaleyi "saçma" bularak reddetti ve üstelik kaybetti.
- 1891'de mahzenlerde bulundu, 1892'de yayımlandı—ama Waterston çoktan hayattan kopmuştu.

"Bu Hikâyede Bir Ders Var"

- Bilimsel fikirler her zaman hemen kabul görmez.
- Önceden keşfedilen buluşlar, bazen on yıllar sonra hak ettiği değeri bulur.
- Akademik dünyada hak edilen takdirin alınamaması, bazı bilim insanlarını yıprattı.
- **Sonuç:** Gerçek bilgi eninde sonunda gün yüzüne çıkar, ancak bazen çok geç olabilir.

Gazların Kinetik Kuramı ve İstatistiksel Mekanik

- Gazların kinetik kuramı, moleküllerin hareketleri üzerinden gazların davranışını açıklar.
- İstatistiksel mekanik, atom ve moleküllerin istatistiksel kurallarla incelenmesini sağlar.
- **Bu alandaki en önemli isimler:** James Clerk Maxwell ve Ludwig Boltzmann



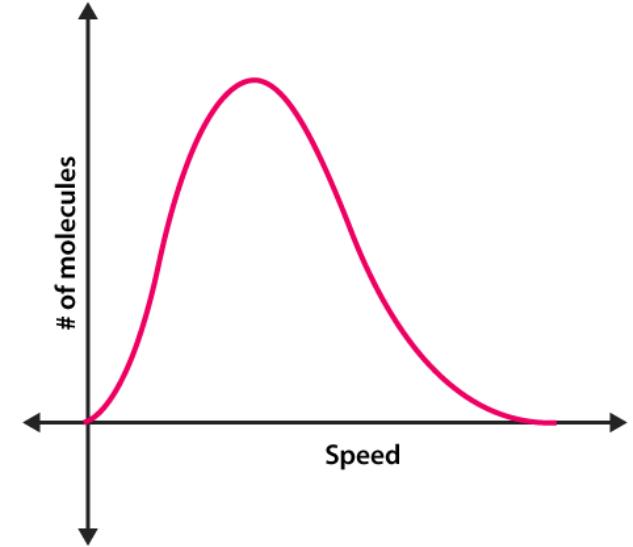
Ortalama Serbest Yol Nedir?

- Moleküller, yüksek hızlarla hareket ederken sürekli çarpışır.
- Ortalama serbest yol, bir molekülün iki çarpışma arasındaki kat ettiği ortalama mesafedir.
- Maxwell, havadaki moleküllerin ortalama hızını 459 m/s ve ortalama serbest yolunu 1/178.800 cm olarak hesapladı.

Boltzmann ve Maxwell'in Ortak Çalışmaları

- Maxwell, kinetik kuramı geliştirerek gazların viskozitesi gibi özellikleri açıkladı.
- Boltzmann, Maxwell'in fikirlerini genişleterek istatistiksel mekanik alanına önemli katkılar sağladı.
- İkili arasındaki fikir alışverişi, Maxwell-Boltzmann dağılımının doğmasına yol açtı.

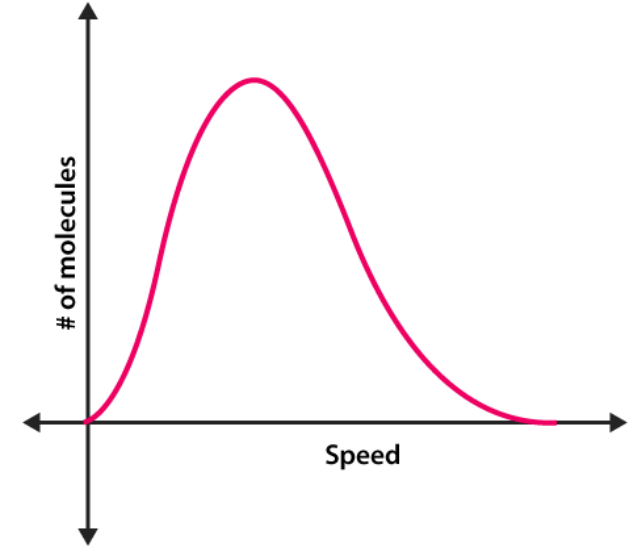
MAXWELL-BOLTZMANN DISTRIBUTION



Maxwell-Boltzmann Dağılımı

- Bir gazdaki moleküllerin hızlarının nasıl dağıldığını tanımlar.
- Moleküllerin çoğu ortalama hıza yakın hareket eder.
- Sıcaklık arttıkça moleküllerin hız dağılımı değişir.

