T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
ORTAÖĞRETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

FİZİK 12

Kavram Öğretimi Kitabı

T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
ORTAÖĞRETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Fizik 12

Kavram Öğretimi Kitabı

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Kitabın metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

Hazırlayanlar
Kitabı hazırlayan yazar isimleri çalışma sayfalarının sonunda listelenmiştir.

Editör
Ayşe AKSOY
Şeyda BOZARSLAN

Dil Uzmanı
Bahar KAPLAN, Fatma ŞAHİN, Ferhat ER, Hilal ARSLAN
Kemal BATMAZ Mehmet ATICI, Neslihan ARICA
Sevda ÇAĞAN, Teoman Ali GÜNEŞ

Program Geliştirme Uzmanı
Lokman GÜZELYURT, Mustafa ÇALIŞKAN
Sibel KUZUKIRAN, Taha Tezcan İNAM
Zeki YILDIRIM

Rehberlik ve Psikolojik Danışma Uzmanı
Gülseren TOPUZ, Murat UZUNOĞLU
Mustafa KARA, Sinem BİLGİN

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı
Ahmet CANSIZ, Gülseren TOPUZ
Nuray SUNAR, Uğur ALTUN

Sorumlu Grafik Tasarım Uzmanı
Sema KARACA

Görevli Grafik Tasarım Uzmanları
Ali Yener UZUN, Beyza DİRİK, Çiğdem ÖKCÜN
Deniz VURAL, Emre GÖKÇE, Meltem KORKMAZ
Selahattin ÇEKCEN, Seval ZENGİN, Sibel Derin ÖZTEMEL
Tayfun AKSU

© MEB Ortaöğretim Genel Müdürlüğü
Öğretim Programları ve Ders Kitapları Daire Başkanlığı

Ortaöğretim Genel Müdürlüğü
Öğretim Programları ve Ders Kitapları
Daire Başkanlığı

Bireyin ve toplumun gereksinimleri, hayatın her alanında ortaya çıkan yenilikler ve gelişmelere bağlı olarak hızla değişmektedir. Bu durum, öğrenme ve öğretme sürecinin de ihtiyaçlar doğrultusunda yeniden yapılandırılmasını gerekli kılmaktadır. *Kavram Öğretimi Kitabı* öğrencilerin derslerde öğrendikleri kavramlara dair yanılgıları tespit edip gidermek, kavram karmaşalarının önüne geçmek ve kavrama dair bilgilerini pekiştirmek amacıyla tasarlanmıştır. Bu kitapta öğrencilerin derslerde öğrendikleri kavramları konu içeriğine uygun olarak ele alan ve farklı seviyelerde hazırlanmış etkinlikler yer almaktadır. Etkinliklerin ilgi uyandıracak düzeyde ve dikkat çekici olmalarına özen gösterilmiştir. Bazı etkinliklerde ele alınan kavram günlük hayatla ilişkilendirilmiş; kültür, sanat, bilim ve teknolojinin söz konusu kavramla olan bağı ortaya konmuştur. Böylelikle öğrencilerin kavramı içselleştirip kavrama yönelik edindiği bilgilerin kalıcı olmasını sağlamak amaçlanmıştır.

Kavram Öğretimi Kitabı'nda ele alınan kavrama dair bilgileri hatırlatmak ya da bilgi eksikliğini, karmaşayı veya yanılgıyı ortaya çıkarabilmek için kavram haritaları, bilgi haritaları, düşünce haritaları, kavram karikatürleri, kavram çözümleme tabloları ve kavramla bağdaşan, sezgi uyandıran, çağrışım kurulabilecek görsellere yer verilmiştir. Etkinliklerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeye yardımcı nitelikler taşımasına özen gösterilmiştir. Böylelikle öğrencilerin kavrama dair bilgilerini sorgulamaları, karşılaştırmaları, değerlendirmeleri ve neden sonuç ilişkisi kurarak kavramları özümsemeleri amaçlanmıştır. Hazırlanan etkinliklerde anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlamak, kavramlar arasındaki ilişkileri somutlaştırmak ve derslerde öğrenilen kavramların hayatın farklı alanlarındaki kullanımlarını yansıtabilmek hedeflenmiştir.

Kavram Öğretimi Kitabı'ndaki etkinlikler öğrencilerin hatalarını görmelerine, eksik bilgilerini tamamlamalarına, öğrendiklerini pekiştirmelerine yardımcı olacaktır. Öğrendiklerini derslerinde ve günlük yaşamda kullanabilen öğrencilerin eğitim süreçlerinde ve meslek hayatlarındaki başarı düzeyi yükselecektir. *Kavram Öğretimi Kitabı*'nın öğrencilerimize faydalı olması dileğiyle...

KAVRAM ÖĞRETİMİ

ÇALIŞMA LİSTESİ

1. ÜNİTE — ÇEMBERSEL HAREKET

Çalışma No.	Kazanım No.	Çalışmanın Adı	Sayfa No.
1	12.1.1.1	Çembersel Harekette Varım	3
2	12.1.1.1	Bozuk Saatler	5
3	12.1.1.1	Sabit Hızlı Ama İvmeli	6
4	12.1.1.2	Merkeze Doğru	8
5	12.1.1.2	Hangi İvme?	9
6	12.1.2.2	Dönme Eylemsizliği	11
7	12.1.3.1	Nelere Bağlı?	13
8	Ünite Sonu Kavram Çalışması	Kavramsal İlişkiler	15

2. ÜNİTE — BASİT HARMONİK HAREKET

Çalışma No.	Kazanım No.	Çalışmanın Adı	Sayfa No.
9	12.2.1.1	Kuvvet ile Uzamak	16
10	12.2.1.1	Horoloji	18
11	12.2.1.1	Konuma Göre Değişen Kavramlar	20
12	12.2.1.1	Dön Geriye	21
13	Ünite Sonu Kavram Çalışması	Açıklama Yapabilirim	23

3. ÜNİTE — DALGA MEKANİĞİ

Çalışma No.	Kazanım No.	Çalışmanın Adı	Sayfa No.
14	12.3.1.1	Akış Şemasını Okuyorum	25
15	12.3.1.2	Aydınlık ve Karanlık	27
16	12.3.1.2	Su ve Işık Dalgalarını Karşılaştıralım	29
17	12.3.1.6	Ambulansın Sireni	30
18	Ünite Sonu Kavram Çalışması	Kavramları Buluyorum	32

4. ÜNİTE — ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ VE RADYOAKTİVİTE

Çalışma No.	Kazanım No.	Çalışmanın Adı	Sayfa No.
19	12.4.1.1	Atomun Enerji Seviyeleri Neye Benzer?	34
20	12.4.1.1	Kararlı Hâlden Kararsız Hâle	36
21	12.4.1.1	Gitmesine Engel Olabilir misin?	38
22	12.4.1.1	Işıldıyorum	40
23	12.4.1.1	Kavramlarla Atom	42
24	12.4.2.1	Gerçekler Cern'de mi?	44
25	12.4.2.2	Atomdan Daha Küçük	46
26	12.4.2.4	Madde-Antimadde	48
27	12.4.3.1	Atom Çekirdeğinin Parçalanması	50
28	12.4.3.3	Nükleer Enerji	51
29	12.4.3.3	Güneşin Enerji Kaynağı	53
30	Ünite Sonu Kavram Çalışması	Geçmişten Günümüze Atom Kavramı	54

5. ÜNİTE — MODERN FİZİK

Çalışma No.	Kazanım No.	Çalışmanın Adı	Sayfa No.
31	12.5.1.2	Galileo'nun Pisa Kulesi'nden Attığı Taş	55
32	12.5.2.1	Her Siyah Cisim Siyah mı Olur?	57
33	12.5.3.2	Yaşamdaki Bilim	59
34	12.5.4.1	Tanecikli Yapı	61
35	12.5.4.4	Madde Dalgaları	63
36	Ünite Sonu Kavram Çalışması	Modern Fizik	65

6. ÜNİTE — MODERN FİZİĞİN TEKNOLOJİDEKİ UYGULAMALARI

Çalışma No.	Kazanım No.	Çalışmanın Adı	Sayfa No.
37	12.6.2.1	Ne İletken Ne Yalıtkan	66
38	12.6.2.2	Silikon Temelli Hayat	68
39	12.6.2.3	Işık Yayan Diyot	69
40	12.6.2.4	Güneş Hücresi	70
41	12.6.3.1	Sıfır Direnç, Yüksek Akım	72
42	12.6.4.1	Hayallerin Gerçekliği	73
43	12.6.5.1	Klonlanmış Işık	74
44	Ünite Sonu Kavram Çalışması	Teknolojik Kavramlar	75

