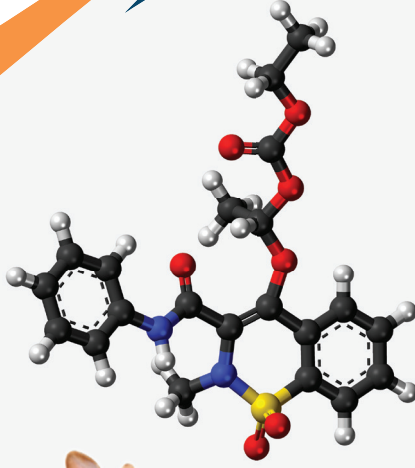


VETERİNER KLİNİK BİYOKİMYA



Prof. Dr. Handan MERT

Prof. Dr. Nihat MERT

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi

© 2023 MARMARA NOBEL TIP KİTABEVLERİ SAN. VE TİC.LTD.ŞTİ.

VETERİNER KLİNİK BİYOKİMYA

Prof. Dr. Handan MERT

Prof. Dr. Nihat MERT

ISBN:

5846 ve 2936 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri yasası hükümleri gereğince herhangi bir bölümü, resmi veya yazısı, yazarların ve yayıncısının yazılı izni alınmadan tekrarlanamaz, basılamaz, kopyası çıkarılamaz, fotokopisi alınamaz veya kopya anlamı taşıyabilecek hiçbir işlem yapılamaz.

Yayımcı	: MARMARA NOBEL TIP KİTABEVLERİ SAN. VE TİC.LTD.ŞTİ. Başbüyük Cad. No: 22/B Maltepe - İstanbul
Yayımcı Sertifika No	: 48567
Baskı / Cilt	: No-bel Matbaacılık San. Tic. Ltd. Şti. Akçaburgaz Cad. No: 24/1 Esenyurt-İstanbul
Matbaa Sertifika No	: 46069
Sayfa Tasarımı - Düzenleme	: Nobel Tıp Kitabevleri - Şule Özdonakalan
Baskı Tarihi	: Mayıs 2023- İstanbul



MARMARA NOBEL TIP KİTABEVLERİ SAN. VE TİC.LTD.ŞTİ.

Merkez Maltepe

Başbüyük Cad. No: 22/B Maltepe - İstanbul

Tel : 0 216 397 01 30

Faks : 0 216 397 01 40

www.marmaranobeltip.com



Sayın Hocam Necla Evren Hanımefendi'ye saygıyla ithaf....
Yolumuzu aydınlatıp, bizleri ÷lkemizin geleceğine çağdaş
bilgi, sevgi ve şefkatla uğurladınız,sizleri hiç unutmadık.
İyiki hayatımızda vardınız.

ÖNSÖZ

Veteriner Fakültelerinde laboratuvar disiplini ve klinik hekimliğine giriş Biyokimya der-si ile tanışınca başlar. Öğrenci klinik laboratuvar alet ve tekniklerini, kalitatif tayinleri, kantitatif değerlerin anlamını, bazı hastalık isimlerini ve bunların kan ve idrar bileşimine etkilerini öğrenir. Henüz ikinci sınıfta olduğu halde yoğun şekilde hekimliğimizin doğa-sını anlamaya çalışır.

Bu kitapla öğrencilerimize iki çeşit fayda sağlamak amaçlanmıştır. Birincisi, ilk 2 se-nede Biyokimya uygulamaları sırasında yapılan tüm deneyleri içermesi, ikincisi ise diğer sınıf öğrencilerimize ve Veteriner Hekimlere küçük hayvanlarda klinik biyokimyasal yo-rumları sunmasıdır. Ki bu haliyle veteriner klinisyenler için çok iyi bir başucu kitabıdır. Kapsamın oldukça geniş tutulması nedeniyle hala yazım ve dizim hatası bulunabilir. Hoş-görü ile karşılayacağınızı umarım.

Bugünlere gelmemizde emeklerini desteklerini hala hissettiğimiz ailelerimize , aka-demik hayatta bizlere emek veren değerli öğretmen ve hocalarımıza, ayrıca bu kitabın yazımı ve düzeltilmesi büyük emeği geçen oğlum Prof.Dr.Süha Orçun MERT 'e teşekkür etmeyi zevkli bir görev biliriz.

Prof. Dr. Handan MERT

Prof. Dr. Nihat MERT

İÇİNDEKİLER

KISIM 1 **Biyokimya** 1

Biyokimya Nedir?	3
Bölüm 1. Hayatın Kimyasal Yapısı	7
Bölüm 2. Biyomoleküller	28
Bölüm 3. Kan Analizleri	135
Bölüm 4. Vitaminler	148
Bölüm 5. Biyokimyasal Teknikler ve Aletler	163

KISIM 2 **Klinik Biyokimya** 187

Bölüm 1. İdrar Analizleri	189
Bölüm 2. Metabolitler	232
Bölüm 3. Klinik Enzimoloji	238
Bölüm 4. Elektrolitler.....	315
Bölüm 5. Bozukluklar ve Uygun Testler	334

BİYOKİMYA

BİYOKİMYA NEDİR?

Biyokimya, biyolojik olayları açıklamak için kimyasal prensip ve tanımları, ifadeleri, prensipleri kullanan bilim dalıdır. Özellikle 1950 yılından itibaren biyokimyasal önemli gelişmeler olmasına rağmen son yüzyılda bu bilimle uğraşanlar bakteri, bitki ve insanlarda aynı kimyasal maddeleri bileşikleri ve aynı merkezi metabolik işlevleri, geçitleri ve yolları kullanan biyolojik olayları keşfettiler. Özel bir organizmada inceledikleri olayları, daha sonra geniş bir yelpazede diğer canlılar için tasarlayıp uygulayarak çok farklı yaşam biçimlerini detaylı olarak analiz etmeye, onların yaşam şekillerini ve ortama uymak için verdikleri gayreti çözmeye çalışmışlar, canlı kalabilmek için modifiye ettikleri veya keşfettikleri metabolik düzenlemeleri açıklamışlardır.

Birçok araştırmacı ve öğrenci için insan biyokimyasıyla ilgilenmek veya çalışmak çok cazip olmuştur. Çünkü hastalık, beslenme, genetik gibi popüler konular daima ilgilerini çekmişlerdir. İnsan dışındaki canlılardaki biyokimyasal olaylar ve edinilen bilgiler insanlardaki sebebi bilinmeyen birçok olayı aydınlatmada önemli yer tutmuştur. Yani yapılan çalışmalar ilgili canlıyı anlamaya yardımcı olsa da son hedef insanlık olmuştur.

Biyokimyayı geniş bir perpektifte, boyutta anlamak için temel biyokimyayı, ana prensipleri bilmek gerekir. Bu sayede hayatın temel doğasını moleküler düzeyde anlarken, canlılığın değişimini, geçirdiği evrimi, canlılardaki çeşitliliğe nasıl katkı yaptığı gibi konuları aydınlatır

MODERN BİR BİLİM

Geçmişte organik kimya veya fizyolojinin bir alt ünitesi olarak kabul edilen biyokimya hastalıkların mekanizmasının aydınlatılmasındaki olağanüstü katkısı, genetik bilgi ve biliminin gelişmesi, DNA ve RNA konusundaki laboratuvar çalışmalarının hergün hayranlık verecek şekilde artması, klinik biyokimyasal parametrelerin medikal olarak vazgeçilmez olması, multienzimatik enzim komplekslerinin keşfedilip bazı

ana metabolik olaylarda anahtar görevinin ispat edilmesi, biyokimyanın **modern bir bilim** olarak, yukarıda sözü edilen bilimlerde ayrılıp layık olduğu şekilde ayrı bir bilim olarak değerlendirilmesine yol açmıştır. Günümüz şartlarında ilgili olmadığı bir biyolojik veya medikal konu bulunmamakta, yeni anlayışla yeni alt bilim dallarının kurulmasına yol vermektedir.

1900 yılında önce temel biyokimyasal prensiplerin anlaşılmasında örneğin moleküllerin atomik bileşimleri veya reaksiyon kinetikleri gibi bazı konularda çok hızlı gelişmeler kaydedilmiştir. 19. Yüzyılın sonunda ise canlı organizmalar tarafından üretilen birçok madde tanımlanmış ve bilim camiasına tanıtılmıştır. Bu olayları takiben biyokimya organize bir bilim olarak canlılık ve yaşam içinde yer alan birçok işlemi aydınlatmıştır. Yirmibirinci yüzyılda ise şaşırtıcı bir hızla büyüyerek hemen hemen tüm biyolojik-medikal bilim dallarını etkilemeye devam edecektir.

