



Tarihte, Boşluk Arayışının Getirdikleri

Hiç Avı

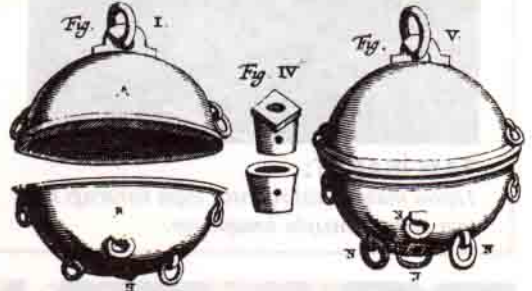
- Yaklaşık 300 yıl önce Otto von Guericke, havasız (vakumize) bir ortamın, doğa yasalarına ters düşmediği iddiasıyla ortaya çıktı. O günden bu yana fizik bilgileri daha iyi bir vakum tekniği bulmak için uğraşmaktadır. Bugün artık vakum tekniği endüstri dünyasının vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Vakum olmasaydı ne ampul olurdu ne de televizyon ekranı.

1650'lerde Magdeburg Belediye Başkanı Otto von Guericke'nin zihnini, Kopernik öğretisine göre, güneşten gezegenlere ve sabitelere (sabit yıldızlar) kadar uzanan boşluğu (uzayı) neyin oluşturduğu sorusu meşgul ediyordu. Uzak oldukça saydam ve aynı zamanda ince olan bir maddeden mi oluşuyordu? Yoksa, havasız, vakumize bir ortam mıydı? Ancak bu, Yunan bilgini Aristo'nun 2000 yıllık öğretilerine ters düşüyordu. Bu tür sorular ancak deneylerle cevaplandırılabilir.

Guericke, içinde ne kalacağını görmek amacıyla, ziftle sıvanmış bir fiçidan suyu, itfaiye hortumuyla çeker. Fiçiyı açtığında, biraz su ile birlikte tahtaların yanıklarından girmiş olan hava ile karşılaşır.

Bu deneyinden hareketle metal kaplara geçer ve sonunda başanlı da olur: Önce bakırdan bir kürenin havasını boşaltmaya çalışırken, küre büyük bir gürültüyle içine çöker. Ancak, çeperleri daha sağlam olan bir kürenin havasını boşaltmayı başanır. Daha sonraki deneyler, çökme sebebinin dış hava basıncı olduğunu ortaya koyar. Meraklı belediye başkanı, bu hava basıncının, bir pistonu havasız bir silindire, 20 adamın dahi engelleyemeyeceği bir güçle ittiğini tesbit eder (buharlı makinalara bu buluş sayesinde ulaşılmıştır).

Politikacı, aynı zamanda amatör fizikçi olan Guericke, kendine inanmayan çağdaşlarına, iki yarım küreden bir küre