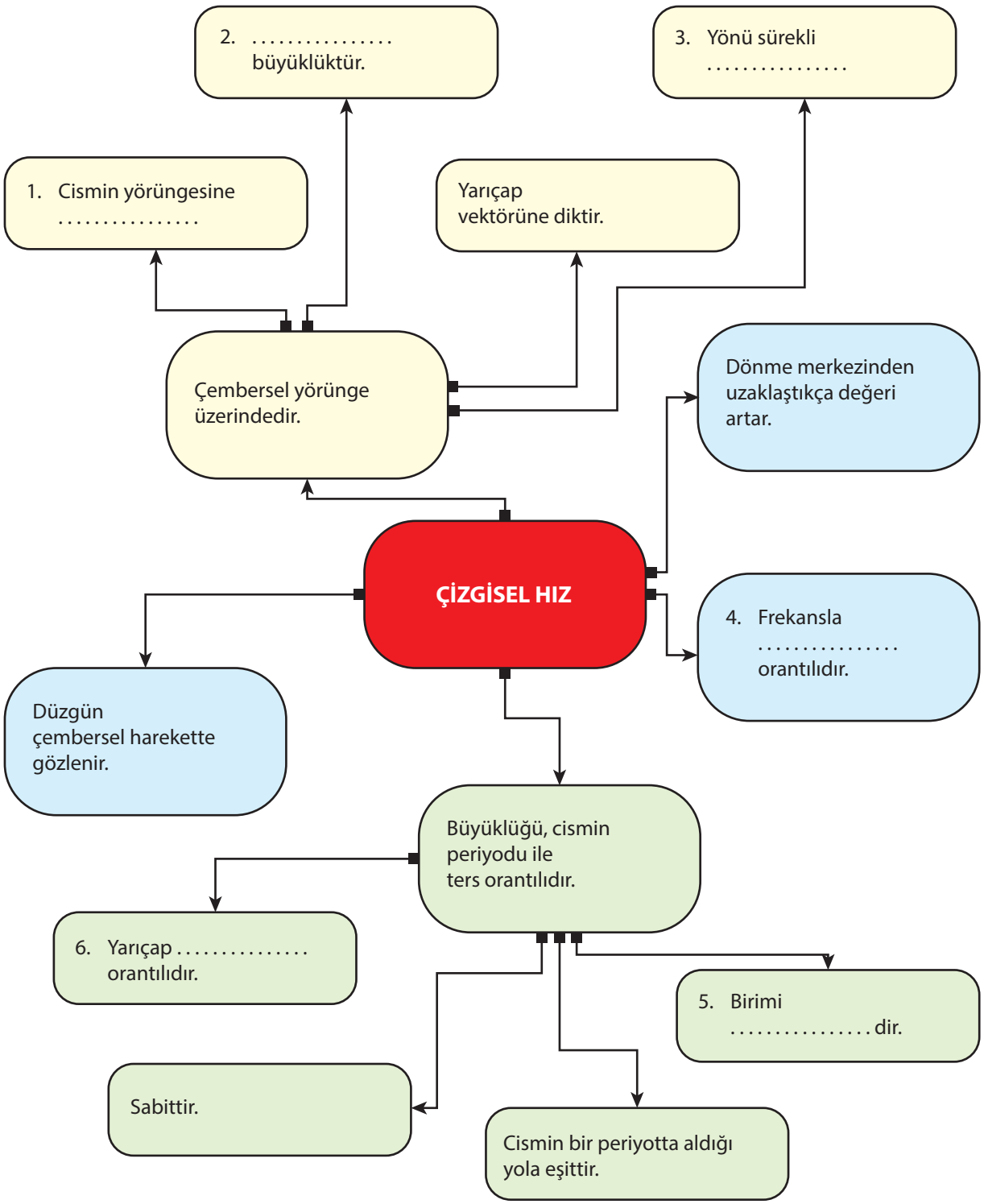
EKLER

Cevap Anahtarları	76
Kaynakça	84
Görsel Kaynakçası	85

1. ÜNİTE ***: ÇEMBERSEL HAREKET > 1.1. Düzgün Çembersel Hareket***
Kavram *: Çizgisel Hız*
Genel Beceriler *: Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri *: Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**ÇEMBERSEL HAREKETTE VARIM**	*15 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Çizgisel hız kavramını tanımlayabilme.*	

Yönerge: *Aşağıdaki şemada düzgün çembersel hareket yapan bir cismin çizgisel hızı ile ilgili bir akıl haritası verilmiştir. Harita üzerinde verilen bilgilerden hareketle kutucuklardaki numaralandırılmış ifadeleri tamamlayarak soruları cevaplayınız.*



Sorular

1. Akıl haritasına göre çizgisel hız kavramı nasıl tanımlanabilir? Kısaca yazınız.

2. Sizden düzgün çembersel hareket yapan bir cismin çizgisel hızını, yörünge üzerinde seçeceğiniz üç noktada göstererek anlatmanızın istendiğini varsayınız. Bu amaçla hazırladığınız şemayı aşağıdaki boş alana çiziniz.

3. Akıl haritasında belirtilen çizgisel hız ile ilgili açıklamalarla benzerlik gösteren ve günlük hayatınızda çizgisel hıza sahip olduğunu düşündüğünüz hangi cisimlere örnek verebilirsiniz? Örneklerinizi aşağıda 1, 2 ve 3 numara ile ifade edilen kutucuklara yazınız.

1. Örnek	
2. Örnek	
3. Örnek	

Hazırlayan: *Dilek DEMİR*

1. ÜNİTE : **ÇEMBERSEL HAREKET > 1.1. Düzgün Çembersel Hareket**
Kavram : *Açısal Hız*
Genel Beceriler : *Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**BOZUK SAATLER**	*15 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Açısal hız kavramını tanımlayabilme.*	

Yönerge: *Aşağıdaki metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.*

BOZUK SAATLER

Birbirlerinden farklı ölçülerde ve özelliklerde olan bozuk duvar saatlerinin hepsi saat 12:00'den itibaren çalıştırılmış ve saatlerin çalışması 1000 saniye boyunca izlenmiştir. Bu süre sonunda her saatin gösterdiği sayıların ve saatlerin akreplerinin taradığı açıların farklı değerlerde olduğu görülmüştür. Görsel 1'deki saatin akrebi 03:00'e gelene kadar 90˚lik açı (π/2 radyan), Görsel 2'deki saatin akrebi 08:00'e gelene kadar 240˚lik açı (4π/3 radyan) ve Görsel 3'teki saatin akrebi 09:00'a gelene kadar 270˚lik açı (3π/2 radyan) taramıştır.

Görsel 1

Görsel 2

Görsel 3

Gözlemler sonucunda saatlerin akreplerinin açısal hızlarının değeri radyan/saniye cinsinden hesaplanmış ve saatlerin "ω" açısal hızlarının büyüklükleri arasında $\omega_3 > \omega_2 > \omega_1$ şeklinde bir ilişki bulunmuştur.

Sorular

1. Sizce saatlerin akrepleri hangi hareketi yapmaktadır? Bu hareket için saat akreplerinin uzunluğu hangi niceliği temsil eder? Açıklayınız.

.....

.....

2. Açısal hız kavramını tanımlayarak açısal hızın saat akreplerinin boyları ile ilişkisini belirtiniz.

.....

.....

3. Gözlem sonuçlarına göre açısal hız ile taranan açı arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

.....

.....

1 . ÜNİTE : ***ÇEMBERSEL HAREKET > 1.1. Düzgün Çembersel Hareket***
Kavram : *Merkezcil İvme*
Genel Beceriler : *Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**SABİT HIZLI AMA İVMELİ**	*15 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Merkezcil ivme kavramını tanımlayabilme.*	

Yönerge: *Metinden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

SABİT HIZLI AMA İVMELİ

Eğlence parkı, çok sayıda çembersel hareket örneğinin bulunduğu ortamlardan birisidir (bk. Görsel). Dönme dolap, eğri bir yolda hareket eden tren, özel adı ballerina olan daire biçimli oyun alanı… Bunların yanı sıra araç tekerlekleri, dönemeçli bir yolda dönen araba ve doğa olaylarının bir sonucu olan hortum çembersel hareketin diğer örnekleridir. Bir cisim, hayalî ya da gerçek bir çember üzerinde hareket ediyorsa ve hızının büyüklüğü sabitse düzgün çembersel hareket yaptığı söylenir. Lunaparkta gezen 5 arkadaş arasında çembersel hareket ile ilgili yeni bir kavram üzerine aralarında aşağıdaki konuşma geçmiştir.

Görsel: Eğlence parkı

Eren
Lunapark girişindeki yazıya dikkat ettiniz mi? "Dönen tüm araçlarımızdaki hız büyüklüğü aynıdır." yazıyor. Örneğin atlıkarınca ve dönme dolap aynı hızda. Ne ilginç değil mi?

Kaan
Fizik kitabında dönme dolabın merkezcil ivme adında bir ivmeye sahip oldugu yazıyordu. Dönme dolaba bakar mısınız? Dönüş hızı sabit degil mi? İvme, hızdaki değişim ile oluşmuyor muydu?

Serdar
Ben de dönme dolap üzerindeki oturma yerlerinin sabit hızla hareket ettiğini düşünüyorum. Teğetsel hız sabit olmasına rağmen bir ivmesinin olması çok ilginç. Kafam karıştı!

Hülya
Dairesel bir yörüngede ve sabit hızla hareket eden bir dönme dolabın ivmesi, hızın yönünün değişmesinden kaynaklanır. Bu da merkezcil ivmeyi bir hayli ilginç kılıyor. Hatta birimi de yine m/s^2dir.

Ayşe
Arkadaşlar! İvme, hızdaki bir değişikliğe bağlıdır. Hız, vektörel olduğu için ivme de hızın büyüklüğünde ya da yönündeki bir değişiklikle oluşabilir.

Sorular

1. Serdar'ın ilginç bulduğu durumun nedeni ne olabilir? Bunu nasıl açıklarsınız?

2. Metne göre merkezcil ivme kavramını tanımlayınız.

3. Atlıkarınca ve dönme dolap aynı hız büyüklüğüne sahip olmasına rağmen merkezcil ivmesinin farklı olmasının nedeni ne olabilir? Belirtiniz.

1. ÜNİTE ***: ÇEMBERSEL HAREKET > 1.1. Düzgün Çembersel Hareket***
Kavram *: Merkezcil Kuvvet*
Genel Beceriler *: Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri *: Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**MERKEZE DOĞRU**	*20 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Günlük olaylardan örneklerle merkezcil kuvvet kavramını tanımlayabilme.*	

Yönerge: *Metinden faydalanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

Newton hareket yasaları uyarınca bir cisme kuvvet uygulandığında o cisim kuvvet doğrultusunda hareket eder. Sürtünmesiz bir sistemde bu kuvvet ortadan kaldırıldığında cisim sonsuza dek o doğrultu boyunca hızını korur ve hareketine devam eder. Hareketin çeşidini değiştirmek için yine bir kuvvete ihtiyaç duyulur. Böyle bir duruma örnek olarak çamaşır makineleri verilebilir. Çamaşır makinesinin çalışma döngüsünde kazan, yüksek hızda döner ve iç duvarı tarafından ıslak giysiler üzerinde dairesel bir yola zorlanan merkezcil kuvvet üretir. Burada kazanın dönmesi sırasında giysilere büyük bir kuvvet etki eder ancak giysilerdeki su deliklerden teğetsel olarak kaçar, başka bir deyişle su giysilerden uzaklaşır. Bu olay şu şekilde de anlatılabilir: Merkezcil kuvvet ortadan kalktığında cisimler dairesel bir yolda hareket etmeyi durdurur. Bunun yerine, daireye teğet olan düz bir yörüngede hareket eder. Kısacası çembersel hareket için merkezcil kuvvet gereklidir.

Eğlence trenleri de düzgün çembersel hareket yapan ve bu hareketi sırasında merkezcil kuvvetin etkilerinin görüldüğü bir başka örnektir. Eğlence treni çembersel döngü boyunca sabit bir hızla hareket ederken yolcular baş aşağı asılı kalabilir. Tren özellikle yüksek hızlara ulaştığında savrulma durumu gerçekleşir ancak parkurun çembersel biçimde olması sayesinde bu yörüngeyi rahatlıkla tamamlayabilir. Yolcuları bir çember içinde hareket ettiren kuvvetin yönü ve bu gücü sağlayan nedir? Pizza ustaları hamuru havaya fırlatıp döndürdüğünde uç kısımdaki hamur nasıl böylesine büyüyebilir? Bu ve bunun gibi soruların cevabı merkezcil kuvvet içinde aranabilir.

Sorular

1. Metinden hareketle merkezcil kuvvet kavramını tanımlayınız.

.....

.....