1828 yılında Friedrich Wöhler amonyum siyanatı ısıtarak organik bileşik olan üreyi sentezlemiştir. Bu ilk defa basit inorganik maddelerden canlılarda önemli olan bir organik maddenin sentez edilmesi deneyidir. Organizmanın dışında da biyolojik maddelerin sentezi ve parçalanmasının aynı fiziksel ve kimyasal kanunlara bağlı olduğu gösterilmiştir. Bundan sonra organik bileşiklerin sadece canlı organizmalarda meydana gelebileceği fikrinden vazgeçilmiştir. Bu keşiften sonra birçok bilim adamı üre sentezi tarihini, biyokimyanın başlangıcı olarak kabul eder. Ancak üniversitelerde biyokimya departmanlarının kurulması için 75 yıl daha geçmiştir. Louis Pasteur (1822-1895), mikrobiyolojinin kurucusu ve germ teorisinin aktif bilim adamıdır. Pasteur'un bakterilerin ya da mikropların gerçekten var olduklarına ve bunların hastalıklara yol açabileceğine olan inancı tamdı. 1847 de fizik ve kimya dalında doktora derecesini alan Pasteur, bu yıllarda izomerlik, kristal yapı ve optik etkinlik konularındaki çalışmalarıyla adını duyurmayı başardı. Kendisi stereoizomerleri keşfederek biyokimyaya çok değerli katkılar yapmıştır.

Biyokimyanın gelişmesinde iki önemli keşif veya aydınlatma yer tutar. Birincisi enzimin katalist olarak etkisinin açıklanması, diğeri de nükleik asitlerin genetik bilgi taşıyan molekül olduğunun keşfedilmesidir. Protein ve nükleik asitlerin büyük molekül ağırlıkları ile tanımlanmaları, karakterize edilmelerindeki güçlükler ancak 20.yüzyılın ilk çeyreğinde aşılabılmıştır. Modern teknolojinin biyokimyasal ve biyo-medikal mühendisliğin gelişmesi protein ve nükleik asitlerin, yapıları ile biyolojik fonksiyonlarının nasıl ilişkili olduğunu açıklamıştır.

İlk önemli gelişme enzimlerin biyolojik reaksiyonlarda katalizör olarak görev yapmasının keşfidir. Bu konuda Eduard Büchner'in çalışmaları önemlidir. Alman, kimyacı alkolik fermentleşmenin fizyolojik değil kimyasal bir süreç olduğunu göstererek 1907' de Nobel Kimya Ödülü'nü almıştır. 1897 yılında Büchner maya hücrelerinin glukozu alkol ve karbondioksit'e fermente ettiğini göstermiştir. Bu tarihe kadar bilim adamları sadece canlı hücrelerin böyle kompleks biyolojik reaksiyonları katalize edebileceğine inanıyorlardı. Zaten Büchner hücresiz fermentleşme üzerine çalışmasıyla Nobel almıştır.

Daha sonra Emil Fischer, karbonhidratlar ve fermentler üzerinde araştırmalar yaptı. Fermentler ile şekerleri birlikte inceleyerek birincilerin spesifik etkilerini ortaya koymak suretiyle kimya ile biyoloji arasında bir ilişki kurdu ve bu incelemeleri stereokimya araştırmalarına bağladı. 1887’de elementlerinden başlayarak sentez yoluyla früktoz, glikoz ve bazı yeni şekerler elde etti. Aminoasitlerle peptonlara benzer bileşikler meydana getirdi. Ayrıca kafeini ve teobromini inceledi. Birçok anilin boyasının kimyasal yapısını açıkladı. 1902 yılında Nobel Kimya Ödülü’nü kazandı. Fischer maya enzimlerinin sakkarozu hidrolize edebildiğini göstermiş, aynı zamanda enzimin etkilediği substrat denilen madde ile geçiş bileşiği veya ara madde oluşturduğunu (ES) bildirmiştir. Enzim için sadece substrat adı verilen maddenin yapısal uygunlukta bulunduğunu da söylemiştir. Fischer enzimi sert bir kalıp veya kilit olarak tanımlarken, substratı ise kilite uyan anahtar olarak tanımlamıştır. Daha sonra bilim adamları, canlılardaki reaksiyonların enzimler tarafından katalizlendiğini, enzimlerdeki anahtar-kilit modelinin modern biyokimyada temel ve önemli bir gerçek olduğunu anlamışlardır.

Enzimatik katalizin önemli bir diğer özelliği biyolojik reaksiyonların katalizör kullanmayan reaksiyonlardan daha hızlı olmasıdır. Reaksiyonları hızlandırmanın yanı sıra çok yüksek oranda ürün vermesidir. Organik kimyada birçok katalizlenmiş reaksiyonlarda ürün %50-60 oranında kalmaktadır. Biyokimyasal reaksiyonlar çok verimli olmak zorundadır. Çünkü verimsiz reaksiyonlarda açığa çıkacak yan ürünleri hücre için toksik olabilir veya verimsiz reaksiyonlar ile enerji boşa harcanabilir.

Yirminci yüzyılın son yarısında yapısal biyoloji için olağanüstü gayret sarfedilmiştir. Özellikle proteinlerin yapıları detaylı olarak incelenmiştir. Proteinin yapıları ilk olarak Cambridge Üniversitesi bilim adamları John C. Kendrew ve Max Perutz tarafından 1950-1960 lı yıllarda çözülmüştür. Bundan sonra binlerce farklı proteinin tersiyer (üçüncül) yapısı bulunmuş, proteinlerin kompleks biyokimyasının anlamak çok kolaylaşmıştır. Bu hızlı gelişmede önemli faktörlerden birisi basit hesap makinelerinden kurtulup, kapsamlı-hızlı bilgisayar ve yazılımların kullanılmaya başlanmasıdır. Yani modern biyokimya bir anlamda gelişmesini bilgisayar teknolojisine borçludur.

Biyokimya tarihindeki ikinci önemli buluş nükleik asitlerin informatif molekül yani bilgi taşıyan molekül olarak tanımlanmasıdır. Bu keşif Büchner ve Fischer’in deneylerinde 50 yıl sonrasına denk gelir. 1944 yılında Oswald Avery, Colin MacLeod ve Maclyn McCarty Streptococcus pneumonia’dan deoksiribonükleik asidi (DNA) ekstrakte edip aynı organizmanın patojen olmayan türü ile karıştırdılar. Patojen olmayan türün kalıcı olarak patojen olduğunu buldular. Bu deney ilk defa DNA’nın genetik bir materyal olduğunu kanıtladı. 1953 yılında James D. Watson ve Francis H. Crick DNA’nın üç boyutlu yapısını anlayıp modelleştirdiler. Modelin keşfinden sonra DNA’nın kendisinin çoğalabileceği (replikasyon) ve biyolojik bilgi ve şifrenin nesiller boyunca taşınabileceği bildirildi. Daha sonraki çalışmalarda DNA’nın RNA’ya dönüştürülüp (transkripsiyon), son olarak protein haline çevrileceği (translasyon)

gösterildi. Prof.Dr. Oktay Sinanoğlu’da DNA sarmalının çözelti içinde o biçimde nasıl durduğuna açıklama getirdi.

Genetiğin nükleik asit düzeyinde çalışılması moleküler biyolojinin bir parçasıdır. Moleküler biyoloji de biyokimya biliminin bir parçasıdır. Nükleik asitlerin nasıl depo edilip genetik bilginin nasıl aktarıldığını anlamak için öncelikle nükleik asitlerin yapılarının ve bilgi akışındaki rolünün anlaşılması gereklidir. Bunu biyokimya içinde bulacağımız gibi, aynı anda hayatın kimyası içinde enzim ve nükleik asitlerin nasıl merkezi bir rol oynadığını da biyokimya içinde anlayacağız.

1958 de Crick’in öngördüğü gibi bilginin nükleik asitlerden proteinlere akışı reverzibl yani geri dönüşümlü değildir.Bu tek doğrultuda bilgi akışını moleküler biyolojinin Santral Dogması olarak tanımlamıştır. Burada sadece nükleik asitlerden proteinlere olan bilgi göçünün, tersine olarak proteinden nükleik asitlere olamayacağı tartışılır.

BÖLÜM 1

HAYATIN KİMYASAL YAPISI

Metalik olmayan 6 element C H N O P S birçok canlının % 97'sini oluşturur. Bu elementlerin hepsi kararlı kovalent bağlar yapar. Ancak bu 6 elementin düzeyleri organizmalara göre değişir. Su hücrenin temel maddesi olup ağırlık esas alındığında oksijene en çok sahip maddedir. Karbon canlı organizmalarda ve tüm evrende en bol bulunan elementtir. Diğer taraftan silikon, alüminyum ve demir gibi bazı elementler yer kabuğunda çok fazla bulunur. Standart 6 elementin yanında 23 element daha canlı organizmalarda bulunur. Bunlardan 5 tanesi kalsiyum, potasyum, sodyum, magnezyum ve klor bütün canlılarda esansiyeldir. 23 element canlı organizma ağırlığının %3 ünü oluşturur.

