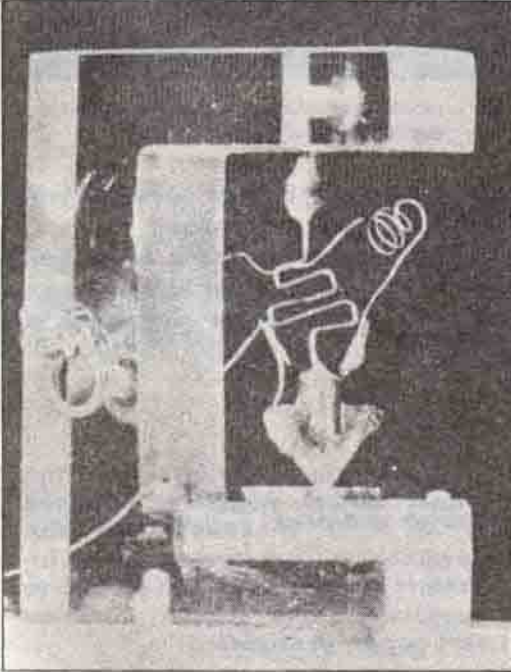


20. YÜZYILI YARATAN BULUŞLAR

KATI—HAL'E DOĞRU

Elektronik alanında transistör ve bununla ilişkili diğer katıhal gereçlerinin bulunuşuyla gerçekleşen devrim ve yenilikler, bu konuda çalışmaların ilk günlerde düşlediklerinin sınırlarını bile çoktan aşmıştır. Transistörlerin radyo, TV ve işitme cihazlarındaki vakum tüplerinin (vacuum tube) yerini almakla kalmayıp; bilgisayar, iletişim, tıbbi elektronik ve endüstriyel denetim alanlarında vakum tüpleri kullanıldığında olanaksız olan bir çok yeni uygulama alanlarının doğmasına yol açmıştır.

Transistör, tıpkı vakum tüpü gibi, elektrik akımını denetleyen bir elektriksel musluk görevi yapmanın yanı sıra, elektrik sinyallerini amplifiye (yükseltir) eder. En basit hazırlanmış bir yarıiletken (semiconductor) bloğunun (veya chipinin) çeşitli kısımlarında buluna üç metalik bağlantı ayağı



Germanyum kullanılarak gerçekleştirilen ilk transistör.

Tarihin hiç bir dönemiyle kıyaslanamayacak gelişmelere sahne olan yüzyılımızı yaratan buluşları sergilemeyi amaçladığımız dizimizin bu son bölümünde, transistör, hücre yapısı ve laser konularında bilgiler aktarıırken, insanlığın daha iyiye doğru gelişimini sürdüreceği yolundaki inancımızı tekrarlıyoruz.

vardır. Bağlantıların ikisinde geçen bir akım üçüncüye uygulanan bir voltajla denetlenebilir. Bugün kullanımında bulunan bir çok transistör çeşidi iki temel yapı tipi gösterir; alan-etkisi (fieldeffect) ve bipolar. İki tipin de farklı oldukları alan akımının denetlenmesidir.

II. Dünya savaşından sonra Kuantum kuramı katıların özelliklerini, atomik ve elektronik yapılarından yola çıkarak anlama olanağını vermiştir. Bell laboratuvarlarında yürütülen çalışmalarda düzenli bir uğraş sonunda katıların özelliklerinin anlaşılmasının gelişmiş iletişim sistemlerinde kullanılacak yeni gereçler hazırlanmasına olanak vereceği görüşü hakimdi ve yarı-iletkenler üzerinde araştırmalar bu çalışmanın önemli bir bölümünü oluşturmaktaydı.

