

1.018/7.30J Ekoloji 1: Yeryüzü Sistemi

Sorular 1, 2009 Güz

Başlama: Ders #2

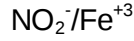
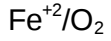
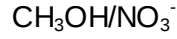
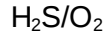
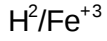
Bitiş: Ders #6 dersin başı

Cevaplarınızı lütfen basılı olarak Ders Asistanlarına iletiniz.

Tek tek ya da en fazla üç kişilik gruplar halinde çalışabilirsiniz.

1. (11 puan)

a. Aşağıda bir dizi elektron alıcısı ve vericisi çifti verilmiştir. Tablo 1'i kullanarak bu diziyi en çok enerji verenden en az enerji verene doğru sıralayınız. Bütün reaksiyonlar için pH'nın 7 olduğunu varsayınız.



1. H_2/O_2 ($0,414 + 0,816 = 1,23 \text{ V}$)

2. $\text{H}_2/\text{Fe}^{+3}$ ($0,414 + 0,771 = 1,185 \text{ V}$)

3. $\text{H}_2\text{S}/\text{O}_2$ ($0,243 + 0,816 = 1,059 \text{ V}$)

4. $\text{H}_2\text{S}/\text{NO}_3^-$ ($0,243 + 0,421 = 0,664 \text{ V}$) ya da ($0,243 + 0,36 = 0,603 \text{ V}$) ya da ($0,243 + 0,75 = 0,993 \text{ V}$)

5. $\text{CH}_3\text{OH}/\text{NO}_3^-$ ($0,18 + 0,421 = 0,601 \text{ V}$) ya da ($0,18 + 0,36 = 0,54 \text{ V}$) ya da ($0,18 + 0,75 = 0,93 \text{ V}$)

6. $\text{NO}_2^-/\text{Fe}^{+3}$ ($-0,421 + 0,771 = 0,35 \text{ V}$)

7. $\text{Fe}^{+2}/\text{O}_2$ ($-0,771 + 0,816 = 0,045 \text{ V}$)

Not: “Enerji vermek” zayıf bir ifade tarzı oldu. Gerçekte aradığımız şey “en yüksek potansiyel” ve “en düşük potansiyel” idi. Bu nedenle Go’lar kullanılarak sıralanmış reaksiyonlar da doğru cevap olarak kabul edilir.

b. Bir maddenin farklı organizmalar için nasıl hem bir elektron vericisi, hem de bir elektron alıcısı olabileceğini açıklayınız. Bu hangi koşullar altında gerçekleşir? Bir örnek veriniz.

Ara redoks durumda olan bazı bileşikler farklı çevresel koşullara ve mevcut mikroorganizmalara bağlı olarak, hem bir elektron vericisi, hem de alıcısı olarak işlev görebilir. Bunun nedeni termodinamiğin elektron alıcı ve verici türlerinden oluşan redoks çiftine bağımlı olmasıdır. Hem bir elektron vericisi, hem de alıcısı olabilecek bileşiklere örnek olarak nitrit (NO_2^-) verilebilir. Bazı nitrifiye edici bakteriler nitriti nitrata yükseltgeyerek enerji

elde ederler (nitritin yükseltgenmesini oksijenin indirgenmesi ile yani oksijenli solunum ile bağlantılandırarak).



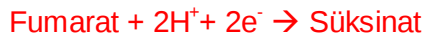
Öte yandan, son elektron alıcısı olarak işlev gören oksijen olmadığında, bazı denitrifiye edici bakteriler nitriti amonyağa indirgeyebilirler (son elektron alıcısı olarak nitriti, elektron vericisi olarak da glikozu ya da diğer bileşiklerini kullanarak).



Standart İndirgenme Potansiyeli tablosundaki hem elektron vericisi, hem de alıcısı olarak işlev görebilen diğer maddeler Fe^{+2} ve S'dir:



Tablo 1'i kullanarak yukarıdaki reaksiyonun delta E_0' 'ını ve hesaplayınız. Delta G_0' nedir? Bu reaksiyon enerji üretir mi, tüketir mi? Bu size solunum reaksiyonlarından biri gibi gözüküyor mu? Neden?



$$E_0' = 0,320 + 0,031 = 0,351 \text{ V}$$

$$G_0' = -2 * 23 \text{ kcal V}^{-1} \text{ mol}^{-1} * 0,351 \text{ V} = -16,146 \text{ kcal mol}^{-1}$$

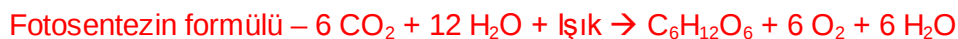
$$G_0' = -2 * 96,5 \text{ kcal V}^{-1} \text{ mol}^{-1} * 0,351 \text{ V} = -67,743 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Bu reaksiyon egzotermiktir (enerji üretir). Bir solunum reaksiyonu gibi görünmektedir çünkü enerji üretir. Gerçekte bu reaksiyon *E.coli*'nin elektron taşıma zincirinde yer almaktadır.

