

T.C.
MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

BİYOMEDİKAL CİHAZ TEKNOLOJİLERİ

BİYOMEDİKAL FİZİKSEL ÖLÇÜMLER

ANKARA 2007

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|----|
| AÇIKLAMALAR | iv |
| GİRİŞ | 1 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-1 | 3 |
| 1. KULLANIM ORTAMLARINDA ÖLÇÜMLER | 3 |
| 1.1. Sıcaklık Ölçümü | 4 |
| 1.1.1. Tanımı | 4 |
| 1.1.2. Birimleri | 5 |
| 1.1.3. Birimlerinin Birbirine Dönüşümü | 6 |
| 1.1.4. Ölçü Aletleri | 6 |
| 1.2. Nem Ölçümü | 10 |
| 1.2.1. Tanımı | 10 |
| 1.2.2. Nem Birimleri | 12 |
| 1.2.3. Nem Ölçü Aletleri | 12 |
| 1.3. Titreşim Ölçümü | 13 |
| 1.3.1. Tanımı | 13 |
| 1.3.2. Birimleri | 17 |
| 1.3.3. Birimlerinin Birbirine Dönüşümü | 18 |
| 1.3.4. Birimlerin Ast ve Üst Katları | 19 |
| 1.3.5. Ölçü Aletleri | 19 |
| 1.4. Parçacık Ölçümü | 21 |
| 1.4.1. Tanımı | 21 |
| 1.4.2. Birimleri | 24 |
| 1.4.3. Birimlerinin Birbirine Dönüşümü | 24 |
| 1.4.4. Birimlerin Ast ve Üst Katları | 25 |
| 1.4.5. Ölçü Aletleri | 25 |
| 1.5. Işık Seviye Ölçümü | 30 |
| 1.5.1. Işığın Tanımı | 30 |
| 1.5.2. Işık Seviye Birimleri | 30 |
| 1.5.3. Işık Seviye Ölçü Aletleri | 32 |
| 1.5.4. Işık Seviye Ölçü Aletlerinin Kullanımı | 33 |
| 1.6. Ses Seviye Ölçümü | 33 |
| 1.6.1. Sesin Tanımı | 33 |
| 1.6.2. Ses Seviye Birimleri | 34 |
| 1.6.3. Ses Seviye Birimlerinin Birbirine Dönüşümü | 36 |
| 1.6.4. Ses Seviye Ölçü Aletleri | 36 |
| 1.6.5. Ses Seviye Ölçü Aletlerinin Kullanımı | 36 |
| 1.7. Eğim Hesabı ve Ölçümü | 37 |
| 1.7.1. Eğimin Tanımı | 37 |
| 1.7.2. Bir Eğim Açısının Ölçülmesi | 38 |
| 1.7.3. Eğimin Hesaplanması | 38 |
| 1.7.4. Su Terazisi Kullanımı | 39 |
| UYGULAMA FAALİYETİ | 40 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME | 44 |
| UYGULAMA TESTİ | 46 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ -2 | 53 |
| 2. İŞ, ENERJİ VE GÜÇ ÖLÇÜMÜ | 53 |

| | |
|---|----|
| 2.1. İşin Tanımı | 53 |
| 2.2. İş Birimleri | 54 |
| 2.3. Gücün Tanımı | 56 |
| 2.4. Güç Birimleri | 57 |
| 2.5. Enerjinin Tanımı | 59 |
| 2.5.1. Mekanik Enerji | 60 |
| 2.5.2. Elektrik Enerjisi | 61 |
| 2.5.3. Isı Enerjisi | 62 |
| 2.5.4. Işık Enerjisi | 62 |
| 2.5.5. Nükleer Enerji | 62 |
| 2.5.6. Kimyasal Enerji | 62 |
| 2.6. Enerji Birimleri | 62 |
| 2.7. Enerji Birimlerinin Birbirine Dönüşümü | 63 |
| 2.8. İş, Güç, Enerji Problemleri ve Çözümleri | 63 |
| UYGULAMA FAALİYETİ | 65 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME | 66 |
| UYGULAMA TESTİ | 67 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ -3 | 68 |
| 3. SÜRE, HIZ VE DEVİR ÖLÇÜMÜ | 68 |
| 3.1. Zamanın Tanımı | 68 |
| 3.2. Zamanın Ölçümü | 68 |
| 3.3. Hızın Tanımı | 69 |
| 3.4. Hız Birimleri | 69 |
| 3.5. Hız Birimlerinin Birbirine Dönüşümü | 70 |
| 3.6. Hız Ölçü Aletleri | 70 |
| 3.7. Hız Ölçü Aletlerinin Kullanımı | 71 |
| 3.8. Devirin Tanımı | 71 |
| 3.9. Devir Birimleri | 71 |
| 3.10. Devir Birimlerinin Birbirine Dönüşümü | 71 |
| 3.11. Devir Ölçü Aletleri | 72 |
| 3.11.1. Tako-jeneratörler | 72 |
| 3.11.2. Darbeli (palsli) Turmetre | 73 |
| 3.11.3. Stroboskoplar | 73 |
| 3.11.4. Kademeli (Mekanik) Takometreler | 74 |
| 3.12. Devir Ölçü Aletlerinin Kullanımı | 74 |
| UYGULAMA FAALİYETİ | 76 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME | 77 |
| UYGULAMA TESTİ | 78 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ -4 | 79 |
| 4. ELEKTROMANYETİK AKI VE ALAN ÖLÇMEK | 79 |
| 4.1. Elektromanyetik Akının Tanımı | 79 |
| 4.2. Birimleri | 80 |
| 4.3. Birimlerinin Birbirine Dönüşümü | 80 |
| 4.4. Elektromanyetik Alan Tanımı | 81 |
| 4.5. Birimleri | 83 |
| 4.6. Birimlerin Birbirine Dönüşümü | 84 |
| 4.7. Elektromanyetik Akı ve Alan Problemleri ve Çözümleri | 84 |

| | |
|--|-----|
| 4.8. Ölçü Aletleri..... | 85 |
| UYGULAMA FAALİYETİ | 87 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME..... | 88 |
| UYGULAMA TESTİ..... | 89 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ -5 | 90 |
| 5. BUHAR VE GAZ BASINCI ÖLÇÜMÜ | 90 |
| 5.1. Tanımı..... | 90 |
| 5.2. Birimleri..... | 94 |
| 5.3. Birimlerinin Birbirine Dönüşümü | 94 |
| 5.4. Birimlerin Ast ve Üst Katları | 95 |
| 5.5. Ölçü Aletleri..... | 96 |
| 5.5.1. U-Tipi Manometre | 96 |
| 5.5.2. Kuyu Tipi Manometre..... | 96 |
| UYGULAMA FAALİYETİ | 98 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME..... | 99 |
| UYGULAMA TESTİ..... | 100 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ -6 | 101 |
| 6. RENK YOĞUNLUK ÖLÇÜMLERİ | 101 |
| 6.1. Işık Renk Tayfları ve Dalga Boyları..... | 101 |
| 6.2. Işıksal Kırınım..... | 102 |
| 6.3. Işıksal Yöntemle Çözelti Parametrelerini Ölçme | 103 |
| 6.4. Kolorimetre ile Işığın Kırınımını Gözlemlemek | 105 |
| 6.5. Elektriksel İletkenlik Dönüştürücüsü ile Çözelti (kanın) Parametrelerinin Ölçülmesi | 105 |
| UYGULAMA FAALİYETİ | 108 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME..... | 109 |
| UYGULAMA TESTİ..... | 110 |
| MODÜL DEĞERLENDİRME..... | 111 |
| CEVAP ANAHTARLARI | 113 |
| KAYNAKÇA | 117 |

AÇIKLAMALAR

| | |
|--|--|
| KOD | 522EE0150 |
| ALAN | Biyomedikal Cihaz Teknolojileri |
| DAL/MESLEK | Alan Ortak |
| MODÜLÜN ADI | Biyomedikal Fiziksel Ölçümler |
| MODÜLÜN TANIMI | Tıbbî cihazların kullanım ortamlarının fiziksel büyüklüklerini ölçebilmek için gerekli bilgi ve becerinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir. |
| SÜRE | 40/32 |
| ÖN KOŞUL | |
| YETERLİK | Cihazlar, ekipmanlar, makineler ve kullanım ortamlarında fiziksel büyüklüklerin ölçümlerini hatasız olarak yapmak. |
| MODÜLÜN AMACI | Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında cihazlar, ekipmanlar, makineler ve kullanım ortamlarında fiziksel büyüklüklerin ölçümlerini hatasız olarak yapabileceksiniz. Amaçlar Ø Kullanım ortamlarında sıcaklık, nem, titreşim, partikül miktarını, ışık şiddetini, ses seviyesini ve yüzeyin eğimi ile ilgili ölçü aletlerini kullanarak hatasız ölçebileceksiniz. Ø Cihazlar ve kullanıldıkları ortamlarda iş, güç, enerji ölçüm ve hesaplamalarını yapabileceksiniz. Ø Ekipmanlarda, cihazlarda, makinelerde, süre, hız ve devir ölçümlerini, ilgili ölçü aletlerini kullanarak hatasız yapabileceksiniz. Ø Manyetik alan oluşturan ekipmanlarda elektromanyetik akı ve alan miktarını, ölçü aletlerini kullanarak hatasız ölçebileceksiniz. Ø Buhar ve gaz basıncını, ilgili ölçü aletlerini kullanarak hatasız ölçebileceksiniz. Ø Işık parametrelerini kullanarak çözeltilerdeki maddelerin renk yoğunluk ölçümlerini yapabileceksiniz. |
| EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI | Fiziksel büyüklükleri ölçme laboratuvarı, termometre, nemölçer, titreşim ölçer, parçacık sayıcı, gausmetre, manometre, kolorimetre, lüksmetre, eğimölçer, ses seviye ölçer. |

**ÖLÇME VE
DEĞERLENDİRME**

Her faaliyet sonrasında o faaliyetle ilgili değerlendirme soruları ile kendi kendinizi değerlendireceksiniz.

Öğretmen modül sonunda size ölçme aracı (uygulama, soru-cevap, test, çoktan seçmeli, doğru yanlış vb.) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.



GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

İnsanlar nasıl her koşul altında yaşayamaz ise cihazlar da her koşul altında işlevlerini sağlıklı bir şekilde yerine getiremez. Bu nedenle cihazlar uygun koşullara sahip ortamlarda çalıştırılmalıdır. Özellikle de yaptıkları işin doğruluğu ve duyarlılığı çok önemli olan tıbbî cihazlar. Tıbbî cihazların insan sağlığı üzerindeki etkilerini bir düşününüz.

Hastaların sağaltımı (tedavisi) için belki de en önemli aşama tanı aşamadır. Zamanında tanı konulduğu sürece sağaltılamayacak (tedavi edilmeyecek) hastalık yok gibidir. Bu nedenle tanı aşamasında nesnel ve kesin ölçüm yapabilen cihazlar vazgeçilmez hale gelmiştir. Sağaltım aşamasında kullanılan cihazlarda çok önemlidir. Bu cihazların işlevlerini doğru bir şekilde yerine getirebilmesi buldukları ortamın fiziksel büyüklüklerine bağlıdır. Bu fiziksel büyüklükler sıcaklık, nem, ışık, ses, basınç vb. şekilde sıralanabilir. Her cihaz için en uygun çalışma şartları farklı olabilir. Önce ölçümler yapılmalı, gerekli koşullar sağlanıyor ise cihazlar kurulmalıdır.

Bu modülü tamamladıktan sonra tıbbî cihazlar için önemli fiziksel büyüklüklerin ne olduğunu bilecek ve ölçümlerini yapabileceksiniz.



ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Biyomedikal cihazların kullanım ortamlarında sıcaklığını, nemini, titreşimini, parçacık miktarını, ışık ve ses seviyesini, yüzey eğimi ile ilgili ölçü aletlerini kullanarak hatasız ölçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Ø Fiziksel büyüklüklerin elektronik cihazlar üzerindeki etkilerini araştırınız.
- Ø Sıcaklık, nem, titreşim, parçacık, ışık, ses ve eğim kavramları ve ölçü aletlerinin kullanımı hakkında bilgi toplayınız, bu bilgileri rapor haline getiriniz ve sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız. Bu bilgilere İnternette, fizik kitaplarından ve çevrenizdeki işletmelerden ulaşabilirsiniz.

1. KULLANIM ORTAMLARINDA ÖLÇÜMLER

Öncelikle ilerleyen konularda sıklıkla bahsi geçecek olan ve uluslararası ölçüm sistemi olarak tanımlanan SI ile ilgili kısa bir bilgi ve tabloları verelim.

Uluslararası Ölçüm Sistemi ya da Uluslararası Birim Sistemi (Fransızca: Système international d'unités, kısaca SI), 1960'daki "Ağırlıklar ve Ölçümler" genel konferansında tanımlandı ve buna resmî bir statü verildi. Bu sistem bilimde ve teknolojiye kullanmak üzere önerilmiştir. SI'in genel kabulü, teknik iletişimi kolaylaştırmaya yöneliktir. **MKS** birim sistemiyle doğrudan ilgilidir.

| SI Temel Birimleri | | |
|---------------------------|-----------------|------------|
| Fiziksel Nicelik | Birimin Adı | Sembol |
| Uzunluk | <u>metre</u> | m |
| <u>Kütle</u> | <u>kilogram</u> | kg |
| <u>Zaman</u> | <u>saniye</u> | s |
| <u>Elektrik Akımı</u> | <u>amper</u> | A |
| <u>Sıcaklık</u> | <u>kelvin</u> | K |
| <u>Aydınlanma Şiddeti</u> | <u>kandela</u> | cd |
| <u>Madde Miktarı</u> | <u>mol</u> | mol |

Tablo 1.1: SI temel birimleri

| Bazı SI türeme birimleri için özel isimler ve semboller | | | |
|---|--------------------------|-----------------------|---|
| Fiziksel Nicelik | SI Biriminin Adı | SI Birimi için Sembol | SI Biriminin Tanımı |
| Kuvvet | <u>newton</u> | N | kg m s^{-2} |
| Basınç | <u>pascal</u> | Pa | $\text{N/m}^2 = \text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$ |
| Enerji | <u>joule</u> | J | $\text{N m} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$ |
| Güç (fizik) | <u>watt</u> | W | $\text{J/s} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-3}$ |
| Elektriksel Yük | <u>coulomb</u> | C | $\text{A} \cdot \text{s}$ |
| Elektriksel Potansiyel Farkı | <u>volt</u> | V | $\text{W/A} = \text{J/C} = \text{kg m}^2 \text{A}^{-1} \text{s}^{-3}$ |
| Elektriksel Direnç | <u>ohm</u> | W | $\text{V/A} = \text{kg m}^2 \text{A}^{-2} \text{s}^{-3}$ |
| Elektriksel İletkenlik | <u>siemens</u> | S | $\Omega^{-1} = \text{kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{A}^2 \text{s}^3$ |
| Elektriksel Sığa | <u>farad</u> | F | $\text{C/V} = \text{A}^2 \text{s}^4 \text{kg}^{-1} \text{m}^{-2}$ |
| Manyetik Akı | <u>weber</u> | Wb | $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{A}^{-1}$ |
| İndüktans | <u>henry</u> | H | $\text{Wb/A} = \text{kg m}^2 \text{A}^{-2} \text{s}^{-2}$ |
| Manyetik Akı Yoğunluğu | <u>tesla</u> | T | $\text{Wb/m}^2 = \text{kg s}^{-2} \text{A}^{-1}$ |
| Aydınlanma Akısı | <u>lümen</u> | lm | $\text{cd} \cdot \text{sr}$ |
| Aydınlanma | <u>lüks (aydınlanma)</u> | lx | $\text{lm/m}^2 = \text{cd sr m}^{-2}$ |
| Frekans | <u>hertz</u> | Hz | s^{-1} (saniyede salınım) |
| Radyoaktivite | <u>bekerel</u> | Bq | s^{-1} (saniyede bozunma) |

Tablo 1.2: Bazı SI türeme birimleri için özel isimler ve semboller

1.1. Sıcaklık Ölçümü

1.1.1. Tanımı

Enerji kaynağımız olan güneş, dünyamıza gönderdiği ışınlarla bizleri ısıtmaktadır. Yazın hava ısındığı için sıcaklık değeri artar. Kışın ise hava soğuduğu için sıcaklık düşer. Isı ile sıcaklık kavramlarını çok kullanırız. Bu kavramlar aynı gibi görünse de aslında çok temel farklılıkları vardır. Bunun için bu kavramların farklarını öğrenmek zorundayız.

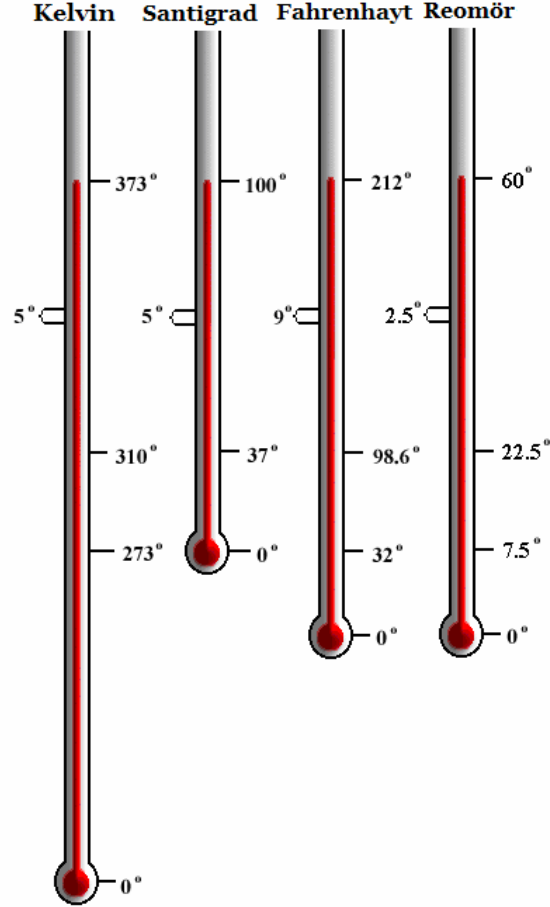
Isı bir enerji çeşididir. Maddeyi oluşturan atom ve moleküller sürekli hareket halindedir. Bu atom ve moleküllerin hareketlerinden dolayı oluşan enerjiye ısı enerjisi diyoruz. Fakat sıcaklık, maddenin ortalama hareket (kinetik) enerjisini gösteren bir değerdir. Bir maddenin sıcaklığı denildiğinde maddedeki bir molekülün ortalama kinetik enerjisi söylenmiş olur. Hatta bu değeri duyu organlarımızla algılayabiliriz. Maddenin ısı denildiğinde ise o maddedeki toplam kinetik (hareket) enerji anlaşılır.

Bu anlatılanlara göre sıcaklığın tanımını şöyle yapabiliriz: **Sıcaklık bir maddedeki tanecik başına düşen ortalama kinetik enerjinin bir ölçüsüdür.**

Buradan şu sonucu çıkarabiliriz: Sıcaklık maddenin ne kadar olduğuna bağlı değildir. Ama ısı, madde miktarına bağlıdır. Biri diğerinin sonucunda değişikliğe uğrar.

1.1.2. Birimleri

Dört farklı sıcaklık birimi vardır. Bunlar Santigrad(celsius), Fahrenheit (fahrenheit), Reomör(romer) ve Kelvin(kelvin) ölçekleridir.



Şekil 1.1: Sıcaklık birimlerinin karşılaştırılması

Santigrad derece(°C) en çok kullanılan sıcaklık birimidir. Amerika ve İngiltere gibi bazı ülkelerde ise çoğunlukla Fahrenheit derece(°F) kullanılır. Kelvin(K) ve Reomör derecesinin(°R) ise kullanım alanı daha azdır. Kelvin ölçeğinde derece terimi kullanılmaz, °K yerine K ile sembolize edilir.

Santigrad derecesini 1742 yılında İsveçli Fizikçi Celcius, 1 atm. basınç altında suyun donma sıcaklığını 0, kaynama sıcaklığını 100 kabul ederek ve 100 eşit parçaya bölerek elde etmiştir.

Bir diğer ölçeklendirme sistemi olan Kelvin ölçeğini ise Lord Kelvin geliştirmiştir.

Kelvin, teorik olarak erişilebilecek en düşük sıcaklık olan -273°C 'yi mutlak 0 noktası kabul etmiştir. Yapılan araştırmalarda hiçbir maddenin sıcaklığı -273°C 'nin altına düşürülememiştir. İşte Kelvin bu sıcaklığı referans kabul etmiştir.

Fahrenheit, referans olarak yine aynı şartlar altında suyun donma ve kaynama noktalarını almış olup donma noktasını 32°F , kaynama noktasını 212°F olarak $212 - 32 = 180$ eşit parçaya bölmüştür.

Reomör ölçeğinde 0 Reomör donma noktası, 80 Reomör kaynama noktası alınarak 80 eşit parçaya bölünmüştür. Şekil 1.1'de bu dört ölçeğin birbirleri ile olan bağıntısını daha iyi görmekteyiz.

1.1.3. Birimlerinin Birbirine Dönüşümü

Yukarıda belirlenen bu dört ölçeğin birbirine dönüşümünü sağlamak için aşağıdaki eşitlik yazılabilir.

$$\frac{C}{100} = \frac{R}{80} = \frac{F - 32}{180} = \frac{K - 273}{100}$$

ÖRNEK: 50°C kaç fahrenheit derecedir?

ÇÖZÜM: Yukarıdaki eşitliğin sadece ilgili kısmı üzerinde işlem yapılır.

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180} \text{ eşitliğinde C yerine 50 yazılır ve F eşitliği bulunur.}$$

$$\frac{50}{100} = \frac{F - 32}{180} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{F - 32}{180} \Rightarrow 180 = 2 \times (F - 32) \Rightarrow 90 = F - 32$$

$$F = 90 + 32 = 122 \text{ buradan } 50^{\circ}\text{C}'\text{nin } 122^{\circ}\text{F}'\text{ye eşit olduğu görülmektedir.}$$

1.1.4. Ölçü Aletleri

Maddelerin sıcaklığını ölçen ağıtlara termometre denir. Tüm termometreler, sistemin bazı fiziksel özelliklerinin değişimi ilkesi üzerine kurulmuştur. Sıcaklık ile değişen bazı fiziksel özellikler sıvının oylumu (hacmi), katının uzunluğu, gaz basıncı (sabit oylumda), gaz oylumu (sabit basınçta), iletkenin elektriksel direnci ve bir nesnenin rengidir. Belirli bir madde ve belirli bir sıcaklık aralığı için bu fiziksel özelliklerden herhangi birinin üzerine inşa edilmiş bir sıcaklık ölçme sistemi kurulabilir.

Yaygın olarak kullanılan termometreler sıvılı ve metal termometrelerdir.

Sıvılı termometrelerde, sıcaklıkla orantılı olarak genişleyen sıvılar kullanılır. İnce cam boru içindeki sıvı; cıva ise cıvalı termometre, alkol ise alkollü termometre adını alır. Cıva – 39 santigrat derecede donar, 357 santigrat derecede kaynar. Cıvalı termometreler ile –39°C ile 357°C arasındaki sıcaklıklar ölçülebilir. Çok soğuk kış günlerinde bu termometreler kullanılmaz. Bunun yerine donma sıcaklığı daha düşük olan alkollü termometreler kullanılır. Çünkü alkol yaklaşık olarak -115°C’de donar. Bu termometreleri kutuplarda kullanmak mümkündür. Ancak kılcal boru içindeki sıvının iyi görülebilmesi için kırmızı, mavi, sarı vb. renkli boya maddeleri ile boyanması gerekir. Sıvılı termometreler kullandıkları yerlere göre çeşitli isimler alır. Duvar termometresi, laboratuvar termometresi ve hasta termometresi gibi.

Cıvalı ve alkollü termometreler ile ölçülemeyen sıcaklıkları ölçmek için metal termometreler kullanılır. Metal termometreler ile 1600°C’ye kadar olan yüksek sıcaklıklar ölçülebilir. Fabrika ve fırınlar kullandığı yerlerdir.

Endüstride yüksek dereceli sanayi fırınlarının sıcaklıklarını ölçmek için pirometreler kullanılır.

Bazen sıcaklığı ölçülecek maddelere yaklaşmak mümkün olmayabilir ya da tehlikeli olabilir. Bu durumlarda, maddeye temas etmeden sıcaklığı uzaktan ölçebilen kızılötesi termometreler kullanılmaktadır.

Ortam sıcaklığının ölçülmesinde genellikle basit ve kullanımı kolay elektronik termometreler kullanılır.

Elektronik termometrelerde sıcaklık algılayıcı olarak genellikle RTD, termistör, ısı çift ve sayısal tümdevre algılayıcı kullanılır. Algılayıcıların özellikleri termometreleri de tanımlar, o nedenle aşağıda algılayıcıların özellikleri verilmiştir.

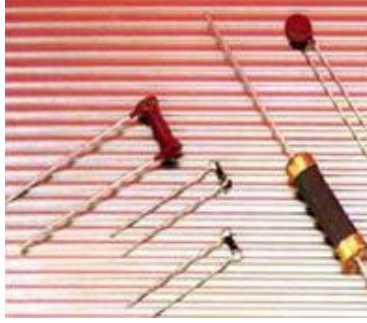


Şekil 1.2: Bir cıvalı termometre

RTD’ler sıcaklıkla birlikte bir metalin (ya da alaşım) direncinin değişmesi temeline kurulmuştur. Hassas sıcaklık algılayıcılardır. 0.0025°C çözünürlüğe sahiptir. Çok geniş sıcaklık ölçüm aralığına sahiptir. Platin ve bakır elemanlara sahip RTD’ler ısı çiftlere ve pek çok termistöre göre daha doğrusal bir davranış gösterir. RTD’nin dezavantajları ise, daha yavaş tepki, şok ve titreşime duyarlılık, sıcaklık değişimlerinde küçük direnç değişimi (düşük duyarlılık) ve düşük taban direncidir. Sayısal tümdevre algılayıcılardan ucuz, termistörlerden pahalıdır.



Şekil 1.3: RTD algılayıcı



Şekil 1.4: Termistörler

Termistör, elektriksel direnci sıcaklıkla orantılı olarak değişen elemanlardır. PTC ve NTC olmak üzere iki çeşit termistör vardır. Küçük sıcaklık değişikliklerine karşı duyarlıdır. Düşük sıcaklık uygulamaları için (sınırlı sıcaklık aralıklarında) uygundur. Fiziksel boyutları küçüktür. Düşük ve yüksek doğruluklu çeşitleri vardır. RTD'lere göre daha ucuzdur. Termistörlerin dezavantajları ise algılayıcının kırılgan yapısı, sınırlı sıcaklık aralığı ve yüksek sıcaklıklarda ayar bozukluğudur.

Isıl çift, farklı ısıl özelliğe sahip birleştirilmiş iki metalden oluşur. Pek çok çeşidi mevcuttur. K-tipi, J-tipi, T-tipi şeklinde adlandırılır. Her tip farklı metal çiftlerinde yapılmıştır, farklı ölçüm aralığı sunar ve farklı aralıklarda doğrusallık gösterir. Ölçüm aralıkları oldukça geniştir ve ölçüm aralığının tamamında doğrusal değildir. Kullanılacağı yere göre özel problemleri mevcuttur. Şekil 1.5'te farklı problemlere sahip iki ısıl çift gösterilmiştir. Algılama yapan kısmında sadece metal olduğundan yüksek sıcaklıklarda ve sıvı sıcaklığı ölçümleri için uygundur. Basit yapıları olumsuz ortam koşullarına (aşırı şok, vibrasyon gibi) dayanıklı olmalarını sağlar. Çok hassas ölçüm yapamaz.



Şekil 1.5: Isılçift algılayıcı



Şekil 1.6: Sayısal algılayıcı örnekleri

Genel amaçlı çoğu termometre sayısal tümdevre algılayıcı kullanır. Analog ve sayısal çıkış veren çeşitleri mevcuttur. Ölçebilecekleri sıcaklık aralığı fazla değildir. Yüksek sıcaklıklarda kullanılmaz. Çözünürlükleri fazladır, doğrusallıkları iyidir. Hassas ölçüm yapabilir. Sayısal elektronik devrelerine uyumludur, ek bir donanım gerektirmez.

Günlük kullanımlarda ortam sıcaklığı ölçmek için fazla ölçüm aralığına ihtiyaç yoktur ancak yerine göre hassas ölçüm gerekebilir. Bu gereksinimleri karşılayan ve sayısal göstergeli termometrelerde, kullanımı daha kolay olan sayısal tümdevre algılayıcılar tercih edilir. Aşağıda kalem tipi termometre, masa tipi termometre ve IR termometre çeşitleri için örnek gösterilmiştir.



Şekil 1.7: Sayısal termometreler

1.2. Nem Ölçümü

1.2.1. Tanımı

Hoşlansak da hoşlanmasak da su ve su buharı her yerde bulunabilir. Su molekülleri hemen hemen her yüzeye kolayca tutunabilir.

Havadaki ya da herhangi bir diğer gazdaki su buharına nem (humidity) ya da rutubet denir. Dilimizde sıvı ve katılardaki su buharına da nem denmesine karşın İngilizcede moisture kelimesi kullanılır. Nemin birbiri ile ilişkili fakat farklı olan çeşitli tanımları vardır.

Sel, sis, bitki hastalıklarının meydana çıkma koşulları vb. durumların öngörülmesi için nem saptamak ekonomik açıdan çok önemlidir. Depolanmış yiyecek maddeleri ya da ham maddeler düşük nem altında kuru durabilir ya da yüksek nem altında küflenebilir. Çoğu endüstriyel işlemlerde nem ölçümü en uygun üretim koşullarının devamlılığı için önemlidir. Nem içeriği birkaç yolla ifade edilebilir ve hatta ölçüm için yöntem sayısı oldukça fazladır. İlgi alanı sisteminin herhangi bir noktasındaki buğuyu önlemek olan bir mühendis, gaz akışının çığ noktası ile ilgilenecektir. Bir kimyacı su buharının saflık miktarı ile ilgilenebilir.

Havanın su buharı içeriğini belirtmek için mutlak nem, karışım oranı, buhar basıncı, bağıl nem ve çığ noktası gibi yöntemler kullanılır. Bunlardan mutlak nem ve karışım oranı benzerdir ve belirli bir miktar hava içindeki su buharı miktarı olarak ifade edilir.