2. Aşağıdaki tabloda metindeki örneklerle benzerlik gösteren merkezcil kuvvet ile ilgili bir örnek ve açıklaması verilmiştir. Siz de en az iki örnek vererek bu örneklerde merkezcil kuvvetin nasıl çalıştığını tabloda ilgili bölüme yazınız.

Merkezcil Kuvvet Örnekleri	Merkezcil Kuvvetle İlgili Açıklamam
İçi su dolu iken döndürülen kova	Suyun dökülmemesi için kova içindeki su miktarının kovayı tam olarak doldurabilecek kadar olmaması gerekir. Kova yeterince hızlı döndürüldüğünde içindeki su dönme merkezine yönelecek ve hiçbir zaman dışarı çıkmayacaktır. Kova dönerken suyun teğet hareket ettiği gözlemlenebilir.

3. Gözlemlerinize dayanarak düzgün çembersel hareket sırasında ve merkezcil kuvvetin etkisiyle dengede kalma durumunun olduğu bir örnek veriniz.

.....

.....

Hazırlayan: *Yunus Emre LAZALOĞLU*

1. ÜNİTE *: **ÇEMBERSEL HAREKET > 1.1. Düzgün Çembersel Hareket***
Kavram : Merkezcil İvme, İvme
Genel Beceriler : Eleştirel Düşünme Becerisi
Alan Becerileri : Çıkarım Yapma Becerisi

Çalışmanın Adı	**HANGİ İVME?**	*10 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Merkezcil ivme ve ivme kavramları arasındaki benzerlik ve farklılıkları açıklayabilme.*	

Yönerge: *Aşağıdaki tabloda düzgün çembersel hareket ve bir boyutta düzgün doğrusal hareket yapan cisimlerin ivmeleri ile ilgili bazı ifadeler verilmiştir. Tablodaki ifadelerden yararlanarak soruları cevaplayınız.*

1. Hızın değeri değil yönü değiştiği için oluşur.	**2.** Yatay düzlemde ilerleyen cisme etki eden net kuvvet artarsa cismin ivmesi artar.	**3**. Birimi m/s^2 dir.
4. Yönü merkeze doğrudur.	**5.** Düzgün çembersel harekette görülür.	**6.** Hız-zaman grafiğinin eğimi bu ivmeyi verir.
7. Dönmekte olan bir dönme dolapta oturan kişinin sahip olduğu ivmedir.	**8.** Vektörel büyüklüktür.	**9**. Açısal hız ile doğru orantılıdır.
10. Doğrusal yörüngedeki aracın birim zamandaki hız değişimidir.	**11.** Hareket düzgün ise değeri değişmez.	**12.** Virajı dönmekte olan bir araba bu ivmeye sahiptir.
13. Doğrusal yolda düzgün hızlanan araba bu ivmeye sahiptir.	**14.** Yatay düzlemde yavaşlayan bisikletin ivmesidir.	**15.** Yarıçap vektörü ile zıt yönlüdür.

Sorular

1. Tabloda numaralandırılmış şekilde verilen ifadelerden hangileri merkezcil ivme ile ilgilidir?

2. Tabloda numaralandırılmış şekilde verilen ifadelerden hangileri düzgün doğrusal hareketteki ivme kavramı ile ilgilidir?

3. Tabloda numaralandırılmış şekilde verilen ifadelerden hangileri hem merkezcil hem de ivme kavramları ile ilgilidir?

Hazırlayan: *Dilek DEMİR*

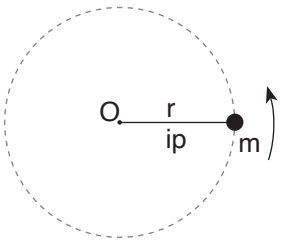
1. ÜNİTE : **ÇEMBERSEL HAREKET > 1.2. Dönerek Öteleme Hareketi**
Kavram : *Eylemsizlik Momenti*
Genel Beceriler : *Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**DÖNME EYLEMSİZLİĞİ**	*15 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Eylemsizlik momentini açıklayabilme.*	

Yönerge: *Metinden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

DÖNME EYLEMSİZLİĞİ

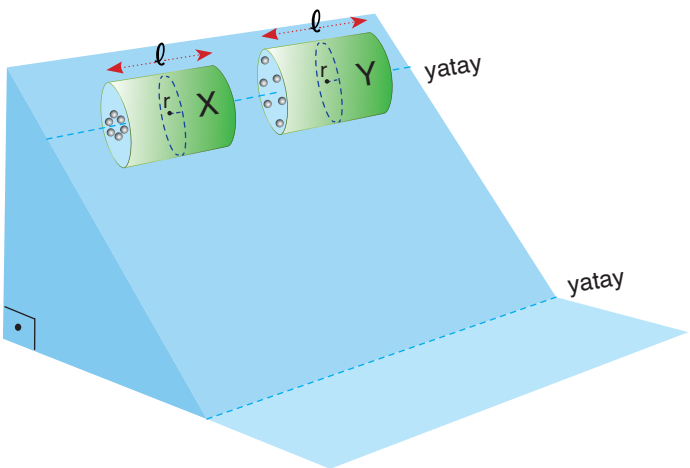
Cisimlerin, bulundukları konum ve durumu korumak istemelerine "eylemsizlik" denir. Eylemsizliği oluşturan direnç ise kütledir. Bir eksen etrafında dönen cisimler ise dönme hareketinin değişimine karşı direnç gösterir. Bu direnç ne kadar büyükse dönmedeki açısal hız değişimi de o kadar küçük olur. Cismin şekline bağlı olarak bu direnç farklı değerler alabilmektedir. Bu direnç I ile gösterilir ve uluslararası birim sisteminde birimi kg · m²dir.



Şekil 1: r uzunluğundaki ipte döndürülen cisim

Sürtünmesi önemsenmeyen yatay düzlemde kütlesi önemsiz ve r uzunluğundaki bir ucu sabit ipin diğer ucuna bağlanarak döndürülen Şekil 1'deki kütlenin eylemsizlik momenti değeri $I = m \cdot r^2$ matematiksel modeli kullanılarak hesaplanır.

Eğik bir düzlem üzerinde aynı seviyede bulunan özdeş silindirik cisimler aynı anda serbest bırakıldığında dönerek ilerler ve aynı anda yatay seviyeye ulaşır. Ancak Şekil 2'deki gibi özdeş silindirlerden X silindirinin dönme eksenine daha yakın, Y silindirinin dönme eksenine daha uzak olacak şekilde eşit sayıdaki özdeş cisimler eşit aralıklı ve dairesel olarak yapıştırılıp serbest bırakıldığında yatay seviyeye X silindirinin, Y silindirinden daha önce ulaştığı gözlenir.



Şekil 2: Eğik düzlemde dönerek hareket eden X ve Y silindirleri

Sorular

1. Eylemsizlik momenti kavramını açıklayınız.

2. Eylemsizlik momentinin, bağlı olduğu değişkenlerle ilişkisini açıklayınız.

3. Metinden yararlanarak Şekil 2'deki düzenekte X silindirinin Y silindirinden önce eğik düzlemin alt ucuna ulaşmasının nedenini açıklayınız.

1. ÜNİTE : **ÇEMBERSEL HAREKET > 1.3. Açısal Momentum**
Kavram : Açısal Momentum
Genel Beceriler : Eleştirel Düşünme Becerisi
Alan Becerileri : Çıkarım Yapma Becerisi, Sınıflandırma Yapma Becerisi

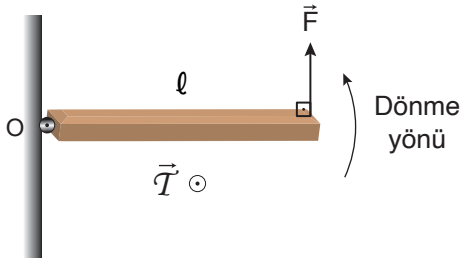
Çalışmanın Adı	**NELERE BAĞLI?**	20 dk.
Çalışmanın Amacı	Açısal momentumu açıklayabilme.	

Yönerge: *Metinden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

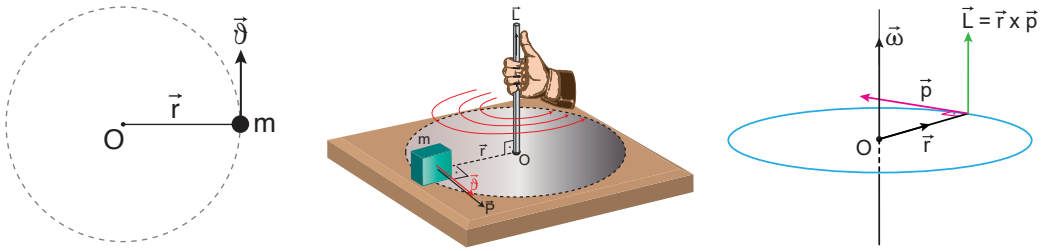
NELERE BAĞLI?

Sürtünmesi önemsenmeyen bir eksen etrafında dönebilen yatay düzlemdeki çubuğa dönme noktasından ve belli bir uzaklıkta dik etki eden kuvvet tork etkisi oluşturur (Şekil 1). Torkun yönü "sağ el kuralı"yla bulunur.

Çizgisel momentum bir cismin hızıyla kütlesinin çarpımıdır ve bulunduğu doğrultunun dik uzaklığına göre bir döndürme etkisi vardır. Bu döndürme etkisi çizgisel momentum ve dönme eksenine olan uzaklığın çarpımıyla bulunur. Bu etki $\vec{L}$ ile gösterilir. Yönü "sağ el kuralı"yla bulunur (Şekil 2).

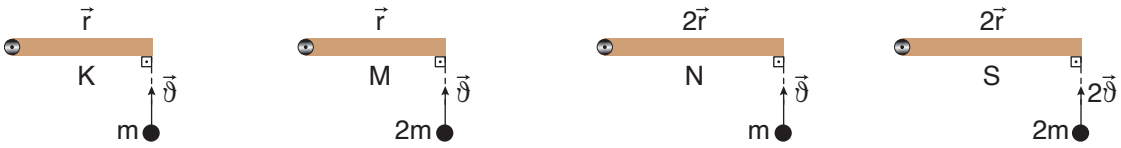


Şekil 1



Şekil 2

Sürtünmesi önemsiz eksen etrafında dönebilen Şekil 3'teki kütleleri önemsiz K, M, N ve S çubuklarına m ve 2m kütleli cisimler çarparak yapışmaktadır.



Şekil 3

Cisimlerin bu çubuklarda oluşturduğu açısal momentumlarının büyüklüğünü gösteren yandaki tabloda yalnızca M çubuğunun açısal momentum büyüklüğü verilmiştir.

Cisim	Açısal Momentum
K	L_K = ...
M	$L_M = 2m \cdot \vartheta \cdot r$
N	L_N = ...
S	L_S = ...