MAXWELL-BOLTZMANN DISTRIBUTION



Boltzmann ve İstatistiksel Mekanik

- Boltzmann, maddenin genel özelliklerinin atomların istatistiksel davranışlarından türediğini gösterdi.
- Termodinamiğin 2. yasası, istatistiksel mekanik ile açıklanabilir hale geldi.
- Atom fikri, zamanla bilim dünyasında kabul görse de, Boltzmann'ın yaşadığı dönemde yoğun eleştiriler aldı.



Bilime Karşı Direnç ve Eleştiriler

- 19. yüzyılda Alman bilim çevreleri, atom fikrine şüpheyle yaklaşıyordu.
- Wilhelm Ostwald gibi bilim insanları, atomları sadece teorik bir kavram olarak gördü.
- Boltzmann, fikirlerinin reddedilmesi nedeniyle ağır depresyon geçirdi.



Bilim Tarihinden Bir Trajedi

- Boltzmann, hak ettiği değeri göremeyeceğini düşündü ve bilimsel yalnızlığa sürüklendi.
- 1900'de başarısız bir intihar girişimi oldu.
- 1906'da, bilim dünyasında devrim yaratacak çalışmasının yayımlandığını bilmeden intihar etti.

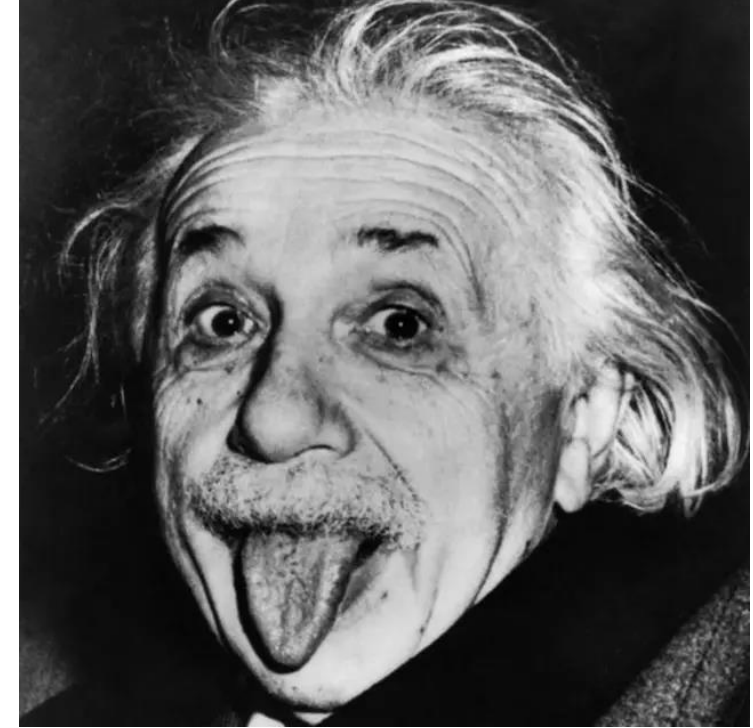


Bilimin Zaferi (Ama Geç Gelen!)

- Boltzmann'ın ölümünden kısa süre sonra, çalışmaları atomların varlığını kanıtlayan en önemli teorilerden biri haline geldi.
- Ostwald gibi şüpheciler bile atomları kabul etmek zorunda kaldı.
- Bilim bazen yavaş ilerler, ama doğru olan sonunda kazanır!