Hücredeki katı maddelerin çoğu karbon içeren bileşiklerdir. Birçoğu organik kimyanın bir parçası olurken, organik kimyanın biyokimyayı anlamak için yaptığı katkı inkar edilemez. Çünkü iki bilim arasında birçok konuda keşisme veya duplikasyon vardır. Organik kimya laboratuvarında oluşturulan reaksiyonlarla ilgilenirken, biyokimya canlı hücrelerde oluşan reaksiyonları anlamaya yardım eder.

Biyokimyasal reaksiyonlar özel kimyasal bağlar veya molekülün fonksiyonel grubu denilen kısmı ile ilişkilidir. Biyokimyada basit bağlar farklı atomlar veya atomlar arasında bireysel bağlar halindedir. Ester ve eter bağları yağ asitleri veya yağlar da bulunurken, amid bağları proteinlerde, fosfat ester ve fosfoanhidr bağları nükleotidlerde oluşur.

Enzimler test tüpünde bile olsa katalitik aktivite gösterir. Bazen araştırmacılar işlemin nerede olduğunu göstermek için farklı deyimler kullanılır. İn vivo hücre içinde in vitro is laboratuvar şartları altında oluşan reaksiyonları tanımlar.

Makromoleküller

Canlı organizmalarda ve cansız evrende çok sayıda küçük molekül bulunmasına karşılık biyokimyasal olarak canlılarda makromolekül diye bilinen oldukça büyük moleküller bulunur ve detaylı incelenir. Biyolojik makromoleküller monomer denilen küçük or-

ganik moleküllerin birleşmesiyle oluşmuş halde bulunur. Bu monomerlerin arasından bir su molekülü çıkararak yani kondenzasyon yoluyla birleşme sağlanır. Bazı durumlarda karbonhidratlarda olduğu gibi küçük bir molekül birçok defa birleşerek makromolekülü oluşturur. Örnek olarak nişasta, selüloz ve glikojen verilebilir, burada binlerce glukoz molekülü glikozidik bağlarla bağlanarak bu üç yüksek molekül ağırlığına sahip biyomolekülleri oluşturmuşlardır. Ancak protein ve nükleik asitlerde farklı monomerler özel bir düzende birbirleriyle bağlanır. Bir polimerdeki her monomer aynı enzimatik reaksiyonla zincire ilave edilir. Böylece bir makromoleküldeki bütün monomerler veya rezidüler aynı doğrultuda dizilirler. Sonunda farklı bir makromolekül oluşur.

Makromoleküller kendilerini oluşturan monomerlerden farklı özelliklere sahiptir. Örneğin nişasta glukozun polimeri olan bir şeker olmasına rağmen suda erimez ve tatlı değildir. Bu çeşit gözlemler hayatın hiyerarşik organizasyonunun genel prensipleri olduğunu gösterir. Her yeni organizasyon düzeyi yeni özelliklerle sonuçlanır. Bunları önceki seviyelerine bakıp incelemek veya önceki hallerini tahmin etmek çok zordur. Komplekslik veya organizasyonun atran düzeyleri sırasıyla atom, molekül, makromolekül, organel, hücre, doku, organ, ve tüm organizmadır. Birçok türün bu sıradan bir veya birkaçından yoksun olduğunu da unutmamak gerekir. Tek hücreli canlıları ele alırsak doku, organ gibi üst organizasyonlara sahip değildir.

Molekül veya makromolekülleri tanımlarken bileşiğin molekül ağırlığı bildirilir. Molekül ağırlığını kesin olarak tanımlamak için relatif molekül ağırlığı (M_r) ifadesi kullanılır. Bu ^{12}C izotopunun molekül ağırlığının $1/12$ sine karşılık gelen miktardır. M_r relatif bir miktar olduğundan boyutsuz ve ünite olarak da birimsizdir. Örneğin bir proteinin molekül ağırlığı 38000 ise $M_r=38000$ dir. Bir molekülün absolut molekül kütlesi aynı doğrultuda moleküler ağırlıktır. M_r den farkı Dalton denilen ünite ile ifade edilmesidir. Dalton bir atomik ağırlık ünitesidir. Moleküler ağırlık aynı zamanda molar ağırlık olarak da söylenebilir. Gram olarak ölçülen 1 molün kütlesini temsil eder ki 6.022×10^{23} moleküldür. Yukarıdaki örnekte verilen proteinin molekül kütlesi 38000 ise 1 mol ağırlığı 38 kg dır. Molekül ağırlık veya relatif ağırlık biyokimyada kargaşa doğurmakta olup Dalton 'la ifade edilen molekül ağırlıkları özellikle makromoleküller için kullanılır.

Canlılardaki moleküler organizasyonu anlamak için öncelikle yapılarında bulunan ve temel biyokimyada inceleyeceğimiz bazı makromoleküllerin yapısını ve muhtemel görevlerini kısaca irdelemek gerekir. Bu sayede hücresel olayları daha iyi yorumlayabiliriz.

BIYOKİMYASAL ANALİZLER

Biyokimya öğrenci uygulamaları ve araştırmalarında iki çeşit analiz uygulanır.

1. **Kalitatif Analizler:** Karışımdaki maddenin varlığının çeşitli madde ilaveleri veya diğer yöntemlerle gösterilmesi işlemleridir. Maddenin miktarı ölçülmez, sadece ortamda var olup olmadığı denir.

2. Kantitatif Analizler: Bir karışımdaki maddelerin miktarını saptamak için yapılan işlemlerdir. Çeşitli birimlerle ifade edilen sonuç (% mg, % gr, gr/l vb gibi) kesin olarak bildirilir. Bunlar 3 grupta incelenir.

A. Gravimetrik metodlar: Laboratuvarında total lipid tayininde kullanılan metodlar olup amaç, analizi yapılacak maddeyi ya tuz halinde çöktürmek ya da solventle ekstrakte etmektir. Seyrek başvurulan bir methodur.

B. Volumetrik metodlar: Biyolojik materyal veya solüsyonlarda bulunan özel bir maddenin varlığının titrasyon ile ölçülmesi amaçlanmıştır. Kanda Ca miktarının Kramer Tisdall metodu ile ölçülmesi gibi örnekler verilebilir.

C. Kolorimetrik metodlar: Biyokimya en sık kullanılan metodlardır. Bazı kimyasal işlemler ile miktarı ölçülecek madde renkli hale çevrilir. Renklenen maddenin renk koyuluğu spektrofotometre, kolorimetre gibi aletlerde okunur. Miktarı formüller, standart grafikler yardımıyla bildirilir.

BİYOKİMYA LABORATUVARINDA KULLANILAN BAZI CAM MALZEME VE ALETLERİN TANITILMASI

Yukarıda bahsedilen analizlerin doğru ve yöntemlerine uygun olarak yapılabilmesi için ölçü, tartı ve diğer malzemelerin özelliklerinin ve görevlerinin bilinmesi gereklidir.

CAM PİPET: Bunlar 0,1-1-2-5-10-25 ve 50 ml hacimli, üzerlerinde miktarları gösteren rakamlar bulunan ve genellikle ağız yardımıyla (emme, üfleme vb.) kullanılan pipetlerdir. Bir uçları konik olup gövdeleri silindirik şeklindedir. Bu pipetleri tutmanın özel bir yöntemi vardır. Bu tutuşta işaret parmağı pipetin arka ucundaki deliği kapatarak akışı kontrol eder. Büyük hacimlerde kullanılırlar.

MİKROPİPETLER: Biyokimya laboratuvarında çok sık kullanılan, otomatik pipet adı verdiğimiz aletlerdir. Çok küçük miktarları ölçebilirler. 1 mikrolitre hacimden 5000 μ (5 ml) ye kadar çalışma sınırı olan pipetler vardır. Sabit hacimli ve ayarlanabilir hacimli (adjustable) diye bilinen iki tipi vardır. Özel pipet uçları yardımıyla istenilen miktar ölçülebilir.

BÜRET: Volumetrik titrasyonlarda kullanılan 1, 2, 5 ml (mikrobüret) ve 25-50 ml kapasiteli olan, özel musluklu ölçü pipetleridir.

ÖLÇÜ SİLİNDİRLERİ (MEZÜRLER): Öğrenci laboratuvarlarında sıkça kullanılan ve “tembel öğrencinin pipeti” diye tanınan, kesin bir miktarı ölçmekten ziyade, yaklaşık doğrulukla ölçüm yapabilen cam silindirlerdir. Plastik veya cam tabana sahiptirler, 25, 50, 250, 500, 1000, 2000, 5000 ml’lik olanları vardır.