Sorular

1. Metinden hareketle açısal momentum kavramını tanımlayınız.

2. Tork ile açısal momentumun benzer ve farklı özellikleri nelerdir? Açıklayınız.

3. Tabloda verilmeyen açısal momentum değerlerini bulunuz.

1. ÜNİTE : **ÇEMBERSEL HAREKET > Ünite Sonu Çalışması**
Kavram : Ünite Kavramları
Genel Beceriler : Eleştirel Düşünme Becerisi, İş Birliği Becerisi
Alan Becerileri : Çıkarım Yapma Becerisi

Çalışmanın Adı	**KAVRAMSAL İLİŞKİLER**	15 dk.
Çalışmanın Amacı	Düzgün çembersel hareket ünitesinde geçen kavramlar arasındaki ilişkiyi açıklayabilme.	

Yönerge: *Aşağıdaki yapılandırılmış gridde numaralandırılmış kutucuklara "Düzgün Çembersel Hareket" ünitesinde geçen kavramlar yazılmıştır. Kutucuk numaralarını kullanarak soruları sıra arkadaşınızla yapacağınız iş birlikli yöntemle cevaplayınız. Kutucuklardaki kavramları birden fazla soru için kullanabilirsiniz.*

1. Çizgisel Hız	5. Yer Değiştirme	9. Merkezcil Kuvvet	13. Kütle
2. Açısal Hız	6. Zaman	10. Yarıçap	14. Çizgisel Momentum
3. Merkezcil İvme	7. Açı Değişimi	11. Periyot	15. Kütle Merkezi
4. Eylemsizlik Momenti	8. Açısal Momentum	12. Frekans	16. Uzunluk

Sorular

1. Açısal hız kavramı, kutucuklarda verilen kavramlardan hangileri kullanılarak bulunabilir?

2. Merkezcil kuvvet kavramı, tabloda verilen kavramlardan hangileri kullanılarak bulunabilir?

3. Eylemsizlik momenti kavramı, tabloda verilen kavramlardan hangileri kullanılarak bulunabilir?

4. Açısal momentum kavramı, tabloda verilen kavramlardan hangileri kullanılarak bulunabilir?

2. ÜNİTE : ***BASİT HARMONİK HAREKET > 2.1. Basit Harmonik Hareket***
Kavram : *Yay Sarkacı*
Genel Beceriler : *Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**KUVVET İLE UZAMAK**	*20 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Yay sarkacının periyodunun bağlı olduğu değişkenleri açıklayabilme.*	

Yönerge: *Aşağıdaki metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.*

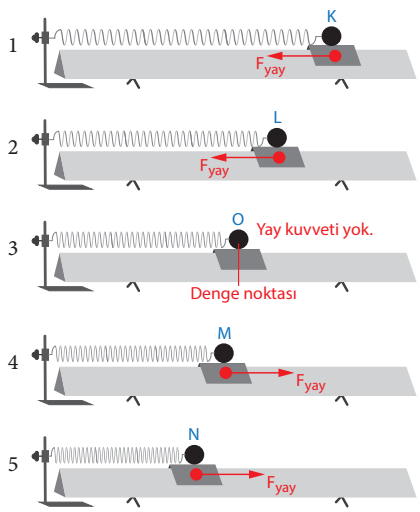
Bir yaya uygulanan kuvvet ile esneme miktarı arasındaki ilişki ilk olarak 1678'de İngiliz bilim adamı Robert Hooke (Rabırt Huk) tarafından keşfedildi. Hooke Yasası olarak bilinen bu keşif yayın uzama miktarının, yayı çeken kuvvet büyüklüğünün orantılı olmasını açıklar. Yay, üzerine bir kuvvet uygulandığında denge konumundan uygulanan kuvvetle orantılı olarak uzar. Eğer yay denge noktasından bir miktar çekilirse yay üzerinde biriken potansiyel enerji sayesinde yay, uygulanan kuvvete ters yönde bir kuvvet uygular.

Şekil 1: Bir yaya bağlı kütle

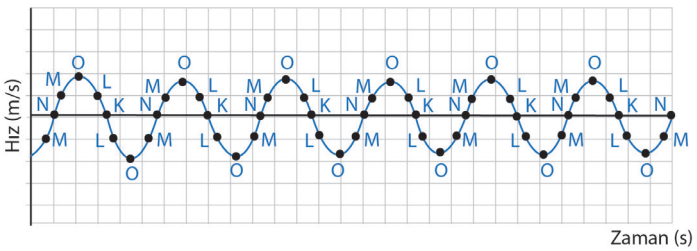
Sabit noktaya asılmış denge durumunda olan yaya bir kütle asıldığında yay, kütleye etkiyen yer çekimi kuvveti nedeniyle uzar (Şekil 1). Yay, bu gerilmeye karşı yukarıya doğru bir kuvvet uygulayarak yanıt verir. Bu durumda yay belirli bir süre kütleye ve yay sabitine bağlı olarak bir titreşim hareketi yapar. Uzama miktarı yayın esnekliğine bağlı olarak değişir ve bu esneklik katsayı ya da yay sabitidir.

Esneklik katsayısının büyük olması böyle bir yayda küçük bir yer değiştirmeyi sağlamak için büyük miktarda kuvvet gerekeceği anlamına gelir. Eğer özdeş yaylar uç uca bağlanırsa uzama miktarı her iki yayın uzama miktarları toplamıdır. Yaylar yan yana eklenir ve her ikisine birden ortak bir kütle bağlanıp bir titreşim hareketi yaptırılırsa yayların uzama miktarları eşit olur.

Aşağıda Şekil 2'deki gibi yatay konumda ve sürtünmesiz bir ortamda yay ucuna bağlı kütle denge konumundan bir miktar uzaklaştırılıp serbest bırakıldığında yayın uyguladığı kuvvet etkisi ile denge noktası O etrafında bir titreşim hareketi yapar. Şekil 3'te verilen bu hareketin hız-zaman grafiği sinüs dalgası şeklindedir ve yataydaki zaman ekseninde aynı harfler (K-K, L-L, M-M, N-N, O-O) arasında kalan zaman sürekli aynı olup bu süre bir tam dalganın oluşması için geçen titreşim süresidir.



Şekil 2: Yatay konumda denge noktası etrafında titreşim hareketi yapan yay ve kütle sistemi



Şekil 3: Yatay konumda denge noktası etrafında titreşim hareketi yapan yay ve kütle sisteminin hız-zaman grafiği

Sorular

1. Metinde vurgusu yapılan sistem yay sarkacı olarak adlandırılmaktadır. Bu sistemin fiziksel özellikleri nelerdir?

.....

.....

2. Aynı özelliklere sahip kütle ve yay sisteminden oluşan yay sarkaçlarına farklı gezegenlerde titreşim hareketi yaptırıldığında periyotları nasıl değişir? Açıklayınız.

.....

.....

3. Aşağıda yay sarkacına ait bazı ifadeler/durumlar verilmiştir. Verilen ifadelerde/durumlarda boş bırakılan yerleri uygun şekilde doldurunuz.

a) Bir yay sarkacının periyodunun bağlı olduğu terimler .....

b) Yatay konumda denge noktası etrafında titreşim hareketi yapan yay ve kütle sisteminde hızın maksimum olduğu durum .....

c) Yatay konumda denge noktası etrafında titreşim hareketi yapan yay ve kütle sisteminde hızın minimum olduğu durum .....

ç) Yatay konumda denge noktası etrafında titreşim hareketi yapan yay ve kütle sisteminin hız-zaman grafiğinde iki N harfi veya iki K harfi arasında kalan zaman .....

d) Denge konumundan ayrılan cismin bu noktaya olan uzaklığı .....

e) Yandaki sistemde yayların bağlanma şekli ..... ve sistemdeki yayın periyodunun, aynı özelliklere sahip aynı kütle bağlı tek bir yayın periyodu ile karşılaştırılmasında sistemin periyodunun değişimi .....

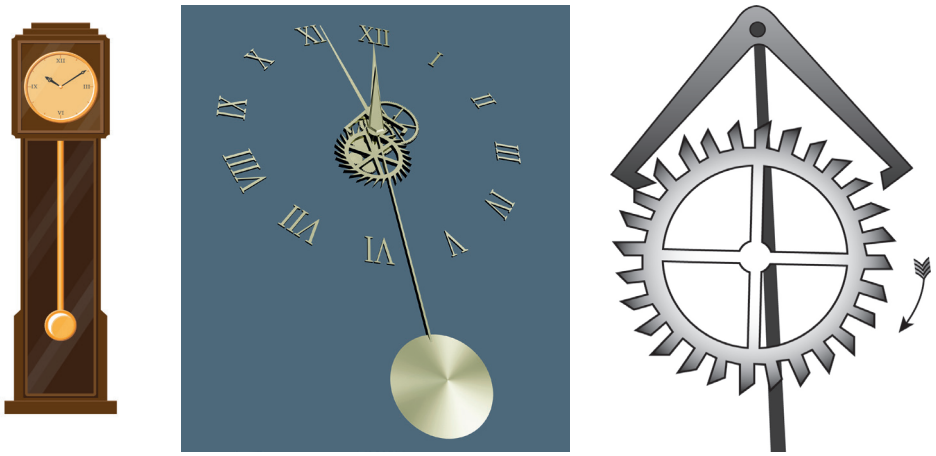
f) Yandaki sistemde yayların bağlanma şekli ..... ve sistemdeki yayın periyodunun, aynı özelliklere sahip aynı kütle bağlı tek bir yayın periyodu ile karşılaştırılmasında sistemin periyodunun değişimi .....

2. ÜNİTE : **BASİT HARMONİK HAREKET > 2.1. Basit Harmonik Hareket**
Kavram : *Basit Sarkaç*
Genel Beceriler : *Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**HOROLOJİ**	*15 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Basit sarkacın salınım hareketinin bağlı olduğu değişkenleri açıklayabilme.*	

Yönerge : *Aşağıdaki metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.*

İnsanlar tarafından zamanın ölçülmesi uzun yıllar öncesine dayanmaktadır. Zamanın ölçümü için bilim insanları çeşitli araçlar geliştirmiş olup bu araçların başında saatler gelir. Horoloji bu uğraşların ismi olup saat yapımı bilimi anlamına gelir. Saat bilimi önceleri sadece mekanik saatleri incelerken zaman ölçümünde en iyi doğruluk ve kesinlik için mekanik saatlerin yerini alan elektronik saatleri de inceler. Saatlerin sarkaçlı, kurmalı, güneş saati, kum saati, su saati ve atomik saat gibi çeşitleri bulunur. Aşağıdaki görselde mekanik saatlerden olan uzun kasalı saat ve bu saatin mekanizmasına ait çapalı saat maşası verilmiştir.