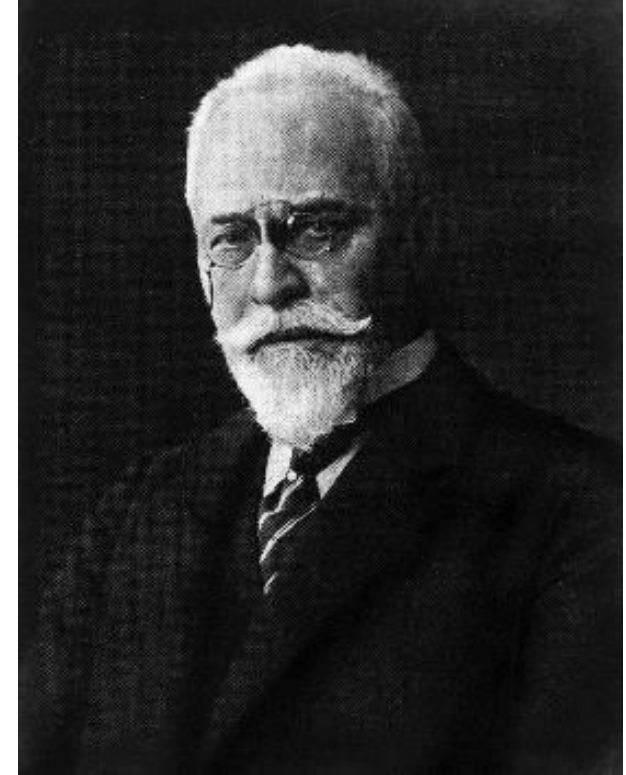
Einstein: Patent Memurluğundan Bilime

- 1905'te, 26 yaşındaki Albert Einstein akademik dünyanın dışında, atomların gerçekliğini kanıtlamaya odaklanmış genç bir bilim insanıydı.
- ETH Zürih'ten mezun olmasına rağmen, akademide yer bulamayınca Bern'de patent memuru olarak çalışmaya başladı.
- İş saatlerinde bile bilimle ilgilendi ve 1900-1905 arasında önemli makaleler yayımladı.
- Asıl hedefi akademiye dönmek ve doktora derecesini almaktı.



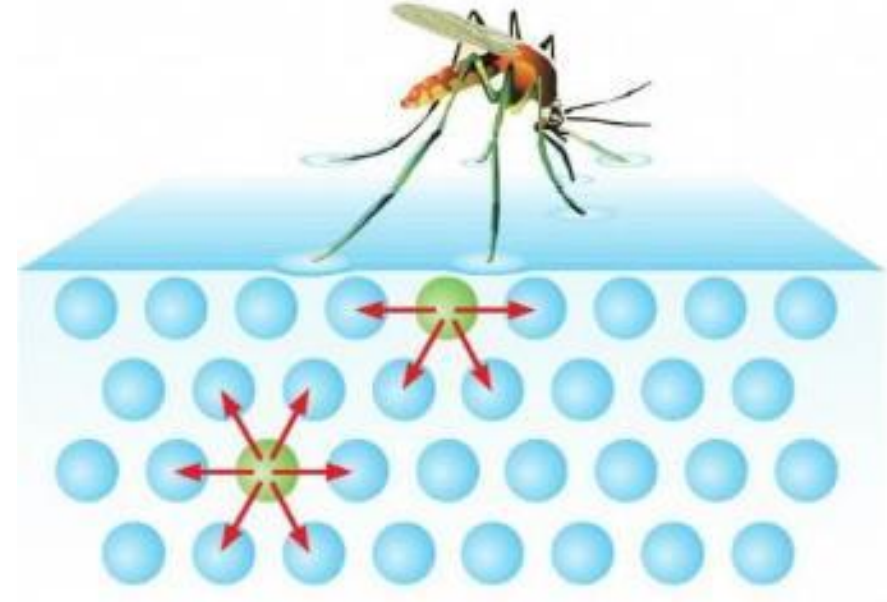
Einstein ve 'Tembel Serseri' Damgası

- Üniversite hocalarına pek kendini sevdiremedi.
- Profesörü Hermann Minkowski, Einstein'ı "matematiğe emek vermeyen tembel bir serseri" olarak tanımlamıştı.
- Asistanlık veya akademik kariyer için güçlü referanslar alamadı.
- Ama pes etmedi ve kendi yolunu çizdi!