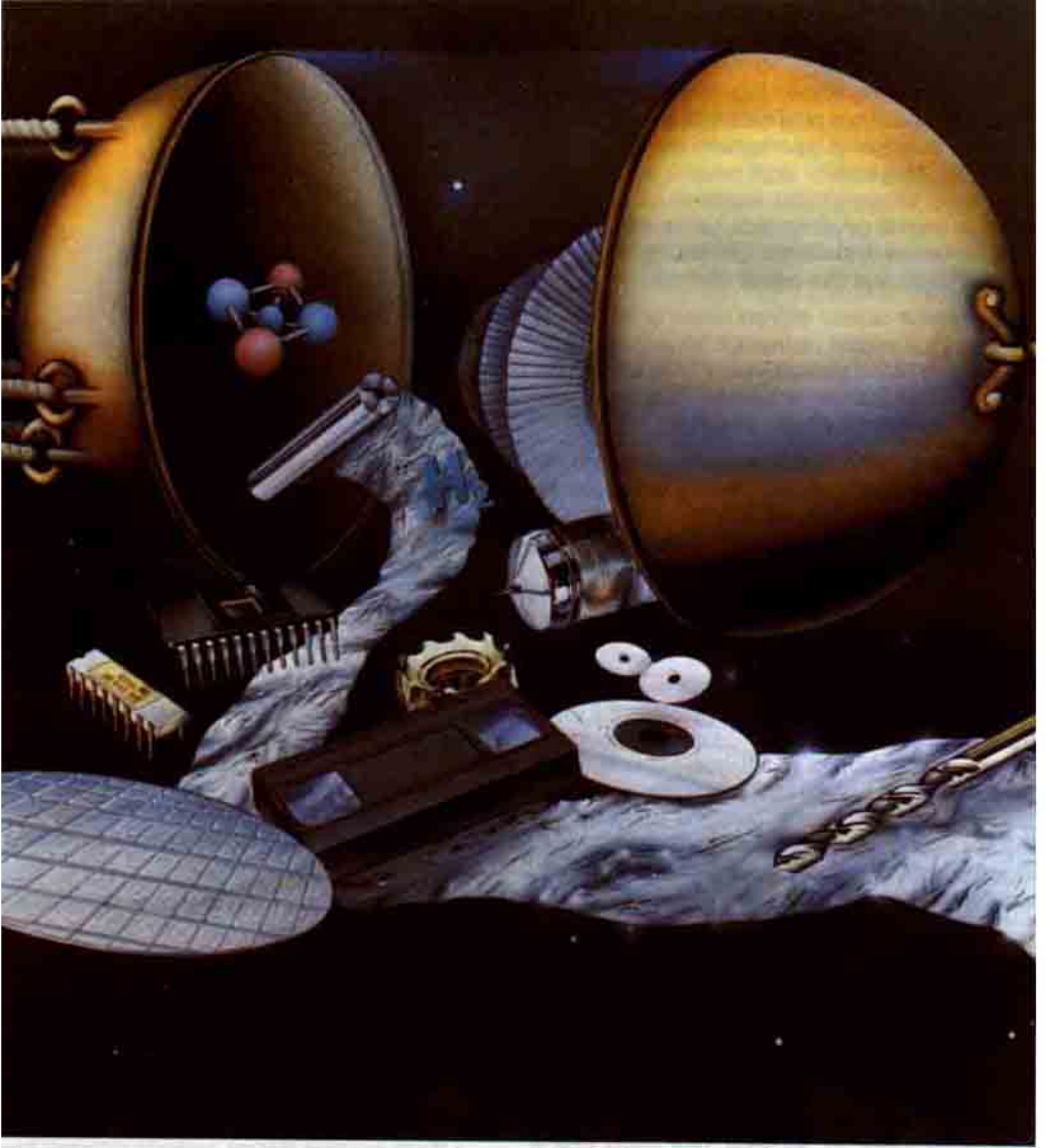


oluşturulduğu ve içindeki hava boşaltıldığı takdirde, 16 atın bu iki yarım küreyi birbirinden ayıramadığını, sarayın bahçesinde ünlü Magdeburg yarım küreleriyle gösterir.

HANGİ KUVVET KAMİŞTAKİ SIVIYI YUKARI ÇEKMEKTEDİR?

Daha antik Yunan çağında bilgili, bilgisiz birçok insan sıvılarla uğraşmış, emildiği zaman sıvının kamışta yükselişinin hangi kuvvete bağlı olduğunu kafa yormuşlardır. İ.Ö. 350 yıllarında Aristo "doğa boşluğa izin vermediği için, sıvı yukarı çıkar" demiştir.

Bu görüş ortaçağa kadar geçerliliğini korur. Daha o zamandan gözlenen bu gücü, bilginler "horror vacui" (boşluk korkusu) olarak adlandırdılar. Bu yerleşmiş ilmi görüşü ancak bazı bilginler eleştirmeye cesaret edebilmişlerdir. Özellikle İtalyan fizikçiler Guericke'den önce ve bilgisi dışında, boş mekan deneyleri yapmışlardı. Evangelista Toricelli (Galilei'nin bir öğrencisi) civa ile doldurulmuş uzunca, bir ucu eritilerek kapatılmış olan bir cam çubuğu (bir müddet baş parmağıyla ağızını kapatarak), yine civa ile dolu bir kaba başaşağı batırdığında, civanın ancak bir kısmının boşaldığını gözler. 76 cm yüksekliğinde bir sütun, borunun içinde gizli bir güç sayesinde, sürekli kalır. Öyleyse, açık civa kabının yüzeyine tesir eden ve borudaki civanın akmasını engelleyen bir gücün var olması gerekmektedir. Kapalı borunun üst kısmında, Toricelli'nin de tesbit ettiği gibi havasız bir boşluk oluşmaktadır.