Görsel: Uzun kasalı mekanik saat ve saatin mekanizmasına ait çapalı saat maşası

Mekanik saatlerin çoğunda sarkaç 3 ile 6 derece arasında küçük genlikli salınımlar yapar. Hemen hemen tüm uzun kasalı sarkaçlı saatler saniyeleri vuran sarkaç olarak da bilinir. Bu adlandırmaya neden olan durum sarkacın her salınımının ya da bir sağa veya bir sola hareketinin bir saniye sürdüğü anlamına gelmesidir. Saniyeleri vuran sarkaçlar yaklaşık bir metre uzunluğunda olup uzun ve dar bir kasa gerektirir. Sarkaç, serbestçe sallanabilmesi için bir nokta etrafında sağa sola salınım hareketi yapacak şekilde asılı bir ağırlıktan ibarettir. Sarkaç, durgun denge konumundan çok küçük genlikle çıkarılıp serbest bırakıldığında sağa ya da sola doğru yer değiştirme hareketi yapar. Yer çekimi nedeniyle onu denge konumuna geri hızlandıracak bir yer çekimi kuvvetine maruz kalır. Bu sebeple sarkacın ucundaki kütle denge konumu etrafında ipin uzunluğuna bağlı olarak sağa sola salınım yapar. Döngü esnasında en uç noktalarda ve denge noktasında sarkacın kütlesi üzerinde bir enerji dönüşümü meydana gelir ve sarkaç, bir tam döngü süresince bir sola bir sağa salınım yapar.

Sorular

1. Basit sarkaç denge konumundan bir miktar çıkarılıp serbest bırakıldığında ucundaki kütlenin tekrar aynı noktaya gelmesi için geçen süre nedir? Bu süreyi etkileyen faktörler nelerdir? Açıklayınız.

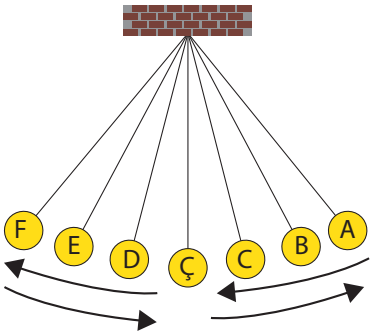
.....

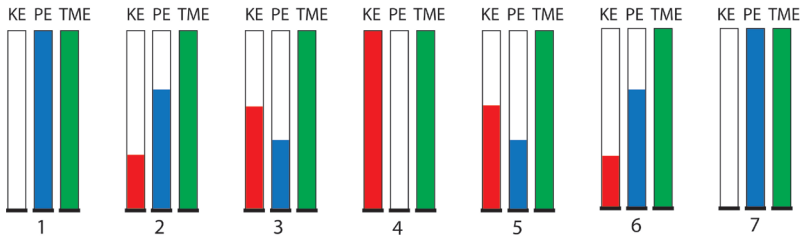
.....

2. Aşağıdaki şekilde metinde ele alınan mekanik saatte bulunan basit sarkacın hareketi ve izlediği yörünge üzerindeki konumları harfler ile verilmiştir. Basit sarkacın bu harflerin bulunduğu noktaya geldiğinde enerji durumları ise numaralandırılmış sütun grafikleri ile gösterilmiştir. Hangi sütun grafiğinin hangi geçiş noktasına ait olduğunu belirleyerek Tablo 1'i doldurunuz.

.....

.....





KE: Kinetik Enerji, **PE:** Potansiyel Enerji, **TME:** Toplam Mekanik Enerji

Tablo 1

1	2	3	4	5	6	7

3. Aşağıdaki Tablo 2'de metin ve 2. soru ile ilişkilendirilen cümleler verilmiştir. Bu cümlelerde noktalı olarak verilen boşlukları doldurarak tabloyu tamamlayınız.

Tablo 2

1. Basit sarkaçta denge noktası …… harfinin olduğu noktadır.
2. Sarkacın A noktasından tekrar A noktasına gelme süresine …… denir.
3. Sarkaçtaki kütleyi artırdığımızda sarkacın A noktasından tekrar A noktasına gelme süresi ……
4. Sarkaç tipli bir saat kutuplarda ayarlandıktan sonra Ekvator'da kullanmak istenirse bu saat zamanı ……. gösterir.
5. Bir sarkaçlı saatin periyodu arttığında saat ……zamanı gösterir, azaldığında …….. zamanı gösterir.
6. Sarkaçlı bir saat eğimli bir duvara asıldığında saatin periyodu …….
7. Bir basit sarkacın uzunluğu artırıldığında periyot ……

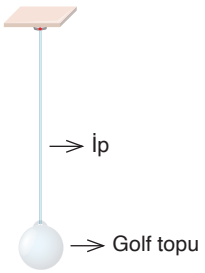
2. ÜNİTE : **BASİT HARMONİK HAREKET > 2.1. Basit Harmonik Hareket**
Kavram : *Uzanım, Genlik, Denge Noktası*
Genel Beceriler : *Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**KONUMA GÖRE DEĞİŞEN KAVRAMLAR**	*20 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Uzanım, genlik ve denge noktası kavramlarını açıklayabilme.*	

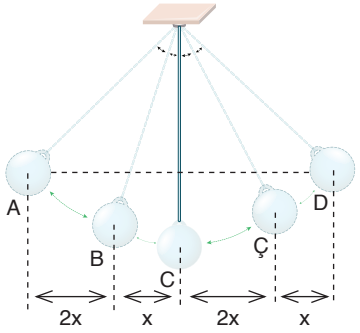
Yönerge: *Aşağıdaki metinden faydalanarak soruları cevaplayınız.*

KONUMA GÖRE DEĞİŞEN KAVRAMLAR

Basit harmonik hareket, bir cismin belirli iki nokta arasında yaptığı salınım veya titreşim hareketidir. Bu hareket, günlük hayatta karşımıza birçok yerde çıkmaktadır. Salıncakta sallanan bir çocuğun yaptığı hareket, bağlama çalarken telin yaptığı hareket, ritim tutmak için kullanılan metronomun yaptığı hareket basit harmonik harekete örnektir.
Basit harmonik hareketi incelemek için bir basit sarkaç tasarlayalım. Ağırlığı ihmal edilebilecek kadar az olan bir ipin ucuna golf topunu bağlayıp bunu tavana asarsak bir basit sarkaç elde edebiliriz (Şekil 1). Bu basit sarkacı sürtünmesiz bir ortamda A noktasına kadar çekip serbest bıraktığımızı düşünelim (Şekil 2).



Şekil 1: Basit sarkaç



Şekil 2: Basit sarkacın hareketi

Golf topu ilk önce belli bir hız kazanarak B noktasına, daha sonra en büyük hız değerine sahip olduğu C noktasına gelecektir. C noktasını geçtiği andan itibaren hızı azalarak Ç noktasına gelecek, son olarak da D noktasına gelip anlık (çok kısa bir süre) duracaktır. Burada A ve D noktaları genlik, B ve Ç noktaları uzanım noktalarıdır. Genliğin değeri 3x, B noktasındaki uzanım x, Ç noktasındaki uzanım ise 2x'tir. Golf topu daha sonra geldiği yoldan geri dönerek sırasıyla Ç, C, B ve A noktalarına gelecektir. Bu hareket, sürtünmesiz ortamda enerji kaybı olmayacağı için sonsuza kadar devam edecektir. Ancak günlük yaşantımızda havanın cisimlere uyguladığı bir sürtünme kuvveti vardır ve bu sürtünme kuvveti cismin enerjisinin azalmasına neden olur. Bundan dolayı golf topu sonsuza kadar A – D arasında hareket edemez. Golf topunun enerjisi bittiğinde C noktasında durarak dengede kalır. Golf topu C noktasının dışındaki hangi noktadan serbest bırakılırsa bırakılsın enerjisi bittiğinde daima C noktasında durur. C noktası golf topu için denge noktasıdır.

Sorular

1. Metinden hareketle denge noktası kavramını açıklayınız.

.....

.....

2. Metinden hareketle uzanım ve genlik kavramını nasıl açıklarsınız?

.....

.....

3. Denge noktası, uzanım ve genlik kavramları arasındaki ilişkiyi nasıl açıklarsınız?

.....

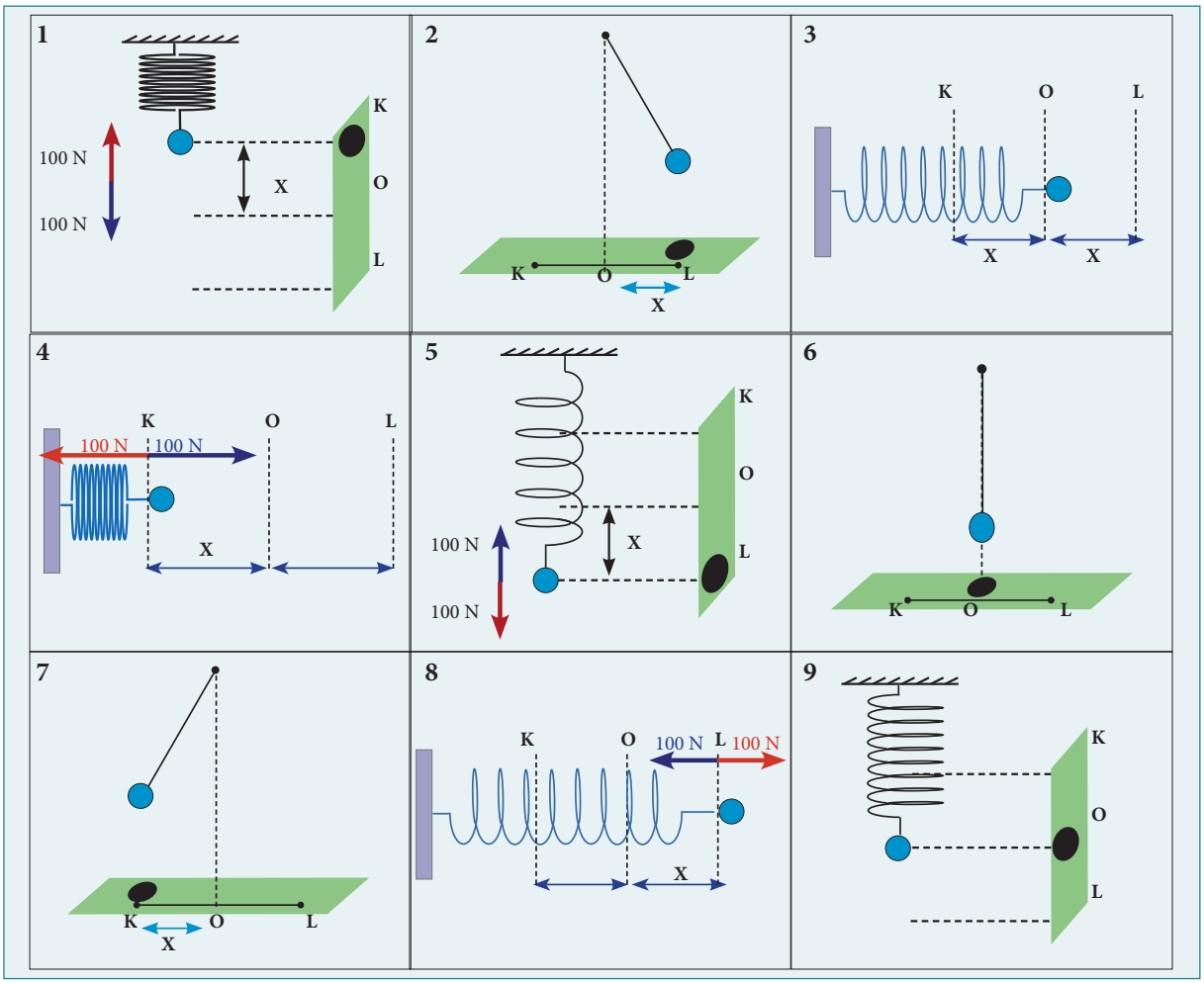
.....