2. (11 puan)

a. Des Marias'ın makalesinde küresel fotosentez üretimi için bir tahmin verilmiştir. Bu sayıyı ve Remmert'in makalesindeki fotosentez formülünü kullanarak fotosentezle tüketilen yıllık su ve CO_2 ve de üretilen O_2 miktarını kg olarak hesaplayınız.

$$\text{Küresel fotosentez üretimi} - 9000 \times 10^{12} \text{ mol C yıl}^{-1}$$



$$Su = 9000 \times 10^{12} \text{ mol H}_2\text{O yıl}^{-1} \times 0,018 \text{ kg mol}^{-1} = 162 \times 10^{12} \text{ kg H}_2\text{O yıl}^{-1} \text{ (net)}$$

$$Su = 18000 \times 10^{12} \text{ mol H}_2\text{O yıl}^{-1} \times 0,018 \text{ kg mol}^{-1} = 324 \times 10^{12} \text{ kg H}_2\text{O yıl}^{-1} \text{ (toplam)}$$

$$CO_2 = 9000 \times 10^{12} \text{ mol CO}_2 \text{ yıl}^{-1} \times 0,044 \text{ kg mol}^{-1} = 396 \times 10^{12} \text{ kg CO}_2 \text{ yıl}^{-1}$$

$$O_2 = 9000 \times 10^{12} \text{ mol O}_2 \text{ yıl}^{-1} \times 0,032 \text{ kg mol}^{-1} = 288 \times 10^{12} \text{ kg O}_2 \text{ yıl}^{-1}$$

b. Dünya atmosferinin toplam kütlesi yaklaşık olarak 5×10^{18} kg'dır ve bunun %78'ini Azot, %21'ini Oksijen ve %1'ini Argon oluşturur. Dünya'nın atmosferi bundan 4 milyar yıl önce ne kadar farklıydı? Dünya'nın ilkin atmosferi hakkında farklı görüşler bulunduğundan cevabınızı hangi kaynaktan yararlanarak verdiğinizi belirtiniz.

1. Oksijenden yoksundu – Des Marais 2005, Kump 2008
2. Metan, amonyak, hidrojen ve sudan oluşan hidrojen zengin indirgeyici bir ortamdı – Chyba 2005'e göre Miller ve Urey 1953; Chyba 2005'e göre Tian vd. 2005
3. CO₂ bakımından zengindi – Chyba 2005'e göre Walker 1977
4. Çekirdek oluşumundan önce CH₄ ve NH₃, sonra ise CO₂ vardı – Chyba 2005'e göre Holland 1962
5. CO₂ bakımından zengindi, %30 oranında H₂ vardı - Chyba 2005'e göre Tian vd. 2005

c. Bugünkü atmosferde bulunan miktardaki O₂'nin birikmesi için ne kadar yıl geçmesi gerektiğini hesaplayınız. İlkin atmosferin O₂ içermediğini, fotosentezin bugünkü oranında birden başladığını, fotosentezin zaman içerisinde sabit kaldığını ve solunumun ihmal edilebilir olduğunu varsayınız. Sonucunuz anlamlı mı? Değilse nedenini açıklayınız.

$$5 \times 10^{18} \text{ kg} \times 0,21 = 1,05 \times 10^{18} \text{ kg O}_2$$

$$1,05 \times 10^{18} \text{ kg O}_2 / 288 \times 10^{12} \text{ kg O}_2 \text{ yıl}^{-1} = 3645,8 \text{ yıl}$$

Bu cevap hesaplamada kullanılan varsayımdan ötürü anlamlı değildir. Fotosentezin bugünkü oranına gelmesi milyarlarca yıl almıştır. Bu süreçte karmaşık, oksijenli solunum yapan canlılar türemiş ve fotosentezle üretilen O₂'nin büyük bir kısmını tüketir hale gelmişlerdir (günümüzde O₂ seviyesi fotosentez ve solunum arasındaki dengeden ötürü neredeyse kararlı bir düzeydedir).