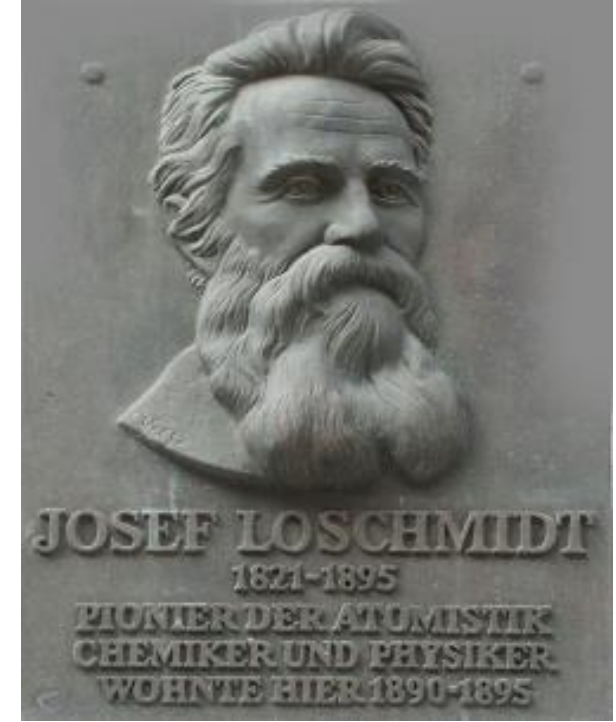
Atomların Boyutu Üzerine İlk Tahminler

- Thomas Young (1816), suyun yüzey gerilimini inceleyerek molekül boyutlarını yaklaşık olarak hesapladı.
- Su moleküllerinin çapını "1 ila 5 milyarda bir santimetre" olarak tahmin etti.
- Modern değerlerden sadece 10 kat büyük— Waterloo Savaşı'ndan hemen sonra, fena bir başarı sayılmaz!
- Ama bilim insanları bu tahmini yeterince ikna edici bulmadı.



Avusturyalı Bir Kimyacı ve Çözüm Önerisi

- Johann Loschmidt (1860'lar), sıvıların moleküller arasında boşluk bırakmadığını varsayarak yeni bir yöntem geliştirdi.
- Gazların hacim değişimi üzerinden Avogadro sayısını tahmin etti.
- **Bulduğu değer:** 5×10^{22} (modern değere oldukça yakın).
- Günümüzde onun adıyla anılan "Loschmidt Sayısı" $2,69 \times 10^{25}$ olarak kabul ediliyor.

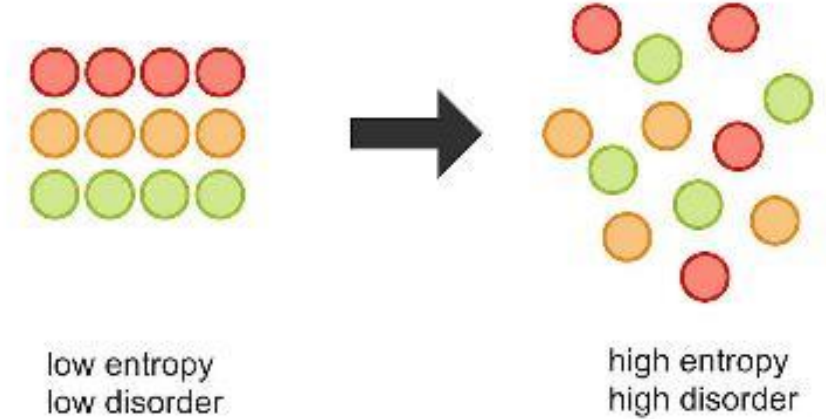


Einstein ve Molekül Boyutları

- Einstein, gazlar yerine çözeltileri kullanarak molekül boyutlarını hesapladı.
- Termodinamiğin gelişmesi sayesinde, çözeltideki moleküllerin de gaz molekülleri gibi davrandığı anlaşıldı.
- Bu, çözeltilerin moleküler özelliklerini anlamada büyük bir adımdı.
- Tezi sayesinde atomların gerçekliği artık tartışmaya kapalı hale geldi!