Ø **Mutlak nem** (absolute humidity) belirli bir sıcaklığa ve oyluma (hacim) sahip havanın içinde bulunan su buharı yoğunluğudur. Birimi gram/metrekaredir(gr/m^3). Bu değer atmosfer içindeki su buharı miktarını gösterir.

$$Mutlak \cdot nem = \frac{Su \cdot buharı \cdot kütlesi(gram)}{Hava \cdot oylumu(metre^3)}$$

Hava bir yerden başka bir yere taşınırsa, oylumdaki (hacimdeki) değişiklik basıncın ve sıcaklığın değişmesine neden olur. Oylum değişimleri meydana geldiğinde su buharında bir artma ya da azalma olmasa da mutlak nem değişir. Sonuç olarak eğer kullanılacak gösterge mutlak nem ise hareket eden bir hava kütlelerinin ne kadar su buharı içerdiğini izlemek zordur. Bu yüzden hava uzmanları havanın içerdiği su buharını ifade etmek için karışım oranını kullanır.

Ø **Karışım oranı** (mixing ratio): Havadaki su buharı kütlelerinin kuru hava kütlelerine oranıdır.

$$Karışım \cdot oranı = \frac{Su \cdot buharı \cdot kütlesi(gram)}{Kuru \cdot hava \cdot kütlesi(kilogram)}$$

Havanın belirli bir sıcaklıkta tamamen su buharı ile doymuş olduğu zamanki karışım oranına ise **doğun karışım oranı** denir.

Karışım oranı birimi gram/kilogramdır. Karışım oranı, oylumla ilişkili olmadığından buharlaşma veya yoğunlaşma olmadıkça basınç ve sıcaklık değişimlerinden etkilenmez. Bu açıdan bakıldığında karışım oranı havanın korunan bir özelliğidir.

Bununla birlikte ne mutlak nem ne de karışım oranı doğrudan örnekleme yoluyla kolayca belirlenemez. Bu yüzden havanın içerdiği su buharını ifade etmek için diğer yöntemler de kullanılır. Bu yöntemler buhar basıncı, bağıl nem ve çığ noktasıdır.

Serbest su yüzeylerinden buharlaşma ve bitkilerden de terleme yoluyla troposferin yeryüzüne yakın kısımlarında oluşan su buharı tabakası, ağırlığı dolayısıyla yeryüzüne bir kuvvet uygular. Bu kuvvetin birim alana düşen miktarına **basınç** denir. Doğunluk sınırındaki hava sıcaklığında ek bir basınç ortaya çıkar. Sadece su buharının ağırlığından kaynaklanan bu basınca **buhar basıncı** denir.

Ø **Bağıl nem** (relative humidity): Herhangi bir sıcaklıkta havanın gerçek buhar basıncının aynı sıcaklıkta doymuş buhar basıncına oranıdır. Bu yüzden bağıl nem havadaki gerçek su buharı miktarından daha ziyade havanın doyuma ne kadar yakın olduğunu gösterir. Bağıl nem su buharı miktarı ile doğru fakat sıcaklık ile ters orantılı olarak değişir.

Bağıl nem genellikle yüzde olarak tanımlanır. Bağıl nem değeri 100 ile çarpılırsa yüzde bağıl nem bulunur.

$$\text{Bağıl nem eşitliği } H = \frac{P_s}{P_d} \quad \text{Yüzde bağıl nem eşitliği } H = 100 \frac{P_s}{P_d}$$

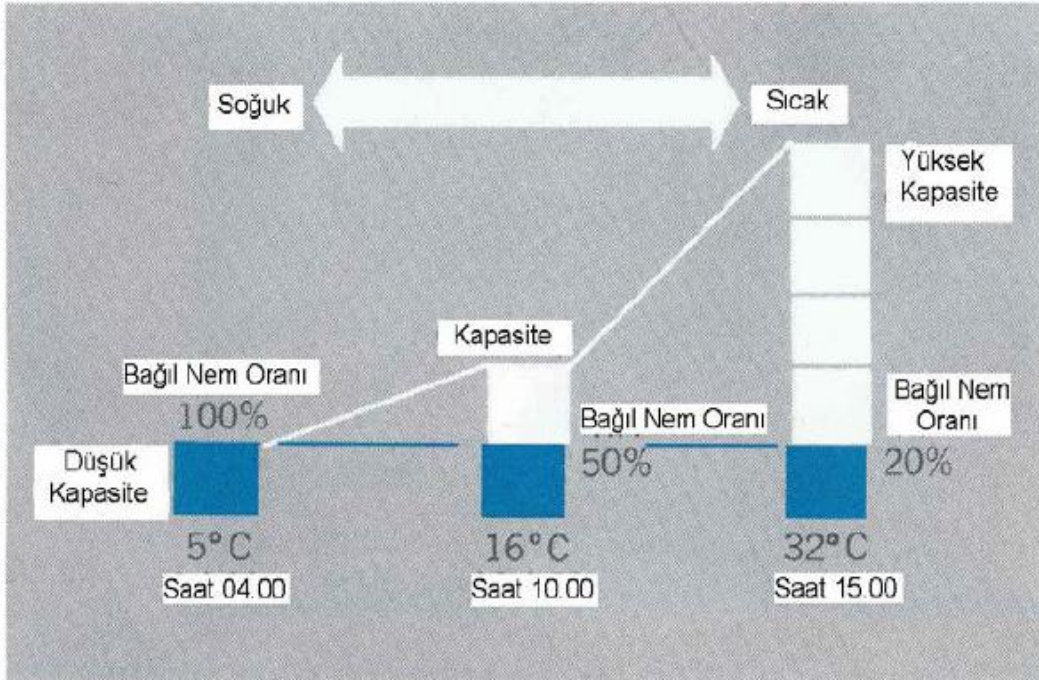
Bu eşitliklerde;

H: Bağıl nem

Ps: Su buharının kısmi basıncı

Pd: Verilen sıcaklıkta doymuş su buharı basıncıdır.

Bağıl nemi anlamamıza bir örnek yardım edebilir: Sabahın erken saatlerinden başlayarak saat 04.00'te sıcaklık 5 °C'dir ve havanın bağıl nemi % 100'dür. Yani hava doymuştur ve herhangi bir ilave su buharı tutamaz. Saat 10.00'da sıcaklık 16 °C'ye yükselmiştir, bağıl nem % 50'ye düşmüştür, havadaki su buharı aynı kaldığı halde, saat 15.00'te, hava güneş tarafından ısıtılmış ve sıcaklık 32°C olmuştur. Bağıl nem % 20' ye düşmüştür, hava çok kurudur. Aynı miktarda su buharı havada mevcuttur fakat havanın kapasitesi su buharı tutmak için büyük ölçüde artmıştır. Akşam vakti hava sıcaklığı düştüğü için bağıl nem tekrar yükselir ve dönüşüm kendi kendine tekrarlanır.



Şekil 1.8: Gün içinde bağıl nem değişimi

- Ø **Çiğ noktası:** Atmosferde doymuş su buharı basıncının su buharının kısmi basıncına eşit olduğundaki sıcaklıktır. Atmosferin sıcaklığının çığ noktası altına düşmesi suyun yoğunlaşmasına neden olur. Çiğ noktasında bağıl nem %100'dür.

1.2.2. Nem Birimleri

Bağıl nem yüzde olarak ifade edilir (%RH), birimi yoktur. Mutlak nem genellikle birim oyluma düşen kütle (g/m^3) biriminde ifade edilir. Karışım oranı g/kg olarak ifade edilir. Çiğ noktası sıcaklık biriminde ifade edilir (tipik olarak $^{\circ}C$).

1.2.3. Nem Ölçü Aletleri

Mutlak nem ve karışım oranını doğrudan ölçmek zordur ama bağıl nem biliniyorsa bir tablo ya da grafikten kolayca hesaplanabilir. Bağıl nem, higrometre(nem ölçer) adı verilen bir tür aygıt tarafından ölçülebilir. İlk higrometre Sir John Leslie tarafından keşfedilmiştir. Psikrometre en basit higrometrelerden biridir. Yan yana takılı 2 özdeş termometreden oluşur.

Higrometreler farklı algılama elemanlarına sahip olabilir. Örneğin; kapasitif, rezistif, alüminyum oksit, salınan kristal ve elektrolitik algılama elemanları.

Aşağıda bazı nem ölçer aygıtlarının resimleri verilmiştir.



Şekil 1.9: Çeşitli nem ölçerler

1.3. Titreşim Ölçümü

1.3.1. Tanımı

Dinamik sistemlerdeki titreşimler, dış kuvvetler ve sistemin bu dış kuvvetlere cevap verme özelliğinden kaynaklanır.

Titreşim, bir sistemin denge durumu etrafındaki dalgalanmalar olarak düşünülebilir. Bu yaklaşımla sadece mekanik sistemler değil, akışkanlı, ısı, elektriksel sistemler vb. de benzeri titreşime sahip olabilir. Örneğin, ağır bir vasıta yoldan geçerken ayağımız altında hissettiğiniz, çalışan bir arabanın kaputuna dokununca hissedilen, vites kutusundan gelen uğultu, şehir şebekesi gerilimindeki dalgalanmalar sonucu elektrik ampulünün parlaklığının değişmesi veya bir şeker hastasının kanındaki şeker miktarının dalgalanması bir titreşim problemi olarak algılanabilir.



Şekil 1.10: Titreşim

Birçok makine parçası periyodik hareket yapacak şekilde tasarlanır. Bu hareketler sırasında makinelerin çeşitli elemanlarına zamana göre değişen kuvvet ve momentler uygulanır. Bunun sonucu titreşimler ortaya çıkar. Titreşimlerin ve beraberinde gelen kuvvet ve moment değişikliklerinin tasarımlarda dikkate alınması gereklidir. Zira makinelerde titreşimler, statik kuvvetlerin ötesinde zamana göre değişen kuvvetlere sebep olur. Bu kuvvetlerin genliklerinin büyük olması ise bazı parçaların mukavemet sınırlarının ötesinde yüklenmesine ve kalıcı deformasyonlara sebep olabilir.

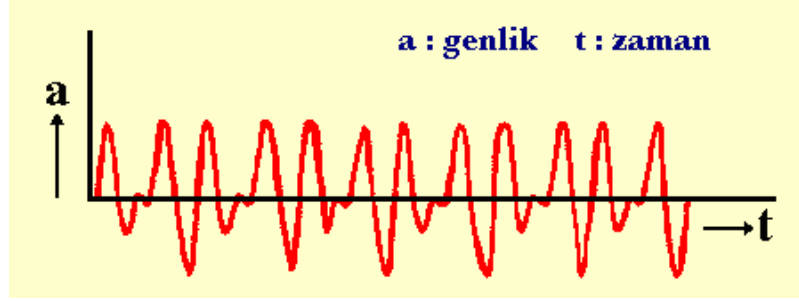
Makinelerde titreşim olması genelde istenmez. Çünkü titreşimler sırasında makine parçalarına uygulanan kuvvetler gürültü, yüksek gerilmeler, aşınma, malzeme yorulması gibi istenmeyen davranışlara sebep olur. Bunun yanında tıbbî görüntüleme sistemlerinde titreşim görüntü kalitesini olumsuz etkileyen bir unsurdur. Ancak titreşimden yararlanan bazı makineler de vardır. Günlük hayatta sık sık karşılaştığımız titreşimli yol silindirleri, titreşimli konveyörler, darbeli matkaplar, masaj makineleri, elektrikli tıraş makineleri bunlar arasındadır.

Titreşimler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Ø Harmonik ve periyodik titreşim
- Ø Gelişigüzel titreşim
- Ø Geçici titreşim

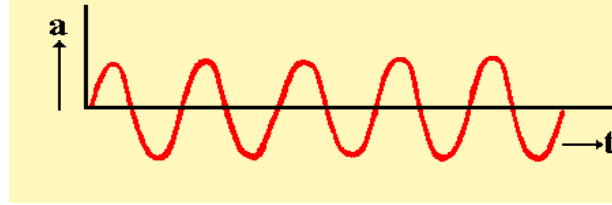
Makinelerde karşılaşılan titreşimlerde hareket genellikle bir süre sonra kendini tekrar eder. Bu türden titreşime **periyodik titreşim** denir.

Hareketin kendisini tekrar ettiği zaman aralığına **periyot** denir. Periyot T ile gösterilir. Periyodik titreşimin bir periyotluk bölümüne **salınım** denir. Birim zamandaki salınım sayısına **titreşimin frekansı** denir, f ile gösterilir. Frekansla periyot arasındaki ilişki, $f = 1/T$ şeklinde gösterilir. Frekans birimi salınım sayısı/zaman olup SI birim sisteminde salınım/saniyedir. Salınım/saniye olarak ifade edilen frekans biriminin adı Hertz (Hz)'dir.



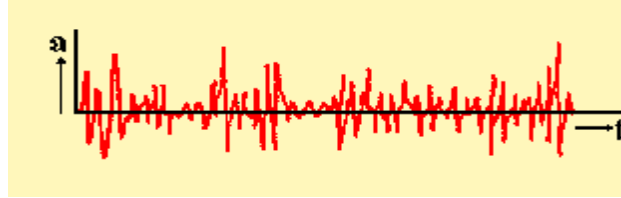
Şekil 1.11: Periyodik titreşim

Periyodik titreşim zaman içinde bütün özellikleri değişmeden kendisini tekrar ediyorsa buna **durağan periyodik titreşim** denir. En basit durağan periyodik titreşim **harmonik titreşim** dir. Bu tür titreşimde hareket bir sinüs dalgası şeklinde değişir.



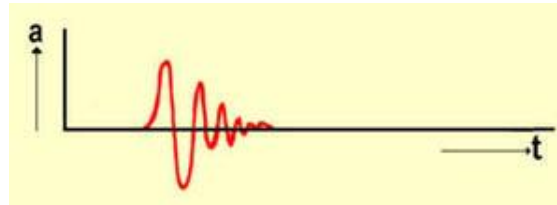
Şekil 1.12: Harmonik titreşim

Sürekli kendiliğinden yinelenmeyen titreşimlere **gelişigüzel titreşim** denir.



Şekil 1.13: Gelişigüzel titreşim

Titreşim sırasında hareketin özellikleri değişiyorsa, bu tür titreşime **geçici (transit) titreşim** denir. Genliği azalan bir harmonik titreşim geçici titreşime örnek gösterilebilir.



Şekil 1.14: Geçici titreşim

Bir sistem dış kuvvet ya da moment uygulanmadan titreşiyorsa, yaptığı titreşime **serbest titreşim** denir. Sistemin serbest titreşiminin frekansına bu sistemin **doğal frekansı** denir.

Dış kuvvetlerin etkisi altında olan titreşime **zorlanmış titreşim** denir. Zorlayan kuvvet harmonik biçimde değişiyorsa buna **harmonik zorlama** denir. Zorlama frekansı zorlanan sistemin doğal frekansı ile aynıysa buna **rezonans** durumu denir. Rezonans kaçınılması gereken bir durum olup uygulamalarda sistemlerin rezonansa gelmemesine çok dikkat edilmelidir.

Titreşimlerin frekans ve genlik değerleri ölçülebilir. Frekans, titreşen elemanın birim zaman içinde tekrarlanma sayısıdır. Birimi Hz'dir. Genlik, titreşimin ve hareketin maksimum değeri ile ilgilidir. Genlik yer değiştirme, hız ya da ivme olarak ifade edilebilir.

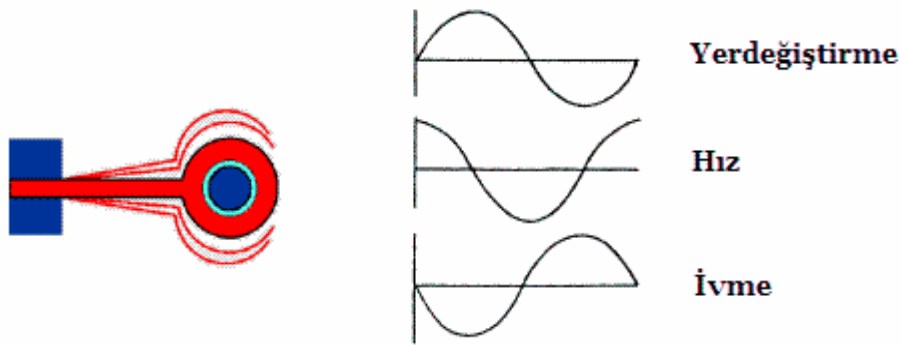
Yer değiştirme, referans ya da denge noktasına göre uzaklıktır. Birim olarak uzunluk birimleri (inç, milimetre vs.) kullanılır.

Hız, yer değiştirmenin değişim oranıdır ve genellikle saniye başına inç (inç/s) ya da saniye başına metre (m/s) olarak ifade edilir.

İvme, hızın değişim oranıdır ve SI birim sisteminde saniye kare başına metre (m/s^2) olarak ifade edilir. Saniye kare başına inç ($inç/s^2$) birimi de kullanılır. Cgs birim sistemindeki birimi ise Gal(Galileo) dur. Frekansı 1000 Hz'nin üzerindeyse titreşim ivme ile ifade edilmelidir.

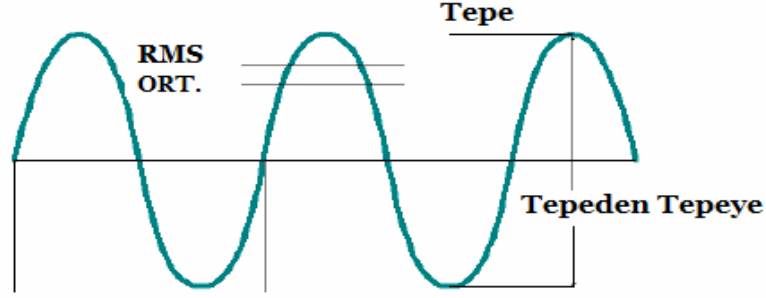
Yer değiştirme, hız ve ivme arasındaki fark Şekil 1.15'de gösterildiği gibi genlik-zaman eğrileri arasında faz farkı olmasıdır. Yer değiştirme maksimum iken hız sıfır olacaktır. Yer değiştirme sıfır olduğunda (denge durumu) ise hız maksimum olacaktır. Yer değiştirme ve hız eğrileri arasında 90° faz farkı vardır.

Benzer ilişki hız ile ivme arasında da vardır. Hızın maksimum olduğu an ivme sıfır olacaktır. Hız sıfır olduğunda ise ivme maksimum olacaktır. İvme ve hız eğrileri arasında 90° faz farkı vardır.



Şekil 1.15: Yer değiştirme, hız ve ivme ilişkisi

Titreşim şiddetini belirlemede kullanılan önemli karakteristiklerden olan titreşim genliği birkaç yolla belirlenebilir. Şekil 1.16'da tepeden tepeye değer, tepe değeri, ortalama değer ve RMS (RootMean Square- Kareler Ortalamasının Karekökü) arasındaki ilişkiler bir sinüs dalgası için gösterilmiştir.



Şekil 1.16: Titreşim değeri tanımları

Tepeden tepeye değer, meydana gelen toplam genliği yansıtır. Titreşimin genliğinin alacağı büyük ve en küçük değerleri gösterdiği için özellikle yer değiştirmenin önemli olduğu veya en büyük gerilmelerin dikkate alınması gerektiği yerlerde kullanışlıdır.

Tepe değeri, tepeden tepeye değerinin yarısına eşittir. Genliğin aldığı maksimum değeri gösterir. Özellikle kısa zaman aralığında meydana gelen şok titreşimleri göstermesi açısından önemlidir. Titreşimin zaman içinde nasıl değiştiğini göstermez.

Ortalama değer, tepe değerinin 0,636 katına eşittir. Ortalama değer, genliğin zamanla değişimini de göstermesine karşın uygulamadaki fiziki bir değerle doğrudan ilişkili olmadığından fazla bir önem taşımaz.

RMS değeri, tepe değerinin 0,707 katına eşittir. Etkin değer olarak da anılır. Titreşim ölçümleri için en uygun değerdir. Bunun sebebi titreşimin tahrip gücü ile ilgili olmasıdır.

1.3.2. Birimleri

Titreşim yer değiştirme, hız ve ivme olarak ifade edilir. Bu üç değer de tepe, tepeden tepeye ya da RMS değerleri ile belirtilir.

Yer değiştirme genellikle mil ve milimetre birimleriyle ifade edilir.

Hız ise genellikle saniye başına inç(inç/s) ya da saniye başına metre(m/s) olarak ifade edilir.

İvme, SI birim sisteminde saniye kare başına metre(m/s²) olarak ifade edilir. Saniye kare başına inç(inç/s²) birimi de kullanılır. Cgs birim sistemindeki birimi ise Gal(Galileo) dur.

Pek kullanılmamakla birlikte diğerk bir olası parametre ivmenin değişim oranıdır ve jerk olarak adlandırılır.

1.3.3. Birimlerinin Birbirine Dönüşümü

Tepe değer (T), tepeden tepeye değer (TT), etkin (RMS) ve ortalama (ORT) değerler aşağıdaki eşitlikler kullanılarak birbirine dönüştürülebilir.

$$T = \frac{TT}{2} \quad \text{Tepe değer, tepeden tepeye değerin yarısıdır.}$$

$$RMS = 0,707 \times T \quad \text{Etkin değer, tepe değerin 0,707 katıdır.}$$

$$ORT = 0,636 \times T \quad \text{Ortalama değer, tepe değerin 0,636 katıdır.}$$

$$Hız = \frac{Yerdeğiştirme \cdot değişimi}{Zaman \cdot değişimi} \quad İvme = \frac{Hız \cdot değişimi}{Zaman \cdot değişimi}$$

Yukarıdaki eşitlikler kullanılarak, iki farklı zamanda yer değiştirme miktarı biliniyorsa hız verisi, iki farklı zamanda hız biliniyorsa ivme verisi bulunabilir.

Türev, zamana göre değişim olarak açıklanabilir. Bir işlevin türevi, o işlevin eğimini verir. Buradan hızın eğimine ivme, yer değiştirmenin eğimine hız denir. Yer değiştirme ve hızın türevleri şu şekilde hesaplanabilir.

$$\text{Teknik olarak, ivme bir cismin hız işlevinin zamana göre türevidir. } a = \frac{dV}{dt}$$

$$\text{Hız ise yer değiştirme işlevinin zamana göre türevidir. } V = \frac{dr}{dt}$$

$$\text{İvme aynı zamanda yer değiştirme işlevinin de zamana göre ikinci türevidir. } a = \frac{d^2r}{dt^2}$$

Yer değiştirme, hız ve ivme genel olarak iki birim sisteminde ifade edilir. Bazı titreşim ölçerler mil ve inç cinsinden ölçüm yaparken bazıları milimetre cinsinden ölçüm yapmaktadır. Aşağıda birim karşılıkları verilmiştir.

$$\begin{aligned} 1 \text{ mil} &= 0,001 \text{ inç} \\ 1 \text{ mil} &= 0,0254 \text{ mm} \\ 1 \text{ inç} &= 25,4 \text{ mm} \\ 1 \text{ mm} &= 0,03937 \text{ inç} \\ 1 \text{ mm} &= 39,37 \text{ mil} \end{aligned}$$

ÖRNEK: 20 inç/s olarak ölçülen hız değerinin mm/s cinsinden karşılığı nedir?

ÇÖZÜM: 1 inç = 24,5 mm olduğuna göre 20 inç = $20 \times 24,5 = 490$ mm eder. 20 inç/s ise 490 mm/s'ye karşılık gelir.

ÖRNEK: 55 mil'lik yer değiştirme kaç milimetredir.

ÇÖZÜM: 1 mil = 0,0254 mm ise 55 mil = $55 \times 0,0254 = 1,397$ mm eder.

1.3.4. Birimlerin Ast ve Üst Katları

Yer değiştirme birimlerinin kullanılan katları metre(m), santimetre(cm) ve milimetredir(mm). Hız birimlerinde m/s, cm/s ve mm/s kullanılır. İvme birimlerinde m/s^2 , cm/s^2 , mm/s^2 kullanılır.

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$$

$$1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$$

$$1 \text{ m} = 1000 \text{ mm' dir.}$$

1.3.5. Ölçü Aletleri

İvme, titreşim ve şok algılama için önemli bir parametredir. İvme, ivmeölçerler(akselerometre, accelerometer) ile ölçülür. İvmeölçerler etken ya da edilgen algılayıcılar olarak sınıflandırılabilir. Bir etken ivmeölçer harici bir beslemeye ihtiyaç duymadan çıkış verebilir (örneğin piezoelektrik ivmeölçerler). Edilgen ivmeölçerler ise sadece elektriksel özelliklerini (örneğin kapasite) değiştirir, dışarıdan besleme gerektirir. Uygulamalarda etken, edilgen tür ivmeölçer seçimi önemlidir. Çünkü etken algılayıcılar statik ya da dc mod çalışmalarda ölçüm yapamaz. Doğru statik ölçümler için edilgen algılayıcılar kullanılmalıdır. İvmeölçerler genellikle yer değiştirme ve hız algılayıcılarına tercih edilir. Bunun nedenleri;

- Ø Geniş frekans aralığına sahiptir. Kararlı ivmeleri kolaylıkla ölçebilir.
- Ø Yıkıcı güçler, hız ve yer değiştirmeye göre daha çok ivmeyle ilişkili olduğundan sıklıkla ivmeye ihtiyaç duyulur.
- Ø Geçici titreşimler ve şokların ölçümü hız ve yer değiştirme algılamaya nazaran daha kolay yapılabilir.
- Ø Yer değiştirme ve hız, bir elektronik devre tarafından ivme bilgisi üzerinde basit bir işlem yapılarak elde edilebilir.

Tüm ivmeölçerlerde bir sismik kütle, yay ve damper sistemi vardır. Sismik kütle üzerine etkiyen atalet kuvvetinin yarattığı ivme ölçülür.

İvme ölçer çalışma ilkelerine göre elektromekanik, piezoelektrik, piezorezistif, kapasitif, gerilmeölçer ve sismik olarak sınıflandırılabilir.

Sismik ivmeölçerler ile yer, bina, köprü üzerinde deprem, inşaat, madencilik çalışmaları ve, büyük nakliye vasıtalarının yol açtığı titreşimler ölçülebilir. Yüksek frekanslı ivmeölçerler ile çarpma testleri, çok yüksek devirli motorların testleri yapılabilir.

Kapasitif ivmeölçerlerde kapasitif iletim prensibi kullanılır. Sismik kütle olarak bir diyafram kullanılır. Bir ivme etkidiği zaman sabit elektrot ile sismik elektrot arasındaki mesafe değişir. Mesafenin değişmesiyle kapasitans değişir ve ivme ile orantılı bir çıkış elde edilir.

Kapasitif ivmeölçerler düşük seviyeli ve düşük frekanslı titreşimleri ve statik ivmeleri ölçmede kullanılır. Karşılıklı yerleştirilmiş kapasitör şeklinde çalışan iki plaka arasındaki kapasitansın değişmesi prensibi ile ölçüm yapar. Bu plakalar arasındaki mesafe ve dolayısı ile kapasite, ivme altında değişir ve ivme ile doğrusal bir sinyal doğurur. Bu tip algılayıcılar özel bir sinyal koşullama gerektirmez. 12VDC ya da 24 VDC ile beslenmek sureti ile çalışır. Özellikle robotik, otomotiv sürüş kalite testleri, bina dinamiği ölçümü gibi yerlerde kullanılır.

Piezoelektrik ivmeölçer piezoelektrik etkinin kullanıldığı bu tip algılayıcılarda, sismik kütle bir piezo kristal malzeme üzerine bir kuvvet uygular ve bunun neticesinde bir elektrik yük oluşturulur.

Piezoelektrik ivmeölçerler çok düşük frekanslı sismik uygulamalardan, çok yüksek frekansta doğrusal çalışma aralığı gerektiren çarpma testlerine kadar birçok ölçme uygulamasında kullanılan, küçük boyutlu, yüksek sıcaklık aralığında çalışabilen, endüstriyel standartlarda kılıf içinde yapılandırılmış dönüştürücülerdir.

Kuvars ya da seramik kristaller bir kuvvet altında kaldığında piko kulon seviyesinde elektrik yükü üretir. Bu elektrik yükünün kristal üzerindeki değişimi yerçekimi ivmesinin değişimi ile doğru orantılıdır. İvmeölçerlerdeki sismik kütlelerin ivme altında maruz kaldığı atalet kuvveti piezoelektrik kristale etkir ve ivme ile doğru orantılı bir elektrik sinyali çıkışı verir.

Bir yongaya sahip piezoelektrik ivmeölçerler gürültüden çok az etkilenir. Üzerinde çevirici elektronik devre olmayan algılayıcılar, harici bir çevirici ile kullanılır ve yüksek sıcaklıktaki uygulamalarda kullanılmak için idealdir. Aşağıda çeşitli titreşim ölçer aygıtları gösterilmiştir.



Şekil 1.17: Çeşitli titreşim ölçerler

1.4. Parçacık lümü

1.4.1. Tanımı

Saf su damlacıkları hariç, atmosferde bulunan çok küçük katı parçacıklarına ve sıvı damlacıklara parçacık (partikül, particle) denir. Parçacıklar da gazlar gibi atmosfer kirletici maddelerdir. Zaman zaman çok ciddi problemler meydana getirir. Parçacıklar, gaz moleküllerinden binlerce defa daha büyük olduklarından, er veya geç tekrar yeryüzüne döner. Yeryüzüne dönmeleri çeşitli Őekillerde olur.

Parçacıklar pek çok kaynak tarafından üretilir. Eylemsiz parçacıklar genellikle bir maddenin diğerine srtlmesiyle meydana gelir. Bu parçacıkların çoğunun kaynağı, sürekli l deri hücreleri saçan insanlardır. Elektrik motorlarında, komütatör tel fırçaya srttğnde parçacık çıkarır. Morötesi ışınları altında yavaşça bozulan bir plastik, rzđarla birlikte parçacık yayar. Atmosferde yalnız cansız parçacıklar(toz, sis, vs) yoktur, canlı olanları da vardır. Bunlar bakteri, virüs ve mantar gibi mikroorganizmalardır. Başlıca parçacık eşitleri Şunlardır:

- Ø Sis ve pus
- Ø Duman veya tütsü
- Ø Toz
- Ø İs
- Ø Bakteriler ve virüsler
- Ø Mantarlar

Sis veya pus havadaki çok küçük su krecikleridir. Bunlardan bazıları havadaki su buharının yoğunlaşmasıyla, bazıları da deniz suyunun sıçramasıyla meydana gelir.

Duman, inorganik ve organik buharların havada yoğunlaşması sonucu meydana gelen parçacıklardır. Toz, büyük katı maddelerin ufalanmaları sonucu meydana gelen parçacıklardır (mermer ve mozaik fabrikalarında olduğu gibi). İs yanma sonucu meydana gelen siyah parçacıklardır, ise kurum da denir (baca kurumu gibi).

Her yıl denizlerden yaklaşık bir milyar ton parçacığın (deniz suyunun) atmosfere girdiği tahmin edilmektedir. Böyle parçacıklar aerosol olarak adlandırılır. **Aerosol** bir katı veya sıvının bir gaz içinde çok küçük parçacıklar halinde dağılmış Őeklidir.