NOT: Atmosferin bileşimi hacim olarak verilmiştir. Teknik olarak kütle cinsinden verilmelidir. Yüzde hacmi yüzde kütleye çevirme çabesindeki bütün cevaplar doğru kabul edilebilir.

d. Al Gore *Uygunsuz Gerçek* adlı filmi için sizi bilim danışmanı olarak kiraladı. Geçen Perşembe yapılan 1.018 kodlu derse katılan Al, Prof. Chisholm'un O₂ seviyelerinin düştüğünü ama bu düşüşün çok da fazla olmadığını söylediğini duydu ve bu bilgiyi filmine

eklemek istiyor ama “korkutma taktikleri”ni kullanmak istemiyor. O₂ seviyelerinin düşme oranını bulunuz (basılı bir kaynağı kullanabilirsiniz ama hangi kaynağı kullandığınızı belirtiniz) ve Al’e bunun neden olduğunu açıklayınız. Bulgularınıza göre, Al Gore filminde bunu fosil yakıt kullanımının zararlı etkilerine mi dahil etmelidir? Cevabınız evetse neden? Hayırsa O₂’nin atmosferde önemli miktarlarda azalmasının nedeni olabilecek bir mekanizma tanımlayınız. Bu mekanizmanın ille de gerçekleşmiş olması gerekmiyor; yeter ki olabilirliği olsun.

1991’de 2005’e O₂ seviyesi %0,00248 oranında düşmüştür.

<http://www.mlo.noaa.gov/programs/coop/scripps/o2/o2.html>

$$\%0,00248 / 15 = 1,65 \times \%10^{-4} \text{ yıl}^{-1}$$

$$1,65 \times 10^{-6} * 0,21 * 5 \times 10^{18} \text{ kg} = 1,735 \times 10^{12} \text{ kg O}_2 \text{ yıl}^{-1}$$

O₂ seviyesi şimdiye kadar olduğu gibi düşmeye devam ederse yaklaşık 600.000 yıl sonra hiç O₂’miz kalmayacak. Keeling bunun 50.000 yıl sonra olacağını söylüyor ama ne olursa olsun, fosil yakıt kaynaklarımızı atmosferdeki O₂ seviyesini önemli ölçüde düşürmeden çok önce tüketeceğiz.

O₂’deki azalma temel olarak fosil yakıtların kullanılmasından kaynaklanıyor çünkü fosil yakıtın yanması O₂ gerektiriyor. Bu etki fotosentez ve solunum arasındaki belirgin dengesizlik sayesinde kısmen telafi ediliyor. Yukarıdaki hesaplamalara dayanarak bunun fosil yakıt kullanımının zararlı etkilerine dahil edilmemesi gerektiği söylenebilir.

Eğer dünyadaki ana bitki birlikleri yok olsaydı atmosferdeki O₂ önemli miktarda azalırdı. İnsan kaynaklı geniş bir bitki örtüsü yok oluşu dünyadaki toplam fotosentez oranını düşürür ve bu da solunum yapan canlılar için bir O₂ kıtlığı anlamına gelir.

NOT: Atmosferin bileşimi hacim olarak verilmiştir. Teknik olarak kütle cinsinden verilmelidir. Yüzde hacmi yüzde kütleye çevirme çabasındaki bütün cevaplar doğru kabul edilebilir.

3. (11 puan)

a. TA’nızdaki adımları takip ederek bir okyanus bilim alanında kariyer yapmaya karar verdiniz. 1.018 kodlu dersten çok etkilendiğiniz için küresel ölçekteki öneminden dolayı okyanusların üretkenliği ile ilgileniyorsunuz. “Ama okyanuslar çöllerle aynı düzeyde bir üretkenliğe sahip değil midir? Küresel ölçekte nasıl önemli olabilirler?” diyen bir sınıf arkadaşınızı bilgilendireceksiniz. İkinizin de haklı olduğunu nasıl açıklarsınız?