Termodinamik ve Entropi

- **İkinci yasa:** Isı, sıcak nesnelerden soğuk nesnelere akar.
- Evrende her şey zamanla ortalamaya ulaşma eğilimindedir.
- **Düzen & Entropi:** Örüntülü sistemler daha düzenlidir ve daha az entropiye sahiptir.
- **Örnek:** Siyah-beyaz satranç tahtası, gri bir tahtaya göre daha düzenlidir.

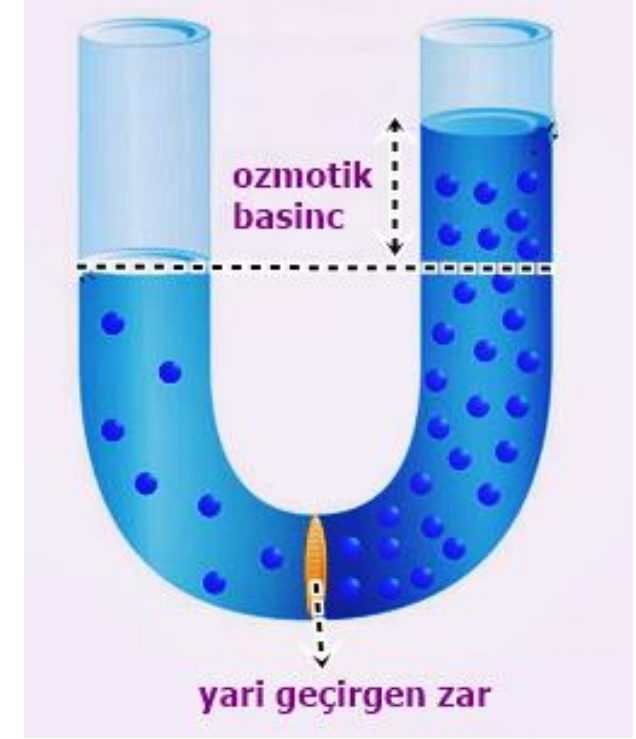


Doğa Farktan Nefret Eder!

- Doğa, farklılıkları gidermeye çalışır.
- Sıcaklık, basınç ve yoğunluk farkları zamanla dengelenir.
- **Örnek:** Isı, yıldızlardan uzayın soğuk boşluğuna yayılır.

Osmoz ve Ozmotik Basınc

- Su, yoğun şeker çözeltisine doğru hareket eder.
- Bu hareket, çözeltiyi seyreltirken su seviyesini de değiştirir.
- Ozmotik basınç, yükseklik farkından ölçülebilir.
- Çözeltideki çözünen madde miktarı arttıkça ozmotik basınç artar.