ERLENMAYER: Özel camdan yapılmış, genellikle kimyasal solüsyon hazırlamakta kullanılan 50, 100, 250, 400, 600, 1000, 2000 ml hacimli, tabana doğru genişleyen bir malzemedir. Isıtma işlemleri de yapılabilir.

BEHERGLAS: Öğrenci laboratuvarlarının vazgeçilmez bir malzemesidir. 10 ile 2000 ml arasında değişen farklı hacimlerde olabilir. Isıtma (su banyosu) ve kimyasal solüsyon hazırlama işlemlerinde kullanılır.

SPATÜL: Kimyasal madde ölçümlerinde kullanılan, porselen, cam veya metalden yapılmış, bir ucu kaşık şeklinde, diğer ucu da düz olan malzemedir. Her madde tartımında değiştirilmeli veya iyice temizlenmelidir.

SAÇ AYAĞI: Bunzen beki ile ısıtma işlemleri sırasında, ısıtılacak kabın üzerine yerleştirildiği, metalden yapılmış malzemedir. Genellikle üzerine amyant plakalar konarak ısının şiddeti azaltılır.

BUNZEN BEKİ: Havagazının, uygun miktarda hava ile karışıp yanmasını sağlayan, ayarlanabilir nitelikli ocak tipinde malzemedir.

REAKTİF ŞİŞELERİ: Renkli veya renksiz çeşitleri olan, 50 ml'den 5 litreye kadar farklı ölçülerdeki özel kapaklı şişelerdir.

BALON JOJE: Analitik çalışmalarda çok sık kullanılan, kesin hacim bildiren, uzun ve dar boyunlu, şişkince gövdeli cam malzemedir. Balon Joje ile ısıtılma işlemi **yapılmamalıdır**. 25 ile 2000 ml arasında değişen farklı boyları vardır.

CAM BAGET: Erimeyen maddeleri karıştırıp eritmeye yarayan, içi dolu cam çubuktur.

DENEY TÜPLERİ: Değişik hacimlerde, ısıya dayanıklı malzemeler olup laboratuvarların vazgeçilmez parçalarıdır. Deney sırasında tüpler asla 1/3'ten fazla doldurulmamalıdır.

PORTTÜP (TÜPLÜK): Genel olarak tahta veya metalden yapılmış, tüpleri korumaya yarayan malzemedir.

PİSET: Yıkama işlemleri için kullanılan, içi distile su dolu plastik kaplardır. Eğmeden, dik olarak tutulup, elle basınç uygulamak suretiyle suyun akışı sağlanır.

HUNİ: Camdan yapılmış bir malzeme olup, eriyikleri süzmek ve çökeleği ayırmak gibi işlemler için kullanılır.

ANALİZLER YAPILIRKEN DİKKAT EDİLMESİ GEREKLİ HUSUSLAR

Biyokimya uygulama ve analizlerinde doğru sonuç alınabilmesi için bazı noktalara dikkat etmek gerekir. Her şeyden önce kullanılacak tüm cam malzemeler temiz olması ve bunlardan gelecek her türlü bulaşma engellenmelidir. Kirli tüp ve pipetler usulüne uygun şekilde (deterjanlı su, asit ve alkali solüsyon, distile su) yıkanmalı, yağdan kirden arındırılmalıdır. Kullanılacak kimyasal maddeler saf olmalıdır. Gerek analitik terazide, gerekse pipetleme sırasında ölçümler çok dikkatli yapılmalıdır. Kullanılan çözücüler saf, temiz ve amaca uygun olarak seçilmelidir.

Laboratuvarda gerekli ön hazırlıklar tamamlanıp, çalışmaya geçildiğinde kesin olarak uyulması gereken kurallar vardır.

- Öğrenciler kendilerine ayrılan, numara veya grup numaraları ile tespit edilen yerde çalışmalıdırlar.
- Her öğrenci veya grup yalnızca kendilerine ayrılan kimyasal maddeleri kullanmalı, bunların etiketlerini yırtmamalı veya okunmaz hale getirmemelidir. Bu maddeler kullandıktan sonra alındıkları yere geri konulmalıdır.
- Laboratuvarda kullanılan kimyasal maddeler çok çeşitlidir. Bu nedenle sadece işlemede gerekli maddeler kullanılmalı, diğerleri karıştırılmamalıdır. Aksi halde çok tehlikeli laboratuvar kazalarına zemin hazırlanmış olur.
- Laboratuvarda çalışmanın en önemli kurallarından birisi sessiz olmaktır. Yüksek sesle konuşmak, şakalaşmak arkadaşlarınızın dikkatini dağıtabilir ve istemeden bir kazaya neden olabilirsiniz. Bu yüzden çalışmalar sırasında sadece kendi işinizle ilgilenmeli, ihtiyaç duyduğunuzda da laboratuvardaki yardımcı öğretim elemanlarından gerekli yardımı istemekten çekinmemelisiniz.
- Deneyleriniz bittiği zaman tüplerinizi deterjan kullanarak temizleyip, porttüplere yerleştirip, çalışma masanızı temizledikten sonra laboratuvarı terk edebilirsiniz. Ayrıca çıkarken havagazının kapalı olduğundan emin olunmalıdır - tıpkı evinizde olduğu gibi!
- Son olarak deneylerinizi Biyokimya Laboratuvar Defteri'nize kaydederken deneyin adı, prensibi, yapılışı ve sonuçlarını içeren bir formatta yazıp, öğretim elemanına imzalatınız.

Laboratuvar Kazalarında İlk Yardım

Laboratuvar kazalarına neden olan başlıca sebepler şunlardır:

- Isıtma işlemi sırasında deney tüpünü dibinden kaynatıp, tüp materyalinin dışarıya fışkırmasına ve en yakınında bulunan kişide yanıklar oluşturmamasına neden olabilir. kaynatma tüp eğilip sıvının hava ile temas ettiği yerde yapılmalı arasına da çalkalanmalıdır.
- Reaktif şişelerinden pipet ile solüsyonları çekerken maddeyi ağıza kaçırmak. Bu durumda asit ve alkali solüsyonlar ağız bölgesinde yanıklara yol açarken, zehirli maddeler daha ciddi sorunlara yol açar.
- Cam malzemelerin dikkatsizlik nedeniyle kırılması ve kesik yaralarının oluşması

Bu nedenlerle oluşacak kazalarda nedenine uygun olarak aşağıdakilerin yapılması gerekir.

Asit veya alkali ile ağzın ve midenin yanması: Bu tür yanmada süt ve/veya yumurta akı içirilir. Asitlerle yanmada bikarbonat solüsyonu veya MgO ile; alkali kaynaklı yanmalarda ise %1'lik Asetik asit ile gargara yaptırılır.

Yanıklar: Soğuk su ile yıkanır. Yanıkların derecesine göre buz konabilir. Derhal yanık merhemi veya vazelin ile yanık bölge kaplanır. İleri derecede yanıklarda doktora başvurulur.

Kesik yaraları: Sıcak su iye yıkanır, kan durduruluncaya kadar pansuman yapılır ve kanayan bölgeye basınç uygulanır.

Asit yanıkları: Bol soğuk su ile yıkanır. %1'lik Sodyum bikarbonat çözeltisi ile yıkayıp, vazelin sürülür.

Zehirlenmeler: Zehirlenen kişiler derhal kusturulur. Karşı tedbirler (antidotlar) uygulanır.

Amonyak (NH) zehirlenmesi: %1'lik asetik asit çözeltisinden içirilip, buz yutturulur.

Sodyum hidroksit veya potasyum hidroksit zehirlenmesi: Aynen NH_3 zehirlenmesi gibi değerlendirilip, müdahale yapılır.

Asetik asit zehirlenmesi: MgO bulamacı içirilip buz yutturulur.

HCl, HN_3 , H_2SO_4 zehirlenmeleri: Asetik asit zehirlenmesinde olduğu gibi değerlendirilir.

Siyanür ve karbonmonoksit zehirlenmesi: 50 ml suya 0,5 gr NaNO_2 , 2 gr $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2$ çözülüp içirilir. Bol oksijen verilir.