"Biz bir okyanusun, ağırlığı tartışmasız bir havadan oluşan tabanında yaşamaktayız". Toricelli'ye ait olan bu sözler, hava basıncını açıklayarak, Guericke'nin gösterisi için temel bilgileri vermiştir. 760 mm yüksekliğindeki bir civa sütunu, açık civa yüzeyinde oluşan hava basıncına denktir. O zamandan beri hava basıncı, "Torr" adı da verilen (civa sütununun uzunluğu) "mm civa" ile ölçülür. Herkesin barometre olarak tanıdığı ölçme aleti, atmosferik hava basıncını değişimini de göstermektedir.

1.1.1978 tarihinden itibaren hava basınç birimi olarak milibar (mbar) öngörülmüştür. Daha önce kullanılan Torr'un tam karşılığı 1.333224 mbar'dır. Bugünkü hava raporlarında, hava basıncı daha ziyade "Hekto Pascal" ile ifade edilmektedir. Bu ise mbar'a tam denktir. Böylelikle 1647 yılında İtalyan Toricelli'ninkine benzer gözlemler yapmış olan, Fransız din felsefesi, aynı zamanda matematikçi ve fizik bilgini Blaise Pascal hatırlanmış olacaktır.

VAKUMSUZ AMPÜL OLMAZ

Toricelli, Pascal ve Otto von Guericke'nin deneylerinden ancak ikiyüzyıl sonra insanların yaşam biçimlerini etkileyen buluşlar yapılmaya başlandı. İlk ve en göz alıcı buluş da şüphesiz ampul idi. Alman asıllı Amerikalı Heinrich Goebel'in (1854) fikrinden esinlenerek, 1878 yılında Thomas Alva Edison ilk kullanılabilir ampülü icat etti. İlk ampulde ışık teli görevini, bir pile bağlamak suretiyle (elektrik akımı ince teli ısıtır) aydınlık bir ışımaya oluşturan, uygun bir şekilde bükülmüş, Hint kamışı lifi görüyordu. Edison, kömürleşmiş teli, yanması için yanma olayında gerekli oksijenin bulunmadığı havası alınmış cam bir tüpe yerleştirmişti. Cam tüpün havasının boşaltılması işlemi ise o günün şartlarına göre zor bir işti. Bir asistan, karmaşık pompanın birkaç kilo ağırlığındaki kabını sürekli yukarı kaldırıp, bununla yukarıdan civa takviyesi yapmak zorundaydı. Tüpün içinden akıp geçen civa mevcut olan havayı büyük ölçüde sürükleyip götürüyordu.

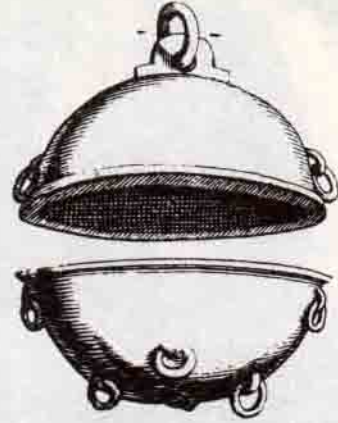
Havası boşaltılmış ampuller bugün dahi kullanılmaktadır. Ancak kömür iplikciklerin yerini metal teller almıştır. Soygaz, metal telin yanmasını ve buharlaşmasını önlediği için, soygazla doldurulmuş lambalar tercih sebebidir. Ancak bu doldurma işlemi, havanın sızmasını engellemek için mutlaka vakumize bir ortamda gerçekleştirilmelidir. Lamba imalatı, vakum tekniği olmaksızın düşünülemez. Lambasız bir dünyayı ise çoğumuz düşünmeye dahi cesaret edemeyiz.