Hazırlayan: *Musa ÖZCAN*

2. ÜNİTE : **BASİT HARMONİK HAREKET > 2.1. Basit Harmonik Hareket**
Kavram : Geri Çağırıcı Kuvvet
Genel Beceriler : Eleştirel Düşünme Becerisi, İş Birliği Becerisi
Alan Becerileri : Çıkarım Yapma Becerisi, Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Çalışmanın Adı	**DÖN GERİYE**	20 dk.
Çalışmanın Amacı	Geri çağırıcı kuvveti	

Yönerge: *Aşağıda verilen yapılandırılmış gridde numaralandırılmış kutucuklardaki yay ve basit sarkaçtan oluşan düzenekleri inceleyiniz. Kutucuklardaki görüntüler yayların düşeyde ya da yatayda x kadar sıkıştırılarak basit sarkaçların da yatayda x kadar çekilip serbest bırakılması sonucu elde edilmiştir.*



Kutucuk numaralarını kullanarak yayların ve basit sarkaçların kutucuktaki hareketi ile ilgili aşağıdaki soruları sıra arkadaşınızla yapacağınız iş birlikli yöntemle cevaplayınız.

Sorular

1. Kutucukların hangisinde denge noktasında iken cisme etki eden bileşke kuvvet sıfırdır?

2. Kutucuklardan hangisinde yay/basit sarkaç serbest bırakıldığında yayda ve basit sarkaçta oluşan geri çağırıcı kuvvet, cismi denge noktasına doğru hareket ettirir?

3. Kutucuklardan hangisinde geri çağırıcı kuvvetin etkisiyle kinetik enerji kazanan cisim denge noktasına kadar gelir?

4. Kutucuklardan hangisinde geri çağırıcı kuvvetin etkisiyle O denge noktasına gelirken cismin hızı artar?

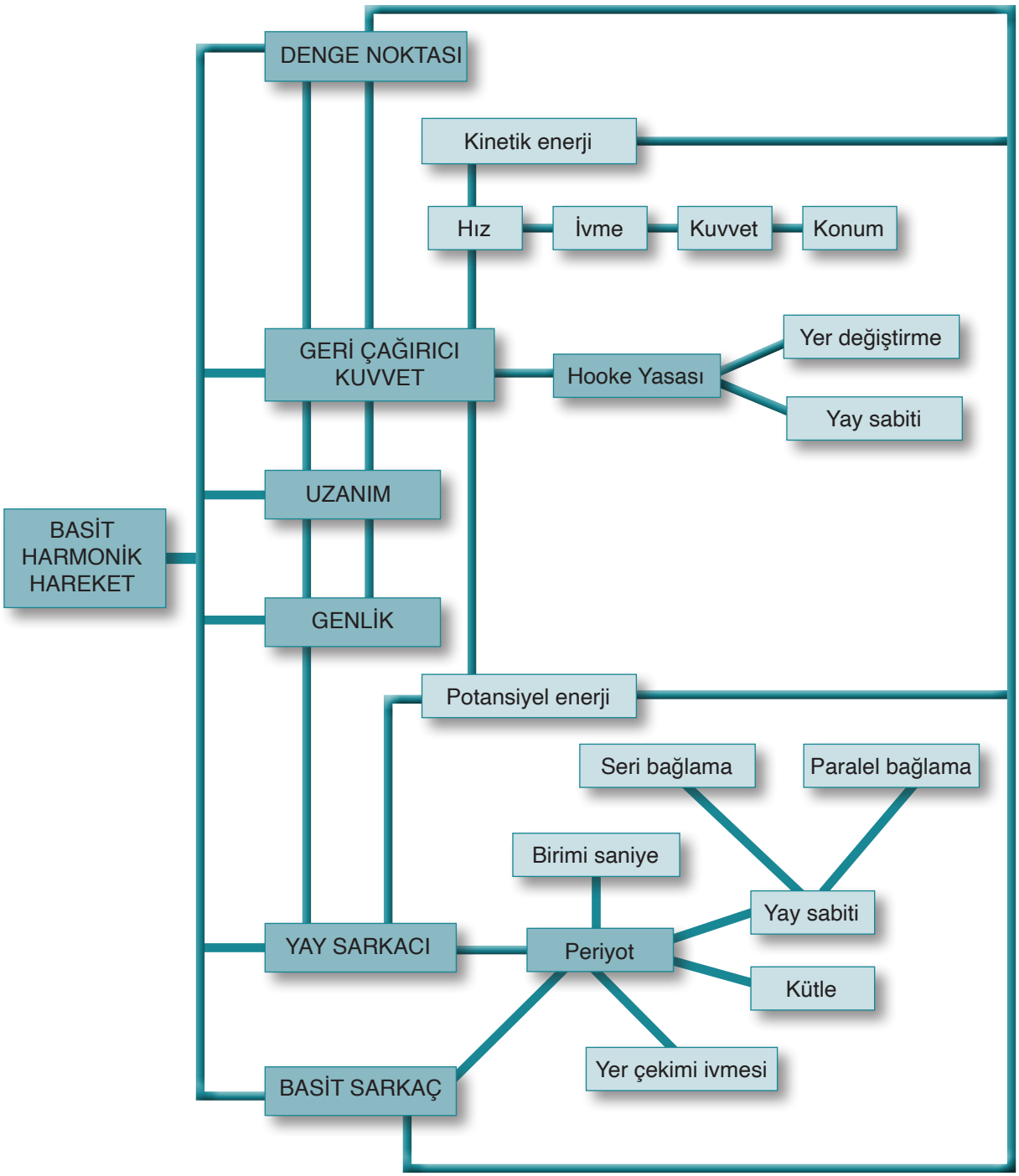
5. Kutucuklardan hangisinde basit harmonik hareket yapan bir cismin konum vektörüyle geri çağırıcı kuvvet vektörü daima birbirine zıt yönlüdür?

6. Yukarıdaki sorulara verdiğiniz cevaplardan hareketle basit harmonik harekette geri çağırıcı kuvveti açıklayarak özelliklerini belirtiniz.

2. ÜNİTE : **BASİT HARMONİK HAREKET > Ünite Sonu Çalışması**
Kavram : Ünite Kavramları
Genel Beceriler : İş Birliği Becerisi
Alan Becerileri : Çıkarım Yapma Becerisi

Çalışmanın Adı	**AÇIKLAMA YAPABİLİRİM**	15 dk.
Çalışmanın Amacı	Basit harmonik hareket ünitesindeki kavramları birbiriyle ilişkilendirebilme.	

Yönerge: *Aşağıdaki şemada basit harmonik hareket ünitesine ait kavramların birbirleri ile ilişkilerini gösteren bir kavram haritası verilmiştir. Kavram haritasındaki kavramlarla oluşturacağınız açıklamaları aşağıdaki tabloya yazınız. Açıklamalarınızı sıra arkadaşınızın açıklamalarıyla karşılaştırarak eksik kalan noktaları tamamlayınız.*



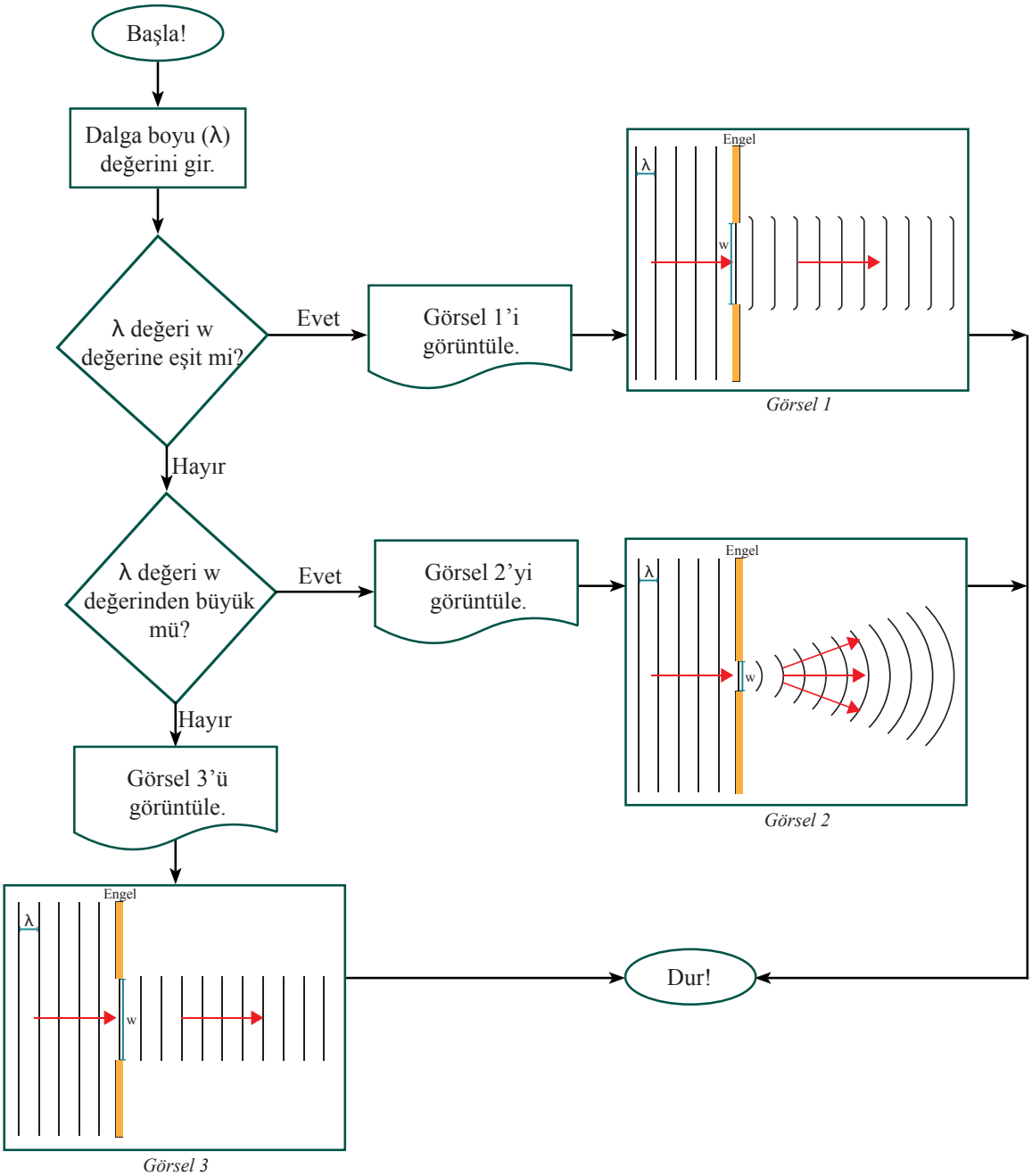
KAVRAMLARLA İLGİLİ AÇIKLAMALARIM
Kütle yay sisteminde denge noktasında iken cisim üzerine etki eden bileşke kuvvet sıfırdır.
Sürtünmesiz yatay bir düzlem üzerinde gerilmemiş veya sıkıştırılmamış yay sabiti k olan yayın ucuna bağlı m kütleli cismin bulunduğu konum, denge noktası olarak ifade edilir.