Atmosfere orman yangınlarından, volkanik hareketlerden ve antropojenik kaynaklardan da çok büyük miktarlarda parçacık girer. Bu Şekilde atmosfere giren parçacıklara **birincil parçacıklar** denir.

Çeşitli kaynaklardan atmosfere giren SOX, H₂S, NO_x, NH₃ gibi gazlar su buharı toplayarak parçacıklar (aerosoller) meydana getirir. Bu Şekilde meydana gelen parçacıklara **ikincil parçacıklar** denir. Bunların atmosferdeki yıllık miktarının 1100 milyon ton kadar olduğu tahmin edilmektedir. Çeşitli kaynaklardan yılda atmosfere karışan parçacık miktarları 204 milyon ton kadardır. Birincil olanlar ise yaklaşık 82 milyon tondur.

Birincil ve ikincil kaynaklı parçacık miktarı yaklaşık birbirine eşittir, ama doğal ve antropojenik olarak karşılaştırılınca birbirinden çok farklıdır. Doğal kaynaklardan gelen parçacıklar, toplam parçacıkların %83,6'sı kadardır.

Parçacıkların bileşimi büyük değişiklikler gösterir. Bazıları sadece organik veya inorganik iken, bazıları hem organik, hem de inorganiktir, inorganik maddeler genellikle toprakla çok bulunan potasyum, kalsiyum, magnezyum, alüminyum, silisyum gibi metallerdir.

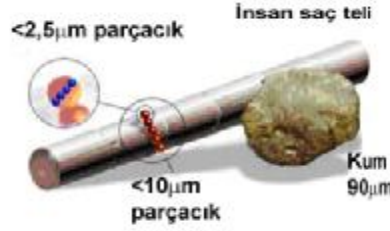
Antropojenik kaynaklar içinde parçacıklar en çok kömürün yakılmasından gelir. Kömür parçacıkları içinde hem organik, hem de inorganik maddeler bulunur. Kömürdeki inorganik maddelerin çok büyük bir kısmı curuf halindedir (cüruflar başlıca alüminyum silikattır). Ancak, son zamanlarda geliştirilen toz kömür yakma ocaklarında yakılan kömürlerdeki inorganik maddelerin, yaklaşık %80'i baca tozu (fly ash) olarak, atmosfere verilir. Kömür yakan fırınların bacalarından alınan tozların bileşimi büyük değişiklikler gösterir.

Parçacık büyüklüğü genellikle μm (mikrometre) olarak belirtilir. Bir mikrometre, metrenin milyonda biridir. Bazı parçacık büyüklükleri Tablo 1.3'te gösterilmiştir.

| Parçacık | Yaklaşık Büyüklüğü |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| Metal kaynaklı toz ve dumanlar | 0,01 μm -100 μm |
| Atmosferik toz | 0,01 μm -5 μm |
| Polen | 0,07 μm |
| Deniz tuzu parçacıkları | 0,04 μm -0,8 μm |
| Aksırık parçacıkları | 10 μm -300 μm |
| Sigara dumanı | 0,01 μm -1 μm |
| Baca tozları | 1 μm -120 μm |
| Bakteriler | 0,5 μm -40 μm |
| Grip virüsü | 0,07 μm |
| Taşıt egzoz dumanları | 0,03 μm -1,5 μm |
| Kömür tozları | 1 μm -100 μm |

Tablo 1.3: Bazı parçacıkların büyüklükleri

Büyüklükleri 0,1-4 μm arasında olan parçacıklar akciğerler için son derecede zararlıdır. Büyüklükleri 10 μm 'nin üstünde olan parçacıklar mekanik işlemlerden, 1-10 μm büyüklüğünde olanlar fabrika bacalarından, 0,1-1 μm büyüklüğünde olanlar ise egzoz gazlarından ve fotokimyasal olaylardan meydana gelir.



Şekil 1.18: İnsan saçı ile parçacık büyüklüklerinin kıyaslanması.(Sıradan bir insan saçı yaklaşık 50mm-150mm çapındadır.)

Büyüklükleri $0,1\mu\text{m}$ 'nin altında olan parçacıklar molekül gibi davranırlar, gelişigüzel bir şekilde sürekli hareket eder. Büyüklükleri ne olursa olsun parçacıklar er ya da geç tekrar yeryüzüne döner. Yerçekimi dolayısıyla parçacıkların yeryüzüne dönmesine sedimentasyon denir. Bazen parçacıklar havada çarpışarak birleşirler ve daha büyük parçacıklar meydana gelir. Böyle küçük parçacıklardan büyük parçacıkların meydana gelmesine koagülasyon denir. Koagüle olmuş parçacıklar daha çabuk yeryüzüne döner. Büyüklüğü $10\mu\text{m}$ 'ye kadar olan parçacıklar havada uzun süre kalabilir.

Parçacıklar yeryüzüne iki şekilde döner. Bunlar:

- Ø Kuru dönme
- Ø Yaş dönme

Kuru dönme, parçacıkların yer çekimi etkisi altında yeryüzüne dönmeleridir. Bu olaya yayılım(difüzyon, diffusion) ve çarpışma (impaction) yardımcı olur. Çarpışma özellikle rüzgârla meydana gelen (windhorne) parçacıkların birbirine ve sert bir yüzeye çarpmaları sonucu gerçekleşir. Yayımında da benzer olaylar meydana gelir. Yapılan çalışmalar atmosferdeki parçacıkların ancak %20'sinin bu yolla yeryüzüne döndüğünü göstermektedir. Kalan %80'i ise yaş olarak döner.

Yaş olarak yeryüzüne dönme başlıca iki şekilde olur: Çekirdekleşme (rainout) ve sürüklenme (washout).

Parçacıklar insan vücuduna genellikle solunum yoluyla girer ve daha çok solunum yollarını etkiler. Etkileme büyük ölçüde parçacıkların büyüklüğüne ve içerdikleri elementlere bağlıdır. Küçük parçacıklar solunum sisteminin derinliklerine (akciğerlere) kadar dalar. Bilindiği gibi solunum sistemi üst solunum sistemi (ağız, burun, boğaz) ve alt solunum sistemi (akciğerler) olmak üzere ikiye ayrılır. 5μ den büyük olan parçacıklar üst solunum sisteminde süzülür. Süzme işinde burun içindeki kıllar ve sümüksü doku ön planda gelir. Bu arada SO_2 gibi zehirli gazlar da üst solunum yollarında tutulur. Ancak 5μ m den daha küçük parçacıklar üst solunum sistemindeki süzgeçlerden kurtularak akciğerlere kadar gelir. Bunların bir kısmı akciğerlerin girişindeki silialar tarafından tutulur ve akciğerlerin derinliklerine inmeden üst solunum sistemine geri gönderilir Silialar küçük yelpaze şeklinde kıllardır. Devamlı dalgalanır ve dalgalanmaları parçacıkları dışarı atacak şeklindedir. Bu nedenle parçacıkların çok büyük bir kısmı boğaza (farinkse) kadar geri gönderilir. Oradan da

sümkürme, boğaz temizleme gibi hareketlerle dışarı atılır. Büyüklüğü 0,5µm'den küçük parçacıklar akciğerlerin en uç noktalarına kadar ulaşır orada yerleşir (bunlar zehirli gazlardan daha tehlikelidir.). Parçacık ne kadar küçükse akciğerlere yerleşme ve orada kalma süresi o kadar uzun olur. Bazı parçacıkların kalma süreleri yılları bulur. Yıllarca akciğerlerin derinliklerinde kalan parçacıklar çeşitli zehirli etki gösterir. Bu etkiler başlıca şöyledir:

- Ø Kendileri zehirli olmasalar bile zehirli olan parçacıkların etkilerini artırır (sinerjistik etki). Siliaların yukarıya doğru olan temizleme hareketlerini engeller.
- Ø Tutundukları zehirli gazları akciğerlere kadar taşırlar ve yavaş yavaş serbest bırakarak kana karışmasına ve insanın zehirlenmesine sebep olurlar. Bununla da kalmazlar müzmin öksürmelere neden olurlar.
- Ø İçlerindeki metaller zehirli olabilir, yavaş yavaş kana karışır ve akut zehirlenmelere sebep olurlar. Bu zehirli metaller başlıca nikel, berilyum, kurşun, cıva, kadmiyum, antimon ve bizmuttur.

1.4.2. Birimleri

Parçacık yoğunluğu genellikle metreküp başına mikrogram($\mu\text{g}/\text{m}^3$) olarak veya metreküp başına parçacık sayısı(parçacık/ m^3) olarak verilir. Bazı parçacık ölçer ve sayıcılar ise feet küp başına mikrogram($\mu\text{g}/\text{ft}^3$) ya da feet küp başına parçacık sayısı(parçacık/ ft^3) üzerinden ölçüm yaparlar. $\mu\text{g}/\text{m}^3$ veya $\mu\text{g}/\text{ft}^3$ cinsinden yapılan ölçümlerde kurutma esnasında buharlaşan su, organik ve inorganik maddeler hesaba katılmaz.

1.4.3. Birimlerinin Birbirine Dönüşümü

Mikrogram/metreküp birimi ile mikrogram/feetküp birimleri birbirine dönüştürülebilir. Benzer şekilde parçacık/metreküp ile parçacık/feetküp birimleri de birbirine dönüştürülebilir. Metreküp yerine santimetreküp(cm^3 , cc) de kullanılabilir. Ancak adet cinsinden birimler ve mikrogram cinsinden birimler birbirine dönüştürülemez. Bunun nedeni tüm parçacıkların aynı ağırlığa sahip olmamasıdır. Tablo 1. 3'te birim dönüşümleri verilmiştir.

| | |
|-----------------|-----------------------------------|
| 1 metre | 3,2808 feet |
| 1 feet | 0,3048 metre |
| 1 feetküp | 0,02832 metreküp |
| 1 feetküp | $2,832 \times 10^4$ santimetreküp |
| 1 metreküp | 35,31 feetküp |
| 1 santimetreküp | $3,531 \times 10^{-5}$ feetküp |
| 1 metreküp | 10^6 santimetreküp |

Tablo 1.3: Birim dönüşümleri

ÖRNEK: 1000 parçacık/m³ olarak ölçülmüş parçacık yoğunluğu kaç parçacık/ft³ eder?

ÇÖZÜM: 1 m³ \equiv 35,31 ft³ olduğuna göre 1 ft³ başına $\frac{1000}{35,31} = 28,32$ parçacık düşecektir.

ÖRNEK: 50mg/ft³ olarak ölçülmüş parçacık yoğunluğunu $\mu\text{g}/\text{cc}$ birimine çeviriniz.

ÇÖZÜM: 1 ft³ \equiv 2,832 \times 10⁴ cc(santimetreküp) olduğuna ve 1mg \equiv 1000 μg olduğuna göre cc başına $\frac{50}{2,832 \times 10^4} = 1,765 \times 10^{-3} \text{ mg}$ parçacık düşer. μg cinsine dönüştürülürse $50 \text{ mg} / \text{ft}^3 = 1,765 \text{ mg} / \text{cc}$ olur.

1.4.4. Birimlerin Ast ve Üst Katları

Ölçümler birim hacimdeki parçacık sayısı ve parçacık ağırlığı cinsinden yapılır. Ağırlığın ana biriminin gram olmasına karşın parçacık ölçümü için genellikle μg kullanılır. Gramın ast katları aşağıda verilmiştir.

| | |
|-------------|---------------------------------|
| 1 gram | 1000 miligram(mg) |
| 1 miligram | 1000 mikrogram(μg) |
| 1 mikrogram | 1000 nanogram(ng) |

Tablo 1.4: Gramın bazı ast katları

1.4.5. Ölçü Aletleri

Değişik teknolojilere sahip parçacık sayıcılar mevcuttur. Parçacık sayıcıların parçacık sayma yöntemi, incelenen örneklene alanı ve ışın izleme özellikleri değişiklik gösterebilir. Bazı parçacık sayıcıları parçacıktan yansıyan ışık miktarını ölçerek (saçılımsal parçacık sayıcılar) bazıları ise parçacığın gölgelerini ölçerek (sönümsel parçacık sayıcılar) sayım yapar. Bazı parçacık sayıcılar örneklenen tüm ortama (oylumsal parçacık sayıcılar) bakarken bazıları örneklenen havanın küçük bir kısmına (doğal konum parçacık sayıcılar) bakar. Bazı parçacık sayıcılar lazer ışının tüm genişliğini (izlemeli parçacık sayıcılar) kullanır, bazıları ise lazer ışının merkezini (spektrometre parçacık sayıcılar) kullanır. Spektrometre parçacık sayıcılar daha kararlı ölçüm sağlar.

Parçacık sayıcılar kullandıkları ortam bakımında da sınıflandırılır. Bu ortamlar hava, sıvı, gaz, vakum ya da yüzeydir.

- Ø **Aerosol parçacık sayıcılar:** Aerosol parçacık sayıcılar havadaki kirliliği saptamak ve ölçmek için kullanılır. Oda içi ya da araç içi uçuşan parçacık kirliliğinin izlenmesi tipik uygulamalarıdır. Ayrıca süzülen ortamlarda, süzgeç takılmadan ve takıldıktan sonra ölçüm yapılarak süzme işleminin verimliliği izlenebilir. Aerosol parçacık sayıcıların tipik bir uygulaması bir temiz-odada (çevresel kirliliği düşük olan bir üretim ortamı, cleanroom) bir raf üzerine yerleştirilmesi ve kirlilik seviyesi, ayarlanan seviyesini aştığında duyulabilir bir alarmı tetikleyecek şekilde kurulmasıdır.

Aerosol sayıcılar kirlilik eğilimi değişimlerini saptamak için kullanıldığında çok verimlidir. Aerosol parçacık sayıcılar için kanal boyutları en küçük 0,05µm'den en büyük birkaç 100µm'ye kadar değişebilir. Kanal sayısı ve boyutları parçacık sayıcının modeline ve yapımına bağlı olarak fabrika ön-ayarlı ya da yazılım-denetimli olabilir.

Oda içindeki farklı noktalardan istatistiksel olarak geçerli örnek alınmalıdır. Bu aerosol emme borusu aracılığıyla veya parçacık sayıcıyı bir yerden başka bir yere taşımaya yapılabilir.

Bir aerosol parçacık sayıcı, aerosol emme borusu(manifold) aracılığıyla birçok farklı konumdan hava örnekleri alabilir. Bir aerosol emme borusu genellikle parçacık sayıcı tarafından denetlenen birkaç gelen-hava borusu(örnek hava alınan yerlerden) ve bir giden-hava borusuna sahip(parçacık sayıcıya) bir devredir. Emme borusu belirli aralıklarla parçacık sayıcıya gelen-hava borularının birinden hava gönderir.

Doğru örnek almak amacıyla örnek tüpünün sonunda bir izokinetik prob kullanılır. İzokinetik prob hareket eden havadan bir örnek yakalar. Bu tam normalize edilmiş parçacık sayıcı yapılabilmesine izin verir. Serbest hız korunurken bir sıvı yakalamayan problemler izokinetik olmayan olarak adlandırılır.

Bir aerosol parçacık sayıcıyı eylemsiz basınçlı gazları çözümlenebilecek şekilde uyarlamak için bir yüksek basınç yayıcı kullanılır.

Çevresel prob sıcaklık, bağıl nem, oda hava basıncı, hava hızı vb. büyüklükleri ölçer. Bu veri parçacık sayıcıya ve/veya FMS(Araç İzleme Sistemi)'ye iletilir.

Taşınabilir aerosol sayıcılar bir oda içindeki kirlilik kaynaklarının tam olarak yerini saptamak için kullanılır. Borunun sonunda bir izokinetik prob kullanılır ve sık sık farklı parçacık yoğunluklarına karşılık farklı tonlarda ses (metal dedektörleri gibi) çıkarır.

- Ø **Sıvı parçacık sayıcılar:** Sıvı parçacık sayıcılar, içme suyundan tutun da hidroklorik aside kadar hemen hemen her sıvı çeşidi içindeki parçacıkları saymak için kullanılır. Bazı sıvı parçacık sayıcılar örnekleyici adı verilen bir eklentiye ihtiyaç duyar. Örnekleyici, sıvının belirli bir oylumunu çeker ve onu belirli bir oranda parçacık sayıcıdan geçirir. Diğer sayıcılar sadece basınçlı bir kaynağa bağlıdır.
- Ø **Gaz parçacık sayıcılar:** Gaz parçacık sayıcılar çeşitli gazların saflığını tanımlamak için kullanılır. Gazlar eylemsiz ya da uçucu, kuru ya da asılı su buharı içerir şekilde olabilir. Bir gaz parçacık sayıcı basınç altında sayım yapan özelleştirilmiş bir aerosol parçacık sayıcı çeşididir. Bazıları silindir basınçlarında kullanılabilir; diğerleri ise azaltılmış geçek basınçları için uygundur.

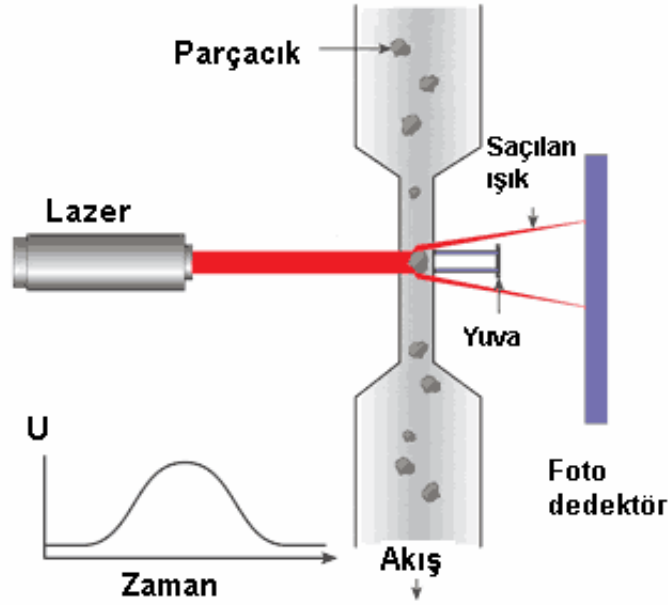
- Ø **Vakum parçacık sayıcılar:** Vakum parçacık sayıcılar, yarı iletken üretimi gibi vakum altında meydana gelen üretim işlemlerinde kullanılır. Üretim araçları ve maddeleri tarafından üretilen parçacıklar özel tasarımı parçacık sayıcılarla ölçülür.
- Ø **Yüzey parçacık sayıcıları:** Yarı iletkenler üretilirken, katman yüzeylerinin parçacık açısından kirli olmaması gereklidir. Çünkü yarı iletken üretiminde kullanılan katmanlar son derece küçük, parçacıklar da sorun yaratabilecek kadar büyüktür.
- Ø **Meteorolojik parçacık sayıcılar:** Parçacık sayıcılar hava incelemeleri ya da kirlilik denetimi gibi uygulamalarda atmosfer kirliliğini ölçmek için kullanılır. Bu aygıtların bazıları su damlacıklarını ve buz kristallerini ölçer.

Ortam ölçümlerinde aerosol parçacık sayıcılar kullanılır. Bu sayıcılar, parçacık saymak için ışıksal yöntem kullanır.

Çoğu insan güneş ışığı altında tozun görünüşüne aşınadır. Bunun için 4 şeye gerek vardır: Güneş ışığı, toz, hava ve gözleriniz. Bir IPS (ışıksal parçacık sayıcı) aynı ilkeleri kullanır. Ancak parçacıkları arıtarak etkinliğini artırır. Çağdaş parçacık sayıcılarda bir lazer ışık kaynağı kullanılır, görülen oylum denetlenir, bir yüksek-duyarlı fotodedektör parçacıklardan saçılan ışığı saptamak için kullanılır.

Genel bir lazerli ışıksal parçacık sayıcı 5 ana sistemden oluşur:

- Ø **Lazer ışık kaynağı ve ışıklar:** Işığı tek dalga boyunda olduğu için ışık kaynağı olarak lazer tercih edilir. Helyum-Neon (HeNe) lazerler parçacık sayıcılar için klasik örnektir. Katı hal lazer diyotlar, daha küçük boyutları, ışık kaynağı ağırlığı ve daha uzun MTBF (arızalar arası ortalama zaman)'den dolayı geniş çapta kullanılmaktadır.
- Ø **Görünen oylum:** Görünen oylum sadece lazerin hedefindeki bir odadır. Örnek ortamı hava, sıvı ya da bir gaz olabilir. Örnek ortamı görünen oyluma çekilir. Lazer ortam üzerinde parlar ve parçacıklar tarafından saçılan herhangi bir ışık fotodedektör tarafından saptanır.



Şekil 1.19: Lazerli parçacık sayıcının işleyişi

- Ø **Fotodedektör:** Fotodedektör ışığı algılayabilen bir elektrik devresidir. Lazer ışığı saçıldığında, fotodedektöre çarpan ışık fotodedektörün bir elektrik darbesi üretmesine neden olur. Bir yükselteç darbeyi denetim gerilimine dönüştürür. Büyük parçacıklar daha fazla ışık saçılmasına ve daha büyük darbe üretilmesine neden olur.
- Ø **Darbe yükseklik çözümleyici:** Fotodedektörün ürettiği darbeler, bir darbe yükseklik çözümleyiciye gönderilir. Bu, darbeleri sele adı verilen çeşitli boyut kümelerinde sınıflayan bir devredir.
- Ø **Siyah kutu:** Siyah kutu her bir sele içindeki darbe sayısına bakar ve insanların kullanabileceği parçacık verisine çevirir. Bu veriyi çözümlmek ve göstermek için sık sık bilgisayar kullanılır.

Parçacık sayıcılar, parçacıkları doğrudan saymaz. Parçacıklardan saçılan ışık parıltılarını sayarlar. Bu önemlidir çünkü belirli bir parçacığın saçtığı ya da tuttuğu ışık miktarı parçacığın şekli ve parçacığın parlaklığı tarafından değişir.

Parçacık sayıcılar oda içindeki her parçacığı saymaz. Aslında oda büyüklüğüne bağlı olarak bir parçacık sayıcı 1 dakikalık sayımda toplam havanın %0,0000166'sını işlemde geçirecektir. Bir saatte 60 kez sayım yapacak ya da toplam havanın %0,001'ini işlemde geçirecektir. Bundan dolayı parçacık sayıcılar temiz-oda içindeki havanın istatistiksel olarak geçerli örneğini sağlamak için kullanılmalıdır. İstatistiksel olarak geçerli hava örneği odanın kalanındaki ortalama havayı temsil eden bir örnektir.



Şekil 1.20: Parçacık ölçer

Havada asılı bulunan parçacıkları sayan birkaç aygıt Şekil 1.20’de gösterilmiştir. Parçacık sayıcılar, sayabildikleri parçacık boyutlarıyla anılır. Pek çok farklı boyuttaki parçacıkları sayabilenleri vardır.

Ayrıca bir dakika test ettikleri hava miktarı da parçacık sayıcıların ayırtıcı özelliklerindedir. Bir dakikada test ettikleri hava miktarı CFM(cubic feet per minute-dakika başına feetküp) cinsinde tanımlanır. Bazı parçacık sayıcılarda ise LPM(liters per minute-dakika başına litre) cinsinden tanımlanır.

Ø Parçacık sayıcı kullanımı

Bir parçacık sayıcıyı etkin bir şekilde kullanmak için iyice kavranmalı, kurulmalı ve doğru olarak kullanılmalıdır. Ayrıca istatistiksel olarak geçerli örnekler olarak çalıştığından emin olunmalıdır.

Parçacık sayıcılar diğer aletlerinizin çoğuna benzemez. Parçacık sayıcılar diğer elektronik cihazlar kadar basit değildir ve titreşim, RMI (radyomanyetik girişim), aşırı sıcak, soğuk ve kir gibi çevresel etkilere karşı çok daha duyarlıdır.

Parçacık sayıcıları kullanmadan evvel ve kullanım süresince en iyi verimi almak için dikkat edilmesi gereken noktalar vardır. Bunlar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

- Ø **Açma:** Çoğu parçacık sayıcı çevresel kirliliği düşük bir üretim ortamı (cleanroom) içinde üretilir ve paketlenir. **Parçacık sayıcı kullanılacağı ortamda olmadıkça plastik çantasından çıkarılmamalıdır.** Bu, ışıklı yüzeyleri kirletebilen havadaki nem ve pislik miktarını en aza indirecektir. Ayrıca aygıtı kurmaya başlamadan önce el kitabı okunmalıdır.

- Ø **Kurulum:** Parçacık sayıcıyı temiz, düz, bir yere yerleştiriniz, topraklı, işlenmiş AC gücün kaynağına yakın düz yüzey olmalıdır. Aygıtı elektriksel olarak gürültülü bir çevre(elektrik motorları, röleler, trafolar vb. kaynaklı gerilim sıçramaları) içine yerleştirmekten kaçınınız. Elektriksel gürültü hatalı parçacık sayımına sebep olur.
- Ø **Saklama:** Parçacık sayıcınızı saklamak istiyorsanız plastik çantası ile paketleyiniz, çantayı mühürleyiniz ve maskeleyen bantı ile etiketleyiniz. Etiket parçacık sayıcının çeşidini, saklama nedeni ve tarihini, seri numarasını ve kalibrasyon son tarihini göstermelidir. Bu sayede parçacık sayıcıyı yeniden paketinden çıkarmadan yeniden kalibre etmek için başka bir yere gönderebilirsiniz.

Parçacık sayıcınızı oda sıcaklığında (21°C çevresinde), titreşimsiz çevre içinde sağlam raf üzerinde saklayınız.

- Ø **Birim dosya:** Gerçekleştirilen koruyucu bakım tarihi, serviste gittiği tarih, yeniden ayarlama tarihi, kullanım süresi gibi verileri gösteren bir dosya tutmaya dikkat etmelisiniz. Ayrıca herhangi bir kaza ve olağan dışı başarınız işletmeniz tarafından not edilmelidir.

Parçacık sayıcılar düzenli bakıma ihtiyaç duyarlar. Işıksal yüzeyler lazer ışığını dağıtabilen pislik biriktirir. Bu azalmış duyarlılık hatalı parçacık sayımı ile sonuçlanabilir. Bunu önlemek için parçacık sayıcı ile gelen yönergeleri izleyiniz. Çoğu aygıtta temizlenme işi kullanıcı tarafından gerçekleştirilmelidir. Talimatları aynen takip etmeye çok dikkat ediniz. Eğer ne yapacağınız konusunda emin değilseniz, yapmayınız. İlave yönergeler için üreticiyle bağlantıya geçiniz.

1.5. Işık Seviye Ölçümü

1.5.1. Işığın Tanımı

Pratikte ışık diye manyetik tayfın görünen kısmındaki elektromanyetik dalgaları içeren bölümünden bahsederiz. Bu bölümün algılanması göz sayesinde başarılıdır. Bunun dışındakileri çeşitli cihazlarla görünür hale getiririz.

Işık hem parçacık (particle) hem de dalga (wave)'dir.

1.5.2. Işık Seviye Birimleri

Işık çok küçük enerji paketleri halinde yayılır. Işığı oluşturan enerji paketlerin her birine **foton** denir. Bir fotonun enerjisi, dalga boyuyla ters, frekans ile doğru orantılıdır.

$$\text{Yani } E_{\text{foton}} = \frac{h.c}{\lambda} = h \times f$$

$h=6,62 \times 10^{-34}$ joule \times sn: Planck sabiti
 $c=3 \times 10^8$ m/sn: ışığın boşluktaki hızı
 λ : dalga boyu(m)
 f : frekans (sn⁻¹)

Fotonun enerji birimi $E_{foton} = h \times f$ denkleminde $E = \text{joule} \times \text{sn} \times (\text{sn}^{-1})$,
 $E = \text{joule}$ olarak bulunur.

Burada aydınlanmadan bahsetmek gerekir. Işık kaynağından çıkan ışınlar bütün yönlerden yayılırken doğrudan doğruya veya dolaylı olarak ulaştıkları yüzeyleri aydınlatır. Bir yüzeydeki aydınlanma, ışık kaynağının şiddetine, yüzeyin kaynağa olan uzaklığına ve ışığın yüzeye geliş açısına göre değişir.

Işık kaynağı çeşitli yönlere doğru, çeşitli kuvvetle ışınım yayar. Belli bir yöne doğru elde edilen, görülebilen ışınım **ışık şiddeti** denir. Birimi CANDELA (cd) dır. Candela, bir atmosfer (101325 N/m²) basınç altında ve platinin ergime sıcaklığındaki (1769°C) bir siyah cismin 1/60000 m² büyüklüğündeki yüzeyinin kendisine dik olan bir doğruda verdiği ışık şiddetine denir. I sembolü ile gösterilir.

Işık kaynağından yayılan ve gözün değerlendirebildiği ışınım **ışık akısı** denir. Işık kaynağına verilen elektrik enerjisinin ışık enerjisine çevrilen kısmıdır. Başka bir ifadeyle kaynaktan çıkan toplam tanecik sayısının bir ölçüsüdür. Birimi LÜMEN(Lm) dir. Sembolü Φ dir.

Lümen bir mumun 1 metre ilerideki bir noktada da ölçülen ışık akısına denir. Başka bir ifadeyle lümen; ışık şiddeti 1 candela (cd) olan bir nokta kaynaktan bir metre uzaklıkta, ışınlara dik olarak konmuş 1 m² lik yüzeye gelen ışık akısıdır.

Aydınlanma şiddeti; aydınlanan bir yüzeyin 1 m² 'sine, bu yüzeyi aydınlatan ışık kaynaklarından gelen ışık akılarının toplamıdır. Başka bir ifadeyle birim yüzeye düşen ışık akı miktarına denir.

Birimi Lüks (lux, lx) veya lümen/metrekaare' dir.

LÜKS: 1 m yarıçaplı küre merkezinde bulunan 1 candela şiddetindeki kaynağın 1 m²'lik küre yüzeyine yaptığı aydınlanma şiddetidir.

Birim yüzeye düşen ışık akısı Φ (lm) = E (lx) \times 1(m²) ise;
A birim yüzeye düşen ışık akısı $\Phi = E \times A$ olur.

Aydınlanma şiddeti; $E = \frac{\Phi}{A}$ olur.

Dikkat: I şiddetindeki bir kaynaktan birim yüzeye dik gelen ışık şiddeti I ise yüzeye α açısı yaparak gelen ışınların yüzeye dik bileşeni I x cos α olur. Bu durumda aydınlanma şiddeti:

$$E = \frac{I \times \cos a}{r^2} \text{ olarak hesap edilir.}$$

ÖRNEK: Işık şiddeti 2000 cd olan bir kaynağın 1 metre uzaklıktaki bir yüzeye dik olarak ışık gönderildiğinde yüzeydeki aydınlanma şiddeti kaç lüks' tür? ($\cos 0 = 1$)

ÇÖZÜM: $E = \frac{I \times \cos a}{r^2}$ eşitliğinde $I=2000$, $r=1$ ve $\alpha=0$ yazılırsa

$$E = \frac{2000 \times \cos 0}{1^2} \quad \cos 0=1 \text{ olduğundan } E = 2000 \text{ lx} \text{ olarak bulunur.}$$

1.5.3. Işık Seviye Ölçü Aletleri

İnsanların daha verimli olması için buldukları ve çalıştıkları yerin aydınlığının iyi olması gerekir. İyi bir aydınlatma için mekânların kaç lüks aydınlık şiddeti ile aydınlatılması gerektiği uluslararası standartlarla belirtilmiştir.