Okyanusların birim alan başına düşen üretkenliği düşüktür çünkü Dünya yüzeyinin çok büyük bir kısmını (yaklaşık 2/3) kaplarlar ama küresel net birincil üretiminin neredeyse yarısını okyanuslar yapar.

b. Okyanuslar ve sucul ekosistemler hakkındaki tartışma, aklınıza bunları karasal ekosistemlerle nasıl karşılaştırabileceğiniz sorusunu getirdi. Derslerden üretkenliğin ana çevresel bileşenlerinin ışık, besin, sıcaklık, CO₂ ve H₂O olduğunu hatırlıyorsunuz. Sınıf arkadaşınız aşağıdaki tabloyu hazırladı ve sizden bu tabloyu hangi ekosistemde hangi etkenin birincil üretimi en fazla ve en az etkilediğini belirtecek şekilde doldurmanızı istedi.

	En çok	En az
Boreal Orman	Işık, Sıcaklık, Besinler	CO ₂
Lağım Göleti	Işık, Sıcaklık	H ₂ O, Besinler
Tropikal Yağmur Ormanı	Besinler, Işık	H ₂ O, CO ₂
Kuzey Atlas Okyanusu	Besinler, Işık	H ₂ O, CO ₂

c. Her bir ekosistem için seçtiğiniz etkenleri birkaç cümle ile açıklayınız. Her bir etkenin önemini açıklarken, ekosistem hakkında yaptığınız varsayımları da açıklayınız.

Boreal Orman – Boreal ormanlarda en önemli sınırlayıcı etkenler ışık, sıcaklık ve besinlerdir. Sıvı haldeki suya bitkilerin erişimi her zaman çok kolay olmadığından, bazı boreal ormanlarda su da sınırlayıcı etken olabilir. CO₂ yeterlidir.

Lağım Göleti – Lağım göletlerinde besin (N ve P) bolluğu söz konusudur. Bununla birlikte, besin fazlalığı bulanık bir suya neden olur ki bu da ışığın sınırlayıcı bir etken olmasına neden olur. Biyolojik yükseltgenme süreçleri aşırı sıcak ve soğuğa duyarlı olduğu için bazı durumlarda sıcaklık da sınırlayıcı bir etken olabilmektedir. O₂'nin de bir lağım göletinde önemli bir sınırlayıcı etken olabileceği unutulmamalıdır.

Tropikal Yağmur Ormanı – Yağmur ormanlarında besinler ışıktan daha önemlidir çünkü topraktaki besinlerin hızlı bir şekilde tüketilmesine neden olan çok büyük bir üretkenlik söz konusudur. Işık yoğun orman örtüsünün altında yaşayan bitkiler için sınırlayıcı bir etkidir. Yağmur ve ormanın solunumu nedeniyle çevrede yeterince su ve CO₂ bulunur.

Kuzey Atlas Okyanusu – Besinler ve ışık bu sistemdeki sınırlayıcı etkenlerdir. Kuzey Atlas Okyanusu'nun yüzeyinde ışık sınırlayıcı bir etken olmaz ama besinler sınırlayıcı etkidir (kıyı şeridi ve sığ alanlar istisnadır çünkü bu alanlarda daha çok besin bulunur; o nedenle de üretim daha yüksektir). Okyanusun derin bölgelerine bakarsanız ışığın bu bölgelere ulaşmadığını görürsünüz; dolayısıyla ışık bu bölgelerde sınırlayıcı bir etkidir.

d. Çalışkan bir MIT öğrencisi olduğunuz için sınıf arkadaşınızla yaptığınız tartışma karbonun ortalama kalış süresi (OKS) ile ilgili bir sohbe dönüşü. Sınıf arkadaşınız farklı ekosistemleri içeren bir tablo hazırladı ve sizden bunları OKSlerine göre sıralamanızı istedi (1'den +'e kadar; 1 en uzun, 4 en kısa kalış süresi olacak şekilde). Yönteminizi kısaca açıklayınız.

<u>Ekosistem</u>	<u>Alan</u> (10 ⁶ km ²)	<u>NBÜ</u> (gm ⁻² y ⁻¹)	<u>Biyokütle</u> (kgm ⁻²)	<u>Sıra</u>
Genç ılıman orman	5	1300	30	1
Okyanus planktonu	332	125	0,003	4
Tropikal yağmur ormanı	17	2200	45	2
Savan	15	900	4	3

Kalma Süresi = Biyokütle / Akış

MIT OpenCourseWare

<http://ocw.mit.edu>

1.018J / 7.30J Ekoloji I: Dünya

Güz 2009

Bu materyallere atıfta bulunmak ya da kullanım koşulları için <http://ocw.mit.edu/terms> adresini ziyaret ediniz.