Uzunluk Ölçüleri		Alan Ölçüleri
Metre (m)	1m	Metrekare (m^2)
Dekametre (Dm)	10 m	Dekametrekare (Dm^2) = AR (a)
Hektametre (hm) = 10 Dm	100 m	Hektometrekare (hm^2) = HEKTAR (ha)
Kilometre (Km) = 10 Hm = 100	1.000 m	Kilometrekare (Km^2) = 100 HEKTAR
Desimetre (dm)	1/10 m	Desimetrekare (dm^2)
Santimetre (cm)	1/100 m	Santimetrekare (cm^2)
Milimetre (mm)	1/1.000 m	Milimetrekare (mm^2)
Mikron ($\text{m}\mu$)	1/1.000.000 m	
Hacim Ölçüleri		Hacim Ölçüleri (Sıvılar için)
Metreküp (m^3)	1 m^3	Litre (l)
Dekametre küp (Dm^3)	1000 m^3	Dekalitre (dal)
Hektometre küp (hm^3)	1.000.000 m^3	Hektolitre (hl)
Kilometre küp (Km^3)	1.000.000.000 m^3	Kilolitre (kl)
Desimetre küp (dm^3)	1/1.000 m^3	Desilitre (dl)
Santimetre küp (cm^3)	1/1.000.000 m^3	Santilitre (sl)
Milimetre küp (mm^3)	1/1.000.000.000 m^3	Mililitre (ml)
Diğer Uzunluk Ölçüleri ve Miller		Diğer Alan Ölçüleri
Inch	2,540 cm	1 Dönüm
Ayak (Foot = Kadem)	30,48 cm	Büyük Dönüm
Yarda (Yard) = 3 Ayak	91,44 cm	1 Hektar

ppm: (Parts per million) Milyonda bir = Bir litrede veya bir kilogramda mg cinsinden erimiş madde,ppb: (Parts per billion) Milyarda bir = Bir litrede veya bir kıloda mikrogram cinsinden erimiş madde

BIYOKİMYA LABORATUVARLARINDA KULLANILAN ALET VE MALZEMELER



Bunzenbeki



Binoküler Mikroskop



Separatör, ayırma hunisi



Alkolometre



Cam Baget



Balon Cam Dibi Yuvarlak



Cam Balon 2 Boyunlu



Cam Balon 3 Boyunlu



Balon Çıkış Borulu



Balon Joje Cam Amber



Balon Joje Şeffaf Cam



Cam Beher



Büret Düz Şeffaf



Büret Düz Şeffaf



Cam Borular muhtelif



Musluklu



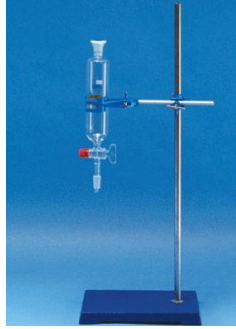
PTFE Musluklu



Cam Şişe



Damlalık Şişe



Cam Damlatma Hunisi
Silindirik Cam Musluklu



Deney Tüpü Cam Kapaklı



Ürinometre



Hidrometre



Santrifüj Tüpü Dereceli



Deney Tüpü Cam Kapaklı



Dereceli Silindir Mezür



Desikatör



Muhtelif Erlenmayerler



Erlen Cam Dar Boyunlu
Şilifli



Gooch Krozesi



Cam Havan



Porselen Havan



Muhtelif Huniler



Kantitatif Cam huni



Karıştırma Mezürü



Petri Kutusu



Saat Camı



Lam



Alkollü Termometre



Cam Mezür



Nuçe Erleni Su Bağlantılı



Cam Otomatik Büret Şişe



Piknometre



Bullu Cam Pipeti



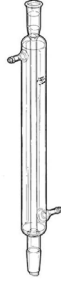
Dereceli Cam Pipet



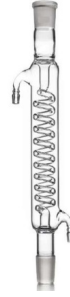
Vida Kapaklı Cam Şişe



Soğutucu



Soğutucu



Spiralli Soğutucu



Soxhlet Cihazı



Pipet Pompası



pH Kağıdı



Plastik Piset



Puar

3 Yollu Puar



Batırmalı Termometre



Saç Ayak



Klipsler



Plastik Şişe



Kaba Süzgeç Kağıdı



Tartı Kapları



Tüplük (Port tüp)



Vakumlu Süzme



Porselen Pota



Porselen Kroze ve Kapağı



Plastik Mikrosantrifüj Tüpü



Parafilm



Pastör Pipetleri



Kurutma Askısı



Magnetik Çubukcuklar



Numune Kabı



Einhorn Tüpü



Enjektör



Kulplu Beher



Büchner Hunisi



İkili Bağlama Parçası



Büret Kıskaçı Hoffman Tipi



Beher Maşası



Elektronik Terazi



Distile Su Cihazı



Klinik Santrifüj



Etüv



Su Banyosu



Kül Fırını



Vorteks Karıştırıcı



Isıtcılı Manyetik Karıştırıcı



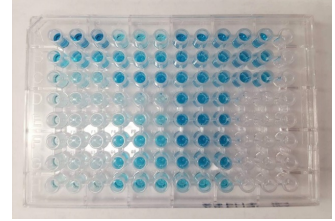
Otomatik Pipetler



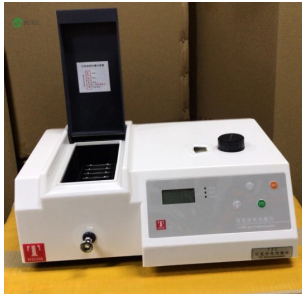
El Tipi Refraktometre



ELISA CİHAZI



ELISA PLATE



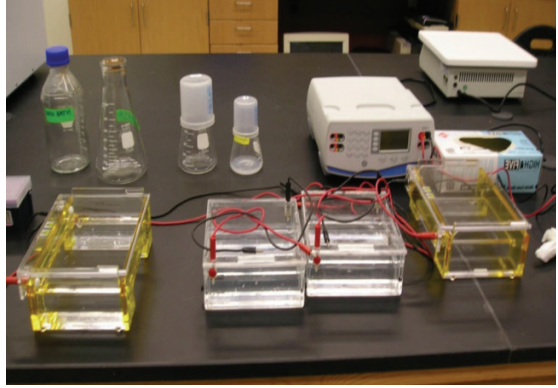
Spektrofotmetre Cihazı



Atomik Absorpsiyon Spektrofotmetre Cihazı



Hassas Terazi



SDS-PAGE Elektroforezis Cihazı



Çeker Ocağı da Bulunan Modern Bir Biyokimya Laboratuvarı

KİMYASAL REAKSİYONLAR

Kimyasal Denge

Tersine çevrilebilir bir kimyasal reaksiyon denklemini aşağıdaki gibi karakterize edilebilir:



Burada A ve B reaktanlar, C ve D ürünlerdir. Başlangıçta, C ve D konsantrasyonları düşüktür ama zamanla ürün oluşacağından yükselir. Reaksiyon aynı sıcaklık ve basınç altında bir kimyasal denge durumunda Denge sabiti (K_{eq}), reaktanların ve ürünlerin sabit oranı altında oluşur

$$K_{eq} = C D / A B \quad (2)$$

Burada A ve B reaktantların molar konsantrasyonu, C ile D ürünlerin molar konsantrasyonudur.

Belirli şartlar altında reaksiyon sistemini tanımladığı için K yararlıdır. Ancak reaksiyonun meydana gelip gelmeyeceğini söylemek mümkün değildir. Bunun için, reaksiyonun başındaki ve sonundaki enerji düzeylerini bilmek isteriz.

SERBEST ENERJİ

Bir reaksiyon için mevcut enerji, serbest enerjidir ve bir reaksiyonun oluşup oluşmayacağını belirleyecek olan başlangıç ve son sistemlerin relatif enerjisidir. Diğer bir deyişle, serbest enerji (ΔG) değişiminin ölçümü önemlidir.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (3)$$

Burada Δ değişiklik anlamına gelir. G serbest enerji, H sistemin ısı enerjisi (aynı zamanda entalpi) dir. T mutlak sıcaklık ve S sistemin entropisidir. Bir kimyasal reaksiyon sadece ΔG negatif ise oluşabilir.

Denklemden (3), kimyasal reaksiyonların yönleri öngörülerek formülize edilen termodinamiğin yasaları elde edildi. Burada birçok yasadan, sadece bizim ihtiyaç duyduğumuz vardır.

TERMODİNAMİĞİN YASALARI

Termodinamiğin birinci yasasında bir kimyasal sistemin enerji değişimi, örneğin toplam enerjisi ve içeriklerdeki değişimi sabittir denir. İlk yasa, enerjinin korunmasının etkileridir. Enerji bir değerine dönüştürülmüş olabilir. Örneğin kimyasal bağ enerjisi ısıya yada tam tersi olabilir. Ancak sistem içinde toplam enerji korunur. Orada bir denklemin ilk yasası elde edilir:

$$\Delta E = E_2 - E_1 \quad (4)$$

Burada ΔE enerji değişimdir, E_1 reaksiyonun başlangıç enerjisi, E_2 ise reaksiyonun sonuç enerjisidir.

$$\Delta G = \Delta E - T\Delta S \quad (5)$$

Eğer bir reaksiyon kendiliğinden meydana gelirse ilk yasa tahmin edilemez. Bunun için, başka bir yasa geçerlidir. Yani termodinamiğin ikinci yasasında sadece sistem entropisinin toplamındaki ve çevresindeki net artış durumu reaksiyonun kendiliğinden oluşmasıdır.