Aydınlık şiddetini ölçmek için lüksmetreler kullanılır. Lüksmetrenin yapısında fotoelektrik pil ve galvanometre bulunur. Şekil 1.21'de bir lüksmetre gösterilmiştir.

Fotoelektrik pil, ışığa duyarlı kimyasal metallere dayanarak yapılmıştır. Bu metallere ışık düştüğü zaman elektriksel olaylar başlar ve bir emk oluşur.



Şekil 1.21: Bir dijital lüksmetre

1.5.4. Işık Seviye Ölçü Aletlerinin Kullanımı

Fotoelektrik pil üzerine ışık düştüğü zaman, küçük bir doğru gerilim oluşur. Bu gerilim galvanometreyi çalıştırır. Lüks cinsinden ölçeklendirilmiş galvanometre skalası sapar ve bir değer gösterir. Aletin göstergesi, fotoeleman üzerine gelen ışık şiddeti ile orantılıdır.

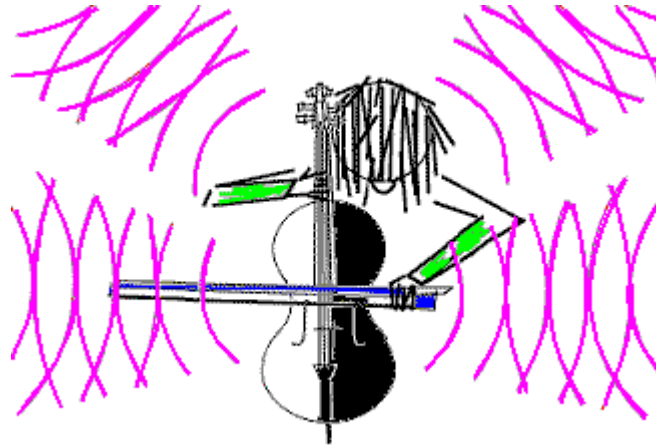
Lüksmetreyi kullanırken göz önünde bulundurulması gereken hususlar:

- Ø Lüksmetre, ışığın geliş açısına göre dik tutulmalıdır.
- Ø Ölçme kademesi en küçük ölçme kademesinden başlanarak büyütülmelidir.
- Ø Ölçme sırasında lüksmetre üzerine herhangi bir gölge düşmemelidir.
- Ø Işığı yansıtan maddelerde ölçüm yapılırken uzak mesafeden yapılmalıdır.
- Ø Ölçüm bittikten sonra lüksmetre mutlaka aydınlık olmayan bir yerde korunmalıdır.
- Ø Lüksmetre ile ölçüm yapılırken ölçüm yapılan yerin değişik noktalardan ölçümleri yapılmalıdır.
- Ø Geniş bir yüzeyin aydınlanma şiddeti ölçülecekse, değişik noktalardan ölçmeler yapıp ortalaması alınmalıdır.

1.6. Ses Seviye Ölçümü

1.6.1. Sesin Tanımı

İnsanlar ve hayvanlar kendi aralarında belli sesler çıkartarak anlaşabilirler. Her varlığın kendine özgü ses frekansı olduğu için duyduğumuz seslerin kime ait olduğunu kolayca algılayabiliriz. Akciğerlerimizden gelen havanın ses tellerimizin titreşimi ile 50-500 hertz (Hz) frekanslarında ses oluştururuz.



Şekil 1.22: Ses dalgaları

Su, katı, gibi ortamlarda kulağın algılayabileceği basınç değişimleri ses olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifadeyle ses, titreşim yapan bir kaynağın hava basıncında yaptığı dalgalanmalar ile oluşan ve insanda işitme duyusunu uyaran fiziksel bir hadisedir.

Ses dalgaları 16 Hz – 20 kHz arasında mekanik titreşim yapan cisimlerin (katı, sıvı, gaz) insan kulağı ile teması olan bir ortamda oluşturdukları dalgalardır.

Hava ses ileten bir ortamdır. Boşlukta ses iletimi mümkün değildir.

Herhangi bir alanda, rüzgâr arkadan eserse ses zemine doğru yönelir. Rüzgâr önden eserse, ses zeminden yukarı doğru yönelir. Gündüz zemin ısındığından ses dalgaları ısı etkisi dolayısıyla yukarı doğru yönelir. Geceleri ise uzaklara ve aşağı doğru yönelir. Denizde suyun yapısı yansıtıcı bir yüzey oluşturmaktadır. Bu nedenle denizde ses sakin bir ortamda 3–4 km kadar uzağa gidebilir.

Ses hızı havada 340 m/s'dir.

Sesin aldığı yol = zaman * ses hızı

Ses hızı frekansa bağlı olarak değişmez. Ses hızı sıcaklığın karekökü ile ters orantılıdır. Alçak frekanslı sesler bir engele çarptıkları zaman engeli aşar. Yüksek frekanslı sesler ise engeli aşamayarak geri döner.

- Ø **Ses şiddeti (yoğunluk):** Ses dalgasının ses yayılma doğrusuna dik bir düzlem içindeki 1 cm² yüzeye 1 sn'de verdiği ses enerjisidir veya ses gücüdür. Birimi **watt**' dir.
- Ø **Ses şiddeti seviyesi:** İki büyüklük arasındaki farktır. Birimi **desibel (db)**' dir. İnsan kulağının sezebileceği asgari ses şiddeti 1 desibel' dir.
- Ø **Ses basıncı:** Her ses dalgası bir P basınç değeriyle nitelendirilmektedir. Birimi **bar**'dir. Bu basınç atmosferik basınçtan farklı olarak uzayda ses dalgası tarafından oluşturulmaktadır.
- Ø Ses basıncı ile ses şiddeti arasında karesel bir bağ vardır. Ses basıncı iki kat artarsa ses şiddeti dört kat artar.
- Ø **Ses basınç seviyesi (Akustik güç seviyesi) :** Ses basınç seviye simgesi SPL'dir. Birimi **desiBell (dB)**' dir. Pratikte ses şiddeti seviyesiyle aynı kabul edilir.

Ses kaynağının yaydığı ses gücüne akustik güç denir. Birimi **watt**' dir. Normal basınç ve sıcaklıkta akustik güç seviyesi, ses basınç seviyesinden yaklaşık 0,5 db daha küçüktür.

1.6.2. Ses Seviye Birimleri

Yukarıda bahsedildiği gibi ses seviye birimi **desibel(db)**' dir.

Ses yayılması sırasında değişen atmosferik basınç denge basıncına göre farklıdır. 0,0002 Newton/m² lik standart referans ses basınç seviyesine oranlanan ses basınç düzeyinin birimi desibel (dB) dir.

- Ø **Desibel:** Verilmiş bir ses şiddetinin kendisinden 10 kat az diğer bir ses şiddetine oranının 10 tabanına göre logaritmasına eşit ses şiddetine Bel; bunun 1/10'una da desibel denir.



Ses şiddeti seviyesi tarzında tarif edilir. Burada: $L_p = 10 \log(p/p_0)$

L_p = Ses şiddeti seviyesi (dB)

P = Ses basıncı (N/m²)

P_0 = Referans ses basıncı (TS 187'e göre 2x10⁻⁴N/m²) dır.

dB(A): İnsan kulağının en çok hassas olduğu orta ve yüksek frekansların özellikle vurgulandığı bir ses değerlendirmesi birimidir. Gürültü azaltılması veya kontrolünde çok kullanılan dB(A) birimi, ses yüksekliğinin sübjektif değerlendirmesi ile de ilişkilidir.

Frekans: Ses dalgasının birim zamandaki titreşim sayısı olan frekansın birimi Hertz'dir.

1.6.3. Ses Seviye Birimlerinin Birbirine Dönüşümü

1.6.4. Ses Seviye Ölçü Aletleri

Aşağıda birkaç çeşit ses seviye ölçer cihazlarını görmekteyiz.



Şekil 1.23: Ses ölçerler

1.6.5. Ses Seviye Ölçü Aletlerinin Kullanımı

Ses seviyesinin ölçülme nedeni, insanların rahatı veya elektronik cihazların sağlıklı çalışabilmesi için ortam hazırlama olabilir. Bunun için önce ses seviyesi ölçülmeli, sonra ses seviyesini istenilen seviyede tutmak için gerekli önlemler alınmalıdır.

Ses seviye ölçü cihazı, gürültünün (istenmeyen ses) ölçüleceği mekâna getirilerek işleme başlanır. Sınır değerleri göz önüne alınarak mekânın değişik yerlerinde ölçülen değerler kaydedilir.

Maruziyet sınır değeri 87 desibeldir. En yüksek maruziyet etkin değeri 85 desibeldir. En düşük maruziyet değeri 80 desibeldir. Bu sınırlara uyup uymadığı kontrol edilir.

Gürültü seviyeleri TSE' nin 2607 nu'lu belgede standart ölçüler belirtilmiştir. Bu belgeye internet ortamından alabilirsiniz.

NOT: Yukarıda bahsedilen maruziyet sınır değerinde kişinin kullandığı kişisel kulaklık koruyucu dikkate alınmıştır. Maruziyet etkin değerinde dikkate alınmamıştır.

1.7. Eğim Hesabı ve Ölçümü

1.7.1. Eğimin Tanımı

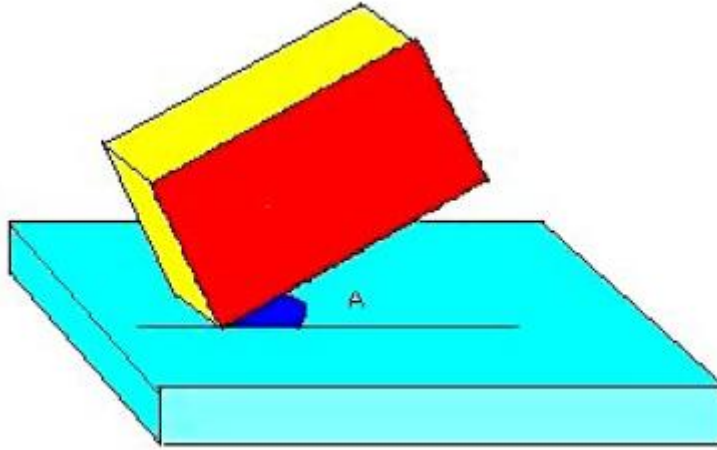
Herhangi bir cismin yatay düzlemle yaptığı açı eğim olarak tanımlanır. Tanımdan da anlaşılacağı gibi daha önce gördüğümüz matematik derslerinde bahsettiğiniz açı bize belirlediğimiz yere göre eğimi vermektedir. Eğim deyince açıdan bahsetmek gerekmektedir.

Açı birimleri şunlardır:

- Ø **Radyan:** Bir çemberde uzunluğu yarıçapa eşit yayın merkezle yaptığı açı olarak tanımlanır.
- Ø **Derece :** Endüstride ise açı birimi olarak **derece** kullanılmaktadır. Derece, bir çemberin 360'a bölünmesiyle elde edilir.
- Ø **Grad:** Bir çemberin 400'e bölünmesiyle elde edilir.

360 derece 2π radyan olarak değerlendirilir. Bir derece 60 dakikaya ve bir dakika 60 saniyeye bölünmüştür.

$$400 \text{ grad} = 360 \text{ derece} = 2 \pi \text{ radyan}$$



Şekil 1.24: Bir cismin eğimi

1.7.2. Bir Eğim Açısının Ölçülmesi

Bir eğimin açısını ölçmek için teknolojinin gelişmesine paralel olarak iletke (açölçer) yerine dijital ölçü aletleri üretilmiştir. Şekil 1.25'te bir açölçer görüyorsunuz.



Şekil 1.25: Bir sayısal açölçer

Ø Yukarıdaki açölçerin özellikleri

- Açıların belirlenmesi daha hızlı, daha hassas ve daha ekonomiktir.
- Açıların iş parçaları üzerine hassas aktarımı vardır.
- Ön ve arka tarafta 2 adet iyi okunabilir ekranı vardır.

Diğer avantajlar

- Ø Entegre edilmiş, aşınmaz ve ısıya duyarlı hassas açı belirleyici sayesinde sürekli olarak en yüksek hassasiyet elde edilir.
- Ø Ayarlama gerekli değildir.
- Ø Tuşa basarak ölçüm sonuçlarının kaydedilmesi için tutma fonksiyonu vardır.
- Ø Sağlam & kompakttır.

1.7.3. Eğimin Hesaplanması

Eğim, bir yüzeyin yatay düzlemle düşey düzlem arasındaki bir konumda olması, yani bir açı farkıyla durması demektir. Buradan eğimi hesaplayabilmek için:

Yer, yatay düzlem kabul edilerek ortamın yerle yaptığı açının bulunması gerekir.

Biyomedikal cihazlarda cihaz montajlarında ortam eğiminin oldukça fazla önemi bulunmaktadır ve bu cihaz kurulum detaylarında belirtilmektedir.Eğim ölçümünde kullanılan bazı cihazlar Şekil 1.26 ve şekil 1.27’de gösterilmektedir.



Şekil 1.26: Sayısal eğimölçer



Şekil 1.27: Sayısal eğimölçer 2

1.7.4. Su Terazisi Kullanımı



Şekil 1.28: Su terazisi1



Şekil 1.29: Su terazisi2

Su terazisi yüzeylerin eğim durumunu belirlemek için kullanılır. Örneğin, otoklav cihazı yerleştirileceği zeminin çalışma verimi ve sarsıntılar için eğimsiz olması gerekir.

Su terazisi zemine veya yüzeye yerleştirilir. Alet üzerinde bulunan cam içindeki sıvıda bulunan havanın, cam üzerinde biçimlendirilmiş bölmede 0 noktasında olması bize zeminin veya yüzeyin eğimsizliğini gösterir.

NOT: Aynı işi dijital eğimölçerle de yapabilirsiniz.

UYGULAMA FAALİYETİ

1. Bulduğunuz laboratuvarın sıcaklığını ölçünüz.

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|--|--|
| Ø Çalışma ortamının ölçüm yapmaya uygun olduğunu kontrol ediniz. | Ø <input type="checkbox"/> laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz ve iş önlüğünüzü giyiniz. |
| Ø İstenilen ölçümü hatasız olarak gerçekleştiriniz. | Ø Kullandığınız termometrenin çalışma prensibini ya da nasıl kullanıldığını hatırlamak için bilgi sayfalarında termometrelerin kullanımı konusuna ya da aletin kullanma kitapçıklarına bakabilirsiniz. |

2. Bulduğunuz laboratuvar n nemini ölçünüz.

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|--|---|
| Ø Çalışma ortamının ölçüm yapmaya uygun olduğunu kontrol ediniz. | Ø <input type="checkbox"/> laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz ve iş önlüğünüzü giyiniz. |
| Ø Bir milimetrik kâğıt edininiz. Kâğıt üzerinde yatay eksen zaman, dikey eksen nem olacak şekilde iki eksen çiziniz. | Ø Herhangi bir kırtasyeden bulabilirsiniz. Bulamadıysanız bir çizgisiz kâğıda eşit aralıklarda yatay ve dikey olarak çizgiler çiziniz. Aralıkların en az 5 mm olmasına dikkat ediniz. |
| Ø Zaman eksenini 5dk adımlara ayırınız. Nem eksenini ise %10'luk adımlara ayırınız. | Ø Arzu edilirse zaman eksenini 1 dakikalık adımlara bölünebilir. |
| Ø Nemölçerin gösterdiği değeri not ediniz. | Ø Nemölçeri kullanmadan önce kullanım kılavuzunu okuyunuz. |
| Ø Laboratuvar içinde bir kaptaki su kaynatınız. | Ø Ateşle ilgili faaliyetlerde gerekli güvenlik önlemlerini almayı unutmayınız. |
| Ø 5 dakikalık aralıklarla nem değeri okuyup, bu değerleri milimetrik kâğıt üzerinde işaretleyiniz. | Ø 10 ölçüm uygundur. İsteğe bağlı olarak ölçüm sayısı artırılabilir. |
| Ø Anlık nem değerlerini gösteren işaretleri düz çizgilerle birleştiriniz. | |
| Ø Ortamın zamana içindeki nem değişimini gösteren çizgeyi yorumlayınız. | Ø Nemin değişim hızını gözleyiniz. |

3. Bulduğunuz laboratuvarıki parçacık miktarını ölçünüz.

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|--|--|
| Ø Çalışma ortamının ölçüm yapmaya uygun olduğunu kontrol ediniz. | Ø <input type="checkbox"/> laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz ve iş önlüğünüzü giyiniz. |
| Ø Parçacık sayıcıyı çalıştırınız. | Ø Parçacık sayıcının kullanım kılavuzunu okuyunuz. |
| Ø Farklı büyüklükteki parçacık miktarlarını ayrı ayrı not ediniz. | |
| Ø <input type="checkbox"/> laboratuvarı havalandırınız. | Ø Ortamın parçacık miktarını değiştirecek başka bir şey yapabilirsiniz. Toz çıkaran bir cihazı çalıştırmak gibi. |
| Ø Ortamın parçacık miktarını yeniden ölçünüz. | |
| Ø Havalandırma işleminden önceki ve sonraki parçacık miktarlarını karşılaştırınız. | |
| Ø Hangi büyüklükteki parçacık sayısı daha çok değişti gözleyiniz. | Ø Parçacık sayıcının kalibrasyonunun yenilenmesi gerektiğini unutmayınız. |

4. Laboratuvarın titreşim miktarını ölçünüz.

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|--|---|
| Çalışma ortamının ölçüm yapmaya uygun olduğunu kontrol ediniz. | Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz ve iş önlüğünüzü giyiniz. |
| Titreşim ölçeri çalıştırınız. | Titreşim ölçerinizin kullanım kılavuzunu okuyunuz. |
| Laboratuvar zeminindeki titreşim miktarını ölçünüz ve not ediniz. | |
| Hızlı titreşim yaratan bir cihazın titreşimini ölçünüz ve önceki ölçüm sonuçları ile kıyaslayınız. | İçinde motor bulunan herhangi bir cihaz olabilir. |

5. Laboratuvarınızın aydınlık şiddetini ölçünüz.

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|---|--|
| Ø Işık seviyesine göre ölçü aleti belirleyiniz. | Ø Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz ve iş önlüğünüzü giyiniz. Ø Kullanacağınız lüksmetreyi öğretmeninizden isteyiniz. |
| Ø Ölçümü yapınız. Ø Laboratuvarın değişik yerlerinden ölçüm yapınız. | Ø Lüksmetreyi kullanırken ışığın okuyucu kısmına dik gelmesine dikkat ediniz. |
| Ø Ölçüm işlemini rapor haline getirerek öğretmeninize veriniz. | |

6. Laboratuvarınızın ses seviyesini ölçünüz.

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|--|--|
| Ø Ses seviyesine göre ölçü aleti belirleyiniz. | Ø Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz ve iş önlüğünüzü giyiniz. Ø Kullanacağınız ses seviye ölçü aletini öğretmeninizden isteyiniz. |
| Ø Ölçümü yapınız. | Ø Laboratuvarın değişik yerlerinden ölçüm yapınız. Ø Ölçüm işlemini rapor haline getirerek öğretmeninize sununuz. |

7. Bulduğunuz sınıfta herhangi bir eşyanın eğimini ölçünüz.

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|---|---|
| Ø Ölçülecek eğimi ölçü aleti ile ölçünüz. | Ø Bilgi sayfalarına bakınız. |
| Ø Ölçü aleti ile gerekli açıyı ölçmek için belirleme yapınız. | Ø Ölçü aletini depodan alınız. |
| Ø Ölçü aleti ile gerekli mesafeleri ölçünüz. | Ø Eğimi, ölçülecek yere tam olarak yerleştiriniz. |
| Ø Hesaplamaları yapınız. | Ø Ölçü aletinin gösterdiği değeri doğru bir şekilde kaydediniz. |

Bu öğrenme faaliyetlerini tamamladınız. Şimdi kendinizi test etmek için aşağıdaki uygulama testini inceleyiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

1. Hangisi bir maddedeki tanecik başına düşen ortalama kinetik enerjini bir ölçüsüdür?
A) Nem B) Sıcaklık C) Basınç D) Ses
2. Mutlak sıfır noktası kaç °C'dir?
A) -273 B) -100 C) 273 D) 0
3. Hangisi bir sıcaklık algılayıcısı değildir.
A) RTD B) PTD C) Isılçift D) NTC
4. Hangisi belli bir sıcaklığa ve oyluma sahip havanın içinde bulunan su buharı yoğunluğudur?
A) Mutlak nem B) Karışım oranı C) Çiğ noktası D) Bağıl nem
5. Bağıl nem ölçen ağıtlara ne denir?
A) Gausmetre B) Bağılmetre C) Lüksmetre D) Higrometre
6. I-Harmonik
II-Geçici
III-Mutlak
IV-Gelişigüzel
Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri bir titreşim çeşididir?
A) Yalnız I B) I, II ve IV C) II ve III D) Yalnız III
7. Hangisi frekans birimidir?
A) Henri B) Hertz C) Volt D) Amper
8. Şok titreşimleri göstermesi açısından hangi veri önemlidir?
A) Rms B) Ortalama C) Tepe D) Tepeden tepeye
9. I- Sis
II- Saf su damlası
III- Virüs
IV- Mantar
Hangisi yada hangileri parçacıktır?
A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) I, III ve IV
10. Parçacık miktarı hangi birimle ifade edilir?
A) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ B) $\mu\text{g}/\text{m}^2$ C) μg D) feet

11–20 numaralı soruları doğru veya yanlış olarak yanıtlayınız.

11. Sıcaklık madde miktarına bağlıdır. (D)(Y)
12. İvme ölçen ağıta akselerometre denir. (D)(Y)
13. Atmosferde doymuş su buharı basıncının su buharının kısmi basıncına eşit olduğu durumdaki sıcaklığa çığ noktası denir. (D)(Y)
14. Havadaki kirliliği saptamak ve ölçmek için aerosol parçacık sayıcılar kullanılır. (D)(Y)
15. Hareketin kendini tekrarladığı zaman aralığına frekans, birim zamandaki salınım sayısına periyot denir. (D)(Y)

16. İvme birimi m/s'dir. (D)(Y)
17. Aydınlanma şiddetini ölçen cihazlara lüksmetre denir. (D)(Y)
18. Ses hızı havada 50 m/sn'dir. (D)(Y)
19. Herhangi bir cismin yatay düzlemle yaptığı açı yükseklik olarak tanımlanır. (D)(Y)
20. Bağlı nem su buharı miktarı ile doğru fakat sıcaklık ile ters orantılı olarak değişir. (D)(Y)

21–34 numaralı sorularda boş bırakılan yerleri uygun şekilde doldurunuz.

21. Maddenin sıcaklığını ölçen cihazlara denir.
22. Havadaki ya da herhangi bir diğer gazdaki su buharınadenir.
23. Bir sistemin denge durumu etrafındaki dalgalanmalara denir.
24. Zorlama frekansı zorlanan sistemin doğal frekansı ile aynıysa buna durumu denir.
25. Bir katı veya sıvının bir gaz içinde çok küçük parçacıklar halinde dağılmış şeklinedenir.
26. Işık kaynaklarının çeşitli yönlere doğru, çeşitli kuvvetlerle yaydıkları görülebilen ışınım.....denir.
27. Birim yüzeye düşen ışık akı miktarınadenir.
28. Aydınlanma şiddeti birimi 'dür.
29. Lüksmetre ışığın geliş açısına tutulmalıdır.
30. Lüksmetre galvanometre vebirleşiminden meydana gelmiştir.
31. Su, katı gibi ortamlarda kulağın algılayabileceği basınç değişimleri olarak tanımlanır.
32. Ses şiddet seviyesi, referans ses basıncı ile 'nın oranının logaritmasınının 10 katına eşittir.
33. Ses seviyesini ölçen aletler olarak adlandırılır.
34.yüzeylerin eğim durumunu belirlemek için kullanılır.

DEĞERLENDİRME

Sorulara verdiğiniz yanıtlar ile yanıt anahtarını karşılaştırınız, yanıtlarınız doğru ise yeterlik ölçmeye geçiniz. Yanlış yanıt verdiyseniz öğrenme faaliyetinin ilgili bölümüne dönerek konuyu tekrar ediniz.

UYGULAMA TESTİ

UYGULAMA TESTİ -1

| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
|--|------|-------|
| Ø Ortam, sıcaklık ölçümü için uygun muydu? | | |
| Ø Hatasız ölçüm yapabildiniz mi? | | |

UYGULAMA TESTİ-2

| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
|--|------|-------|
| Ø Ortam nem ölçümü için uygun muydu? | | |
| Ø Milimetrik kâğıdı hazırladınız mı? | | |
| Ø Belli zaman aralıkları ile ölçüm yaptınız mı? | | |
| Ø Ölçüm sonuçlarını milimetrik kâğıda aktarıp, nem değişim | | |

UYGULAMA TESTİ-3

| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
|---|------|-------|
| Ø Ortam, parçacık ölçümü için uygun muydu? | | |
| Ø Parçacık sayıcıyı çalıştırabildiniz mi? | | |
| Ø Farklı büyüklükteki parçacık miktarlarını not ettiniz mi? | | |
| Ø Ortamı havalandırdınız mı? | | |
| Ø Ortamın parçacık miktarı değişimini gözlediniz mi? | | |

UYGULAMA TESTİ-4

| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
|---|------|-------|
| Ø Ortam titreşim ölçümü için uygun muydu? | | |
| Ø Titreşim ölçerin kullanım kılavuzunu okudunuz mu? | | |
| Ø Titreşim ölçeri çalıştırıp doğru ölçüm yapabildiniz mi? | | |
| Ø Hızlı titreşim yaratan bir cihazın titreşimini ölçtünüz mü? | | |
| Ø Titreşim miktarlarını karşılaştırıp sonucu yorumladınız mı? | | |

UYGULAMA TESTİ-5

| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
|--|------|-------|
| Ø Ortam, ışık seviyesi ölçümü için uygun muydu? | | |
| Ø Işık seviyesine göre ölçü aleti belirlediniz mi? | | |
| Ø Hatasız ölçüm yapabildiniz mi? | | |

UYGULAMA TESTİ-6

| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
|---|------|-------|
| Ø Ortam, ses seviyesi ölçümü için uygun muydu? | | |
| Ø Ses seviyesine göre ölçü aleti belirlediniz mi? | | |
| Ø Hatasız ölçüm yapabildiniz mi? | | |

UYGULAMA TESTİ-7

| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
|--|------|-------|
| Ø Ortam, eğitim ölçümü için uygun muydu? | | |
| Ø Ölçü aleti ile belirleme yaptınız mı? | | |
| Ø Ölçü aleti ile gerekli mesafeleri ölçtünüz mü? | | |
| Ø Hesaplamaları yaptınız mı? | | |

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini ve uygulama faaliyetlerini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Biyomedikal cihazlar ve kullanıldıkları ortamlarda iş, güç ve enerji ölçüm ve hesaplamalarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Ø İşin tanımı, birimleri ve iş ölçme cihazları hakkında kütüphane, İnternet vb. yerlerden yararlanarak ön bilgi hazırlayınız.
- Ø Güç tanımı ve gücü ölçmek için kullanılan aletler hakkında kütüphane, İnternet vb. yerlerden yararlanarak bilgi notları hazırlayınız.
- Ø Enerjinin tanımını, çeşitlerini ve iş ile ilişkisini araştırarak doküman haline getiriniz. Sınıfınızdaki arkadaşlarınızı bu konuda bilgilendiriniz.

2. İŞ, ENERJİ VE GÜÇ ÖLÇÜMÜ

2.1. İşin Tanımı

Günlük hayattaki her türlü bedensel ve zihinsel faaliyetlerden “iş” olarak bahsederiz. Ancak bu faaliyetlerin yapımı fiziksel anlamda bir iş ifade etmez. Örneğin: Masamızda oturup ders çalışırken iş yaptığımız halde fiziksel anlamda iş yapmış olmayız. Ama yere düşürdüğümüz kalem alan insan iş yapmış olur.

İşi şöyle tanımlayabiliriz:

Bir kuvvetin bir cisme etki ederek ona konum değişikliği kazandırması olayı iş olarak tanımlanır.

Kuvvetin sabit olması ve alınan yol ile uygulanan kuvvetin aynı doğrultuda bulunması durumunda oluşan iş, kuvvet ile alınan yolun çarpımına eşittir.

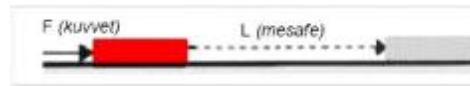
$$W = F \times \Delta L$$

Denklemden

W : Yapılan iş (joule, J),

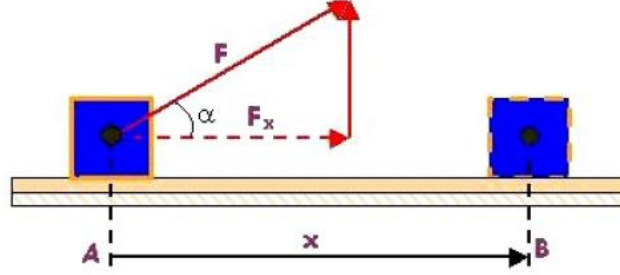
F : Kuvvet (Newton, N)

ΔL : Yol (metre, m)'dir.



Şekil 2.1

NOT: Bir cisme kuvvet uygulanıyor ve cisim hareket etmiyorsa burada iş söz konusu değildir. 'Cisim iş yapıyor' denebilmesi için cisim yer değiştirmek zorundadır.



Şekil 22

Şekil 2.2’de görüldüğü gibi, bir F kuvveti α açısı yaparak cismi A noktasından B noktasına L kadar yer değiştirdiğini varsayarsa F’nin x doğrultusundaki bileşeni FX ile gösterilirse;

F tarafından yapılan iş:

Bu iki formülden yararlanılarak

$$W = Fx * \Delta L \quad \text{olacaktır. (Bu durumda } \Delta L \text{ olacaktır)}$$

olur.

ÖRNEK: Sürtünmesiz bir ortamda bir cihaz 40 newtonluk bir kuvvetle itilmektedir. Bu cihaza 15 metre yol aldırıldığına göre harcanan işin miktarını hesaplayınız.