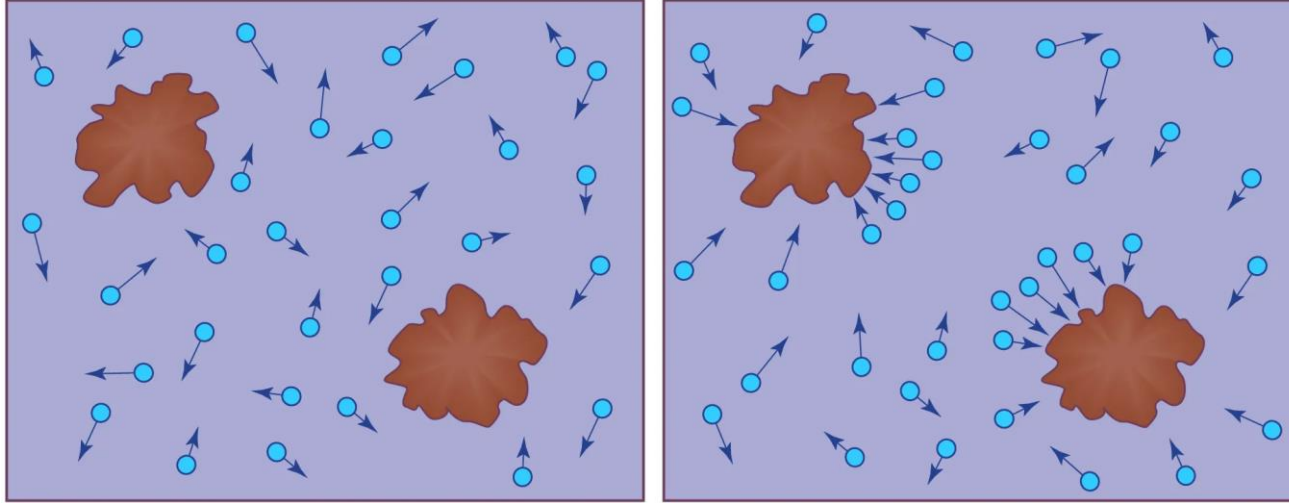
Einstein ve Atomların Kanıtı

- Einstein, moleküllerin varlığını istatistiksel yöntemlerle ispatladı.
- 1905'te Avogadro sayısını hesapladı ($2,1 \times 10^{23}$).
- Daha sonra yeni deneylerle $6,6 \times 10^{23}$ 'e güncellendi.



Einstein ve Brown Hareketi

- **Brown hareketi:** Sıvı içindeki mikroskobik parçacıkların rastgele hareketi.
- Einstein, ısı enerjisinin bu hareketi oluşturduğunu gösterdi.
- Bu çalışma, atomların varlığına yönelik son şüpheleri ortadan kaldırdı.

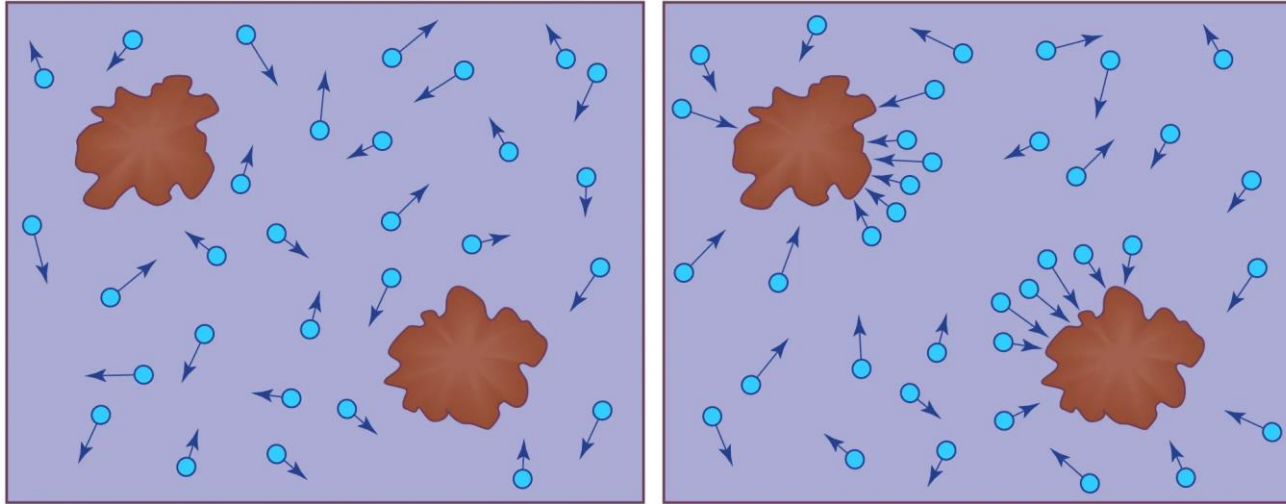


Bir Teoriyi Doğru Kılmak

- Einstein aslında Brown hareketini açıklamak istemiyordu!
- İlk ilkelerden yola çıktı, ama farkında olmadan Brown hareketini açıkladı.
- Bu tür "yan etkiler," bilimin büyüleyici yanlarından biridir!

Brown Hareketi Nedir?