Entropi oldukça basit bir terimdir ve sistemin rastgelelik veya düzensizlik derecesidir. Örneğin; entropinin artışı bir fincan kahve içindeki şeker kümesi gibi solütlerin emilimi olarak ifade edilebilir. Negatif bir entropi varlığı sıcak bir çay içindeki küme-

yi gerektirmektedir. Benzer şekilde, negatif entropi, biyomoleküllerin karakteristik şekilleri ile stokların ölçümüdür. ΔG , eğer kendiliğinden meydana gelirse, reaksiyonun oranı hakkında bilgi verebilir.

REAKSİYON TİPLERİ

Ekzotermik reaksiyonda ısı verilir. Bu nedenle ΔH negatiftir. Endotermik reaksiyonda ise ΔH pozitifdir ve ısı sistem tarafından çevreden emilir. İlk yasaya göre, kimyasal reaksiyon ve ekzergonik reaksiyon esnasında hiçbir enerji kaybı olmaz. Enerji, reaksiyon esnasında ısı olarak korunmuş olur.

Standart Serbest Enerji Değişimi

Bir tepki sırasında reaktantların ve ürünleri ilk konsantrasyonları ile basınç ve sıcaklık altında serbest enerji değişimi etkilenmiştir. Biyolojik reaksiyonlar da pH'dan etkilenmiştir. Serbest enerji değişimindeki düzende şu şartlar kabul edilmiştir: Sıcaklık 25C (298 K) olarak ele alınır: 1 atm (1.1325 X 10⁵) basınç: reaktanlarının ilk konsantrasyonları ve ürünler 1 mol / l: pH 7 olarak alınır: suyun molar konsantrasyonu ise 1 ünite (1 mol/l) olarak ifade edilir. Bu şartlar altındaki ΔG , ΔG^0 olarak ifade edilir.

Burada ΔG için formül : $\Delta G = \Delta G^0 + R \log_e C D / A B$ (6)

ΔG bir reaksiyon için serbest enerji değişimidir. R gaz sabittir. T ise mutlak sıcaklık ve $\log_e$ doğal logaritmadır.

Denklemlerden 2 ve 6, şu şekilde çalışılabilir.

$$\Delta G^0 = - 2.303 RT \log_{10} K_{eq} \quad (7)$$

Not: Gaz sabiti (R), evrensel molar gaz sabiti de denir ve her bir K başına değeri 8,134 J dür. Bunun anlamı, tüm gazlar, gaz molekülleri sabitlenmiş olarak belirli bir sıcaklıkta aynı kinetik enerjiye sahiptir. Mutlak sıcaklık Kelvins (K) olarak ölçülür. Teorik olarak, mümkün olan en düşük sıcaklığı -273K dir.

Eğer K_{eq} 1 den az ise ΔG pozitifdir. Reaksiyondaki bu değer, enerji uygulanmadıkça ortaya çıkmaz. Reaksiyonun endergonik olduğu söylenir. Eğer ΔG 1 den büyük ise reaksiyonun kendiliğinden meydana geldiği çünkü ΔG nin negatif olduğu söylenir. Reaksiyon ekzergonik olarak ifade edilir .

Reaksiyondan çıkanların G – reaksiyonlara girenleri G = ΔG

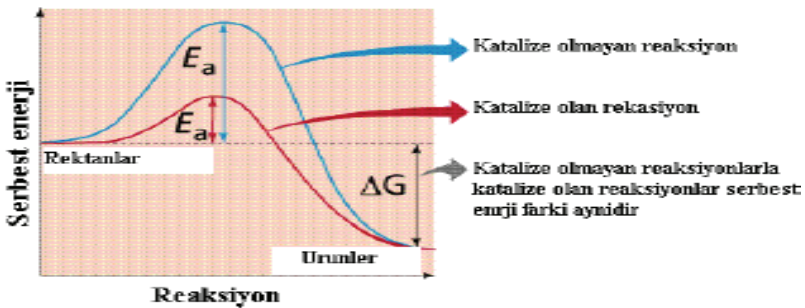
ΔG iki bileşene sahiptir. Bunlardan ilki ısı değişimi olan entalpi değişimi ΔH dir. İç enerji, özgül ısılar ve entalpi “kalografik durum” özellikleridir. Bir sistemin iç enerjisiyle, basınç ile hacmin çarpımının toplamına “entalpi”denmektedir. $H=U+P.V$ bağıntısıyla ifade edilir. Birim kütle için $h=u+P.v$ olarak yazılabilmektedir. Termodinamiğin birinci yasasına göre $dq=dh-v.dp$ yazılıp, sabit basınç için (izobarik) $dP=0$ olduğundan, $dq=dh$ olur. Yani, sabit basınçta sisteme verilen ısı, sistemin entalpi değişimine eşittir.

Diğeri ise gelişigüzellik, düzensizlik değişimi diye ifade edilen entropi değişimidir (ΔS). Biyokimyasal bir işlem çevresinden ısı alır veya ısı verebilir. Benzer olarak bir işlem reaktantların düzensizlik derecesindeki artış veya azalışla oluşabilir. “Entropi, sistemdeki düzensizliğin bir ölçüsü” olarak tanımlanabilmektedir. Sistemde düzensizlik arttıkça entropi de artar. Örneğin bir gaz ısıtıldığında moleküllerinin hareketleri hızlandığından ve düzensizleştiğinden, entropisi artar. Eğer bir sistem tam olarak düzenli ise, entropisi sıfır olabilir. Enerjinin aksine, entropi korunan bir özellik değildir ve gerçek tüm işlemlerde sistemin ve çevrenin entropi değişimlerinin toplamı daima pozitifdir. Sistemde toplam entropi değişimi

$$\Delta S_{\text{toplam}} = \Delta S_{\text{sistem}} + \Delta S_{\text{çevre}} \geq 0 \text{ dır}$$

Burada eşitlik durumu tersinir durumlar, eşitsizlik durumu ise tersinmez durumlar için geçerlidir. Gerçek işlemler tersinmez işlemlerdir. Bu sonuca göre termodinamiğin yasaları şöyle özetlenebilir: “Evrenin enerjisi sabit kaldığı halde, evrendeki entropi sürekli olarak artmaktadır.”

Reaktant ve ürünlerin başlangıç reaksiyonları dikkate alındığında, eğer reaksiyon daha fazla ürün üretmeye devam ederse ΔG sıfırdan küçük olmalıdır. ($\Delta G < 0$). Kimyasal deyişle, reaksiyon kendiliğinden olur yani spontandır. Enerji salınımı vardır. Eğer ΔG sıfırdan büyükse ($\Delta G > 0$) reaksiyonun devam edebilmesi için dışardan enerji takviyesine ihtiyaç vardır, ürün elde edilemeyecektir. Gerçekten de daha fazla reaktantın geri dönüşümü birikmesi yönünde tercih vardır. Eğer ΔG sıfıra eşitse ($\Delta G = 0$) reaksiyon dengededir. İleri ve geri reaksiyon hızları eşittir. Reaktant ve ürünlerin miktarları artık değişmemektedir. Biyokimyada genelde Gibbs serbest enerjisinin [$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$] diye ifade edilen toplam değişimi daha detaylı incelenir. Burada T Kelvin cinsinden sıcaklıktır. Birbirleriyle bağlantılı işlemlerde özellikle hücredeki birçok metabolik geçitte eğer Gibbs serbest enerji toplamda negatifse ilerler. Biyokimyasal reaksiyonlar veya işlemler entropi artışı ve entalpi azalışı ile bağlantılı olduğunda daha hızlı ve genişlikte meydana gelir.



Şekil 1. Gibbs serbest enerjisi açıklayan diagram

Eğer her ürün ve reaktantın Gibbs serbest enerjisini bilirsek, verilen herhangi bir reaksiyonun Gibbs serbest enerjisini hesaplamak çok basittir. $\Delta G_{\text{reaksiyon}} = \Delta G_{\text{ürün}} - \Delta G_{\text{reaktant}}$

Her molekülün mutlak serbest enerjisini bilinmemektedir. Bilinen şey basit öncül maddelerden bu moleküllerin senteziyle ilişkili termodinamik parametrelerdir. Örneğin glukoz, su ve karbondioksitten oluşur. Su ve CO_2 in absolut G' sini, bu maddeleri glukoz yapmak için biraraya getirecek entalpi ve entropiyi bilmeye ihtiyacımız yoktur. Aslında glukozun CO_2 ve suya parçalanması sırasında yani ters reaksiyonda ortama salınan ısı kalorimetre ile ölçülebilir. Bu değer bize glukoz sentezi sırasındaki entalpi değişimini ΔH verir. Bu reaksiyonun entropi değişimi de ΔS hesaplanabilir. Bu değerleri reaksiyonun G' ini hesaplamada kullanabiliriz. Glukoz oluşumunun gerçek G değeri ΔfG , glukozun mutlak serbest enerjisi ile onun C, H ve O elementlerinin serbest enerjileri arasındaki farktır. Birçok molekülün oluşması için gerekli G değerlerini gösteren çok sayıda tablolar mevcuttur.