Transistörün buluşçuları Walter Brattain, William Shockley ve John Bardeen dışında, yarı-iletken araştırma grubu fizikçi Gerald Pearson ve kimyacı Robert Gibson'dan oluşuyordu. Gruptakilerden hiçbiri savaş yıllarından yarı-iletken üzerinde çalışmamıştır. Bir grup oluşturulmasının nedeni de buydu. Tüm, silikon ve germanyumun radarlarda dedektör olarak kullanılmasından etkilenmişlerdi. Vakum tüpleri yüksek frekanslarda çalışmadığı için tüm çaba, radyonun ilk zamanlarında kullanılan kedi-bıyığı dedektörlerini (cat'swhisker detectors) geliştirmeye harcandı. Kedi-bıyığı dedektörü, düğün bir bağlantı sağlamak üzere, yarı iletken bir yüzeyle temas eden ince bir tel içeriyordu ve böylece akım bir yönden kolayca geçerken, ters yöne geçerken bir dirençle karşılaşılıyordu. Savaştan hemen önce, önceleri bu aletle kullanılan galen kristalleri yerine daha üniform ve güvenilir bir madde üzerinde çalışılmıştı. En uygun madde olarak da silikon görünmekteydi. Çalışmalar silikon ve germanyum üzerinde yoğunlaştırıldı.

Sıra yarı-iletkenlerdeki elektrik iletimine gelmişti. Yarı-iletken maddenin, eklenen bazı elementlerle safsızlaştırılması (impurification) sonucu N-tipi ve P-tipi iletim şekilleri oluşturuldu. PPM (parts per million) düzeyinde eklenen elementler (örneğin fosfor veya boran) silikon veya germanyuma eklendiklerinde istenen özellikleri sağlıyorlardı.

1945 yazında Shockley, ince bir yarı-iletken tabakasındaki akım taşıyıcılarının sayısını, tabakaya paralel bir dış elektrik alanı uygulamasıyla denetlemeyi önerdi. Bu, alan-etkisi

transistörün temel prensibiydi. Böylece büyültme (amplifikasyon) etkisi de sağlanacaktı. Ancak denemeler başarısızlıkla sonuçlandı.

Sorunun çözümü Gibney'den geldi. Yarı-iletken yüzeyi ile temas eden bir elektrolite kontrol voltajı uygulandığında, yüzey-etkisi geçerlik kazanıyordu.

Transistörün temel yapısı şekillenmişti. Ancak ortaya çıkan yeni sorun, elektrolit kullanılması sonucu, büyültmenin yalnızca çok düşük frekanslarda gerçekleşmesiydi. Elektrolit yerine germanyum oksit tabakası denendi. Fakat bu da işe yaramadı. Sonunda denenen kedi bıyığı bağlantısı işe yaradı. Transistörün büyültmesi X 50 oranındaydı. İlk adımla "transresistör" yani transistör artık hazırды.

İlk kez 1950 yılında NPN transistöründe iki N tabakası arasında ince bir P tabakası vardı. Aralarındaki bir metal bağlantı ile N tabakası yayıcı, diğeri toplayıcı ve P tabakası da temel işlevi görüyordu. Bugünün tüm hipolar transistörleri bu tip bağlantı transistörleridir.

1960'lerden başlayarak bir tek chip üzerine konabilen devre bileşenleri her yıl iki katına çıktı. Şimdilerde bu sayı bir milyon kadardır ve paranın değer yitirmesine rağmen bir chip'in fiyatı hemen hemen aynı kalmıştır.

HÜCRENİN BEYNI

Bütün gizemine karşın, biyoloji günlük yaşantımızın vazgeçilmez bir parçası haline geldi. 1950'lerden önce canlı maddelelerin işleyiş şekilleri hakkındaki bilgilerimiz çok yüzeysel idi. Fakat 1953 yılında James D.Watson ve Francis Crick tarafından DNA yapısının açık bir şekilde ortaya konması ile biyolojik sistemler anlaşılıp açıklanabildi; daha da önemlisi insanlar bu bilgiler ile doğaya hükmetmeye başladılar. Bu buluşun büyüklüğünü anlamak için canlı sistemlere iki yaklaşımı incelememiz gerekir. Bunlar, biyokimyasal-fizyolojik ve genetikdir.

Biyolojiye biyokimyasal-fizyolojik yaklaşım 19. yüzyıllarda başlayan ve bugün de devam eden başarılı bir olaydır. Bilim adamları, yaşayan organizmaları fabrikalar gibi görmekte ve bu tür makinaları tek tek inceleyerek, onların nelerden yapılmış olduklarını, nasıl çalıştıklarını ve nasıl bir arada işler gördüklerini anlamaya çalışmaktadırlar.

Diğer taraftan genetik yaklaşım, işin mekanik yönünden çok, bilgi ve bunun aktarımı ile ilgilenebilir. Bir fabrika ile benzetme yapılacak olursa; genetik yaklaşımında ilgi alanı makinalar değil, onları tasarlayan ve analiz eden bilgisayarlardır.