3. ÜNİTE : **DALGA MEKANİĞİ > 3.1. Dalgalarda Kırınım, Girişim ve Doppler Olayı**
Kavram : *Kırınım*
Genel Beceriler : *Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**AKIŞ ŞEMASINI OKUYORUM**	*15 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Kırınım kavramını açıklayabilme.*	

Yönerge: *Metinden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

Fizik öğretmeni anlatmak istediği konu için bir akış şeması hazırlar. Öğretmen, öğrencilerine bu şemada durgun su yüzeyinde oluşturulan iki engel arasındaki genişliğin $w = 5 \cdot 10^{-5}$ cm olarak kabul edildiğini belirtir ve şu açıklamayı yapar: "Akış şemasının amacı, λ dalga boylu doğrusal su dalgalarının engel aralığı w olan engellere gönderildiğinde kırınıma uğrayıp uğramadığını gözlemlemektir." Daha sonra öğrencilerden akış şemasına göre λ dalga boyuna değerler vermelerini ve bu değerlere göre kırınımın hangi koşullarda gerçekleşeceğini gözlemlemelerini ister. Öğrencilerin verdikleri dalga boyu değerine göre ortaya çıkan akış şeması aşağıdaki gibidir.



Görsel 1

Görsel 2

Görsel 3

Sorular

1. Akış şemasından edindiğiniz bilgilerden yararlanarak kırınım kavramını açıklayınız.

2. Kırınım olayını etkileyen değişkenleri belirtiniz. Derinliği sabit bir dalga leğeninde ilerleyen doğrusal su dalgalarında kırınım olayının gerçekleşmesi için belirttiğiniz değişkenler arasında olması gereken ilişkiyi açıklayarak gerçekleşmediği durumda ne yapılabileceğini açıklayınız.

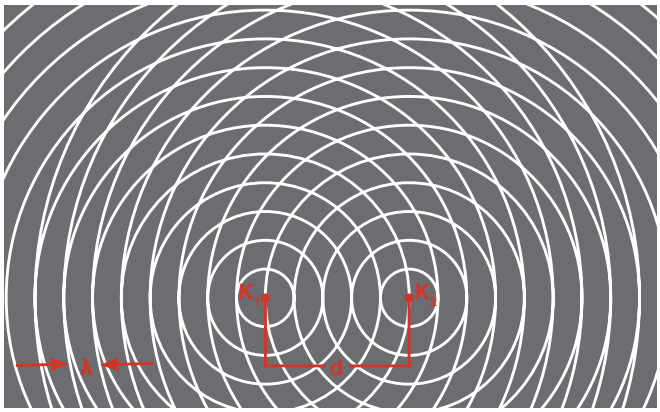
3. Kırınım olayı ışıkta da gerçekleşebilir mi? Nedenleriyle açıklayınız.

3. ÜNİTE ***: DALGA MEKANİĞİ > 3.1. Dalgalarda Kırınım, Girişim ve Doppler Olayı***
Kavram *: Girişim*
Genel Beceriler *: Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri *: Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**AYDINLIK VE KARANLIK**	*15 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Girişim kavramını açıklayabilme.*	

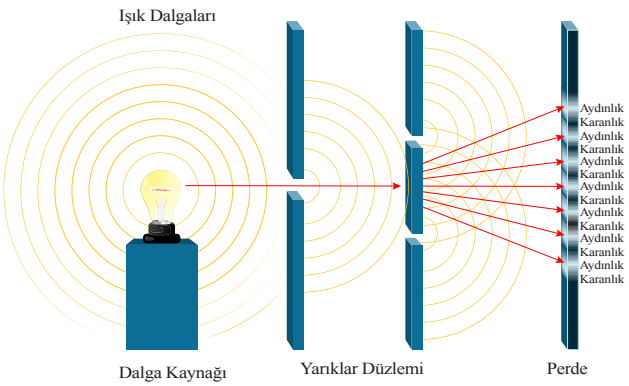
Yönerge: *Metinden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

Durgun bir suya taş atılırsa iç içe dairesel dalgalar oluşur. Benzer şekilde bir dalga leğenine ucunda top şeklinde küçük nesneler bulunan iki çubuk daldırılıp bu çubuklar elektrikli bir motora bağlanırsa suyun içinde aynı fazda ve eşit periyotlu dalgalar oluşur. Bu dalgalar birbirlerini birçok noktada keser. Dairesel su dalgaları birbirlerinin içinden geçerken dalga tepeleri ve dalga çukurları bazı noktalarda birbirlerini güçlendirir, bazı noktalarda birbirlerini söndürür. Dalga tepeleri ve dalga çukurlarının birbirlerini güçlendirdikleri noktalara dalga katarı (karın çizgisi) denir. Dalga tepesi ve dalga çukurlarının üst üste gelmesiyle oluşan titreşimsiz noktalara da düğüm noktası denir. Aynı anda çalıştırılan iki noktasal kaynağın oluşturduğu girişim deseni (Görsel 1) dalgaların genel bir özelliğidir.



Görsel 1: Su dalgalarının girişim deseni

Peki, ışık için durum nasıldır? Geçmişte ışığın doğasının ne olduğu konusu bilim insanlarını ikiye bölmüştür. Isaac Newton (Ayzek Nivtın), ışığın atom benzeri çok hızlı hareket eden parçacıklardan oluştuğunu ileri sürmüştür. Thomas Young (Tamıs Yang) ise gerçekleştirdiği deneyde ışık ışınlarının uygun koşullarda birbirleriyle girişim yaptığını göstererek ışığın dalga doğasını açıklamıştır. Aynı fazda, aynı genlikte ve aynı dalga boyunda iki ışık ışını elde etmek, dalga leğeninde su dalgası elde etmek kadar kolay olmaz. Bu nedenle Görsel 2'de örneklendirildiği gibi karanlık bir ortamda ışık ışınları, tek yarıklı bir engelden geçerek iki yarıklı engele ulaşır. Bu iki yarıklı engelden geçerken aynı anda çalıştırılan iki ışık kaynağı gibi davranan ışık ışınları, ekranda aydınlık ve karanlık saçaklar oluşturur. Karanlık saçaklar su dalgalarındaki düğüm çizgilerine, aydınlık saçaklar ise dalga katarlarına benzer.



Görsel 2: Işıkta girişim

Sorular

1. Yukarıda verilen bilgilere göre girişim kavramını kısaca açıklayınız.

2. Işık ışınlarında da girişim olayının gözlemlenmesinin önemi nedir? Açıklayınız.

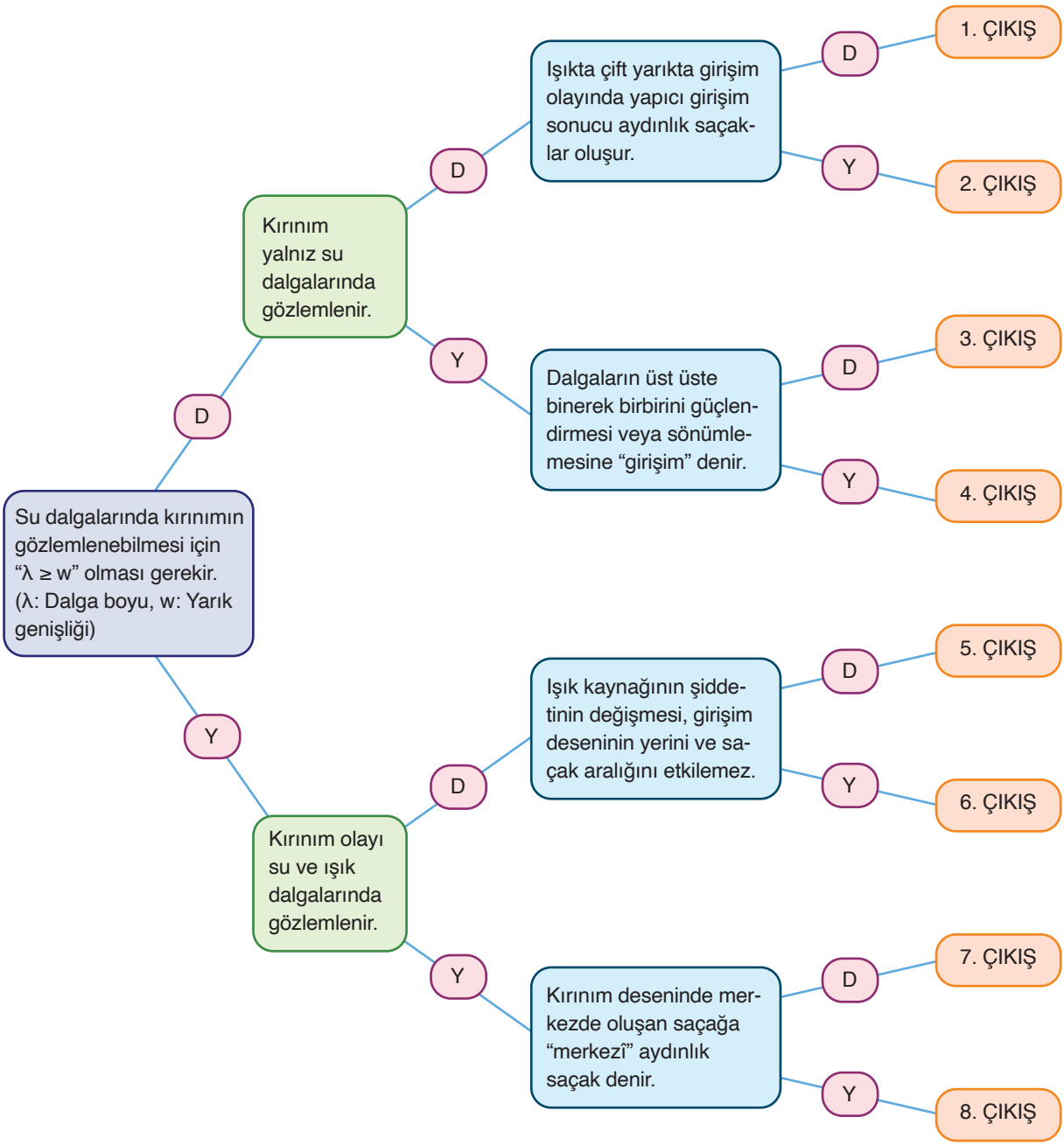
3. Ses dalgalarında girişim olayına günlük hayattan örnek veriniz. Açıklamanızı sıra arkadaşınızın cevabıyla karşılaştırarak değerlendiriniz.