Tablo verilen bir reaksiyonun G değişimini hesaplamada kullanılabileceği gibi absolut değerleri de aşağıdaki formüller yardımıyla bulabiliriz.

$$\Delta G_{\text{reaksiyon}} = \Delta fG_{\text{ürün}} - \Delta fG_{\text{reaktant}}$$

Bahsedilmesi gereken bazı ilave problemler de vardır. Glukozun parçalanması da dahil herhangi bir reaksiyon için gerçek serbest enerji değişimi reaktant ve ürünlerin miktarına bağlıdır. $A + B \rightarrow C + D$ reaksiyonunu ele alırsak; belirli miktar A ve B ile işe başladığımızda, henüz C ve D ürünleri olmadığından reaksiyon $A + B \rightarrow$ yani tek bir doğrultuda gider. Termodinamik anlamda $\Delta G_{\text{reaksiyon}}$ bu şartlarda tercih edilebilir-kullanılabilir. A ve B'nin yüksek miktarlarında da reaksiyon oluşur ama her zaman söylendiği gibi reaksiyonun gerçek Gibbs serbest enerji değişimi reaktant ve ürünlerin miktarlarına bağlıdır.

Miktarları ayarlanabilen standart ΔG değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu standart değerler belirli koşullar altında ölçülen Gibbs serbest enerji değişimleridir. Her reaktant ve ürün için standart şartlar 250 C (298 K), 1 atmosfer standart basınç ve 1.0 M konsantrasyondur. Birçok biyokimyasal reaksiyonda H^+ miktarı da önemlidir. Biyokimyasal reaksiyonlar için standart şartlardaki pH 7.0 olup 10^{-7} M hidrojen iyon miktarına karşılık gelmektedir. Dikkat edilmesi gereken nokta diğer reaktant ve ürünler için 1.0 M olan konsantrasyon standart şartlarda H^+ için 10^{-7} M'dür. Standart şartlar altında Gibbs serbest enerji değişimi ΔG° sembolü ile gösterilir.

Gerçek Gibbs serbest enerji kendisine ait Gibbs standart enerji ile ilişkilidir.

$$\Delta G_A = \Delta G_A^\circ + RT \ln (A)$$

R üniversal gaz sabiti 8.315 kJ- mol⁻¹, T Kelvin cinsinden sıcaklıktır. G serbest enerjisinin birimi de kJ- mol⁻¹ olup $RT \ln (A)$ ise bazen 2,303 RT log (A) diye de gösterilebilir.

Denge Sabiteleri ve Standart Gibbs Serbest Enerji Değişimleri

$A + B \rightarrow C + D$ gibi verilen bir reaksiyonda gerçek Gibbs serbest enerji değişimi, standart serbest enerji değişimi ile ilişkilidir.

$$\Delta G_{\text{reaksiyon}} = \Delta G^0 + RT \ln [C][D] / [A][B]$$

Eğer reaksiyon dengeye ulaşmışsa, konsantrasyonlar oranı bir önceki denklemi ele aldığımız zaman denge sabiti K_{eq} 'dir. Reaksiyon dengede iken reaktant ve ürün miktarında net bir değişim yoktur. Gerçek Gibbs serbest enerji değişimi sıfırdır ($\Delta G_{\text{reaksiyon}} = 0$). Bu ifadeyle standart Gibbs serbest enerji değişimini ve denge sabitini yeniden yazabiliriz.

$$\Delta G^0_{\text{reaksiyon}} = -RT \ln K_{eq} = -2,303 RT \log K_{eq}$$

Bu önemli formül termodinamik ve reaksiyon dengesi ile ilişkilidir. Denge sabitinin Gibbs serbest enerji değişimi ile ilgili olduğu, bireysel hız sabitleri ile ilişkili olmadığı, bireysel hız sabitlerinin oranları ile ilgili olduğu unutulmamalıdır. Mutlak değerleri önemli ve ilişkili değildir. İleri veya geri reaksiyonların hızları her iki durumda çok yavaş veya çok hızlı olabilir ama daima aynı oranı verir.

Gibbs Serbest Enerjisi ve Reaksiyon Hızları

Termodinamik açıdan reaksiyonun tercih edilebilir olduğu öğrenilebilir. Ancak reaksiyonun ne kadar çabuk olacağı söylenemez. Örneğin demir pası ve bakır yeşile döner. Bu reaksiyonlar birkaç saniye veya uzun yıllar sonra oluşabilir. Çünkü reaksiyon hızı aktivasyon enerjisi gibi başak faktörlere bağlıdır. Aktivasyon enerjisi genelde diagramlarda hörgüç veya engel olarak gösterilir ve soldan sağa doğru ilerler. Şekil 1 de reaktanttan ürünlere doğru farklı basamaklarda Gibbs serbest enerjileri gösterilmiştir. Bu işlem reaksiyon koordinatı olarak tanımlanır.

Bilindiği gibi bütün serbest enerji değişimi ΔG negatif olabilir. ΔG nin pozitif olduğu durumlarda mevcuttur. Her durumda da reaksiyonun oluşabilmesi için enerji fazlası gereksinilir. Enerji pikinin en üst noktası ile reaktant ve ürün enerji farklılığı ΔG_{++} aktivasyon enerjisi olarak bilinir.

Reaksiyonun hızı reaksiyonun tabiatıyla ilgilidir. $A + B \rightarrow C + D$ ele alındığında A ve B arasında her çarpışma etkilidir. Doğal olarak oran hızlı olmalıdır. Diğer taraftan eğer bireysel molekülün oriyantasyonu oluşan reaksiyon için tam anlamıyla doğruysa, birçok çarpışma non-produktif yani verimsiz olacak ve reaksiyon daha yavaş gerçekleşecektir. Orijantasyona ilave olarak oran bireysel molekülün kinetik enerjisine de bağlı olacaktır. Verilen bir sıcaklıkta bazıları yavaş hareket ederken, çarpışma başlayınca reaksiyon verebilmek için yeterli enerjileri olmayacaktır. Diğerleri ise daha hızlı hareket ederek bir sürü kinetik enerji ile reaksiyona girecektir. Aktivasyon enerjisi bu parametreleri yansıtır ve reaksiyonun olabilmek ihtimalinin bir ölçüsüdür. Aktivasyon enerjisi sıcaklığa bağlıdır. Yüksek sıcaklıkta düşüktür. Reaktantların mik-

tarına bağlı olup yüksek miktarlarda daha çok çarpışma olacağı için reaksiyon da hızlı olacaktır. Diğer önemli bir nokta da toplam Gibbs serbest enerji değişiminden reaksiyonun hızının tahmin edilememesidir. Bakır ve demir örneğinde olduğu gibi aktivasyon enerjisi yüksek olduğundan çok yavaş ilerler.

Hücrede meydana gelen birçok reaksiyon test tüpünde çok yavaştır. Bu termodinamik olarak tercih edilen bir durumdur. Hücre içinde normalde yavaş olan bir reaksiyon, enzimler tarafından hızlandırılırlar. Enzimle katalizlenen reaksiyonlar enzimsiz reaksiyonlardan 10-20 kat daha hızlı oluşur.

Termodinamik Yasalar

Termodinamik doğanın en önemli kurallarını yasalar halinde ifade etmektedir. Buna göre :

Termodinamiğin Sıfıncı Yasası; İki cisim üçüncü bir cisimle sıcaklıkça eşdeğerde ise, bu iki cisim birbirleriyle de sıcaklıkça eşdeğerdedir.

Termodinamiğin Birinci Yasası, enerjinin korunumu ve dönüşümü yasasını ifade etmekte ve enerjinin termodinamikle ilgili bir özellik olduğunu vurgulamaktadır. Enerjinin korunumu ve dönüşümü yasasına göre, enerji yok edilemez veya yokken var edilemez, ancak değişik fiziksel ve kimyasal işlemlerle bir enerji biçiminden diğer enerji biçimine dönüşür.