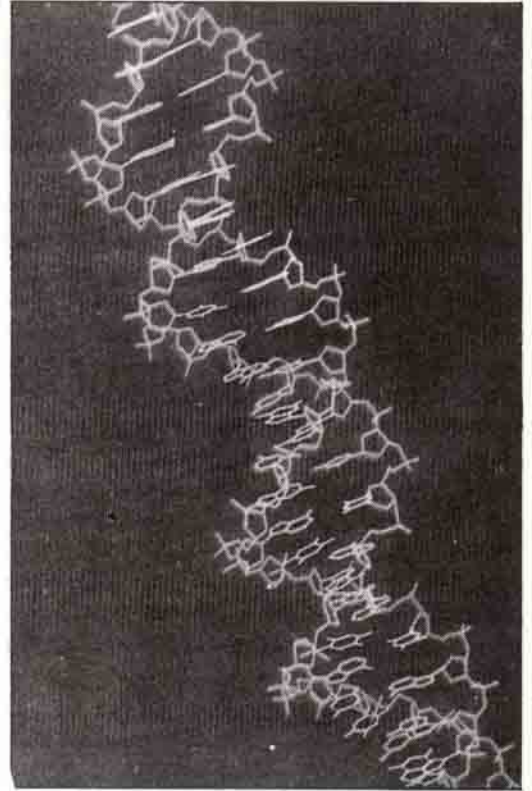
Biyolojide, sözü geçen fabrika hücredir. 19. yüzyıl biyologları canlı sistemlerin hücre denen alt birimlerden oluştuğunu tahmin ediyorlardı. 20. yüzyılda biyologlar hücrenin içinde geçen olayları ve yapıları incelemeye başladılar. Hücreler çok karmaşık yapıları ve bunların organizasyonlarının nasıl olduğu bilinmiyordu. Yani araştırmacılar hücrenin beynini araştırıyorlardı.

Bunun cevabı 19. yüzyılda Gregor Mendel'in yaptığı deneyler ile belirmeye başladı. Mendel deneylerinde, bezelyelerin renk ve yapı gibi kalıtsal özelliklerinin, bugün gen diye adlandırdığımız birimlerin kontrolü altında olduğunu anladı. Daha sonraki araştırmalar bu genlerin, hücrenin çekirdeğinde (nucleus), kromozom denen yapılarda yerleşmiş olduğunu gösterdi. Hücrenin beyni bulunmuştu; fakat yapısı ve organizasyonu hâlâ gizemini korumaktaydı.

Genler üzerine yapılan birçok araştırma sonunda yeni bilgiler edinilmişti; biyokimyacılar ve fizyologlar hücrenin yapısı konusunda epey yol almışlardı; fakat bunlar arasındaki bağlantı kurulmamıştı. Watson ve Crick bu bağlantının kurulmasını sağladılar.

Onlar biyokimya genetik maddeyi analiz etmek amacıyla kullandılar. Genleri oluşturan madde belli değildi ama 1943 yılında Oswald Avery tarafından yapılan deney, genetik bilgilerin aktarımında DNA'nın (deoksi bonokleik asit) etkili olduğunu düşündürüyordu. Ayrıca Watson ve Crick, DNA yapısını mikroskopta incelemek düşüncesindeydiler. Ancak mikroskopta gün ışığı değil, X-ışınları kullanıldı.

X-ışını kristalografisi diye bilinen metot ilk defa 1912'de tuzlara uygulandı, daha sonra 1930'larda daha büyük mole-



Bilgisayar çizimi DNA

küller üzerinde de denendi. 1950'lerde Londra'da Rosalind Franklin ve Maurice Wilkins, DNA'nın resmini almayı başardılar. X- ışınları resimleri, odaklayacak hiçbir merceğe olmadığından, gün ışığında alınanlardan çok farklıydı. X- ışınlarında matematik, merceklerin yerini almakta ve olası şekil bu şekilde hesaplanmaktadır.

Watson ve Crick, X- ışını ile ortaya çıkan görüntüleri değerlendirdiler ve DNA'nın çift sarmal iki zincirden oluştuğunu ortaya koydular. Bugün bilim adamlarının DNA'nın detaylı yapısı hakkında yeni tartışmalara girmelerine karşın Watson ve Crick'in modeli hemen hemen tamamen kabul edilmiştir.