Guericke'nin de tesbit ettiği gibi havasız bir ortamda ses yayılmaz; ses titreşimleri yayılmak için taşıyıcıya muhtaçtır, bu taşıyıcı ise normal şartlarda havadır. Havadaki ses titreşimleri, gaz moleküllerinin hareketinden başka birşey değildir; molekül yoksa ses aktarımı da yoktur.

Farklı sıcaklıktaki iki yapının ısı alışverişi, izolasyon olarak kullanılan havasız bir boşluk sayesinde, büyük ölçüde engellenebilmektedir. İngiliz Kimya Bilimcisi James Dewar, bu prensipten yola çıkarak ilk termosu yapar. İç içe bulunan iki şişenin arasında vakum oluşturulur. İki şişenin yüzeyi ayrıca, yansımaya yoluyla ısı aktarımını engellemek için, aynalanır. Sıvılar, herkesin bildiği bu şişelerde, saatlerce sıcaklıklarını korumaktadırlar.

Derin soğutma tekniği dahi vakum olmaksızın düşünülemez. Bugün artık metal olan Dewar şişelerinin, çok soğuk ortamda bulunması gereken bazı maddelerin izolasyonunda önemli bir yeri vardır. Azot veya Helyum gibi sıvılaştırılmış gazlar, havasız bir boşlukta izole edilmiş, dev bir termosu benzer tanklarla taşınmaktadır. Dondurma tekniği ve derin soğutma sistemi birçok ürünün hazırlanışında vazgeçilmez bir yere sahiptir. İzolasyonu sağlayan vakum tekniği olmaksızın bunları düşünmek imkânsızdır.

Vakum tekniği, hayatımızı birçok sahada değiştirmiş ve etkilemiştir. Geçen yüzyılın yansında metal ile ilgili deneylerde elektrik akımı uygulandığında, fizikçilerin havası alınmış cam tüplerinde garip ışıklar belirmekteydi. Bu olağanüstü olay bütün yönleriyle araştırıldı. Havasız bir ortamda, ampul teliyle pozitif elektrikle yüklü bir levha arasında dışardan manyetik bir güçle yönlendirilebilen bir "ışın" oluşturuyordu. Söz konusu ışın, bugün televizyon ekranlarında görüntüyü oluşturan "katot ışınları"dır. Bu ışınlar 1858 yılında Bonn'lu Prof. Julius Plücker tarafından ortaya çıkarılmıştır. Fizik bilgini Joseph John ise, 1897 yılında Cambridge Üniversitesi'nin laboratuvarında katot ışınlarının o zaman bile elektron



adı verilen parçacıklar olduğunu ispat etmiştir. Elektronların tesbiti de bugünkü teknolojinin temelini oluşturmuştur. Cambridge Üniversitesi'nde vakum pompalar ve cam macunları hakkında geniş bilgi sahibi olunması çok önemlidir. Bu bilgiler olmaksızın, Thomson'un buluşu da mümkün olmazdı.

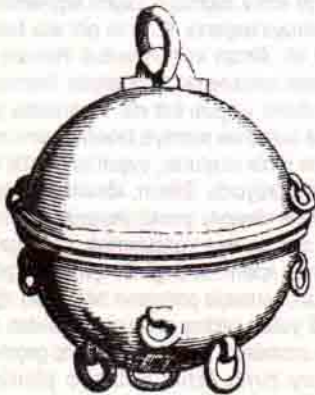
Henüz J.J. Thomson elektronla ilgili buluşunu yapmadan önce, 1895 yılında Würzburg'lu Prof. Conrad Wilhelm Röntgen katot ışınlarıyla ilgili bir deney esnasında, cam tüpün dışında, saydam olmayan yapıları geçme özelliğine sahip bir ışın keşfeder. Bu ışına "X ışını" adını verir. 1901 yılında bu buluşundan dolayı ilk olarak fizik Nobel ödülüne layık görülür. Vakum tekniği burada da büyük bir rol oynamaktadır.