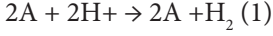
Termodinamiğin İkinci Yasası, işlemlerin belirli bir yönde gerçekleşebileceğini, ters yönde olamayacağını ifade eder. Bir durum değişimi ancak, termodinamiğin hem birinci ve hem de ikinci yasasını sağlıyorsa gerçekleşebilir. Enerjinin miktarı yanında niteliğinin de önemli olduğunu vurgular. Doğadaki değişimlerin enerjinin kalitesini azaltıcı yönde oluştuğunu açıklar. Örneğin yemek sırasında içilen sıcak içecekler yemek sırasında soğumaya devam ederken kendiliğinden ısınmaz. İçecekler yüksek sıcaklığını enerjisini kaybederek düşük sıcaklıkta az kullanılabilir şekilde çevreye yani havaya transfer edilir

Termodinamiğin Üçüncü Yasası: mükemmel bir kristalin, mutlak sıfır sıcaklığında-ki entropisi sıfırdır.

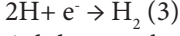
KİMYASAL REAKSİYONLAR

Oksidasyon- Redüksiyon Reaksiyonları

Oksidasyon- redüksiyon reaksiyonları mitokondrial elektron transport zinciri ve biyokimyada önemlidir. Redoks reaksiyonlarının basit prensibi önceden bilinir. Kimyasal reaksiyonlarda herhangi bir madde elektronlarını bir başkasına veriyorsa **redüktant**, elektron kabul ediyorsa **oksidant** olarak isimlendirilir Ki bu durum oksidasyon redüksiyon işlemidir. Hesaplanan denklem:



İki denklem daha yazılabilir:



A bileşimi okside olmuş ve H^+ iyonları H_2 'ye redükte olmuş. Elektron akımı elektrokimyasal değişimin bir parçasıdır ve reaksiyondaki elektron çekme gücüyle ilişkilidir. Bu güç ölçülebilir ve **redoks potansiyeli (E')** gibi hızlıdır, oluşacak redoks reaksiyonları olasılıkla ölçülür. Redoks potansiyeli standart şartlar altında reaksiyonlar için ölçülebilir (1atm basınç=298' K=25 °C. pH: 7)

REDOKS POTANSİYELİNİN ÖLÇÜLMESİ (E')

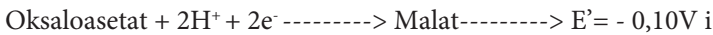
E' iki yarım hücre arasında bir elektron akımıyla ölçülür, 1 atm'de H_2 gazıyla dengedeki H^+ iyonlarının 1mol/L solusyon içeren bahsedilen standart yarım hücre köprüleri tarafından oksidant test edilir - bağlantı kurulur. Referans solusyonun voltajı bu şartlar altında 0V alınır. Solusyon içindeki elektrotlar içinde reduktanttan oksidanta elektronlar akacaktır.

*****Not:** Standart H_2 elektrotları 0V'a ayarlanmasına rağmen, bu pH=7,0 $E' = -0,42V$ olduğunda pH=0 için bu alınır.

1 nolu denklemdeki A maddesi, H_2 'den elektronlar için daha düşük aktiviteye sahiptir ve E' negatif olacaktır. Pozitif E' nin anlamı A maddesi elektronlar için H_2 'den daha yüksek aktiviteye sahiptir. A, O_2 gibi güçlü oksitleyici ajandır, pozitif redoks potansiyeline sahiptir. NADH (nikotinamid adenin dinükleotid) gibi güçlü redükleyici ajanlar negatif redoks potansiyeline sahiptir.

Geniş pozitif E' , güçlü oksidantın elektronlara karşı affinitesi daha yüksektir. Başka bir ifadeyle redüklenmeye eğilimli olacaktır. Fazla negatif E' de elektronlarını kolayca serbest bırakarak redükte olacaktır.

Oluşan tüm redoks reaksiyonlarının eğilimi iki yarım reaksiyonların çıkartılan redoks potansiyelleri tarafından kolayca ölçülebilir, Aşağıdaki örnek ele alındığında: Farzedelimki her bir oksaloasetat, asetat, malat ve asetaldehidin 1 g molekülü 25 °C'de 1litre distile su içinde çözündürülsün. Hangisinin oksidant, hangisinin reduktantın olacağı yani okside ve redükte olacağını bulacağımız denklem:



şeklinde olacaktır.

BÖLÜM 2

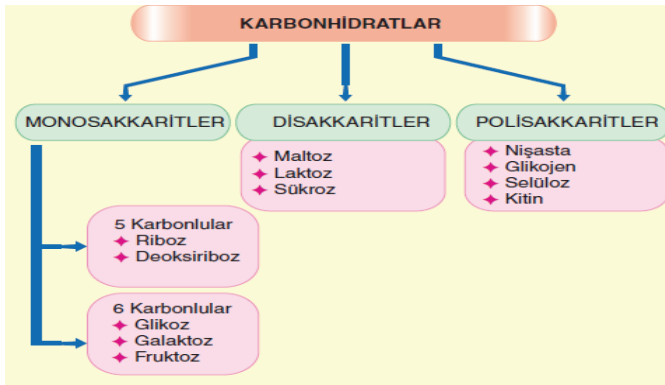
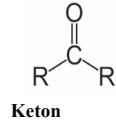
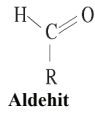
BIYOMOLEKÜLLER

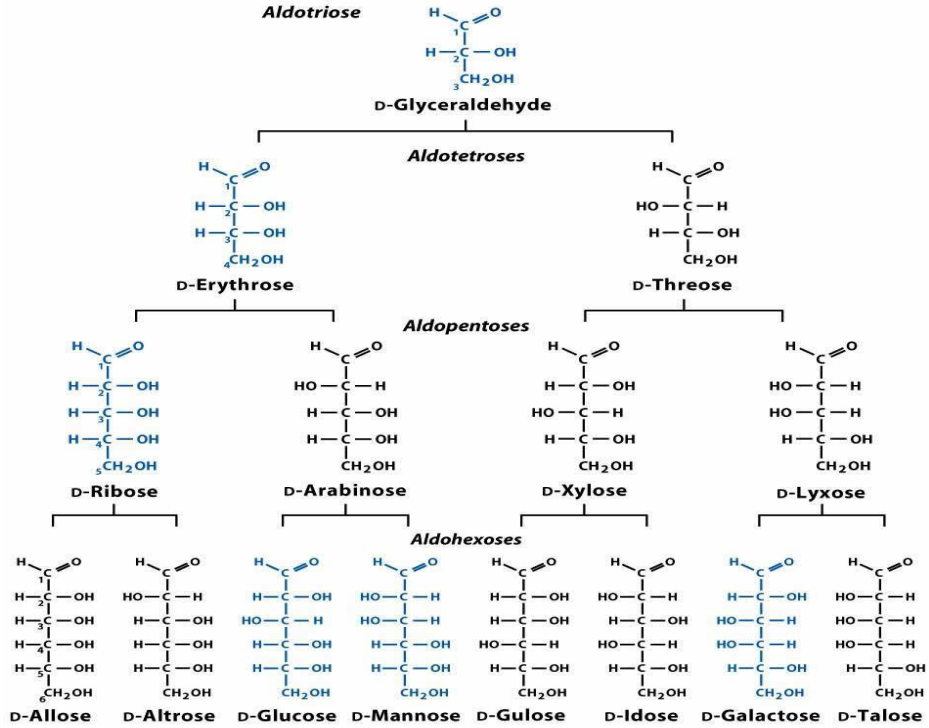
1. KARBONHİDRATLAR

Genel Bilgi

Karbonhidratlar $C_x(H_2O)_y$ genel formülüne sahip, yapısında C, H, O ve bazen de N, P, S gibi elementleri bulunduran biyomoleküllerdir. Canlılarda enerji kaynağı (nişasta, glikojen) ve yapı birimi (kitin, selüloz) olarak görev yaparlar. Tüm hayvan, bitki ve mikroorganizmalarda yaygın olarak bulunurlar.

Karbonhidratlar, polihidroksi alkollerin aldehit ve ketonlu türevleridir. Bu nedenle yapılarında aldehit veya keton grubu bulunur.





Ana molekül olarak “referans şeker” diye bilinen **gliseraldehit**ten türedikleri kabul edilir. Her basamakta birer sekonder alkol grubu (CHOH) ilavesi görülür.



Gliseraldehit bir adet asimetrik C atomuna sahiptir. Böylece dextro ve levo izomerleri oluşur. Ayrıca polarize ışığı sağa veya sola çeviren izomerleri de dextro-rotatory ve levo-rotatory olarak bilinir. Polarize ışığı sağa çeviren d veya (+). sola çeviren l veya (-) işaretleri ile tanınır. D ve L işaretleri optik aktiviteyi göstermezken konfigürasyon itibarıyla şekerin D-Gliseraldehit ve L-Gliseraldehitte benzerliğine işaret eder. Bir D şeker dekstrarotator D (+) veya levorotator D (-) olabilir. Gliseraldehit bir