Genler birbirini tamamlayan iki zincirde bulunan dört kimyasal ünitenin (adenin, timin, guanin, sitosin) peş peşe dizilmesinden oluşmuştur. Bu üniteler organizmanın büyümesi ve üretmesi için gerekli bilgileri saklamaktadırlar. Bu bilgiler dört harfli bir alfabe ile kodlanıp saklanmaktadır. Karşılıklı bulunan ve birbirini tamamlayan iki zincirden oluşan çift sarmal, böylece genlerin hatasız bir şekilde kopyalarının çıkarılmasını olanaklı hale getirmektedir. Genler bir teyp bandına benzetilebilir. Öyle ki bu bandın üzerinde bu dört harfli alfabe ile bilgiler kodlanmıştır ve her genin başlangıç ve bitiş şifrelerle belirlenmiştir.

DNA'nın yapısının iyice anlaşılması ile fizyoloji ve genetik arasındaki bağlantı da kurulmuş oldu. Hücrenin beyini bir teyp okuyucusu işlevi görmekte ve yapısında bulunan bilgileri hiç bir hata yapmaksızın üç boyutlu proteinlere çevirmektedir.

Son onbeş yılda gelişen teknikler sayesinde, DNA yığınlarında bulunan bilginin anlayabileceğimiz şekle dönüştürülmesi, bilgisayarların da yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

DNA'nın yapısının çözülmesi, modern biyolojinin devminin başlangıcıdır. Yirmi yıl içinde bilim adamları DNA'yı çoğaltacak, DNA'yı kesecek ve DNA'yı yamayacak proteinler buldular. Bu buluşlarla analiz bilimini sentez bilimi haline çevirdiler. 1974'ten sonra yapılan çalışmalar daha ilginçtir. Bir hayvandan alınan bir grup gen diğer bir hayvana verilmiştir. Özellikle bir insandan alınan genlerin bakterilere, mayalara veya virüslere verilmesi önem taşımaktadır. Bu tek hücreli basit canlıları kullanabilmek bize iki yönde yardımcı olmuştur; birincisi verilen genlerin daha detaylı incelenmesine olanak sağlanmıştır, diğer taraftan kodu genler tarafından belirlenen bir ürünün bir fabrikadaki gibi üretimi mümkün olmuştur.

Her geçen gün yeni bir zafer kazanılmaktadır. Kanser genleri keşfedildi, bağıışıklık çözüldü, belki de kanser tedavisinde kullanılabilecek olan antiviral proteinler; yani interferon üretildi. Bunlar sadece ümit ışıklarıdır, büyük buluşlar yoldadırlar.

Büyük bir olasılıkla, biyolojinin en gizemli konusu olan

sinir sistemi de on-yirmi yıl gibi bir sürede çözülebilecektir. Biyolojik yapı ve fonksiyon hakkındaki bilgilerimizle yeni ilaçlar, kimyasal üretimde yeni metotlar ve belki de yeni enerji üretim metotları ile yeni mekroelektronik devreler ortaya çıkacaktır.

Herkes bu yeni buluşların insanların hizmetine sunulmasından çok mutludur. Bu, insanların çevrelerindeki maddeleri ve aynı zamanda canlıları kontrol altına aldığıının bir göstergesidir. Bu güç, pratik kullanımın yanında derin felsefi konulara da dokunmaktadır. Çevremizi ne dereceye kadar kontrol altına alabileceğiz? Müdahalemizin son etkileri konusunda ne kadar bilgiliyiz?

Çok hücreli canlıların genetik yapılarına yön verebilmek, tek hücrelilere göre çok daha zor olmasına karşın, kendi genetik yapımıza yön verebilmekteyiz. Bu, gen mühendisliği denen bir bilginin doğmasına ön ayak olmuştur.

Genetik mühendisliği tedavi edici (therapeutic) ve vücuda ait (somatic) olmak üzere ikiye ayrılabilir. Tedavi edici olarak, kalıtsal hastalıklardan bulunan hücrelere yön verebilmekte, bunları iyileştirmekte; fakat gelecek kuşaklara geçecek olan genlere etki edememektedir. Yakın bir gelecekte kırmızı kan hücrelerinde hastalık taşıyanlar tedavi edilebilecektir.