ÇÖZÜM: İş = Kuvvet * Yol

$$W = F * L$$

$$W = 40 * 15 \text{ ise } W = 600 \text{ Nm}$$

2.2. İş Birimleri

SI sisteminde kuvvet birimi Newton, alınan yolun birimi metre olduğundan işin birimi newton metredir (N×m). Bu birim SI sisteminde JOULE (JUL) olarak adlandırılır. (1 joule 1 newton*metreye eşittir.)

Bir joule, bir newtonluk kuvvet tarafından, kuvvetin doğrultusuna paralel olarak bir metrelik bir uzaklık boyunca etkimesiyle yapılan iştir.

| | |
|-----------------------|-------------------------------|
| 1 ayak. Pound (ft.lb) | 1,356 joule |
| 1 erg | 10^{-7} joule |
| 1 elektronvolt (eV) | $1,602 \times 10^{-19}$ joule |

Tablo 2.1: Diğer birimler ve joule

Buraya kadar işi fiziksel olarak öğrendiniz. Şimdi de elektriksel olarak işi ele alalım.

Elektriksel ifadeyle iş, birim zamanda belli bir enerji harcayarak bir olayın gerçekleşmesi (ısı, ışık, manyetik alan elde etme vb.) olarak tanımlanır.

Elektrikle çalışan bir alıcının harcadığı enerji miktarı arttıkça gördüğü iş de o oranda artar. Elektrikte iş W harfiyle gösterilir.

İş birimi, wattaat (Wh)' tir.

Devreye bağlı 1000 W (1 kw) gücündeki alıcı, bir saat boyunca çalışıyorsa yaptığı iş 1 kwh'tir.

İşin yapılması için geçen süre t ile ifade edilir, birimi de saattir.

İşin denklemi $İş = Güç \times Zaman$ ise $W = P \times t$ olarak bulunur. İş birimi ise watt \times saattir. Sembolik olarak wh olarak ifadesini bulur.

(1kw'lık bir cihaz 1 saat boyunca çalıştırılırsa 1 kwh iş yapmış olur.)

Bu bilgilerden sonra konuyu pekiştirmek için bir örnek yapalım.

ÖRNEK: 5 kw'lık bir elektrik cihazı 360 dakika süresince çalıştırılacaktır. Bu elektrik cihazının yaptığı işi hesaplayınız. (1 saat 60 dakikadır.)

ÇÖZÜM: iş = harcanan güç \times zaman (360 dakika 6 saattir)
 $W = P \times t$, $W = 5 \times 6$, $W = 30$ kwh olarak bulunur.

Elektrikte yapılan işi ölçen cihazlara elektrik sayacı deriz.

Sayaçlar, elektrik enerjisini kilowatt– saat cinsinden ölçen ve kaydeden cihazlardır.

Elektrik enerjisinin sanayide kullanılmaya başlamasıyla büyük miktarda enerji tüketilmeye” “ başlanmıştır ve bu tüketimin maliyetini ortaya çıkarmak için sayaçlar geliştirilmiştir. Bu gelişmeyle elektronik sayaçları ve endüksiyon sayaçları geliştirilmiştir.

Basit yapıları, hassasiyetleri, dayanıklılığı, bakıma az ihtiyaç duymaları, maliyetinin düşük olması ve güvenilirliği gibi nedenlerle endüksiyon sayaçları daha çok kullanılmaktadır.

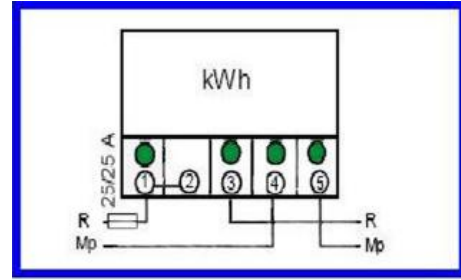
Endüksiyon sayaçlarının yapısı akım bobini, gerilim bobini, numaratör ve alüminyum disk düzeneğinden meydana gelmiştir.

Elektronik sayaçların bağlantıları her birinden farklı olup sayaç bağlantı şemaları sayaç üzerinde verilmektedir.

Aşağıda (Şekil 2.3) evlerimizde kullandığımız bir fazlı sayacının resmini görüyorsunuz.



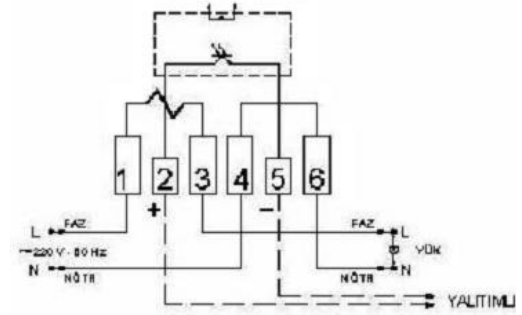
Şekil 2.3: Bir fazlı aktif sayaç



Şekil 2.4: Bir fazlı sayacın devreye bağlantısı



Şekil 2.5: Elektronik sayaç



Şekil 2.6: Elektronik sayacın bağlantısı

Şekil 2.5 ve 2.6'da elektronik sayacın resmini ve bağlantı şemasını görüyorsunuz

2.3. Gücün Tanımı

Birim zamanda üretilen veya tüketilen enerjiye ya da birim zamanda yapılan işe **güç** denir. Örnek: Bir elektrikli ısıtıcının birim zamanda harcadığı enerji aynıdır. Ama zaman ilerledikçe harcadığı toplam enerji geçen zamanla artmaktadır. Güç saniyede yapılan işi verir.

$$\text{Güç} = \frac{\text{İş}}{\text{Zaman}} \quad P = \frac{W}{t}$$

SI birim sisteminde iş birimi joule, zaman birimi saniye olduğundan

$$\text{Güç} = \frac{\text{joule}}{\text{saniye}} \quad \text{olur.}$$

SI sisteminde joule/ saniyenin karşılığı **Watt'** tır. W harfiyle ifade edilir.

Kısaca WATT : 1 saniyede 1 joule' lik iş yapan cihazın gücü olarak tanımlanır.

ÖRNEK: Sürtünmesiz yatay bir düzlemde durmakta olan bir cisme, hareketi doğrultusunda $F= 10 \text{ N}$ luk sabit bir kuvvet uygulanıyor. Cisim 60 saniyede 100 m yer değiştiriyor. F kuvvetinin yaptığı işi ve harcadığı gücü hesaplayınız.

ÇÖZÜM: $W = F \times L \Rightarrow W = 10 \times 100 \Rightarrow W = 1000$
Joule

$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow P = \frac{1000}{60} \Rightarrow P = 16,6 \text{ Watt}$$

2.4. Güç Birimleri

Watt gücün temel birimidir. Uygulamada watt'ın yanında bazı ast ve üst katları kullanılmaktadır. Kullanılan üst katları Gigawatt(GW), Megawatt(MW), Kilowatt(KW) ast katları ise miliwatt(mw)'tır. Kullanılan birim sırası büyükten küçüğe doğru aşağıda gösterilmiştir.

Gigawatt – Megawatt – Kilowatt- Watt – miliWatt

Hangi birim(burada watt) ile kullanılırsa kullanılsın öntakıların(giga, mega, vs) çarpan değerleri aynıdır. Giga 10^9 , mega 10^6 , kilo 10^3 , mili 10^{-3} çarpan değerine sahiptir. Çarpan değerlerinden anlaşılacağı gibi birimler arasında 1000 kat değer farkı vardır. Örneğin megawatt kilowatt'tan 1000 kat büyüktür. Benzer şekilde watt kilowatt'tan 1000 kat küçüktür. Bir birim küçültürken 1000 kat değer artırılır, bir birim büyütürken ise 1000 kat değer azaltılır. İki birim küçültmek ya da büyütme isteniyorsa 1.000.000 kat değer artırılmalı ya da azaltılmalıdır.

1 gigawatt = 1.000.000.000 watt

1 megawatt = 1.000.000 watt

1 kilowatt = 1.000 watt

1 miliwatt = 0,001 Watt

ÖRNEK: 350 miliwatt kaç watt eder?

ÇÖZÜM: 1 watt 1000 miliwatt olduğuna göre sonuç $\frac{350}{1000} = 0,35 \text{ watt}$ olur.

ÖRNEK: 0,001907 kw kaç mw eder?

ÇÖZÜM: 1 kw = 1000 w ve 1 w = 1000 mw olduğundan 1 kw = 1.000.000 mw olur.

O halde KW cinsinden verilen değeri 1.000.000 ile çarparsak mw cinsinden değerini bulmuş oluruz.

Sonuç $0,001907 \times 1.000.000 = 1907 \text{ mw}$ olur.

Ø Elektrik Gücü ve Birimi

Elektrik alıcılarının birim zaman içinde (saniyede) yaptıkları işe **elektrik gücü** denir. Elektrikte güç, alıcının çektiği akım ile gerilimin çarpımıdır. Güç, **P** harfi ile gösterilir.

Elektrik gücü birimi : joule/saniye ya da watt (vat)'tır.

$$\text{Güç} = \frac{\text{İş}}{\text{Zaman}} \quad P = \frac{W}{t} \quad P = \frac{U \times I \times t}{t} \quad P = U \times I \quad \text{olarak bulunur.}$$

Burada;

U : Uygulanan gerilimdir, birimi volt

I : Geçen akımdır, birimi amper

P : Güçtür, birimi watt

1 voltluk gerilim altında 1 amper akım geçiren alıcının gücü 1 watt 'tır denir.

ÖRNEK 1: Bir elektrik cihazı 220 voltluk şebekeden 5 amper akım çekmektedir. Bu cihazın gücünü hesaplayınız.

ÇÖZÜM 1: Güç= Gerilim \times Akım $P = U \times I$ $P = 220 \times 5$ $P = 1100W$
= 1,1 kilowatt olarak sonuç bulunur.

ÖRNEK 2: Bir alıcı 60 voltluk bir gerilimle çalışırken 3 amper akım çekmektedir. Bu alıcının gücünü hesaplayınız.

ÇÖZÜM 2: $P = U \times I$ $P = 60 \times 3$ $P = 180 W$ olarak sonuç hesaplanır.

Buraya kadar öğrendiklerinizi grup arkadaşlarınızla tartışınız. Anlamadığınız yerleri lütfen öğretmeninize sorunuz. Öğrendiğinizden eminseniz, gücün diğer birimlerini öğrenmek üzere bir sonraki sayfaya geçiniz.

Diğer Güç Birimleri

Endüstride kullanılan elektrik motorlarının gücü watt (vat), kilowatt cinsinden veya beygir gücü (BG) cinsinden ifade edilir.

736 watt 1 BG (HP)' e eşittir. Başka ifadeyle 1,36 BG , 1 kw'a eşittir.

ÖRNEK: Bir motorun gücü 3000 watt ise bu motorun gücü kaç beygir gücüdür?

ÇÖZÜM: 736 watt 1 beygir gücü ise 3000 watt;

$3000 / 736 = 4,07$ beygir bulunur.

ÖRNEK: Bir motorun gücü 5 BG olduğuna göre motorun gücü kaç watt' tır?

ÇÖZÜM: 1 BG 736 watt olduğuna göre;

$5 \times 736 = 3680$ watt olarak bulunur.

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------|
| 1 kilowatt(kW) | 1 kW | 102 kg-m/s |
| 1 kg-m/s | $9,81 \times 10^{-3}$ kW | 1 kg-m/s |
| 1 kg-cal/s | 4,19 kW | 427 kg-m/s |
| 1 beygir gücü(metrik) | 0,736 kW | 75 kg-m/s |
| 1 beygir gücü(hp) | 0,746 kW | 76,04 kg-m/s |
| 1 ingiliz ısı birimi/saniye(BTU/sn) | 1,06 kW | 427 kg-m/s |

Tablo 2.2: Birim karşılıkları

Buraya kadar geldiğimize göre artık gücü tanımlıyor, birimlerini biliyor ve formülleriyle hesap yapabiliyorsunuz. Aynı hassasiyetle dikkatinizi ve ilginizi vererek devam ediniz.

2.5. Enerjinin Tanımı

Enerji, etrafımızdaki birçok olayın gerçekleşmesine neden olmaktadır. Gündüz vakti güneşin dünyamızı aydınlattığını ve etrafı ısıttığını, akşam olunca sokak lambalarının yanarak etrafı aydınlattığını, yediğimiz yiyecekler sayesinde hareket edebildiğimizi, aküler sayesinde arabamızın çalıştığını vb. görmekteyiz.

Bütün bu enerji olaylarını aşağıdaki gibi tanımlayabiliriz.

Bir işi yapabilme kabiliyeti veya etki oluşturma yeteneği enerji olarak tanımlanır. Günlük yaşantımızda enerji maddeyi ısıtarak, hareket ettirerek ya da elektrikle yükleyerek kendini gösterir. Bunlar içinde ısı, ışık enerjisi, kimyasal ve nükleer enerji gibi enerjilerden yararlanır.

Bir iş yapabilmek için mutlaka bir enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin, evlerimizde kullandığımız elektrik enerjisi, ışık enerjisine dönüşür. Aynı zamanda ısı enerjisi de ortaya çıkmaktadır. Görüldüğü gibi enerji durumunu değiştirecek olursa kimyasal, fiziksel veya biyolojik değişimler olmaktadır.

Başka bir örnekleme yaparsak kaleminizi masanın üzerinden alıp yukarı kaldırırsanız iş yapmış olursunuz. Kalemi bıraktığınızda yer çekimi kuvveti ile kalem yere düşer. Bu da yer çekimi kuvvetinin iş yaptığını dolayısıyla ortada bir enerji olduğunu göstermektedir. Bu enerji kalemi yukarı kaldırırken kazandırılmıştır.

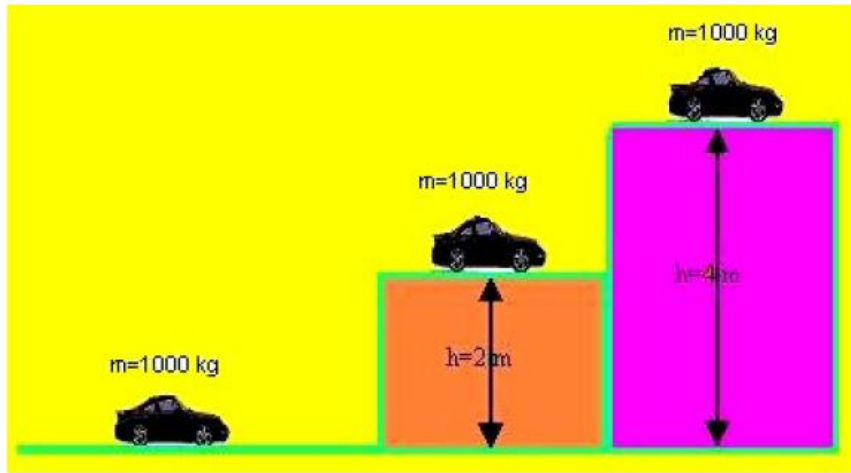
Enerjiyle iş birimleri aynı mıdır? Grubunuzla tartışınız. Sonra lütfen konuya dönerek devam ediniz.

Yararlı iş yapabilme yeteneğine enerji denir. Birçok farklı enerji türü bulunmaktadır. Bunlardan önemli olan bazıları aşağıda anlatılmıştır:

2.5.1. Mekanik Enerji

Hareket sonucu oluşan enerjidir. Maddelerin durumuna ve pozisyonuna bağlıdır. İki çeşittir:

- Ø **Potansiyel enerji:** Cisimlerin buldukları konum ya da şekil değişikliğine bağlı olarak sahip oldukları enerjidir. Örneğin, elinizdeki kalemin yere göre potansiyel enerjisi vardır. Örnekten de anlaşılacağı gibi bir cismi bulunduğu yerden daha yüksek bir yere götürmekle cisme potansiyel enerji kazandırılır.



Şekil 2.7

Potansiyel enerji yer değiştirmenin yanında cismin kütlesine ve yer çekimi ivmesine bağlıdır.

Buna göre formülü $E_p = m \times g \times h$ veya $E_p = G \times h$ ile hesaplanır. Birimi joule'dür.

$E_p =$ Potansiyel enerji (joule)

$m =$ cismin kütlesi (kg)

$g =$ yer çekimi ivmesi (9,8 m/ sn²)

$h =$ cismin yerden yüksekliği (m)

ÖRNEK: 5 kg kütleli cisim 3 metre yüksekliğe kaldırılıyor. Cisme kazandırılan potansiyel enerjiyi hesaplayınız. ($g = 9,8$ m/sn²)

ÇÖZÜM: $E_p = m \times g \times h = 5 \times 10 \times 3 = 150$ joule olarak hesaplanır.

Ø Kinetik Enerji: Hareket halindeki cisimlerin sahip oldukları enerjidir. Elimizdeki kalemi masanın üzerinde ileri doğru hareket ettirirsek cismin yer değişikliğinde iş oluşur. Bu işle beraber bir enerji kazanımı meydana gelir. Bu enerjiye kinetik enerji denir.

Kinetik enerji bir cismin kütlesine ve hızına bağlıdır.

$E_k = 1/2 \times m \times v^2$ bağıntısıyla bulunur.

ÖRNEK: $m = 1000$ kg' lı bir araba 100 km/sn hızla ilerlemektedir. Bu arabanın kinetik enerjisini hesaplayınız.

ÇÖZÜM: $E_k = 1/2 \times m \times V^2 = 1/2 \times 1000 \times 100^2 = 5000$ 000 joule'dür.

NOT: Cisimlerin hareketi sırasında örneğin yerden belli bir yükseklikten atılan bir cisim serbest bırakıldığında yere doğru düşer. Cisim düşerken potansiyel enerjisi azalır kinetik enerjisi artar. Anlaşılacağı gibi potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşür.

2.5.2. Elektrik Enerjisi

Cisimlerin atom yapısındaki elektronlarının hareket etmesiyle oluşan kuvvettir. (-) yüklü elektronlar ile (+) yüklü protonların karşılıklı itme ve çekme etkileşimi sonucu meydana gelmektedir. Elektrik enerjisi maddeye ait bir özelliktir. Gözle görülmez ama etkisiyle hissedilir. Bugün aydınlatma için, televizyon, çamaşır makinesi vb. Ev aletlerinin çalışması için sıkça kullanılır.

2.5.3. Isı Enerjisi

Maddeleri meydana getiren moleküllerin hareketi sonucu oluşur. Hareketlerin artırılması daha fazla ısı enerjisi oluşumuna neden olur. Günlük hayatımızda evimizde kışın ısınmak, banyo ve mutfakta sıcak su elde etmek, yemek pişirmek için ısı enerjisinden yararlanılmaktadır.

2.5.4. Işık Enerjisi

Örnek güneştir. Lazer teknolojisi de ışık enerjisi ile ilgilidir.

2.5.5. Nükleer Enerji

Hammaddesi uranyum ve plütonyum gibi ağır atomların bölünmesi veya helyum hidrojen gibi hafif çekirdeklerin birleşmesi sonucunda ortaya çıkar. Günümüzde birçok ülkede nükleer enerjiden elektrik enerjisi elde edilmektedir. İki şekilde elde edilir. Maddenin parçalanması (fizyon) ve birleştirilmesi (füzyon) ile ortaya çıkar.

2.5.6. Kimyasal Enerji

Kimyasal tepkime sonucunda ortaya çıkan enerjidir. Günlük hayatımızda kullandığımız pil, akü vb. enerjiler kimyasal enerjidir.

Yukarıda öğrendiğiniz bilgiler ışığında ‘‘ bu enerji çeşitleri birbirine dönüştürülebilir mi?’’ sorusunu arkadaşlarınızla tartışarak bir sonuca varınız.

Lütfen tartışmadan sonra konuya devam ediniz.

Bir önceki sayfadaki soruya bir örnek: Baraj gölünde toplanan su bir potansiyel enerjiye sahiptir. Barajdaki su kapakları açılarak aşağıya doğru bırakılırsa suyun potansiyel enerjisi, kinetik enerjiye dönüşür. Kinetik enerji türbinlerin kanatlarını çevirir. Alternatörlerin milini döndürmesi sonucu elektrik enerjisi sağlanır. Elektrik enerjisi de evimize kadar taşındığında ısı, ışık vs. olarak kullanılır. Görüldüğü gibi yukarıda bahsettiğimiz enerji türleri birbirine dönüştürülebilmektedir.

2.6. Enerji Birimleri

İş, enerjiye, enerji de işe dönüştüğüne göre her ikisinin de birimlerinin aynı olması zorunluluğu vardır. SI birim sisteminde enerji ve iş birimi jul(joule)’ dür. Kalori(cal) de çok kullanılan bir enerji birimidir.

ÖRNEK: Sürtünmesiz bir ortamda 20 newtonluk bir kuvvet bir cismi 5 metre uzağa taşımaktadır. Yapılan iş ve cisme kazandırılan enerjiyi hesaplayınız.

ÇÖZÜM: Enerji = İş = Kuvvet × Alınan yol

$$\text{Enerji} = \text{İş} = F * X = 20 \times 5$$

$$\text{Enerji} = \text{İş} = 100 \text{ joule olarak hesaplanır.}$$

2.7. Enerji Birimlerinin Birbirine Dönüşümü

Tablo 2.3 kullanılan enerji birimlerinin diğer birim karşılıklarını göstermektedir.

| | | |
|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1 joule | 981 gr-cm | |
| 1 kg-m/sn | 1 kg-m | $9,81 \times 10^7$ joule |
| 1 kW-saat | $3,6 \times 10^{13}$ joule | 367×10^3 kg-m |
| 1 kg-cal | 860 kW-sa | $3,1562 \times 10^8$ kg-m |
| 1 beygirgücü saat(metrik) | 1,36 kW-sa | - |
| 1 beygirgücü saat (hp) | 1,341 kW-sa | - |
| 1 BTHU | $3,41 \times 10^3$ kW-sa | - |

Tablo 2.3

ÖRNEK: 20 joule kaç gram-santimetreye eşittir.

ÇÖZÜM: 1 joule = 981 g-cm olduğuna göre $20 \times 981 = 19620$ g-cm'ye eşittir.

2.8. İş, Güç, Enerji Problemleri ve Çözümleri

ÖRNEK: Bir öğrenci 20 newton kuvvet uygulayarak bisiklete 1000 metre yol aldırıyor. İş hesaplayınız.

Çözüm: $F = 20$ N

$X = 1000$ m verildiğine göre $W = F \times X = 20 \times 1000 = 20000$ joule' dür.

ÖRNEK: 1600 watt' lık bir ısıtıcı 5 saat boyunca çalıştırılırsa, bu ısıtıcının yaptığı işi hesaplayınız.

Çözüm: $P = 1600$ watt = 1,6 kw

$t = 5$ saat verildiğine göre $w = P \times t = 1,6 \times 5 = 8$ kwh olarak hesaplanır.

ÖRNEK: Bir asker 10 metre uzunluğundaki bir halata tırmanmaktadır. Bu asker 70 kg olduğuna göre ve 10 metrelik halata 10 saniyede tırmandığına göre askerin gücünü bulunuz.

Çözüm: $P = W / t$ $P = mgh / t$ $P = 70 \times 9,8 \times 10 / 10$ $P = 686$ joule/ sn ve ya 686 watt' tır.

ÖRNEK: Bir elektrik motoruna 110 volt uygulanmıştır. Bu motor 5 amper akım çektiğine göre motorun gücünü bulunuz.

Çözüm: $P = U \times I$ $P = 110 \times 5$ $P = 550$ watt olarak hesaplanır.

ÖRNEK: Bir öğrenci yerdeki $m = 30$ kg olan cismi 10 metre yüksekliğindeki bir yere kaldırıyor. Bu cismin 10 metrede kazandığı potansiyel enerjiyi hesaplayınız. ($g = 9,8 \text{ m/sn}^2$)

Çözüm: $m = 30$ kg $h = 10$ metre verildiğine göre,

$$E_p = m \times g \times h \quad E_p = 30 \times 9,8 \times 10 \quad E_p = 2940 \text{ joule' dir.}$$

ÖRNEK: $m = 60$ kg'lık bir öğrenci 30 m/sn hızla koşmaktadır. Bu öğrencinin kinetik enerjisini bulunuz.

Çözüm: $E_k = \frac{1}{2} * m * v^2$ olduğuna göre,

$$E_k = \frac{1}{2} * 60 * 30^2 \quad E_k = 27000 \text{ joule} \quad \text{olarak hesaplanır.}$$

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda elektrik sayacını devreye bağlayarak bir alıcının yaptığı işi ve alıcının enerjisinin ölçülmesi uygulaması anlatılmıştır.

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|---|---|
| Ø Ölçülecek iş, güç ve enerjiye göre ölçü aletini belirleyiniz. | <ul style="list-style-type: none">Ø Laboratuvar kıyafetini giyiniz. Laboratuvar deposundan elektronik sayacı seçiniz.Ø Herhangi bir alıcının yaptığı işi ölçmek için elektrik sayacını öğretmeninizle beraber devre bağlantısını yapınız. (Alıcı olarak bir lamba, ısıtıcı vs. kullanılabilir).Ø Bağlantıyı yapabilmek için bilgi sayfasındaki şekil 8.2 ve 8.3'e bakabilirsiniz.Ø Devreye enerji uygularken bağlantı kablolarına dokunmayınız.Ø Lambayı ya da ısıtıcıyı 10 dakika çalıştırarak ne kadar enerji harcadığını elektrik sayacının ekranından tespit ediniz.Ø Bulduğunuz değer alıcınızın 10 dakikada harcadığı enerjidir. Başka bir deyişle 10 dakikada yaptığı iştir. (Sayaçtan okunan değer biriminin kw olduğunu unutmayınız.)Ø Şimdi lambanın ya da ısıtıcının 1 saatteki harcadığı enerjiyi ya da yaptığı işi bulmak için birim çevirmeleri konusunda öğrendiğiniz gibi çevirme işlemiyle hesaplayınız. |
| Ø Ölçüm yapınız. | <ul style="list-style-type: none">Ø Bir saatte harcanan enerjiyi bulmakla alıcınızın gücünü de bulmuş oldunuz.Ø Bulduğunuz değerleri diğer enerji birimlerine çeviriniz. Uygulama faaliyetini rapor haline getirerek öğretmeninize sununuz. |

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

1. Bir kuvvetin bir cisme etki ederek ona konum değişikliği kazandırması olayına denir.
2. SI birim sisteminde işin birimi 'dır.
3. Bir öğrenci masasını 50 newtonluk bir kuvvetle 50 cm iterse öğrencinin yaptığı iş nm' dir.
4. Elektrikte işi ölçen cihazlara..... denir.
5. Birim zamanda yapılan iş..... olarak tanımlanır.
6. SI birim sisteminde gücün birimi 'dır.
7. 2 000 watt kilowatt'dır.
8. 1 beygir gücü watt' dir.
9. Elektrik alıcılarının birim zamanda yaptığı işi ölçen alet olarak isimlendirilir.
10. Bir işi yapabilme kabiliyetine denir.
11. Bir öğrenci masasının üzerine çıktığında enerjiye sahip olur.
12. Bir öğrencinin peşinden, 20 kg'lık bir köpek 20 m/sn hızla koşmaktadır. Köpeğin kinetik enerjisi..... joule' dür.

DEĞERLENDİRME

Yukarıda kendi kendinizi değerlendirdiniz. Cevap anahtarıyla kendi yaptıklarınızı karşılaştırdığınızda soruların % 80'ini cevaplamışsanız başarılısınız. Sizi tebrik ederim.

Bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

UYGULAMA TESTİ

| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
|----------------------------------|------|-------|
| Ø Ölçü aletini belirlediniz mi? | | |
| Ø Hatasız ölçüm yapabildiniz mi? | | |

DEĞERLENDİRME

Yaptığımız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini ve uygulama faaliyetlerini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Ekipmanlarda, cihazlarda ve makinelerde süre, hız ve devir ölçümlerini ilgili ölçü aletlerini kullanarak hatasız yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Ø Zaman kavramı hakkında araştırma yapınız.
- Ø Hız ve devir ilişkisini araştırınız.

3. SÜRE, HIZ VE DEVİR ÖLÇÜMÜ

3.1. Zamanın Tanımı

Zaman, tarihsel açılımı ve ifadesi çok farklı olan, son olarak Albert Einstein'ın tarifıyla son bulmuş ve anlam kazanmış bir ifadedir.

Zamanın birimi saniyedir. 1960'lardan önce zaman standardı ortalama güneş günü cinsinden tanımlanmıştır. Bir güneş gününün 1/86400'ü saniye olarak tanımlanmıştır. Bu tanım, evrensel zaman olarak isimlendirilmiştir. Dünyanın dönüşünün zamanla değiştiği göz önüne alınarak 1971 yılında saniye yeniden tanımlanmıştır. Bu tanıma göre Sezyum-133 atomunun 9.192.631.770 defa titreşim yaptığı süreye 1 saniye denmiştir. Bu şekilde zamanı ölçebilen aygıtlara atom saati denir. 3 çeşit atomik saat çeşidi vardır. En ucuz olanı Rubidyum atomunun 6.834.682.608 kez tınlaması üzerine kuruludur. İkincisi Sezyum-133 atomuyla yapılan ve SI saniye birimini tanımlayan atom saatidir. Üçüncüsü ise hidrojen maserinin 1.420.405.752 kez tınlaması üzerine kuruludur.

3.2. Zamanın Ölçümü

Zaman ölçümleri 2 genel sınıfa ayrılabilir. Birinci sınıf gün zamanı ölçümleridir. Gün zamanı yıl, ay, gün, saat, dakika, saniye vs. içeren benzersiz bir ifade ile etiketlenir. "Saat kaç" diye sorduğumuzda aslında gün-zamanı ölçümünü istiyoruz.

Zaman ölçümünün ikinci sınıfı bir zaman aralığı ölçümüdür. Bir zaman aralığı ölçümü iki olay arasında geçen sürenin ölçümünü gerektirir. Zaman aralığı, ölçümün dört temel standardından biridir (Diğerleri kütle, uzunluk ve sıcaklık). Zaman aralığı yüksek çözünürlük ve çok düşük hata ile ölçülebilir.

Gün zamanı ölçen aygıtlar saat olarak adlandırılır. Zaman aralığı ölçenler ise kronometre olarak adlandırılır. Kronometre, günlük hayatta kullandığımız aygıtların bir özelliği haline gelmiştir. Kol saatlerinin çoğunda, cep telefonlarında kronometre özelliği mevcuttur. Gelişmiş kronometre özelliklerine sahip tek işlevli cihazlar da mevcuttur.



Şekil 3.1: Bir kronometre

3.3. Hızın Tanımı

Bir cismin birim zamandaki yer değişikliğine **hız** denir. Örneğin, bir araba bir dakikada yüz metre yol alıyorsa bu arabanın dakikadaki hızı 100 m'dir, deriz. Hızın tanımında verilen yer değiştirme kavramı cismin bulunduğu noktadan başka bir noktaya hareket etmesidir.

Bu tanımdan hızın denklemini $V = \frac{X}{t}$ olarak yazabiliriz. Burada:

V : Hız

X : Yol

t : Zamanı göstermektedir.