- 1827'de Robert Brown, mikroskop altında polen taneciklerinin suda rastgele hareket ettiğini keşfetti.
- Başta bu hareketin taneciklerin canlı olmasından kaynaklandığı sanıldı.
- Ancak cansız parçacıkların da aynı hareketi yaptığı görüldü.



Moleküllerin Görünmeyen Etkisi

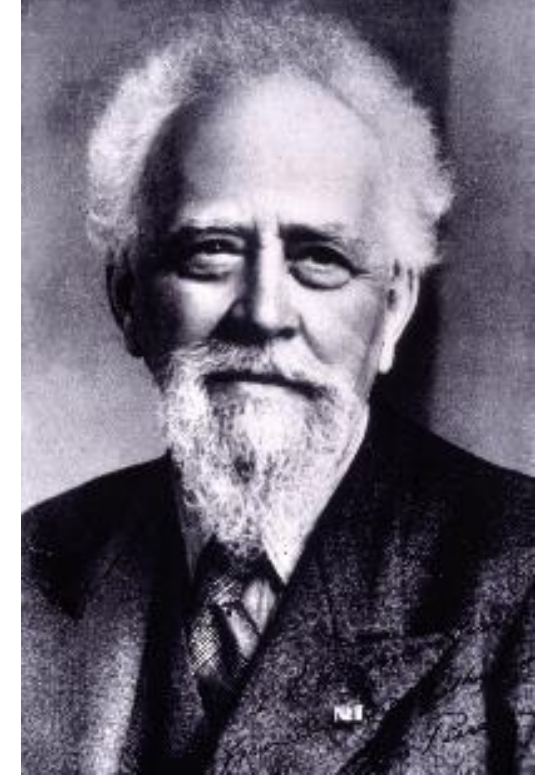
- 1860'larda bilim insanları, bu hareketin moleküllerin taneciklere çarpmasıyla oluştuğunu öne sürdü.
- Başta bu fikir saçma bulundu çünkü tek bir molekülün çarpması hissedilemeyecek kadar küçüktü.
- İstatistiksel yaklaşımla hareketin rastgele olduğu açıklandı.

Einstein'ın Katkısı

- Einstein, Brown hareketini matematiksel olarak açıkladı.
- Bir parçacığın hareketi tamamen rastgeledir ve her yönde eşit olasılıkla ilerler.
- Hareketin, geçen zamanın kareköküyle orantılı olduğu gösterildi.

Avogadro Sayısı ve Brown Hareketi

- Einstein, Avogadro sayısını kullanarak parçacıkların ne kadar kayacağını hesapladı.
- 17°C'deki suda, milimetrenin binde biri büyüklüğündeki bir parçacığın bir dakikada altı binde bir milimetre hareket edeceğini öngördü.
- Fransız bilim insanı Jean Perrin, deneyler yaparak Einstein'ın hesaplarını doğruladı ve Nobel Ödülü kazandı.



Dikkat Dağıtıcı ama Eğlenceli Bir Not!

- Einstein, önceki çalışmalarla ilgilenmeden, doğrudan kendi fikirlerini geliştirmesiyle ünlüydü.
- Kendi kendine yeni bir şey keşfetmiş gibi düşünmek bazen iyi sonuçlar verebilir!

Gökyüzü Neden Mavi?

- 1910'da Einstein, gökyüzünün mavi olmasını ışığın hava molekülleri tarafından saçılmasına bağladı.
- Daha önce John Tyndall, maviliği toz parçacıklarına bağlamıştı, ancak bu tam olarak doğru değildi.
- Einstein, hesaplamalarla bunun hava molekülleriyle ilgili olduğunu gösterdi.



Sonuç ve Önemi

- Brown hareketi, moleküllerin varlığını kanıtlayan önemli bir keşif oldu.
- Einstein'ın matematiksel modeli, radyoaktif bozunma gibi başka bilimsel süreçleri anlamamıza da yardımcı oldu.
- Bilim bazen küçük bir gözlemle başlar ve büyük keşiflere yol açabilir!

Teşekkür ederim

Prof. Dr. Bektaş TEPE