Bunun yanında ikinci tip genetik mühendisliği, bir kuşaktan diğer kuşuğa geçen genlerin kontrolü ile uğraşmaktadır. Bu işlem, anne ve babalarında bulunan genetik hastalıklardan çocukları koruyabilecektir.

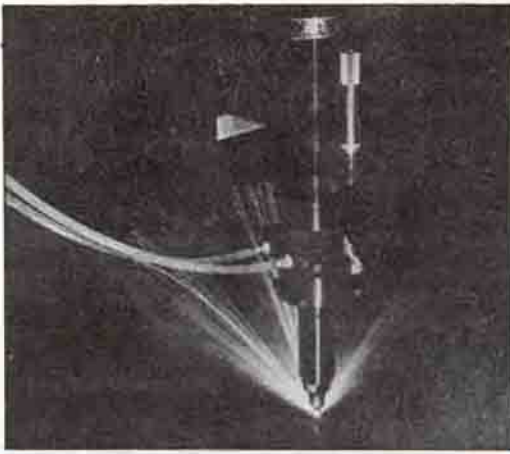
Kalıtsal genlerin değiştirilmesi hipotetik bir olasılıktır; fakat deneysel sistemlerden bildiğimiz kadarıyla bugün uygulanabilir bir işlem değildir. Bir metodu uygulanabilir olması için, iyi olan genlerin kötüleriyle yer değiştirmesi gerekir. Gerçek şudur ki, istediğimiz genlerin, istediğimiz yere yerleşip tam olarak istediğimiz işlemleri yerine getirmesi için gerekli olan bilgiye henüz tam sahip değiliz.

Moleküler biyoloji henüz genç bir bilim dalıdır. 31 yıl önce blunan DNA'nın yapısına dayanmaktadır. İnsan hastalıkları üzerine bazı uygulamaları vardır. Gelecek için ümit veren ve araştırmacıların dikkatini üzerine çeken çağımızın yarattığı yeni bilimlerden biridir moleküler biyoloji...

20. YÜZYILIN IŞIĞI: LAZER

Lazer olayının kuramcılarında Charles H. Townes, fizik ve kimya alanlarında son derece duyarlı analizler yapmaya olanak sağlayacak bir kısa dalgalı ve çok yüksek frekanslı radyo dalgası üzerinde düşünürken, lazerin bugünkü kullanım alanlarını hayal bile edemiyordu. Oysa bugün lazer, silah teknolojisinden cerrahiye, iletişim teknolojisinden süpermarketlerdeki optik kasa okuyucularına dek pek çok alanda kullanıma girmiştir.

Atom ve moleküller, ışınımı (radiation) ışık, radyo dalgaları veya ısı olarak soğurmaktadırlar. Işınım atomları bir



Karbondioksit laseri, 2.5—20 cm kalınlığındaki çelik tabakaları, saniyede 5 cm. hızla kesebilir.

enerji düzeyinden daha yüksek bir enerji düzeyine çıkarmaktadır. Bu yolla uyarılan atomlar kendiliklerinden daha alt bir enerji düzeyine düşebilmektedirler. Bu durumda bir miktar ışınım enerjisini ve elektromanyetik ışınımı, genellikle dış çevreye vermektedirler. Bu, güneşin ışık yayma düzeneğinin de ta kendisidir.

Einstein'in 1917 yılında ortaya attığı "Işınımın Uyarılmış Yayılması" kuramında bu olay açıklanmaktadır. Eğer atomların bu davranışı doğal olarak olursa, örneğin siyah bir kağıdın bir yüzüne çarpan ışık, diğer yüzden daha güçlü bir şekilde ayrılacak ve yayılacaktır. Lazerde olan da budur. Fakat bu olağandışı davranış olağandışı bir durumu gerektirmektedir: Uyarılmış enerji düzeyindeki atomların sayısı düşük enerji düzeyindeki atomların sayısından fazla olmalıdır.

Townes'a göre o zaman kullanılan vakum tüplerinin oluşturabileceğinden daha kısa dalga boyları elde etmek için atom ve molekül denen hazır gereçlerden başka malzeme yoktu. Belirli kritik boyutlardaki bir bölmede bu etki yaratıldığında, uyarılmış ışınım güçlenecek, düzgün ve yoğun bir hale dönecekti.