3.4. Hız Birimleri

Hızın tanımından birimini çıkarabiliriz. Hız, yolun zamana bölümü olduğundan en çok kullanılan birim metre/saniye'dir. Kısaca m/s ile gösterilir. Eğer zamanı saat olarak alırsak yolu da kilometre alırız ve birimi km/sa olur. Uluslararası gösterimde saat h ile gösterildiğinden birim olarak km/h de kullanılabilir. Bu gösterimlerde 'sa' ile yazılan saati, yalnız 's' harfi ile yazılan saniyeyi gösterir. Saniye 'sn' ile de gösterilebilmektedir.

Bunlardan başka mil/sa, knots, feet/dak, feet/s gibi birimler de vardır. Bunların birbirine dönüşümü için aşağıdaki tabloyu inceleyiniz.

| | |
|----------|----------------|
| 1 km/sa | 0,62140 mil/sa |
| 1 km/sa | 0,53996 knotts |
| 1 km/sa | 54,680 feet/dk |
| 1 mil/sa | 1,609 km/sa |
| 1 mil/sa | 88 feet/dk |
| 1 mil/sa | 0,86898 knotts |

Tablo 3.1: Hız birimleri karşılıkları

3.5. Hız Birimlerinin Birbirine Dönüşümü

Hız birimlerini birbirine dönüştürmek için hem verilen yola hem de zamana dikkat etmeliyiz. Örneğin km/sa’i, m/s’e çevirmek isteyelim.

ÖRNEK: Saatteki hızı 90 km olan bir aracın saniyedeki hızını bulunuz.

ÇÖZÜM: Burada $V=90$ km/sa verilmiştir. Biz bu hızı m/s’ye çevireceğiz.

Burada dikkat edeceğimiz husus birimde iki değişkenin olmasıdır. Verilen birimde saatte 90 km yol aldığı, istenen birimde ise saniyede kaç metre yol aldığıdır. Öyleyse hem km’ yi metreye , hem de saati saniyeye çevirmeliyiz.

90 km = 90000 m olduğunu biliyoruz. Şimdi bir saatin saniye olarak karşılığını bulalım.

Önce bir saati dakikaya çevirelim. 1 sa = 60 dk , 1 dk = 60 sn olduğuna göre;

1 saat = $60 \times 60 = 3600$ saniye olacaktır.

Demek ki aracın hızı 3600 saniyede 90000 metre. Bize bir saniyedeki hız sorulduğuna göre 90000’i 3600’e böleriz

$90000/3600 = 25$ m/s

Sonuç olarak aracın hızı saniyede 25 metredir deriz.

ÖRNEK : Saatteki hızı 5 mil olan rüzgarın hızı kaç feettir?

ÇÖZÜM: Tabloya göre 1 mil/sa = 88 feet/dk olduğuna göre, 5 mil/sa’i bulmak için 5’i 88 ile çarpmamız gerekir.

$5 \times 88 = 440$ feet/dk eder.

3.6. Hız Ölçü Aletleri

Hızı ölçen aletler ölçümün hangi alanda yapıldığına göre değişir.

Örneğin, meteorolojide havanın hızı anemometre denilen araçla ölçülürken bir aracın hızı takometre ile ya da bir diğer adı kilometre saati ile ölçülür. Ayrıca radar denilen aletle de taşıtların hızları ölçülür. Bir dönen makinenin (mesela bir elektrik motoru) dönme hızı ise takometre ya da tur metre ile ölçülür. Biyomedikal cihazlarda tanımlanacak bir büyüklük olması açısından devir konusunda açıklanacaktır.



Şekil 3.2: Hızölçer

3.7. Hız Ölçü Aletlerinin Kullanımı

Yukarıda havanın hızını, yani rüzgar hızını ölçen aleti görmekteyiz. Bu alette hızın uygulandığı küçük bir pervane vardır. Pervaneye çarpan hava akımı bu pervaneyi döndürerek alette bulunan küçük bir dinamoyu döndürür. Dinamo gerilim üreterek elektronik devreye sinyal uygular. Bu sinyal devir olarak ekrana yansıtılır. Alet üzerinde hızın birimini m/s, km/h, knots, feet/dak olarak okumak için buton vardır.

3.8. Devirin Tanımı

Devir, bir cismin birim zamanda yaptığı tur sayısına denir. Tur demekle 360 derecelik bir dönüş kastedilmiştir.

Devir genelde dönen cisimler için kullanılır. Örneğin bir elektrik motorunun milinin dönme sayısı, bir araba tekerleğinin dönme sayısı gibi.

3.9. Devir Birimleri

Devirin birimi yoktur. Devir belli bir zamandaki dönüş sayısı olduğundan birim kullanılmaz. Devri ifade etmek için 'tur' birim olarak kullanılabilir. Bunun yanında devir/dakikada yine devir sayısını ifade eder. Bunu ifade için RPM kısaltması kullanılır. RPM'nin anlamı Rotate Per Minutes'dir, yani dakika başına oluşan devir demektir.

3.10. Devir Birimlerinin Birbirine Dönüşümü

Devir birimlerini birbirine dönüştürmek için yine hız birimlerinde olduğu gibi zamana göre dönüşüm işlemi yapmalıyız.

Dakikadaki devir sayısının verildiğini ve saniyedeki devir sayısının istendiğini düşünelim;

ÖRNEK: Dakikadaki devir sayısı 900 olan bir elektrik motorunun saniyedeki devir sayısını bulalım.

ÇÖZÜM: 1 dakikada 900 devir yaptığına göre ve bir saniyede kaç devir yaptığı istendiği için 900'ü 1 dakikanın saniye değerine bölmemiz gerekir.

1 dakika = 60 saniyedir.

$900 / 60 = 15$ devir olur.

3.11. Devir Ölçü Aletleri

Devir sayısını ölçen aletlere takometre ya da turmetre denir. Takometrenin diğer adı takojeneratördür. Bu aletlerin birçok çeşidi vardır.

Bunlar :

Ø Tako-jeneratörler

- DC tako-jeneratör
- AC tako-jeneratör

Ø Darbeli(palsli) turmetreler

Ø Stroboskoplar

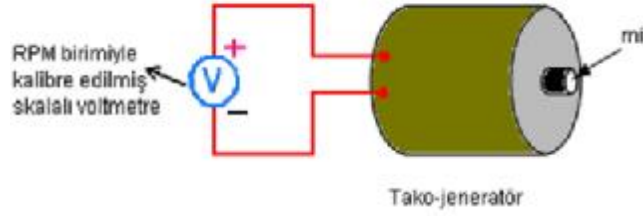
Ø Kademeli(mekanik) takometreler

3.11.1. Tako-jeneratörler

En çok kullanılan ve en basit yapıya sahip takometreler bunlardır. Bilindiği gibi jeneratör elektrik üreten makinedir. Devri ölçülecek olan makinenin döndürme etkisi ile tako-jeneratör döndürülerek gerilim elde edilir. Bu elde edilen gerilimin türüne göre iki çeşit tako-jeneratör vardır. Doğru akım üretene DC tako-jeneratör, alternatif akım üretene ise AC tako-jeneratör denir. Doğru akım ve alternatif akım hakkında gerekli bilgi ve becerileri ileriki modüllerde alacaksınız.

Tako-jeneratörde üretilen gerilim, bir ölçü aletinin ibresine yansıtılır taksimatlandırılmış göstergede bir değer okunması sağlanarak ölçüm yapılır.

Makine ne kadar hızlı dönerse tako-jeneratörde üretilen gerilim ve dolayısıyla ibrenin gösterdiği devir de o kadar çok olacaktır. Aşağıda bir takojeneratörün prensip şemasını ve resmini görüyorsunuz.



Şekil 3.3: Tako jeneratör

Bu tip turmetreler daha çok santrallerde elektrik üreten makinelerin devir sayılarını sürekli olarak gözlemek ve değişiklikleri anında kontrol etmek için kullanılır. 100 d/dk. ile 35000 d/dk arasındaki değerlerde ölçüm yapabilir.

3.11.2. Darbeli (palsli) Turmetre

Darbeli turmetre, makinenin dönen kısmının sinyal üretmesi prensibine göre çalışır. Bu dönen kısımdan sinyal üretilmesi optik ya da mekanik yöntemle yapılır. Ölçüm, dönen makinenin dönüşü başına kaç darbe ürettiğini saymasına dayanır. Bu darbeleri sayan ise aletin içinde bulunan dijital sayıcı devresidir.

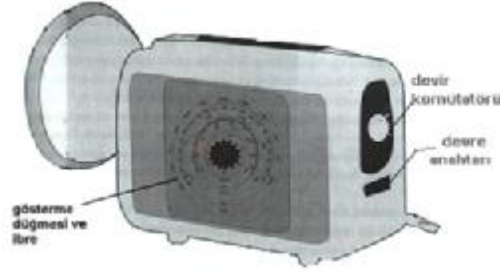
Optik yöntemli sinyal üretilen takometre ile şu şekilde ölçüm yapılır:

Döner makinenin miline yansıtıcı bir şerit yapıştırılır. Takometre döner kısma tutularak mile ışık gönderilir. Takometrenin gönderdiği ışığı milde bulunan şeridin geri yansıtması takometre içindeki dijital devreye bir darbe (pals) uygular. Bu devre, darbe sayısını ölçüm süresine göre dakika cinsine çevirerek takometre ekranına dakikadaki devir sayısı olarak yansıtır. Bu şekilde üç- beş saniye gibi kısa bir sürede devir ölçülebilir. Bu optik yöntemli takometreler yaygın olarak kullanılır.

Mekanik sistemli darbe üretilerek devir ölçümünde ise makinenin miline bir dişli rotor (delikli saç paketi) konur. Darbeleri algılamak için de dişli rotor önüne sargılı bir daimi mıknatıs konulur. Dişli rotor döndükçe mıknatıs hava boşluğu değiştiği için bobinde darbe şeklinde bir gerilim üretilir. Bu gerilim takometre devresinde sayılarak devir ölçülür.

3.11.3. Stroboskoplar

Önce bu kelimeyi açıklayalım. Bazen hızla giden bir arabanın tekerleğine baktığımızda tekerleğin dönmediği ya da geriye doğru döndüğünü hissederiz. İşte döner parçaların duruyormuş ya da geri dönüyormuş gibi hissedilmesine **stroboskopik olay** denir.



Şekil 3.4

Bazı makinelerin devir sayıları yukarıda anlatılan turmetrelerle ölçülemez. Çünkü bu tür makinelerin yanına yaklaşılamaz, yaklaşırsa tehlike oluşur. Bundan dolayı strokobilik olaya dayanarak ölçüm yapılır. Bu etkiden yararlanılarak biz makinenin devrini ölçebiliriz. Şöyle:

Alet darbe şeklinde bir gerilim üretir. Üretilen bu gerilim alttaki neon lambayı çalıştırarak makine miline ışık yollar. Milye yapıştırdığımız beyaz banttan yansıyan ışık alete döner. Eğer bu yansıyan ışığın frekansı (saniyedeki sayısı) ile üretilen gerilimin frekansı eşit olursa alet, içindeki devre sayesinde üretilen sinyalin sayısını sayıya dönüştürerek ekrana yansıtır.

3.11.4. Kademeli (Mekanik) Takometreler

Bu alet kademeli devir sayılarını ölçmede kullanılır. Fazla kullanım alanı kalmamıştır.

3.12. Devir Ölçü Aletlerinin Kullanımı

Bir takometreyle bir elektrik motorunun devrini ölçmek isteyelim. Bunun için elektrik motorunu çalıştırmalıyız. Takometremiz optik ya da mekanik olabilir. Mekanik takometre ile ölçüm yapmak için aletin ucu motor milinin ucundaki punto deliği denilen yere temas ettirilmelidir. Bu teması sağladıktan sonra alet, ekranda devri birkaç saniye sonra gösterir. Aletin milye değiştirilen uçları kauçuktur. Bu uçlar değiştirilebilir.



Şekil 3.5: Takometre (Turmetre)

Optik takometreler ise motor miline temas etmeden, mile ışık göndererek ölçüm yapar. Bu takometrelerle devir ölçümü yaparken mil üzerine ışığı geri yansıtması için bir şerit yapıştırılır. Alet mile doğru tutularak ışık gönderilir. Birkaç saniye sonra devir ekrana yansır. Optik takometrelerin aynı zamanda temaslı ölçüm yapanları da vardır.

Takometrelerin bazılarında birimleri RPM, metre/dk, feet/dk olarak gösterebilme özelliği de bulunmaktadır.



Şekil 3.6: Optik takometre

Takometre ölçüm yapmak için şekil 3.6'da görüldüğü gibi tutulur. Takometrenin ucu motorun milinin baş kısmında punto deliği denilen yere hafif bir basınçla bastırılarak tutulur. Ölçüm değeri ekrandan direkt olarak okunur.

Şekil 3.6'da kızıl ötesi olarak, yani lazer ışık yollanarak ölçüm yapıldığı görülmektedir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Laboratuvarınızda bulunan bir elektrik motorunun devir sayısını ölçünüz.

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|---|--|
| Ø Çalışma ortamının ölçme yapmaya uygun olup olmadığını kontrol ediniz. | Ø Gerekli güvenlik önlemlerini alınız. |
| Ø Ölçümü yapılacak, hızı ve devri ölçülecek cihaz veya cisim tipine göre ölçü aletini belirleyiniz. | Ø Laboratuvardan takometreyi seçiniz. (Her iki takometre de varsa önce normal takometreyle sonra optik takometreyle ölçüm yapınız.) |
| Ø Ölçümü yapınız. | Ø Laboratuvarda bulunan elektrik motorunu, öğretmeninizle beraber güvenli bir şekilde çalıştırınız. |
| Ø Devri ekrandan okuyunuz. | Ø Takometreyi motor milinin punto deliğine uygun basınçla temas ettiriniz. (Bu sırada el ya da kolunuzu motor miline temas ettirmemeye çalışınız.) |
| Ø Elektrik motorunu durdurarak ölçü aletini kapatınız. | Ø Takometreden devri okuyunuz. |
| | Ø Aynı ölçümü optik takometreyle yapabilmek için önce mile yansıtıcı bir şerit yapıştırınız (Bunun için önce motoru durdurmanız gerekir). |
| | Ø Optik takometreden motor miline şekil 3.6'da görüldüğü gibi ışık yollayınız. |

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

1. Hangisi hız birimi değildir?
A) metre B) mil/sa C) km/sa D) knotts
2. Hangisi devir sayısını ifade eder?
A) RMS B) RPM C) RPS D) RMM
3. Hangisi devir ölçmek için kullanılmaz?
A) Takojeneratör B) Mekanik takometre C) Akselerometre D) Stroboskop
4. Hangisi bir atom saati çeşidi değildir?
A) Helyum B) Sezyum133 C) Rubidyum D) Hidrojen maseri

5–11 nu. lı sorularda boş bırakılan yerleri uygun şekilde doldurunuz.

5. Bir elektrik motorunun dönme hızıile ölçülür.
6. Dönen parçaların duruyormuş ya da geri dönüyormuş gibi hissedilmesinedenir
7. Bir güneş günü 1/86400 saniye olarak tanımlanmıştır. Bu tanım olarak adlandırılır.
8. Zaman aralığı ölçen ayardılara denir.
9. Bir cismin birim zamandaki yer değiştirmesine denir.
10. Bir aracın hızı ile ölçülür.
11. Bir cismin birim zamanda yaptığı tur sayısına denir.

DEĞERLENDİRME

Sorulara verdiğiniz yanıtlar ile yanıt anahtarını karşılaştırmış, yanıtlarınız doğru ise yeterli ölçmeye geçiniz. Yanlış yanıt verdiyseniz öğrenme faaliyetinin ilgili bölümüne dönerek konuyu tekrar ediniz.

UYGULAMA TESTİ

| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
|--|------|-------|
| Ø Ortam ölçüm yapmak için uygun muydu? | | |
| Ø Ölçü aletini belirlediniz mi? | | |
| Ø Hatasız ölçüm yapabildiniz mi? | | |

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki yanıtlarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini ve uygulama faaliyetlerini tekrar ediniz. Yanıtlarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

Manyetik alan oluşturan ekipmanlarda elektromanyetik akı ve alan miktarını, ölçü aletlerini kullanarak hatasız ölçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

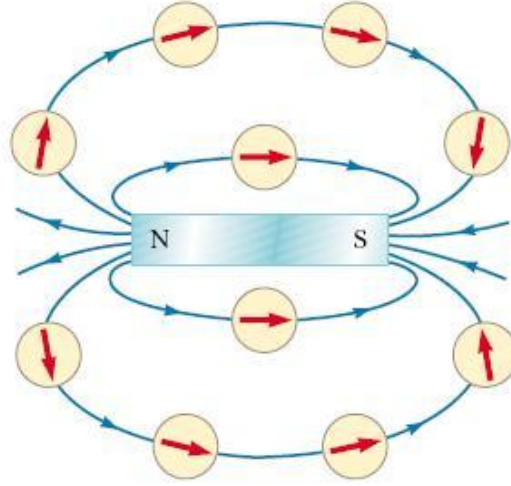
- Ø Manyetik alan hakkında İnternette, ders kitaplarından ya da öğretmeninizin önereceği diğer kaynaklardan araştırma yapınız.
- Ø Manyetik alanın insan sağlığı üzerindeki etkisini araştırınız.

4. ELEKTROMANYETİK AKI VE ALAN ÖLÇMEK

4.1. Elektromanyetik Akının Tanımı

Manyetik özellik gösteren maddeler çevrelerindeki demir, çelik gibi maddeleri kendilerine çeker. Bazı maddeler doğal manyetik özellik gösterir, örneğin mıknatıslar (Fe_3O_4). Demir, kobalt vb. bazı materyaller manyetik alan içerisine konduklarında manyetik özellik gösterir. Bu özelliklere sahip maddelere ferromagnetik maddeler denir.

Her mıknatısın kuzey (N) ve güney (S) olarak adlandırılan kutupları vardır. Aynı kutuplar birbirini iterken, farklı kutuplar birbirini çeker. Örneğin, bir mıknatısın kuzey kutbu diğer bir mıknatısın kuzey kutbunu iterken, güney kutbunu çeker. Mıknatısların kuzey kutbundan güney kutbuna doğru manyetik kuvvet çizgileri oluşur. Şekil 4.1’de manyetik kuvvet çizgileri görülmektedir. Manyetik kuvvet çizgilerinin tamamına manyetik akı denir.



Şekil 4.1: Çubuk mıknatıs için manyetik kuvvet çizgileri

Mıknatıslarda, manyetik kuvvet çizgilerinin mıknatıs dışında kuzey kutbundan mevcut ortamı geçerek güney kutbuna ulaştıkları ve mıknatıs içinde ise güney kutbundan kuzey kutbuna hareket ettikleri kabul edilir. Mıknatısın kuzey kutbundan çıkan manyetik kuvvet çizgilerinin tamamına manyetik akı denir. Φ (fi) sembolü ile gösterilir.

4.2. Birimleri

Manyetik akının CGS birim sistemindeki birimi Maxwell (Mx, maksvel okunur) dir. Bir Maxwell bir manyetik kuvvet çizgisine karşılık gelir. Yani mıknatısın kuzey kutbundan bir tane manyetik kuvvet çizgisi çıkmış ise buradaki manyetik akı 1 Mx ile gösterilir.

Manyetik akının SI birim sistemindeki birimi ise Weber(Wb, vebır okunur) dir. Weber Maxwell'den çok daha büyük bir birimdir. Mıknatısın kutbundan 100 milyon tane manyetik kuvvet çizgisi çıkmışsa, buradaki manyetik akı 1 Wb olarak gösterilir.

Büyük manyetik akılar için Weber, küçük manyetik akılar için Maxwell birimleri uygundur.

4.3. Birimlerinin Birbirine Dönüşümü

Weber birimi çok büyük bir birimdir. O nedenle genellikle Weber'in ast katları kullanılır. Weber biriminin ast katları ile ilişkisi aşağıda gösterilmiştir.

Weber(Wb)
miliWeber(mWb)
mikroWeber(μ Wb)

1 Wb = 1.000 mWb
1 Wb = 1.000.000 μ Wb

Ayrıca Weber ile Maxwell birimleri birbirine dönüştürülebilir. 1 Wb 10^8 Mx 'eşittir.

ÖRNEK: 1 Mx kaç μ Wb eder?

ÇÖZÜM: 1 Wb = 10^8 Mx ise 1 Mx = 10^{-8} Wb dir.

10^{-8} Wb = $10^{-6} \times 10^{-2}$ Wb şeklinde yazılabilir. 10^{-6} mikro öntakısının değeridir.

O halde 1 Mx = 0,01 μ Wb'e eşittir.

ÖRNEK: Bir mıknatısın kuzey kutbundan 25 milyon tane manyetik kuvvet çizgisi çıkıyorsa bu mıknatısın manyetik akısı Weber cinsinden ne kadardır.

ÇÖZÜM: Kuvvet çizgisi sayısı Mx birimine eşittir. O halde buradaki manyetik akı $25 \cdot 10^6$ Mx dir.

10^8 Mx = 1 Wb olduğuna göre sonuç $\frac{25 \cdot 10^6}{10^8} = 0,25$ Wb olarak bulunur.

Daha okunaklı hale getirilirse sonuç 250 mWb dir.

4.4. Elektromanyetik Alan Tanımı

Mıknatıslar doğal olarak manyetik alana sahiptir. Bazı maddeler ise yapay bir şekilde manyetik alana sahip olur. Bu maddelerin manyetik kuvvetleri elektrik denetimlidir ve bu yüzden elektromıknatıs adını alır. Elektromıknatısların oluşturduğu manyetik alan ise elektromanyetik alan olarak adlandırılır. Konu içerisinde manyetik alan ve elektromanyetik alan aynı anlamda kullanılacaktır.

Manyetik akı yoğunluğu, birim yüzeyden dik olarak geçen manyetik kuvvet çizgisi sayısına denir. B ile gösterilir. Manyetik akı ile ilişkisi aşağıda gösterilmiştir.

$$B = \frac{\Phi}{A}$$

Burada;

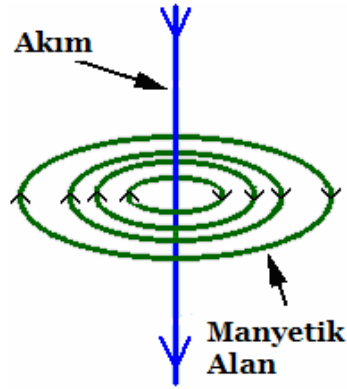
A = alan

Φ = manyetik akı

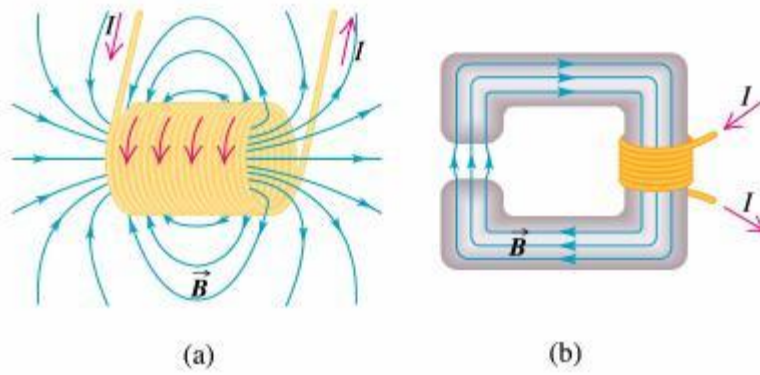
B = manyetik akı yoğunluğudur.

Manyetik alan, uzayın belli bir noktasında sabit bir hızla hareket eden yüklü bir parçacık üzerine etkileyen manyetik kuvvet olarak tanımlanır. Manyetik alan vektörel bir büyüklüktür. Belli bir yönü ve doğrultusu vardır.

İçinden akım geçen iletken çevresinde bir manyetik alan meydana gelir(Şekil 4.2). İletken Şekil 4.3'teki gibi bir nüve üzerine sarılacak olursa akım ve bu akımın meydana getirdiği manyetik alan dar bir alanda yoğunlaşır ve bunun sonucunda da kuvvetli bir alan oluşur. Nüve olarak demir kullanılırsa manyetik kuvvet fazla olacaktır. İletkenin demir nüve etrafına sarılmasıyla meydana gelen bobine yoğunlukla selenoid denir.



Şekil 4.2: Akım taşıyan iletken çevresindeki manyetik alan



Şekil 4.3: Bobin çevresindeki manyetik alan (a) hava nüveli, (b) demir nüveli

Solenoid içinden akım geçirilirse demir nüve mıknatıs gibi davranır. Bu mıknatısın kuvveti solenoidin sarım sayısına ve içinden geçecek akımla doğru orantılıdır. Sarım sayısı ve akımın çarpımı mıknatıslanma kuvveti ya da manyetomotor(mmk) kuvvet olarak ifade edilir. Eşitliği aşağıda gösterilmiştir.

$$MMK = N.I$$

Burada;

N = Sarım sayısı ya da tur sayısıdır, birimi yok.

I = Bobinden geçen akımdır, birimi amperdir.

MMK = Manyetomotor kuvvettir, birimi amper-tur dur.

Manyetomotor kuvvetin SI birimi **amper-tur(A-t)**, CGS birimi ise **gilbert(Gb)**'tir. 1 amper-tur = 1,26 Gb'dir.

Manyetomotor kuvvet mıknatıslanma kuvvetini tanımlar ama manyetik alan bobinin uzunluğuna bağlıdır. Mmk ile manyetik alan arasındaki ilişki aşağıda verilmiştir.

$$H = \frac{mmk(\text{amper} - \text{tur})}{l(\text{metre})}$$

Burada;
H = Manyetik alan,
mmk= Manyetomotor kuvvet,
l = bobinin uzunluğudur.

Manyetik alanın birimi CGS sisteminde Örsted (Oe) dir. Örsted santimetre başına düşen gilbert cinsinden manyetomotor kuvvettir. SI ya da MKS birim sisteminde ise A-t/m olarak tanımlanır.

Manyetik alanın meydana getirdiği manyetik akı (manyetik kuvvet çizgileri) miktarı manyetik alan içinde kalan malzemeye de bağlıdır. Geçirgenliği yüksek olan iyi bir manyetik malzeme akıyı kendi üzerinden topraklayarak ya da yoğunlaştırarak büyük miktarda manyetik akı yoğunluğu meydana getirir. Manyetik alan şiddeti (H) ve manyetik akı yoğunluğu (B) arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir.

$$B = \mu.H$$

Burada;
 μ = geçirgenlik,
B= manyetik akı yoğunluğu,
H = Manyetik alan şiddetidir.

SI birim sisteminde; manyetik alan şiddetinin birimi A-t/m iken manyetik akı yoğunluğunun birimi Wb/m² ya da **tesla**dır. CGS birim sisteminde ise manyetik alan şiddeti birimi Örsted iken manyetik akı yoğunluğunun birimi **gauss**'dur.

Hava ya da boşluğun geçirgenliği 1'dir. Dolayısıyla hava ya da boşlukta manyetik alan şiddeti ile manyetik akı yoğunluğu aynıdır. Ancak bu demir için geçerli değildir.

4.5. Birimleri

Manyetik alan ya da manyetik akı yoğunluğu birimi olarak tesla (T) ve gauss (G) kullanılır. Tesla, SI birim sistemine aittir ve metre kare başına weber (Wb/m²) olarak tanımlanır. Gauss ise CGS birim sistemine aittir. Her ikisi de sıklıkla kullanılmaktadır. Küçük manyetik alanlar için gauss, büyük manyetik alanlar için tesla tercih edilir.

Alışıla gelen laboratuvar mıknatısları yaklaşık 2,5 T ya kadar manyetik alanlar üretebilir. 25 T büyüklüğünde manyetik alan üretmek için süper iletken mıknatıslar yapılmıştır. Dünyanın yarattığı manyetik alan ise sadece 50 μ T ya da 0,5 G dur. Tıbbî görüntüleme amaçlı kullanılan MR ve tomografi cihazlarının çoğu 0,1T ile 2T arasında manyetik alan oluşturmaktadır.

4.6. Birimlerin Birbirine Dönüşümü

Manyetik alan birimi olan tesla ve gauss arasında şöyle bir bağıntı vardır:

$$10000 \text{ G} = 1 \text{ T} \quad \text{veya} \quad 1 \text{ G} = 10^{-4} \text{ T} = 100 \mu\text{T}$$

Birimlerin ast katları da kullanılmaktadır. Genellikle mili(m) ve mikro(μ) ast katları kullanılır. Mili öntakısı 10^{-3} , mikro öntakısı 10^{-6} değerindedir.

$$1 \text{ T} = 1000 \text{ mT}$$

$$1 \text{ T} = 1000000 \mu\text{T}$$

ÖRNEK: 1,5 mT kaç gauss eder?

ÇÖZÜM: 1 militesla 10^{-3} tesla olduğuna göre,

$$1,5 \text{ mT} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ T} = 0,0015 \text{ T olur.}$$

1 tesla 10000 gauss olduğuna göre

$$0,0015 \text{ T} = 0,0015 \times 10^4 \text{ G} = 15 \text{ G olur.}$$

4.7. Elektromanyetik Akı ve Alan Problemleri ve Çözümleri

ÖRNEK 1: 0,026 m² lik bir alandaki manyetik akı 1000 μWb olduğuna göre akı yoğunluğu ne olur?

ÇÖZÜM: $B = \frac{\Phi}{A}$ eşitliğinde $\Phi = 1000 \mu\text{Wb} = 10^{-3} \text{ Wb}$, $A = 0,026 \text{ m}^2$ yazılırsa

$$B = \frac{10^{-3}}{0,026} \Rightarrow B = 0,038 \text{ T} = 38 \text{ mT} \quad \text{bulunur.}$$

ÖRNEK 2: 200 sarımlı bir bobinden 1,5 A akım geçtiğine göre meydana gelen mmk ne olur?

ÇÖZÜM: $\text{mmk} = N.I$ eşitliğinde $N = 200$, $I = 1,5$ yazılırsa

$$\text{mmk} = 200 \cdot 1,5 \Rightarrow \text{mmk} = 300 \text{ A-t} \quad \text{olarak bulunur.}$$

ÖRNEK 3: Örnek 2'deki bobinden uzunluğu 20 cm olan bir demir nüve geçirilirse meydana gelen alanın şiddeti ne olur?

ÇÖZÜM: Manyetik alan şiddeti eşitliğinde $H = \frac{\text{mmk}}{l}$ $\text{mmk} = 300 \text{ A-t}$,

$$l = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m} \quad \text{yazılırsa manyetik alan şiddeti} \quad H = \frac{300}{0,2} = 1500 \text{ A-t/m} \quad \text{bulunur.}$$

4.8. Ölçü Aletleri

Düşük manyetik alanları (1mT'dan küçükler) ölçen aygıtlar manyetometre, yüksek manyetik alanları (1mT'dan büyükler) ölçenler ise gausmetre olarak adlandırılır.