Havasız ortamda imal edilen diğer sanayi ürünlerini gözardı etmek mümkün değildir:

- Oksijenin tesiriyle tadının bozulmaması için, kahve ve fındık, vakumize paketlenmeye tabi tutulur.
- Hassas gıda maddeleri ve antibiyotikler gibi biyolojik ilaçlar vakumize ortamda dondurularak kurutulurlar: Dondurma işlemi esnasında düşük bir hava basıncında maddenin suyu çekilir.
- Plastik parçaların dökümü, katılma esnasında hava kabarcıklarının bulunmaması için vakumize ortamda yapılır. Hava ve nemin etkisiyle malzemenin özelliğinin bozulmaması için, türbin pervaneleri gibi ağır yüke dayanma durumunda olan yapılar, krank mili, ventil ve makina parçaları yüksek vakumda dökülür ve kaynağı yapılır. Bilgisayar çipleri ve cam elyaf kasaların imalinde kullanılan arı silisyum da yüksek vakum ortamında elde edilmektedir.

• Çok ince metal yüzeyli metal parçaların veya cam ve plastik yüzeylerin buhar ile işlenmesi, ancak vakum sayesinde yapılabilmektedir. "Compact" diskler, farların reflektörlerindeki gümüş tabaka ve ince bir silisyum tabakası olan güneş enerjisini elektrik enerjisine çeviren (solar) hücreler bu şekilde üretilmektedir.

• Vakumize ortamda metallere yeni yapı malzemeleri elde edilmektedir. Böylece aşın sığağa ve soğuğa dayanıklı, oldukça sağlam ve izolasyonu mevcut maddelerden 5 kat daha iyi sağlayan, izole ve hafif yapı malzemeleri üretilmektedir.



EKİM AYI ÖDÜLLÜ SORULARININ CEVAPLARI

MATEMATİK:

1. İstenilen sonucu verilen herhangi bir (n, m) çifti için $i > n$, $j > m$ olmak üzere koşulu sağlayan bir (i, j) çiftinin varlığını kanıtlayarak göstereceğiz. Eğer böyle olmasaydı, belli bir (n, m) için $i > n$, $j > m$ olan her (i, j) çifti ya $a_i/a_j < 10^k$ ya da $a_i/a_j > 10^{k+1}$ eşitsizliğini sağlayacaktı. Birinci koşulu sağlayan bir (i, j) çifti alalım. a_p ile $10^k a_j$ 'den kesin küçük olan terimlerin en büyük indisini gösterelim (a_n) dizisi sonsuza kesin arttığından böyle bir p vardır. $n < i \leq p$ olduğundan dolayı $a_p/a_i < 10^k$ ve a_{p+1}/a_i oranı 10^k 'dan küçük olmadığından $a_{p+1}/a_j > 10^{k+1}$ eşitsizliğini elde ederiz. Buradan, $10^{k+1} < a_{p+1}/a_j < 10a_p/a_j$ ve $10^k < a_p/a_j$ elde edilir, ki bu bir çelişkidir. Dolayısıyla koşulu sağlayan sonsuz sayıda (i, j) çiftleri vardır.

2. Bir ABC üçgeninde dokuz nokta çemberinin merkezi OH üzerindedir. ABC, BHC, CHA, AHB üçgenlerinin dokuz nokta çemberleri ortak olup bu üçgenlerin çevrel çember merkezleri ve ortosantrileri sırasıyla O ve H, O_a ve A , O_b ve B, O_c ve C'dir. Böylece OH, O_aA , O_bB , O_cC doğruları ortak dokuz nokta çemberinin merkezinde kesişirler.

FİZİK

1. Sistemi paralel bağlanmış iki kapasitans

olarak düşünebiliriz. Birincisi iç ile dış küreler arasında, ikincisi ise dış küre ile uzaktaki toprak arasındadır. Birinci kapasitans $C_1 = 4\pi\epsilon_0 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right)^{-1}$, ikincisi ise $C_2 = 4\pi\epsilon_0 R$ olacaktır. Burada r ve R , iç ve dış kürelerin yarıçapları, ϵ_0 ise havanın geçirgenliğidir. Dış kürenin toprağa göre potansiyeli $V = Q/(C_1 + C_2) = 225$ volt olur.