Akademik tartışmalar yeni bir terminolojinin doğmasına yol açtı. Işınımın uyarılmış yayılması sonucu oluşan mikrodalga büyütmesi (amplification) için "mazer", kızılaltı (infrared) büyütme için "iraser", ışık büyütmesi için "laser" ve X-ışını büyütmesi için "Xaser" isimleri türetildi.

Yeni büyütme düzeneğini kullanmak için hazırlanan ilk alet amonyum gazı kullanılarak hazırlanan bir mazerdi. Amonyumun kullanılma nedeni mikrodalgalarla en çok etkileşime giren madde olmasıydı. Amonyum moleküllerinin doğal titreşimi (vibration) sonucu oluşan ışınımın frekansının saflığı saatlerin dakikliği örnek verilerek anlaşılabilir. 1950'lerin or-

taalarında, yani amonyum mazeri ilk yapıldığında, en dakik saat saniyenin milyarda bir oranında bir dakiklik oranına sahipken, bugün bir hidrojen mazeri yüz trilyonda bir oranında bir duyarlılığa sahiptir. Mazerler, günümüzde, uzayda uzak mesafeler arası iletişimde (communication) kullanılmaktadırlar.

1958 Eylül'ünde ise, Arthur Schawlow'un geliştirdiği, her ucunda bir ayna bulunan bir bölme sayesinde, çok kısa dalga boyları elde etmek olası kılındı.

Kamuoyunda hızla bir "ölüm ışını" kavramı yayıldı. Lazerlerin gerçekten yaralayıcı özellikleri vardır. Zayıf bir lazer bile göze odaklandığında retinayı harap eder. Ancak tabanca, tüfek gibi diğer silahlar hâlâ daha ucuzdur, yapımları ve kullanımları daha kolaydır. Üstelik çoğu kez daha etkilidirler.

Aslında lazer çok etkilidir. Çünkü lazer ışını, kaynağından dağılmadan, bir doğrultuda gider. 1 watt'lık ışık yayan bir lazer, 100 watt'lık bir ampulün yüzde biri gücündedir. Ancak bir lazer Ay'a doğrultulduğunda Ay'dan saptanabilir. Oysa en büyük kentlerimizdeki tüm ışıklar bile bu uzaklıktan saptanamazlar.

Bazı lazerler ise saniyenin 10 milyarda biri kadar sürede bir trilyon watt'lık enerji oluşturabilirler. Bir mercekle bu enerjiyi cm^2 başına 100 milyon x milyon x milyon watt düzeyinde odaklaştırabilir. Bu ise, atomlar dahil, her şeyi eritebilecek bir güçtür.

Lazerin bu özelliği onun çabucak bir endüstriyel gereç haline dönüşmesini sağlamıştır. Örneğin bir çelik kütesinin yüzeyinde istenildiği kadar derin bir kısmını eritebilmekte, üstelik eriyen kısmın altındaki çelik kütesi hâlâ soğuk ve etkilenmemiş olarak kalabilmektedir. Uzaklık ölçümünde, tıpta cerrahi alanında ve en önemli olarak da iletişim teknolojilerinde olağanüstü bir yararlılığa sahiptir. İnsan saç telinin onda bir kalınlığındaki bir ışık ışını dünyadaki tüm radyo, TV ve telefon iletişimini, hiçbirine karıştırmaksızın taşıyabilir.

Keşfedilmiş olmasına ve öneminin anlaşılmasına rağmen konu henüz tamamen açıklığa kavuşmamıştır ve daha öğretilen pek çok şey vardır.

**SCIENCE 85'den çevirenler:
Alp USUBÜTÜN—Hakan SEÇKİN**

SİZ OLSAYDINIZ ?

(Satranc Dünyası'ndaki soruların yanıtları)

Çözüm I: 1. Kh8 Şxh8 2.Vx18 Kg8 3.Vh6 mat [Johansson-Tegelman, 1935]

Çözüm II: 1..Kf3 2.Fxf3 Vxf3 3.Şh2 Vh3 mat [Yates-Nimzowich, 1923]

Çözüm III: 1.Vxg7 Kxg7 2.Kf8 Kg8 3.Kxg8 mat [Marshall-Treybal, 1930]