Akı kapılı (fluxgate) manyetometreler vektör ölçen aygıtların en yaygın olanlarıdır. Dayanıklı, güvenilir ve düşük alan vektörü ölçen aygıtlara göre nispeten daha ucuzdur. 0,0001 ile 0,5 mT arasındaki manyetik alanları 0,1'lik çözünürlük ile ölçebilir. Genel amaçlı vektör manyetometrelerdir.



Şekil 4.4: Bir manyetometre

Fiber optik manyetometreler son zamanlarda geliştirilen bir düşük alan aygıtlarıdır. Şimdilik bir manyetik alan dedektörlü manyetometrenin duyarlığına sahipse de daha iyi başarımlar için çok büyük potansiyele sahiptir.

Süper iletken kuantum girişim devreli(SQUID) manyetometreler tüm manyetik alan ölçme aygıtlarından daha duyarlıdır. Bu algılayıcılar neredeyse mutlak sıfır sıcaklığında çalışır ve özel ısı denetim sistemine ihtiyaç duyar. Bu SQUID tabanlı manyetometreleri daha pahalı, daha az sağlam ve güvenilir yapmaktadır.

En iyi bilinen ve şiddetli manyetik alanların ölçmek için en yaygın kullanılan algılayıcı Hall etkili devredir. Hall etkili gausmetreler 0,1 ile 30.000 mT arasındaki manyetik alanları 100nT'lık çözünürlükle ölçebilir. Özellikle 1T'nın üzerindeki alanlar için uygundur.

Daha yüksek çözünürlüklerde ölçüm yapabilen gausmetreler mevcuttur. Manyetorezistif gausmetreler 10 mT, proton yalpalamalı gausmetreler 0,05mT ve ışıksal pompalı gausmetreler 0,005 mT çözünürlüklerde ölçüm yapabilir. Ancak en yüksek manyetik alanı hall etkili gausmetreler ölçer.

Çok kullanılan taşınabilir bazı gausmetreler Şekil 4.5'te gösterilmiştir.



Şekil 4.5: Bazı manyetik alan ölçerler

UYGULAMA FAALİYETİ

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|---|---|
| <p>Ø Çalışma ortamının ölçme yapmaya uygun olup olmadığını kontrol ediniz.</p> | <p>Ø Gerekli güvenlik önlemlerini alınız.</p> |
| <p>Ø Bir mıknatıs ya da mıknatıslık özelliği olan cisim/cihaz ediniz.</p> | <p>Ø Hoparlör olabilir, üzerinden alternatif akım geçirilen bir bobin olabilir.</p> |
| <p>Ø Ölçülecek manyetik alan büyüklüğüne göre ölçü aleti belirleyiniz.</p> | |
| <p>Ø Ölçü aletinin kullanım kılavuzunu okuyunuz.</p> | |
| <p>Ø Mıknatısın 1 metre uzağındaki manyetik alanı ölçünüz ve not ediniz.</p> | |
| <p>Ø Mıknatısa yavaş yavaş yaklaşarak manyetik alan ölçümünü yineleyiniz. Sonuçları not ediniz.</p> | |
| <p>Ø Manyetik alanın değişimini gözleyiniz.</p> | |

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

1. Yalnız 1 manyetik kuvvet çizgisine ne denir?
A) 1 Gauss B) 1 Paskal C) 1 Tesla D) 1 Maxwell
2. Hangisi manyetik akı yoğunluğu birimi değildir?
A) Tesla B) Wb/m² C) Weber D) Gauss
3. Hangisi manyetik alan şiddeti birimidir?
A) Amper-tur B) MMK C) Örsted D) Tesla

4–7 nu. lı soruları doğru veya yanlış olarak yanıtlayınız.

4. Düşük manyetik alanlar için gausmetre, yüksek manyetik alanlar için manyetometre kullanılır. (D) (Y)
5. İletkenin demir nüve etrafına sarılmasıyla meydana gelen bobine selenoid denir. (D) (Y)
6. Bobinlerde mıknatıslanma kuvveti sarım sayısına ve içinden geçen akıma bağlıdır. (D) (Y)
7. Manyetik kuvvet çizgilerinin tamamına manyetik şiddet denir. (D) (Y)

8–11 nu. lı sorularda boş bırakılan yerleri uygun şekilde doldurunuz.

8. Manyetik alanın meydana getirdiği manyetik akı miktarıbağlıdır.
9. Birim yüzeyden dik olarak geçen manyetik kuvvet çizgisi sayısına denir.
10. Gilbert birimidir.
11. Çok yüksek manyetik alanların ölçümü için gausmetreler kullanılır.

DEĞERLENDİRME

Sorulara verdiğiniz yanıtlar ile yanıt anahtarını karşılaştırmış, yanıtlarınız doğru ise yeterli ölçmeye geçiniz. Yanlış yanıt verdiyseniz öğrenme faaliyetinin ilgili bölümüne dönerek konuyu tekrar ediniz.

UYGULAMA TESTİ

| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
|--|------|-------|
| Ø Ortam ölçüm yapmak için uygun muydu? | | |
| Ø Mıknatıslık özelliği olan bir cisim edindiniz mi? | | |
| Ø Ölçülecek manyetik alan büyüklüğüne göre ölçü aleti belirlediniz | | |
| Ø Ölçü aletinin kullanım kılavuzunu okudunuz mu? | | |
| Ø Cisimden farklı uzaklıklarda manyetik alan ölçümü yaptınız mı? | | |
| Ø Ölçüm sonuçlarını yorumladınız mı? | | |

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini ve uygulama faaliyetlerini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-5

AMAÇ

Buhar ve gaz basıncını, ilgili ölçü aletlerini kullanarak hatasız ölçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Ø Maddenin fiziksel özellikleri hakkında araştırma yapınız.

Araştırmalarınızı İnternet ortamından ve kütüphanelerden yapabilirsiniz.

5. BUHAR VE GAZ BASINCI ÖLÇÜMÜ

5.1. Tanımı

Tüm madde dört halden birinde bulunabilir. Bunlar katı, sıvı, gaz, ve plazmadır. Maddenin her bir hali özel bir takım özelliklere sahiptir.

Bir katının belli bir şekli ve hacmi vardır. Buz bir katıdır. Tuz, alüminyum ve karbon diğer katı madde örnekleridir.

Bir sıvı belli bir şekle sahip değildir. Su içinde bulunduğu kabın şeklini alır. Su, cıva ve benzin sıvı örnekleridir. Sıvıların belli bir hacmi vardır.

Bir gazın belli bir şekli ve hacmi yoktur. Bir balona hava dolduralım. Sıkıştırmak suretiyle balonun şeklini değiştirebiliriz. Uygulanan kuvveti artırmak suretiyle balon, çeşitli yönlerde doğru şekil alabilir. Hava yeni bir şekli kaplar. Bir balondan havanın kaçmasına imkân verirsiniz, havanın hacmi basıncın kaybolması ile artış gösterir. Daha küçük bir hacme gazı pompalamak suretiyle sıkıştırmak mümkündür. Hava gibi bir gaz daima içinde bulunduğu kabın şeklini alır. Basket topu içindeki gaz ne gibi bir şekil alır?

Maddenin dördüncü hali olan plazma sadece yüksek sıcaklıklarda meydana gelir. Güneşin yüzeyi plazma halindedir. Plazma, bir gazın sahip olduğu özelliklerin bazılarını sahiptir. Ancak, bir gazdan farklı olarak plazma elektrik yüklüdür. Bilim adamları maddenin bu hali üzerinde hâlâ çalışmaktadırlar. Sadece plazma halinde bulunan nükleer reaksiyonlar vardır. Bu reaksiyonlar önemli bir enerji kaynağı olabilir. Bu enerji elektrik enerjisine dönüştürülebilir.

Bir balon havayla doldurulduğu zaman şişer. Sabit hızdaki gaz molekülleri birbirileri ve içinde buldukları kabın çeperiyle çarpışır. Gaz molekülleri bu çarpışma nedeniyle kabın iç duvarına bir kuvvet uygular bu kuvvet balonu genişletir. Bir gazın oluşturduğu toplam

kuvveti ölçmek kolay değildir. Bu toplam kuvvet yerine gaz basıncını değerlendirmek yerinde olacaktır. Basınç birim alana düşen kuvvettir. Bir başka deyişle basınç bir yüzeye uygulanan kuvvetin, o yüzeyin alanına bölünmesiyle bulunan değerdir.

$$P = \frac{F}{A}$$

Kuvvet Newton olarak, alan ise m² olarak alındığında basınç birimi N/m² olacaktır.

Gaz moleküllerini oluşturduğu toplam kuvvetin ölçülmesinin kolay olmaması nedeniyle yukarıdaki denklemin gazlara uygulanması güçtür. Bir gazın basıncı, sıvı basıncı ile kıyaslanarak dolaylı yoldan ölçülür. Sıvı ve gazların tamamı için akışkan kelimesi kullanılır.

Yukarıdaki bilgiler ışığında gaz basıncı, bir gazın, herhangi bir yüzeyin birim alanına uyguladığı kuvvettir.

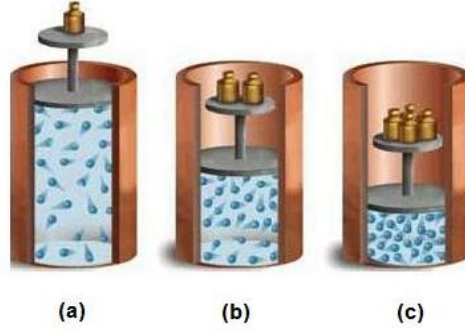
Isı etkisiyle sıvıların ve bazı katıların dönüştükleri gaz durumuna ise buhar denir. Troposferin yeryüzüne yakın kısımlarında oluşan su buharı tabakasının ağırlığı dolayısıyla yeryüzünün birim alanına yaptığı kuvvete su buharı basıncı denir. 100°C de su buharı basıncı 1 atm(101,3 kPa) dir. Sıcaklık biliniyorsa su buharı basıncı bir tablo yardımıyla bulunabilir. Tablo 5.1 bazı sıcaklıklardaki su buharı basıncını göstermektedir.

| Sıcaklık(°C) | Basınç(kPa) | Sıcaklık(°C) | Basınç(kPa) |
|--------------|-------------|--------------|-------------|
| 0 | 0,6 | 40 | 7,4 |
| 5 | 0,9 | 50 | 12,3 |
| 10 | 1,2 | 70 | 31,2 |
| 20 | 2,3 | 90 | 70,1 |
| 30 | 4,2 | 100 | 101,3 |

Tablo 5.1: Bazı sıcaklıklardaki su buharı basıncı

Gazların davranışlarını açıklayan birkaç temel yasa vardır. Bunlar; Boyle yasası, Charles yasası ve Avogadro yasasıdır.

Boyle yasasına göre sabit sıcaklıkta, sabit miktardaki gazın oylumu (hacmi), basıncı ile ters orantılıdır. Şekil 5.1’de Boyle yasası resmedilmiştir. Gaz basıncı itenek üzerindeki toplam ağırlığa bağlıdır. Ağırlık iki katına çıkarıldığında basınç da iki katına çıkmış, oylum yarı yarıya azalmıştır (Şekil 5.1(b)). Diğer yandan, eğer basınç yarıya düşürülürse hacim iki katına çıkar.



Şekil 5.1: Boyle yasası

Matematiksel olarak basınç ve hacim arasındaki bu ters ilişki aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

Burada;

P_1 = 1. durumdaki basınç

P_2 = 2. durumdaki basınç

V_1 = 1. durumdaki oylum

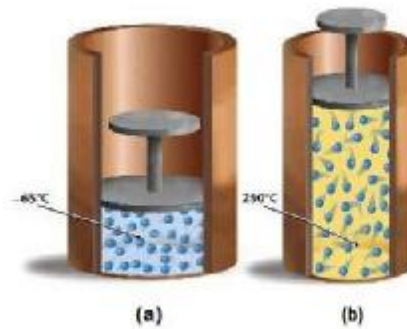
V_2 = 2. durumdaki oylum

ÖRNEK: İdeal bir gaz belirli bir sıcaklıkta 1 atm basınç altında 25 ml oyluma sahiptir. Basınç 0,25 atm'ye düşürülürse gazın hacmi kaç ml olur.

ÇÖZÜM: $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$ eşitliğinde $P_1=1$ atm, $P_2=0,25$ atm, $V_1=25$ ml'dir. Değerler denkleme yerlerine yazıldığında V_2 bulunacaktır.

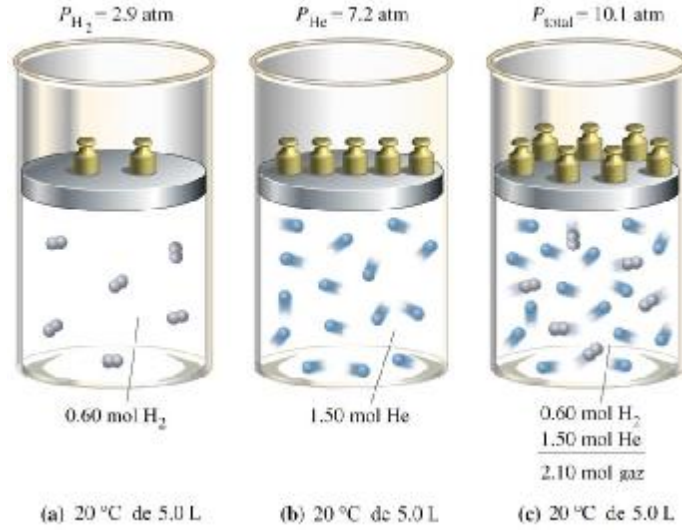
$$1 \cdot 25 = 0,25 \cdot V_2 \quad \Rightarrow \quad V_2 = \frac{25}{0,25} \quad \Rightarrow \quad V_2 = 100ml \quad \text{olarak bulunur.}$$

Charles yasasına göre sabit basınç altında, bir gazın oylumu mutlak sıcaklık ile doğru orantılıdır. Tüm gazların oylum aynı sıcaklıkta sıfırlanır. Bu sıcaklığa mutlak sıfır denir ve değeri -273°C 'dir.



Şekil 5.2: Charles yasası

Avogadro'nun eşit hacim – eşit sayı kuramına göre sabit sıcaklık ve basınçta bir gazın hacmi miktarı ile doğru orantılıdır. Eğer gaz moleküllerinin sayısı iki katına çıkarılırsa hacim de iki katına çıkar. Şekil 5.3'te bu ilişki görülmektedir.



Şekil 5.3: Avogadro yasası

Basınç ve ölçümünün anlaşılması için bilinmesi gereken bazı basınç kavramları vardır. Bunlar **mutlak sıfır basıncı**, **mutlak basınç** ve **atmosfer basıncı**dır.

Bir oda içindeki tüm moleküller dışarı çıkarılırsa mükemmel bir vakum meydana gelecektir ve oda duvarlarına hiçbir basınç gücü etkimeyecektir. Bu mükemmelleştirilmiş durumdan **mutlak sıfır basıncı** olarak söz edilir.

Mutlak basınç, mutlak sıfır basıncının üstündeki basınçtır. Statik mutlak basınç, bir gazın moleküler etkinliğini tanımlar. Gaz yoğunluğunun hesaplanmasında kullanılan basınçtır.

Atmosferin mutlak sıfır basıncı üzerinde uyguladığı basınca **atmosfer basıncı** denir. Atmosfer basıncı hava basıncı ve su buharı basıncının toplamıdır. Bu basıncın konuma göre değişmesine rağmen deniz seviyesinde 101,325 kPa değerine sahip bir standart atmosfer basıncı tanımlamak ve gaz oylumları hesaplamada referans kabul etmek uygundur.

Gerçek atmosfer basıncı bir **barometre** ile ölçülür ve yükseklikle değişir. 1524 metrede gerçek basınç yaklaşık 84,8 kPa, 3048 metrede ise 69 kPa'dır,

Genel olarak bir akışkanın basıncı, bu akışkanın bulunduğu yüksekliğe, sahip olduğu hızı, yoğunluğa ve sıcaklığa bağlıdır. Hareketli bir akışkanda, basınç için aşağıdaki tanımları yapmak mümkündür. Akışa dik doğrultuda ölçülen basınç, statik basıncı gösterir. Basıncın maksimum olduğu ve akış doğrultusundaki basınç toplam basıncı belirler. Toplam basınç ile statik basınç arasındaki fark ise dinamik basınç olarak adlandırılır.

Bir akışkanın basıncı, bu akışkanı çevreleyen kabın duvarları ile akışkanın molekülleri arasındaki momentum değişimi sonucunda ortaya çıkar. Toplam momentum değişimi, birim zamanda duvara çarpan moleküllerin sayısına ve moleküllerin ortalama hızına bağlıdır. Kinetik teoriden hareketle ideal gazlarda basınç için aşağıdaki eşitlik kullanılabilir.

$$P = \frac{1}{3} nmv_{rms}^2$$

Burada

n : moleküler yoğunluk, (mol/m³)

m : moleküler kütle, (kg/mol)

v_{rms} : moleküler hızın kareleri ortalamasının karekökü, (m/s)

anlamlandırılır. Diğer taraftan

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

şekilde yazılabilmektedir. Burada,

T: gazın mutlak sıcaklığı, (K)

k: Boltzmann sabiti, (1,3803.10⁻²³ J/mol.K) anlamlandırılır.

5.2. Birimleri

Basıncın SI birimi paskal'dır, Pa ile gösterilir. 1 paskal bir m² lik yüzey üzerine dengeli olarak dağılmış bir newtonluk kuvvete eşittir(1 Pa=1 N/m²).

Paskal mutlak basınç için tercih edilen bir birimdir. Mutlak basınç için ayrıca psia ve bar birimleri kullanılır. Atmosfer basıncı için ise atm veya milimetre cıva birimleri kullanılır. 1 atm 760 mmHg'ya eşittir.

ABD'de basınç birimi olarak genellikle psi kullanılır. 1 psi yaklaşık 6,9 kPa'dır. Mutlak basınç için psia, atmosfer basıncı için psig ve farksal basınç için psid kullanılır ve psi'den farkları yoktur. 0°C'de milimetre cıva (mmHg yada torr) ve 4°C'de inç su (in H₂O) gibi başka birim sınıfları vardır.

5.3. Birimlerinin Birbirine Dönüşümü

Tablo 5.2'de kullanılan tüm basınç birimlerinin diğer birimlerdeki karşılıkları verilmiştir. Örneğin, 1 psi'nin kaç mmHg ettiğini nasıl bulursunuz? psi satırının ve mmHg sütunun kesiştiği hücredeki değer (51,72) 1 psi'nin kaç mmHg ettiğini gösterir.

| Birimler | kPa | psi | inç H ₂ O | cm H ₂ O | inç Hg | mm Hg | mbar | atm |
|----------------------|---------|---------|----------------------|-----------------------|---------|--------|------------------------|------------------------|
| kPa | 1 | 0,145 | 4,015 | 10,2 | 0,2593 | 7,501 | 10 | $9,869 \times 10^{-3}$ |
| psi | 6,895 | 1 | 27,68 | 70,31 | 2,036 | 51,72 | 68,95 | 0,0703 |
| inç H ₂ O | 0,2491 | 0,03613 | 1 | 2,54 | 0,07355 | 1,868 | 2,491 | 408,16 |
| cm H ₂ O | 0,09806 | 0,01422 | 0,3937 | 1 | 0,02896 | 0,7355 | 0,9806 | 1034,12 |
| inç Hg | 3,386 | 0,4912 | 13,6 | 34,53 | 1 | 25,4 | 33,86 | 29,922 |
| mm Hg | 0,1333 | 0,0193 | 0,5353 | 1,36 | 0,03937 | 1 | 1,333 | $1,315 \times 10^{-3}$ |
| mbar | 0,1 | 0,0145 | 0,04015 | 1,02 | 0,02953 | 0,7501 | 1 | 1013,27 |
| atm | 101,325 | 14,2247 | 0,00245 | $9,67 \times 10^{-4}$ | 0,03342 | 760 | $9,869 \times 10^{-4}$ | 1 |

Anahtar:

- (1) kPa = kilopaskal
- (2) psi = inç kare başına libre gücü
- (3) inç H₂O = 4°C de inç su
- (4) cm H₂O = 4°C de santimetre su
- (5) inç Hg = 0°C de inç cıva
- (6) mm Hg = 0°C de milimetre cıva
- (7) mbar = milibar
- (8) atm = atmosfer

Tablo 5.2: Basınç birimlerinin karşılıkları

ÖRNEK: 100 milibar kaç hektopaskal eder?

ÇÖZÜM: 1 mbar = 0,1 kPa ve 1 hPa = 100 Pa ise

1 mbar = 100 Pa = 1 hPa

Sonuç olarak 100 mbar = 100 hPa

ÖRNEK: 320 mmHg'lik basıncı psi cinsinden gösteriniz.

ÇÖZÜM: 1 mmHg = $1,934 \times 10^{-2}$ psi olduğuna göre

320 mmHg = $320 \times 1,934 \times 10^{-2}$ psi = 6,1888 psi olur.

5.4. Birimlerin Ast ve Üst Katları

1 paskal çok küçük bir basınç birimidir. Bu yüzden büyük basınçlar için Paskalın onlu katları olan kilopaskal(kPa) ve megapaskal(MPa) kullanılır.

1 bar ise oldukça büyüktür, 100.000 Paskala eşittir. Bar biriminin de çoğunlukla ast katları kullanılır. Milibar ve mikrobar.

Bazı ülkeler atmosfer basıncı birimi olarak milibar yerine hektopaskal(hPa) kullanmaktadır.

1 hPa = 100 Pa

1 kPa = 1.000 Pa

1 MPa = 1.000.000 Pa

1 MPa = 1.000 kPa

1 mbar = 0,001 bar

1 µbar = 0,000001 bar

1 µbar = 0,001 mbar

5.5. Ölçü Aletleri

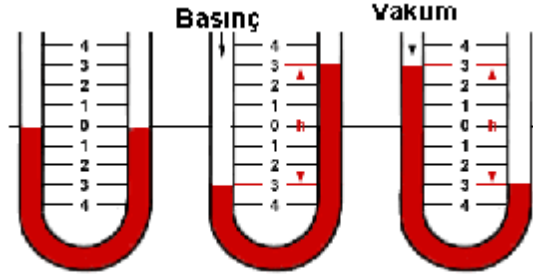
Cıva barometreleri atmosfer basıncını ölçmek için zorunlu olmalarına rağmen, tek başına diğer gazların basıncını ölçmede nadiren kullanılır. Burada ölçülmek istenen gazın içinde bulunduğu kaba barometreyi yerleştirme güçlüğü söz konusudur.

Çoğunlukla gaz basıncı ölçmek için manometreler kullanılır. Analog ve sayısal manometre çeşitleri vardır. Analog manometreler ilk basınçölçerlerdir ve hala geniş çapta kullanılmaktadır. Analog manometrelere örnek olarak U-tipi manometre, kuyu tipi manometre vs. verilebilir.

Sayısal manometreler mikrodenetleyici tabanlı aygıtlardır. Sabit ya da taşınabilir çeşitleri vardır. Ölçüm sonucunu sayısal olarak başka cihazlara aktarabilir.

5.5.1. U-Tipi Manometre

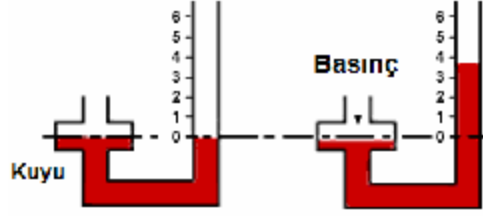
Belli bir miktar sıvıyla dolu U şeklinde kıvrılmış cam veya plastik gibi saydam bir borudan oluşur. Boru kolları aynı basınç altında ise sıvı borunun iki kolunda da aynı seviyededir. Borunun iki ucuna farklı basınçlar uygulanacak olursa kollarındaki akışkan seviyesi değişir. Akışkanın yer değiştirme miktarı, akışkan yoğunluğu, basıncı ölçülen gazın yoğunluğu, yer çekimi ivmesi ve kollar arası basınç farkına bağlı olarak değişir. Fazla basınca maruz kalan kolun akışkan seviyesi diğerine göre daha aşağıdadır. Kollar arasındaki akışkan seviyesi farkı ölçülerek basınç ölçümü yapılır.



Şekil 5.4: U-tipi manometre

5.5.2. Kuyu Tipi Manometre

Kuyu adı verilen bir depo ile bir cam borudan oluşur. Kuyu, cam boru üzerindeki sıfır işaretli kısma kadar manometre sıvısı ile doldurulur. Ölçme yapılırken büyük basınç kuyu tarafına, küçük basınç ise boru tarafına bağlanır. Cam borudaki sıvı seviyesi basınç farkına, sıvı yoğunluğa ve yer çekimi ivmesine bağlı olarak değişir.



Şekil 5.5: Kuyu tipi manometre

Küçük basınçların daha hassas ölçülebilmesi için ölçüm kolu eğik olan kuyu tipi manometrelere **eğik manometre** denir. Ölçüm kolunun eğikliği manometrenin hassasiyetini değiştirir. Ölçüm aynı kuyu tipinde olduğu gibidir.

Hassas ölçüm yapılabilmesi için sıvı seviyeli manometrelere mikrometre ve optik elemanlar eklenir. Bu tip manometrelere **mikromanometre** denir.

Atmosfer basıncı ölçen manometrelere **barometre** denir.

Sıvı içinde yüzen bir çanın basınç farkından dolayı alçalıp yükselmesi ilkesine göre çalışan manometrelere **çan tipi manometre** denir.

Tüm sıvı sütunlu manometrelerde sıcaklık ve yer çekimi ivmesinin değişmesini hataya neden olur. Bu hatalar istenirse hesaplama yoluyla giderilebilir.

Günümüzde sayısal manometreler daha çok tercih edilmektedir. Aşağıda bazı sayısal manometreler gösterilmiştir.



Şekil 5.6: Çeşitli basınç ölçerler

UYGULAMA FAALİYETİ

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|---|---|
| <p>Ø Çalışma ortamının ölçme yapmaya uygun olup olmadığını kontrol ediniz.</p> <p>Ø Ölçü aletini belirleyiniz.</p> <p>Ø Ölçü aletinin kullanım kılavuzunu okuyunuz.</p> <p>Ø Ortamın buhar basıncını ölçünüz.</p> | <p>Ø Gerekli güvenlik önlemlerini alınız.</p> |

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

1. Hangi durumdaki maddelerin belli bir şekli ve hacmi yoktur?
A) Katı B) Sıvı C) Gaz D) Cıva
2. Hangisi gazların davranışını açıklayan yasalardan birisi değildir?
A) Ohm B) Boyle C) Avogadro D) Charles
3. Atmosfer basıncı hangi aygıtlarla ölçülür?
A) Avometre B) Termometre C) Gerginlikölçer D) Barometre
4. Hangisi basınç birimi değildir?
A) Paskal B) Gaus C) mmHg D) Bar
5. Gaz basıncı ölçen aygıtlara ne denir?
A) Mikrometre B) Çanmetre C) U metre D) Manometre
6. İdeal gazların basıncı aşağıdaki koşullardan hangisine bağlı değildir.
A) Elektron sayısı B) Kütle C) Sıcaklık D) Yoğunluk

7–10 numaralı soruları doğru veya yanlış olarak yanıtlayınız.

7. Herhangi bir gazın birim oyluma uyguladığı kuvvete basınç denir. (D) (Y)
8. Sıcaklık biliniyorsa su buharı basıncı bulunabilir. (D) (Y)
9. Charles yasasına göre sabit basınç altında bir gazın oylumu mutlak sıcaklık ile doğru orantılıdır. (D) (Y)
10. Bir atm 760 paskaldır. (D) (Y)

11–13 numaralı sorularda boşlukları uygun şekilde doldurunuz.

11. Sabit sıcaklıkta sabit miktardaki gazın oylumu, basıncı ile ters orantılıdır. Buna yasası denir.
12. Troposferin yeryüzüne yakın kısımlarında oluşan su buharı tabakasının, ağırlığı dolayısıyla yeryüzünün birim alanına yaptığı kuvvete denir.
13. Küçük basınçların daha hassas ölçülebilmesi için ölçüm kolu eğik olan kuyu tipi manometrelere denir.

DEĞERLENDİRME

Sorulara verdiğiniz yanıtlar ile yanıt anahtarını karşılaştırmış, yanıtlarınız doğru ise yeterlik ölçmeye geçiniz. Yanlış yanıt verdiyseniz öğrenme faaliyetinin ilgili bölümüne dönerek konuyu tekrar ediniz.

UYGULAMA TESTİ

| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
|--|------|-------|
| Ø Çalışma ortamı ölçme yapmaya uygun muydu? | | |
| Ø Ölçü aletini belirlediniz mi? | | |
| Ø Ölçü aletinin kullanım kılavuzunu okudunuz mu? | | |
| Ø Ortamın buhar basıncını hatasız ölçebildiniz mi? | | |

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini ve uygulama faaliyetlerini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-6

AMAÇ

Işık parametrelerini kullanarak çözeltilerdeki maddelerin renk yoğunluk ölçümlerini yapabileceksiniz

ARAŞTIRMA

Ø Işık nedir? Hangi parametreleri ölçülebilir araştırarak rapor haline getiriniz.

6. RENK YOĞUNLUK ÖLÇÜMLERİ

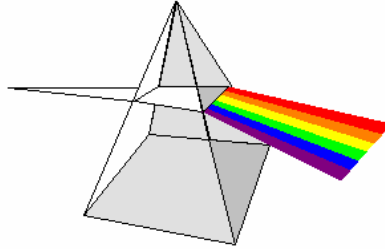
6.1. Işık Renk Tayfları ve Dalga Boyları

Beyaz ışık farklı dalga boyu ve farklı renklere sahip ışınların bir bileşimidir. Her bir ışın dalgalar halinde yayılan ve belli enerjiye sahip fotondur. İki dalganın en yüksek noktaları arasındaki mesafe dalga boyu olarak adlandırılır.