2. Ampul ve R_2 üzerinde 4.5 volt olması gerektiğinden, R_1 üzerinde 1.5 volt olacak ve dolayısıyla bataryadan geçen akım $1.5/R_1$ olacaktır. Bataryanın verdiği güç $6 \times (1.5/R_1)$, ampulün çektiği güç ise $(4.5)^2/2$ şeklinde yazılabilir. Verim = ampuldeki güç/bataryanın verdiği güç = 0.6 denkleminde, $R_1 = 0.53$ Ohm olarak bulunur. R_1 'den geçen akım = $1.5/0.53 = (4.5/2) + (4.5/R_2)$ olduğundan $R_2 = 8$ Ohm değeri bulunur.

EYLÜL AYI SORULARINI DOĞRU CEVAPLAYANLAR

MATEMATİK:

Alper Halbutoğulları, Deniz Yuret, Yılmaz Karataş, Zekeriya Güney (İzmir), Buyurman Baykal, Metin Çakanyıldırım (Ankara), Murat Sınan Aygün (Kayseri), Özgür Akkuyu (İstanbul).

Fizik sorularını doğru cevaplayan okuyucumuz yok.

EKİM AYI SORULARINI DOĞRU CEVAPLAYANLAR

MATEMATİK: Suknet Noyanoğlu (İstanbul),

Buyurman Baykal (Ankara), Ergün Yalçın (İzmir)

FİZİK: Mehmet Gökçedağ (Ankara)

• Vakumize ortamda plastik, seramik, titan (beyaz, sert, parlak metal) ve demir olmayan metaller gibi, kaynağı zor yapılan malzemeler oksijen olmadığı ve dolayısıyla engel durumundaki pas oluşmadığı için kolayca bağlanabilmektedir.

• Gerçeğe en yakın bir şekilde denemesi gereken uyduların ve roket parçalarının içinde bulunduğu, uzayın taklit edildiği mekânlarda da, çok iyi bir yüksek vakuma ihtiyaç vardır. Bu büyük mekânları havasız bırakmak için 1/120.000 lt/sn emme kapasitesi olan pompalar kullanılmaktadır. Elektromikroskoplar ve kütle spektrometreleri (tayf ölçme cihazı) gibi, modern analiz cihazları da vakum sayesinde çalışabilmektedir.

300 yıl kadar önce Otto von Guericke'yi meşgul eden "yıldızlar arasındaki alan gerçekten boş mu?" sorusuna bugünün bilginlerinin cevabı nedir? Doğada tam anlamıyla bir vakumize ortam var mıdır, yoksa "horror vacui" teorisindeki gerçek payı nedir?

Bugün için laboratuvarında 1 cm³'de 100 atomun bulunduğu bir vakum oluşturulabilmektedir. Tahminlere göre, yıldızlar arasındaki alanda ancak bunun 1/10.000'i kadar bir madde mevcuttur. Ama bu onun boş olduğunu mu gösterir?

Biz uzayın nötr zerreçiklerle ("neutrino" = kütsüz element zerreçikleri) dolu olduğunu biliyoruz. Yani uzayın boş olmadığı bir gerçek. Ya mikroközmos? Atomların dünyasında ise, sadece atom çekirdekleriyle zannı birbirine bağlayan kuvvetli elektromanyetik alanlar olmayıp, dalga veya zerreçik olarak nitelendirilen elektronlar da uçuşmaktadır. Öyleyse burada da bir vakumdan söz etmek mümkün değildir.

Yüzyıllar süren vakum araştırmaları büyük başarılarla sonuçlanmışsa da, bir anlamda Aristo'yu haklı çıkarmıştır: "Doğada tam anlamıyla boş bir mekân yoktur".

Kosmos'dan çev.: Ahmet KARAMERCAN

Tüketimde olduğu kadar üretimde de dünyanın bir parçası olmalıyız.

ATATÜRK