Dalga boyu uzunluk birimleri cinsinden ifade edilir. Genel olarak Armstrong (A°) birimi kullanılmakla birlikte spektrofotometrik ölçümlerde daha çok nanometre(nm) veya mikrometre(μm) birimleri kullanılır. $10A^{\circ}=1 \text{ nm}$

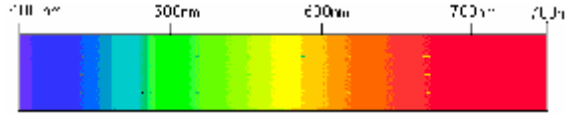
Elektromanyetik ışınlar dalga boylarına göre adlandırılır. Dalga boylarına göre;

- 180-400 nm : Morötesi(Ultraviyole)
- 400-750 nm : Görünür
- 750-2000 nm: Kızılaltı(İnfrared)



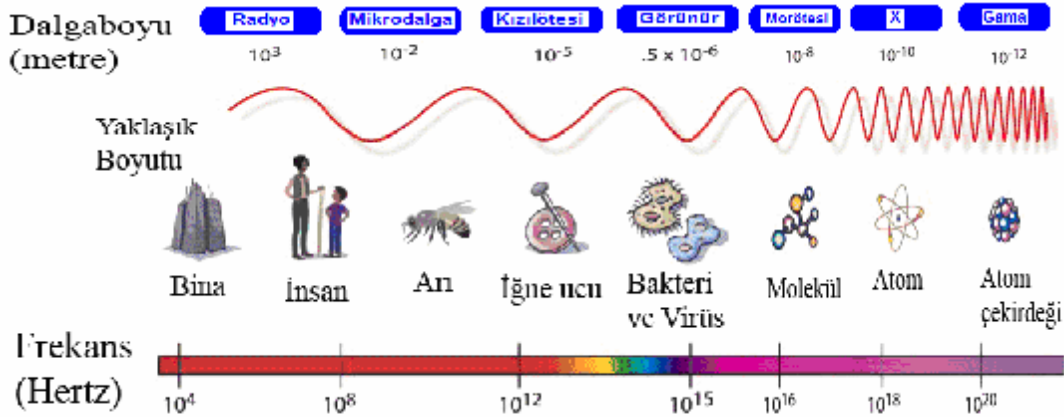
Şekil 6.1: Beyaz ışığın renklere ayrılması

Beyaz ışık bir prizmadan geçirilince renklerine ayrılır (Şekil 6.1). Yağmurlu günlerde oluşan gökkuşağı beyaz ışığın renklerine ayrılışının doğal göstergesidir. Prizmaya giren beyaz ışın demeti, bir renkler bandına ayrışır. Bu renkler sırasıyla mor, mavi, yeşil, sarı, portakal ve kırmızıdır. Bir prizmada teşekkül eden renkler bandına, görünür ışık tayfı adı verilir.



Şekil 6.2: Görünür ışık tayfı

Işığın her rengi farklı bir dalga boyu ve frekansa sahiptir. Bir ışığın frekansı onun rengini belirler. Frekans, bir ışık dalgasının fiziksel bir özelliğidir. Renk, gözlerinize ışık olarak girdiği zaman bu gözleriniz ve beyninizin algıladığı bir histir. Görünür tayfın her rengi, kendine mahsus bir dalga boyuna sahiptir. Işık dalgaları, radyo ve televizyon dalgaları ile kıyaslandığında çok kısa dalga boylarına sahiptir. Mor ışığın dalga boyu 0,00004 cm'dir. Tayfın öbür ucunda daha uzun dalga boylu kırmızı ışık vardır. Bir kırmızı ışığın dalga boyu 0,00007 cm'dir. Kısa dalga boylu ışık dalgaları yüksek frekanslıdır.



Şekil 6.3: Işık tayfı

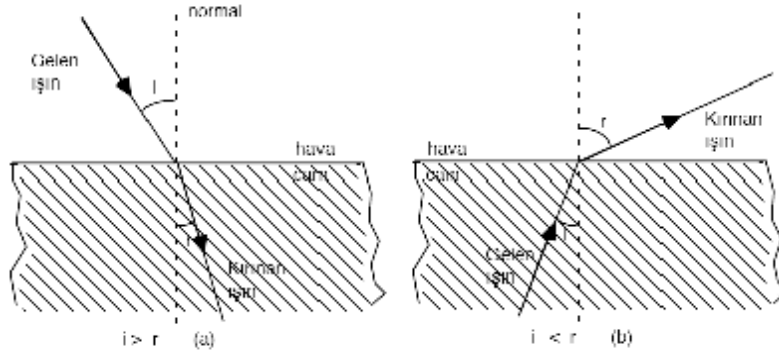
6.2. Işıksal Kırınım

Işık ışınlarının bükülmesine kırınım denilir. Kırınım ışık ışıklarının yönünü değiştirir. Kırınım olayı, ışık hızındaki bir artma veya eksilme sebebiyle ortaya çıkar. Işığın hızı, şeffaf (ışığı geçirgen) bir maddeden diğerine geçerken değişir. Örneğin, ışık bir açıyla havadan cama girsin, ışığın hızı azalır ve kırınıma uğrar. Kırılma indisi, bir maddenin ışığı ne derecede kırıdığını belirtir. Işık hızındaki değişme ne kadar büyükse, kırınım indisi de o kadar büyük olur (Tablo 6.1).

| Bazı Maddelerin Kırınım İndisleri ve Işık Hızları | | |
|---|----------------|--------------------|
| Madde | Kırınım İndisi | Işık hızı(m/s) |
| Hava | 1 | $3,00 \times 10^8$ |
| Su | 1,33 | $2,23 \times 10^8$ |
| Etanol | 1,36 | $2,21 \times 10^8$ |
| Gliserin | 1,47 | $2,04 \times 10^8$ |
| Cam | 1,50 | $2,00 \times 10^8$ |
| Elmas | 2,42 | $1,24 \times 10^8$ |

Tablo 6.1: Kırınım indisleri ve ışık hızları

Kırınan bir ışın tarafından teşkil edilen açıları bulmak için, geçirgen yüzeye bir dik çizilir. Bu çizgiye normal adı verilir. Şeffaf bir yüzeye bir ışık bir açıyla düştüğü zaman hızı azalır, ışık normale doğru bükülür (kırınır). Örneğin, ışık havadan cama geçerse, ışık normale doğru yaklaşır. Şeffaf bir yüzeye, bir ışık bir açıyla düştüğü zaman hızı artarsa, ışık normalden uzaklaşarak bükülür (kırınır). Örneğin, ışık camdan havaya çıkarsa, ışık normalden uzaklaşarak kırınmaya uğrar (Şekil 6.4).



Şekil 6.4: Kırınım olayı: (a) havadan cama (b) camdan havaya geçiş

6.3. Işıksal Yöntemle Çözelti Parametrelerini Ölçme

Işık nesneye çarptığında ya yansır, ya soğurulur ya da dağılır. Bir maddenin rengi o maddeden gözümüze ulaşan görünür bölgedeki elektromanyetik ışınlardır. Bu ışın saydam maddeler için, içinden geçip gelen, saydam olamayanlar için ise yansıyan ışınlardır. Eğer bu ışınlar görünür bölgedeki ışınların tamamını kapsıyorsa saydam maddeler renksiz, saydam olmayanlar ise beyaz görülür. Işınların bir kısmının madde tarafından tutulması geri kalan ışınların beyaz ışık olma özelliğini kaybetmesine, tutulan ışınların dalga boyuna göre bir renk olarak algılanmasına neden olur. Maddelerin rengi tuttuğu ışının tamamlayıcısı olan ışının rengidir.

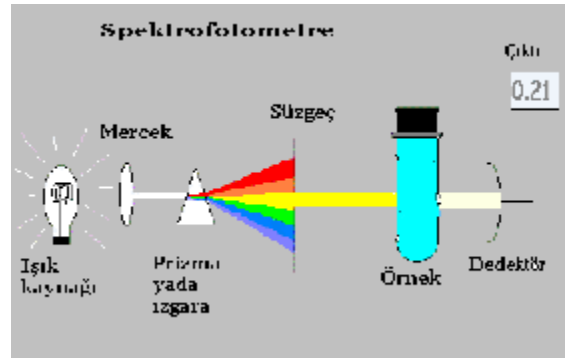
Çözelti içindeki madde miktarını ölçmek için de bu prensiplerden faydalanılır. Bu olayın temelleri Lambert ve Beer tarafından atılmıştır.

Lambert-Beer kanunu: Bir çözültiden geçen ışık miktarı, ışığın çözülti içinde kat ettiği yol ve çözülti yoğunluğu ile logaritmik olarak ters orantılı, emilen ışık miktarı ise doğru orantılıdır.

Bir örnekteki atom, molekül veya iyonların, bir enerji düzeyinden diğerine geçişleri sırasında soğurulan veya yayılan elektromanyetik ışımının ölçülmesi ve yorumlanmasına **spektroskopi** denir.

Çözülti içindeki madde miktarını çözültinin renginden faydalanarak ölçme işlemine kolorimetri adı verilir, bu ölçümü yapan cihazlara kolorimetre adı verilir. Ölçülecek çözültinin rengi, değişik yoğunluktaki standartların rengi ile karşılaştırılarak değerlendirilir.

Bir çözülti içindeki madde miktarını çözültiden geçen veya çözültinin tuttuğu ışık miktarından faydalanarak ölçme işlemine fotometri, bu ölçümü yapan cihazlara ise fotometre adı verilir. Fotometrelerde hem ışığın tüm bölgelerinde (görünür, UV,IR) ölçüm yapılabilir, hem de renk yerine ışık ölçüldüğü için renksiz çözülti de ölçülebilir. Analiz edilen örnek üzerine ışık demetinin bir kısmını filtreler kullanarak ayıran ve gönderen aletler kolorimetre veya fotometre olarak adlandırılırken, yarıklar ya da prizmalar aracılığı ile bu seçiciliği yapan aletler spektrofotometre olarak adlandırılırlar.



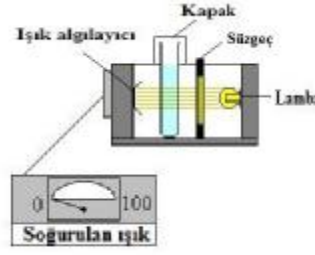
Şekil 6.5: Spektrofotometre düzeneği

Kolorimetre ilk olarak 1920-1930'larda kalite denetimi ve renk ayırım uygulamaları için spektrofotometrelere karşı daha ucuz bir seçenek olarak geliştirildi. Örneğin üç renk değerini ya da renk konaçlarını (koordinat) doğrudan ölçmek çok kolaydır. Kolorimetre, spektrofotometreye göre bir örneğin üç renk değerini tanımlama noktasında daha az doğruluk sunar. Kolorimetreler iki örnek arasındaki renk farkını daha doğru şekilde tanımlarlar. Bu nedenle sıklıkla renk-fark ölçer olarak adlandırılır. Kolorimetreler metamerizm tanımlamak için kullanılmazlar. İki nesne bir ışık kaynağı altındayken aynı görünebilir ancak diğer bir ışık kaynağı altında farklı gözükebilir, bu etki metamerizm olarak adlandırılır.

Spektrokolorimetreler 1980'lerde görülmeye başlandı. Bu aygıtlar, sadece 3 renk değeri çıkışı ya da ilgili renk konaçları çıkışı veren spektrofotometrelerdir. Daha ucuzdur ve sık sık tam işlevsel spektrofotometrelerden daha az seçeneğe sahiptir. Bununla birlikte temelde spektrofotometre olduklarından metameriz ölçümü yapabilirler.

6.4. Kolorimetre ile Işığın Kırımını Gözlemlemek

Kolorimetre, bir çözelti içindeki maddelerin yoğunluğunun, özel bir ayıraç ile oluşturulan bir reaksiyon sonrasında ölçümünü sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntemde bir çözelti içindeki farklı maddelerin farklı renklerdeki ışıkları farklı düzeylerde geçirmeleri özelliğinden yararlanır. Örneğin, sarı renkli idrar örneği sarı renkli ışığı geçirir, mavi rengi absorbe eder. Bu örnekte de olduğu gibi, ölçüm duyarlılığını artırmak için yeterince dar bantlı optik renk filtreleri kullanılır.



Şekil 6.6: Bir kolorimetrenin basitleştirilmiş iç yapısı

Şekil 6.6'da bir kolorimetre cihazının iç yapısı gösterilmektedir. Bu sistemde ışık bir optik filtreden geçmekte ve belirli bir renkte yoğunlaşmaktadır. Daha sonra örnek yuvasına odaklanmakta ve örnekten çıkan ışık fotodetektör üzerine düşürülmektedir. Dedektörde ölçülen değer yükseltılarak örnek sıvı içinde bu renge duyarlı maddenin yoğunluğu belirlenir.

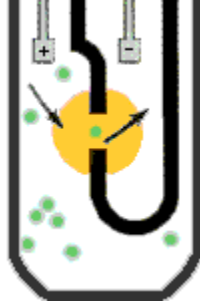


Şekil 6.7: Bir kolorimetre cihazı

6.5. Elektriksel İletkenlik Dönüştürücüsü ile Çözelti (kanın) Parametrelerinin Ölçülmesi

Elektronik sayımın esası, hücrelerin iyi bir elektrik iletkeni olmalarına dayanmaktadır. Hücrelerin fizyolojik tuzlu su ya da diğer uygun bir elektrolitte seyreltilmiş çözeltileri, iki elektrot (genellikle platin) arasından elektrik akımı ileten çok küçük bir delikten geçirilir. Delikten geçen her hücre, elektrik akımında ani bir empedans yükselmesi yapar. Delikten geçen parçacığın boyu ve hacmine bağlı olarak bu empedans değişimi bir voltaj sıçraması oluşturur. Bu sıçramalar özel bir sistem içinde değerlendirilir, böylece elektrotlar arasından geçen parçacığın büyüklüğü ve sayısı belirlenmiş olur. Elektronik parça sayımı

yöntemi kan sayımında ve doku kültürü çalışmalarında başarı ile kullanılmakla beraber, mikroorganizma sayımında da aynı başarının elde edilebilmesi için çalışmalar sürdürülmektedir.



Şekil 6.8: Elektriksel hücre sayımı ilkesi

Şekil 6.8 de elektrotlar + ve - olarak gösterilmiştir. Sayımı yapılan hücreler yeşil renkli parçacıklardır. Hücreler - elektroda doğru sarı bölgeden geçtiklerinde sayım işlemi yapılır.

Kan sayım cihazları birim kan hacmindeki kırmızı ya da beyaz kan hücrelerinin sayısını ölçen cihazlardır. En basit şekliyle, kan hücreleri mikroskop altında gözlenerek sayılabilir. Belirli bir alan içindeki hücrelerin sayısından milimetreküpteki sayıları hesaplanabilir. Günümüzde çeşitli yöntemlerle kan hücrelerinin sayılarını otomatik olarak ve ayrıntılı bir biçimde veren cihazlar geliştirilmiştir. Otomatik kan sayım cihazları (blood cell counter) çoğunlukla iletkenlik ölçümü esasına dayalı olarak çalışır.

Kan sayım cihazlarında seyreltilmiş kandaki hücre sayıları, bir kap içinde bulunan bir test tüpü içine ve dışına yerleştirilmiş bir elektrot çifti arasında iletkenlik ölçülerek belirlenir. Tüp kenarında 100µm çapında bir delik bulunmaktadır. Vakum etkisi ile alyuvar ve akyuvarlar bu delik içinden geçerlerken elektriksel iletkenlik düşer. Bunun sebebi düşük iletkenlikli hücrelerin geçişi sırasında ortamdaki tuzlu sıvıya göre daha düşük iletkenlik göstermeleridir. Bu durum iletkenlik ölçümü sırasında iletkenlik değerinin düşmesi şeklinde görülen gerilim sıçramalarına yol açar. Bir sayıcı devresi ile sayılan sıçramalar, hücrelerin sayısını verir.

Sayma süresi, uygulanan vakum, buna bağlı olarak hücrelerin geçiş hızı, yapılan ölçümlerin hassasiyetini belirler. Doğru sonuç elde edebilmek için cihazın kalibrasyonlarının düzenli ve iyi bir şekilde yapılması gerektiği açıktır. Bu şekilde iletkenliğe bağlı ölçüm yöntemi Coulter yöntemi olarak bilinir. Kan sayım cihazları, hücre sayıları ve hacimlerine bağlı olarak ortalama hücre hacmi, hemoglobin, hematokrit, ortalama hücre hemoglobini, bunun yoğunluğu, trombosit sayısı gibi birçok parametrenin ölçüm ve hesaplanmasını sağlar.

Şapandan tüpe geçiş yolunun çapı sabit olduğundan, farklı boyutlardaki hücreler farklı düzeylerde iletkenlik değişimine, yani farklı büyüklüklerde gerilim sıçramalarına yol açar. En büyük ve normalde en az sayıdaki sıçramalar, boyutlarının büyüklüğü nedeniyle beyaz hücrelere, en küçük sıçramalar trombositlere aittir. Cihazlarda uygun eşik tetikleme (gerilim karşılaştırıcı) devreleri kullanılarak ve bunlar uygun şekilde kalibre edilerek farklı boyut ve yapıdaki hücrelerin ayrı ayrı ve hassas bir şekilde sayılması sağlanır.

Alyuvar ve trombositlerin ölçülmesi helyum lazer ışığı kullanılarak yapılır. Kullanılan çözeltiler vasıtasıyla kontaminasyon minimum düzeye indirilir. Akyuvarların sayımı ve incelenmesinde yüksek enerjili polikromatik ışık kullanılır. Akyuvarların sınıflandırılması yapıldıktan sonra sitokimyasal yöntemler kullanılarak peroksidaz ile boyandıktan sonra optik hücrelerden geçirilir. Daha sonra sayım ve ölçüm lazer ışığı ile gerçekleştirilir.

Kan hücre sayıcısı cihazların da diğer cihazlar gibi bakım ve kalibrasyonlarının çok iyi ve düzenli bir şekilde yapılması gerekir. Bu cihazlarda çıkabilecek sorunlar çoğunlukla elektrotların kirlenmesi, hücrelerin geçtiği deliğin tıkanması ya da niteliğinin bozulması, vakum düzenindeki mekanik sorunlar gibi sorunlardır. Yarı iletken devre elemanlarından oluşmuş olan salt elektronik devreler kolay bozulmazlar, ancak mekanik parçalardaki aşınma ve kirlenmeye bağlı kalibrasyon gereklilikleri elektronik devrelerin kalibrasyonu ile kompanze edilir.

Kan hücre sayım cihazlarında uygulanan diğer bir yöntem de optik sayım yöntemidir. Bu tür cihazlarda farklı yapıdaki hücrelerin, lazer gibi hassas bir ışık kaynağından üretilen bir ışık demetini farklı açılarda kırmaları özelliğinden yararlanılmıştır.

Şekil 6.9' da bir kan hücre sayıcısı cihazı görülmektedir.



Şekil 6.9: Kan hücre sayıcısı

UYGULAMA FAALİYETİ

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|--|--|
| Ø Çalışma ortamının ölçme yapmaya uygun olup olmadığını kontrol ediniz. | Ø Gerekli güvenlik önlemlerini alınız. |
| Ø Kolorimetreyi belirleyiniz. | |
| Ø Kolorimetrenin kullanım kılavuzunu okuyunuz. | |
| Ø Kolorimetreyi çalıştırınız. | |
| Ø Örnek sıvı şişesini kolorimetrenin örnek kuyusuna yerleştiriniz. | |
| Ø Kolorimetrenin sıfırlama işlemini yapınız. | Ø Kullanım kılavuzuna bakınız. |
| Ø Belirlemek istediğiniz parametreye göre bir kimyasal belirteci örnek şişesine ekleyiniz. | |
| Ø Ölçümü gerçekleştiriniz. | |

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

1. Görünür ışık tayfının dalga boyu aralığı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 180-400 nm B) 400-750 nm C) 750-2000 nm D) 200-800 nm
2. Hangi ışınların dalga boyu görünür ışığından daha büyüktür?
A) Morötesi B) Gama C) X D) Kızılötesi
3. Çözelti içindeki madde miktarını çözeltinin renginden faydalanarak ölçme işlemine ne denir?
A) Kalorimetri B) Fotometri C) Kolorimetri D) Coulter
4. Hangisi spektrofotometre düzeneğinin bir parçası değildir?
A) Işık kaynağı B) Saptırıcı C) Süzgeç D) Dedektör

5–8 numaralı soruları doğru veya yanlış şeklinde yanıtlayınız.

5. Her rengin farklı bir dalga boyu ve frekansı vardır. (D) (Y)
6. Elektriksel iletkenliğe bağlı olarak hücre sayımı yöntemine kroma denir. (D) (Y)
7. Bir çözelti içindeki madde miktarını çözülden geçen veya çözeltinin tuttuğu ışık miktarından faydalanarak ölçen cihazlara **fotometre** adı verilir. (D) (Y)
8. Kolorimetrenin ölçüm duyarlılığını artırmak için yeterince dar bantlı optik renk filtreleri kullanılır. (D) (Y)

9–11 numaralı sorularda boş bırakılan yerleri uygun şekilde doldurunuz.

9. Işık ışınlarının bükülmesine denir.
10. Lambert-Beer kanununa göre, bir çözülden geçen ışık miktarı, ışının çözelti içinde kat ettiği yol ve çözelti yoğunluğu ile,orantılı, emilen ışık miktarı ise orantılıdır.
11. Birim kan hacmindeki kırmızı ya da beyaz kan hücrelerinin sayısını ölçen cihazlara denir.

DEĞERLENDİRME

Sorulara verdiğiniz yanıtlar ile yanıt anahtarını karşılaştırınız, yanıtlarınız doğru ise yeterlik ölçmeye geçiniz. Yanlış yanıt verdiyseniz öğrenme faaliyetinin ilgili bölümüne dönerek konuyu tekrar ediniz.

UYGULAMA TESTİ

| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
|--|------|-------|
| Ø Çalışma ortamı ölçüm yapmaya uygun muydu? | | |
| Ø Kolorimetreyi belirlediniz mi? | | |
| Ø Kolorimetrenin kullanım kılavuzunu okudunuz mu? | | |
| Ø Kolorimetreyi çalıştırdınız mı? | | |
| Ø Kolorimetrenin ayarlarını yaptınız mı? | | |
| Ø Sıvı içindeki istenen parametre miktarını tespit ettiniz mi? | | |

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini ve uygulama faaliyetlerini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki cümleleri doğru veya yanlış olarak değerlendiriniz.

1. Kelvin bir sıcaklık ölçüsü değildir. (D)(Y)
2. Bağıl nem % olarak ifade edilir. (D)(Y)
3. Lümen bir açı birimidir. (D)(Y)
4. RMS değeri titreşimin tahrip gücü ile ilişkilendirilebilir. (D)(Y)
5. İnsan kulağı 16 Hz ile 20Hz arası ses dalgalarını duyar. (D)(Y)
6. Işık hem parçacık hem de dalgadır. (D)(Y)
7. Referans ya da denge noktasına göre uzaklığa yer değiştirme denir. (D)(Y)
8. Ses şiddeti seviye birimi desibell olarak adlandırılır. (D)(Y)
9. SI birim sisteminde işin birimi newton'dur. (D)(Y)
10. Bir işi yapabilme kabiliyetine enerji denir. (D)(Y)
11. Bir kuvvetin bir cisme etki ederek ona konum değişikliği kazandırılmasına olay denir. (D)(Y)
12. Stroboskop devir ölçmek için kullanılmaz. (D)(Y)
13. Zaman aralığı ölçen ayarda kronometre denir. (D)(Y)
14. Bir cismin birim zamandaki yer değiştirmesine ivme denir. (D)(Y)
15. Bir güneş gününün 1/86400 saniye olarak tanımlanmıştır. Bu tanım atom saati olarak adlandırılır. (D)(Y)
16. Bir manyetik kuvvet çizgisine bir Maxwell denir. (D)(Y)
17. Birim yüzeyden dik olarak geçen manyetik kuvvet çizgisi sayısına manyetik akı yoğunluğu denir. (D)(Y)
18. Tesla ve gauss manyetik akı yoğunluğu birimleridir. (D)(Y)
19. Bar bir basınç birimidir. (D)(Y)
20. Katı maddelerin basıncını ölçen ayarda manometre denir. (D)(Y)
21. Bir gazın birim alana uyguladığı kuvvete basınç denir. (D)(Y)
22. Sabit sıcaklıkta sabit miktardaki gazın oylumu basınç ile doğru orantılıdır. (D)(Y)
23. Görünür ışık tayfının dalga boyu 400-750 nm aralığındadır. (D)(Y)
24. Çözelti içindeki madde miktarını çözeltinin renginden faydalanarak ölçme işlemine kolorimetri denir. (D)(Y)
25. Elektriksel iletkenliğe bağlı olarak hücre sayımı yöntemine kromometri denir. (D)(Y)
26. Havadaki kirliliği saptamak ve ölçmek için aerosol parçacık sayıcılar kullanılır. (D)(Y)

DEĞERLENDİRME

Sorulara verdiğiniz cevaplar ile cevap anahtarını karşılaştırmış, cevaplarımız doğru ise yeterli ölçmeye geçiniz. Yanlış cevap verdiyseniz modülün ilgili bölümüne dönerek konuyu tekrar ediniz.

YETERLİK ÖLÇME

Modül ile kazandığınız yeterliği aşağıdaki ölçütlere göre değerlendiriniz.

| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
|--|------|-------|
| Ø Ortam sıcaklığını ölçtünüz mü? | | |
| Ø Ortamın nem miktarını ölçtünüz mü? | | |
| Ø Ortamdaki parçacık miktarını ölçtünüz mü? | | |
| Ø Ortamdaki titreşim miktarını ölçtünüz mü? | | |
| Ø Ortamın ışık seviyesini ölçtünüz mü? | | |
| Ø Ortamın ses seviyesini ölçtünüz mü? | | |
| Ø Ortam zemininin eğimini ölçtünüz mü? | | |
| Ø Bir alıcının yaptığı işi ve alıcının enerjisini ölçtünüz mü? | | |
| Ø Bir elektrik motorunun devir sayısını ölçtünüz mü? | | |
| Ø Manyetik alan ölçümü yaptınız mı? | | |
| Ø Gaz basıncı ölçümü yaptınız mı? | | |
| Ø Bir sıvının renk yoğunluğunu ölçtünüz mü? | | |

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki yanıtlarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız modülü tekrar ediniz. Yanıtlarınızın tamamı evet ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeniniz ile iletişim kurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

| | |
|----|--------------------|
| 1 | B |
| 2 | A |
| 3 | B |
| 4 | A |
| 5 | D |
| 6 | B |
| 7 | B |
| 8 | C |
| 9 | D |
| 10 | A |
| 11 | Yanlış |
| 12 | Doğru |
| 13 | Doğru |
| 14 | Doğru |
| 15 | Yanlış |
| 16 | Yanlış |
| 17 | Doğru |
| 18 | Yanlış |
| 19 | Yanlış |
| 20 | Doğru |
| 21 | Termometre |
| 22 | Nem |
| 23 | Titreşim |
| 24 | Rezonans |
| 25 | Aerosol |
| 26 | Işık şiddeti |
| 27 | Aydınlanma şiddeti |
| 28 | Lüks |
| 29 | Dik olarak |
| 30 | Fotoelektrik pil |
| 31 | Ses |
| 32 | Ses basıncı |
| 33 | Desibelmetre |
| 34 | Su terazisi |

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

| | |
|----|--------------|
| 1 | İş |
| 2 | N/m |
| 3 | 25 |
| 4 | Sayaç |
| 5 | Güç |
| 6 | Joule/Saniye |
| 7 | 2 kW |
| 8 | 736 |
| 9 | Wattmetre |
| 10 | Enerji |
| 11 | Potansiyel |
| 12 | 4.000 Joule |

ÖĞRENME FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

| | |
|----|--------------------------|
| 1 | A |
| 2 | B |
| 3 | C |
| 4 | A |
| 5 | Takometre ya da turmetre |
| 6 | Stroskobik olay |
| 7 | Evrensel zaman |
| 8 | Kronometre |
| 9 | Hız |
| 10 | Takometre |
| 11 | Devir |

ÖĞRENME FAALİYETİ-4 CEVAP ANAHTARI

| | |
|----|--------------------------------------|
| 1 | D |
| 2 | C |
| 3 | C |
| 4 | Yanlış |
| 5 | Doğru |
| 6 | Doğru |
| 7 | Yanlış |
| 8 | Manyetik alan içinde kalan malzemeye |
| 9 | Manyetik akı yoğunluğu |
| 10 | Manyetomotor kuvvet |
| 11 | Hall etkili |

ÖĞRENME FAALİYETİ-5 CEVAP ANAHTARI

| | |
|----|-------------------|
| 1 | C |
| 2 | A |
| 3 | D |
| 4 | B |
| 5 | D |
| 6 | A |
| 7 | Yanlış |
| 8 | Doğru |
| 9 | Doğru |
| 10 | Yanlış |
| 11 | Boyle |
| 12 | Su buharı basıncı |
| 13 | Eğik manometre |

ÖĞRENME FAALİYETİ-6 CEVAP ANAHTARI

| | |
|----|---|
| 1 | B |
| 2 | D |
| 3 | C |
| 4 | B |
| 5 | Doğru |
| 6 | Yanlış |
| 7 | Doğru |
| 8 | Doğru |
| 9 | Kırımım |
| 10 | Logaritmik olarak ters orantılı, doğru orantılı |
| 11 | Kan sayım cihazı |

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

| | |
|----|---|
| 1 | Y |
| 2 | D |
| 3 | Y |
| 4 | D |
| 5 | Y |
| 6 | D |
| 7 | D |
| 8 | D |
| 9 | Y |
| 10 | D |
| 11 | Y |
| 12 | Y |
| 13 | D |
| 14 | Y |
| 15 | Y |
| 16 | D |
| 17 | D |
| 18 | D |
| 19 | D |
| 20 | Y |
| 21 | D |
| 22 | Y |
| 23 | D |
| 24 | D |
| 25 | Y |
| 26 | D |

KAYNAKÇA

- Ø BENENSON Walte, **Handbook of Physics**, 2001.
- Ø COŞKUN İsmail, Emin GÜVEN, **Elektroteknik**, 2001.
- Ø GENCELİ Osman F., **Ölçme Tekniği**, 1995.
- Ø HALKMAN A.Kadir, **Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri**
- Ø MEINERS Harry F., Walter EPPENSTEIN, Ralph A. OLIVA, Thomas SHANON, **Laboratory Physics Second Edition**
- Ø MOBLEY R. Keith, **Vibration Fundamentals**, 1999.
- Ø NORTON Harry N., **Handbook of Transducers**, 1989.
- Ø SERWAY Raymond A., **Fen ve Mühendislik için Fizik 2**, 1996.
- Ø ŞEN Zekai, **Su Bilim Temel Konular**, 2002
- Ø TARBUCK Lutgens, **The Atmosphere Ninth Edition**, 2004.
- Ø YARCI Kemal, Orhan ÖZTÜRK, **Elektroteknik 1**, 2003.
- Ø WEBSTER John G., **Measurement Instrumentation and Sensors Handbook**, 1999.
- Ø www.gencbilim.com
- Ø www.biomedikal.org
- Ø <http://lamar.colostate.edu/~hillger/temps.htm>
- Ø <http://en.wikipedia.org/>
- Ø www.chymist.com
- Ø <http://www.pmeasuring.com>