3. ÜNİTE : **DALGA MEKANİĞİ > 3.1. Dalgalarda Kırınım, Girişim ve Doppler Olayı**
Kavram : *Kırınım, Girişim*
Genel Beceriler : *İş Birliği Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**SU VE IŞIK DALGALARINI KARŞILAŞTIRALIM**	*20 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Kırınım ve girişim kavramlarını ayırt edebilme.*	

Yönerge: *Aşağıdaki şema tanılayıcı dallanmış ağaç tekniği ile hazırlanmıştır. Soldaki ilk kutudan başlayarak her doğru (D) ya da yanlış (Y) cevabınıza göre çıkışlardan sadece birini işaretleyiniz. Vereceğiniz cevaplarla sekiz çıkış noktasından doğru olan çıkışı işaretleyiniz. Cevaplarınızı sıra arkadaşınızın cevapları ile karşılaştırarak eksik kalan noktaları tamamlayınız.*

SU VE IŞIK DALGALARINI KARŞILAŞTIRALIM



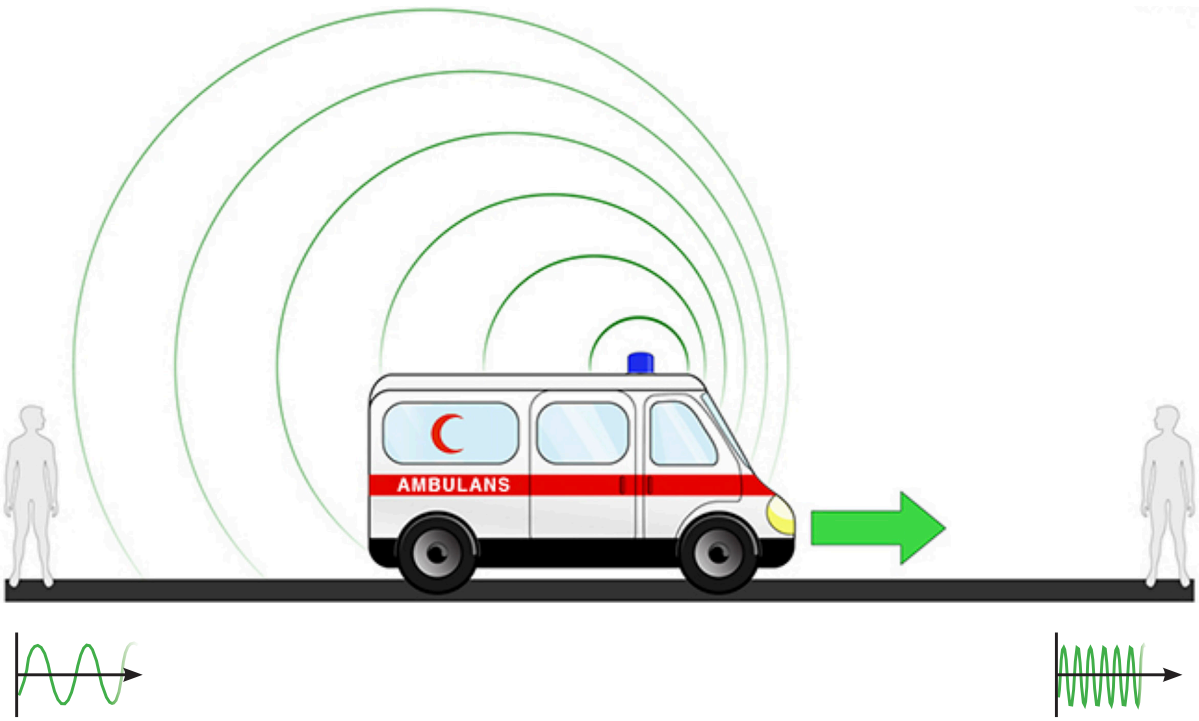
3. ÜNİTE *: **DALGA MEKANİĞİ > 3.1. Dalgalarda Kırınım, Girişim ve Doppler Olayı***
Kavram : Doppler Olayı
Genel Beceriler : Eleştirel Düşünme Becerisi
Alan Becerileri : Çıkarım Yapma Becerisi

Çalışmanın Adı	**AMBULANSIN SİRENİ**	*15 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Doppler olayını açıklayabilme.*	

Yönerge: *Aşağıdaki metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.*

AMBULANSIN SİRENİ

Emre, kaldırımda yürürken caddeden geçen ambulansın siren sesinin giderek arttığını, uzaklaşmaya başladığındaysa sesin giderek azaldığını gözlemlemiştir (bk. Görsel). Bunun üzerine Emre, bir an kendisini ambulansı kullanan kişi olarak hayal etti ve sesin frekansının değişmeyeceğini aklından geçirdi. Emre, ambulansa göre konumu değişmeyeceği için sesin frekansının da aynı olacağını, kaynak ve gözlemci hareket etmeye başladığında durumun değiştiğini biliyordu.



Görsel: Ambulansın siren sesinin konuma göre farklı algılanması

Emre, geçen dönem fizik dersinde tuttuğu notları gözden geçirmeye karar verdi. Notlarının birinde "Kaynak ve gözlemci birbirlerinden uzaklaşıyorsa algılanan sesin frekansı azalır, kaynak ve gözlemcinin birbirine yaklaşması durumunda ise aksine sesin frekansı artar. Aynı ortamda kaynağın frekansı ve hızı sabit olduğunda ses dalgalarının gözlemciye ulaşma süresi değişir. Böylece gözlenen dalgaların frekansı değişir." şeklinde yazılı bilgiyi okudu. Bu bilgilerle tanık olduğu ses frekansı arasında ilişki kurduğunda ses gibi ışık dalgaları da kaynak ve gözlemcinin hareketine bağlı olarak dalga boylarına göre farklı algılanmalıydı. Birden aklına dersin işlenişi sırasında bunun özel addan oluşan bir kavram olduğu geldi ve bu kavramın ne olduğunu düşündü. "Dop…" ile başladığından emindi ve birden "Doppler" kelimesi dilinin ucuna geliverdi. Evet, doğru hatırlamıştı. Avusturyalı bilim insanı Christian Doppler'in 19. yüzyılda açıkladığı bilimsel bilgiler olduğunu sıra arkadaşı Ercan'ın sunumundan öğrenmişti. İnsan gözünün algıladığı ışık ışınları (elektromanyetik dalgalar) olduğunda "Doppler olayı" algılanan ışık ışınlarının renginin değişmesine sebep oluyordu.

Örneğin Dünya'ya yaklaşan gök adalardan gelen ışığın frekansı artarken Dünya'dan uzaklaşan gök adalardan gelen ışığın frekansı azalıyordu. İnsan gözünün algıladığı renklerin en düşük frekanslı olanı kırmızı ışık, en yüksek frekanslı olanıysa mavi-mor ışık idi. Bu yüzden Doppler olayı nedeniyle frekansı artan ışık ışınlarının renginin maviye, frekansı azalan ışık ışınlarının renginse kırmızıya kaydığını öğrenmişlerdi. Dünya'ya yaklaşan gök adalardan gelen ışığın maviye, uzaklaşan gök adalardan gelen ışığın ise kırmızıya kaydığı da yine arkadaşının hazırladığı sunumdan öğrendikleri arasındaydı.

Emre öğrendiklerini arkadaşı Ercan ile tekrar ederken "İyi ki fizik bilimi var." diye düşündü.

Sorular

1. Metne göre ambulans sabit bir frekansta siren çalarken Emre'nin farklı konumlarda farklı frekanslarda sesler duymasının nedeni nedir? Açıklayınız.

2. Emre'nin yaşadıklarından yola çıkarak ses ve ışıkta Doppler olayının sonuçlarını açıklayınız.

3. Metinden hareketle Doppler olayını tanımlayınız.

3. ÜNİTE ***: DALGA MEKANİĞİ > Ünite Sonu Çalışması***
Kavram : Ünite Kavramları
Genel Beceriler : Eleştirel Düşünme Becerisi, İş Birliği Becerisi
Alan Becerileri : Çıkarım Yapma Becerisi

Çalışmanın Adı	**KAVRAMLARI BULUYORUM**	*20 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Dalga mekaniği ünitesindeki kavramları ilişkilendirebilme.*	

1. Yönerge: *Aşağıdaki kutucuklarda dalga mekaniği ünitesinde geçen sözcükler/kavramlar karışık şekilde verilmiştir. Verilen sözcükleri/kavramları cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun şekilde yazınız. Çalışmanızı sıra arkadaşınızın çalışması ile karşılaştırarak eksik noktaları tamamlayınız.*

dalga boyu | kaynaklar arası uzaklık | girişim | Doppler olayı | dalga | yarık genişliği | kırınım deseni | kırınım | dalga katarı | girişim deseni | düğüm çizgisi | çukur | periyot | yarıklar arası mesafe | tepe | ortamın yoğunluğu | frekans

1. Dalgaların, dalga boyuna göre daha küçük bir aralıktan geçerken bükülerek yayılması olayına ……, bu olayda oluşan desene de …… denir.

2. Işık, ses ve su dalgalarında gözlenen frekansların, kaynağın ve gözlemcinin hareketine bağlı olarak farklı algılanmasına …… denir.

3. Su dalgalarında kırınım olayında ……/…… oranı arttıkça kırınım daha net gerçekleşir.

4. Su dalgalarında oluşan girişim deseni …… ile doğru, dalgaların dalga boyu ile ters orantılıdır.

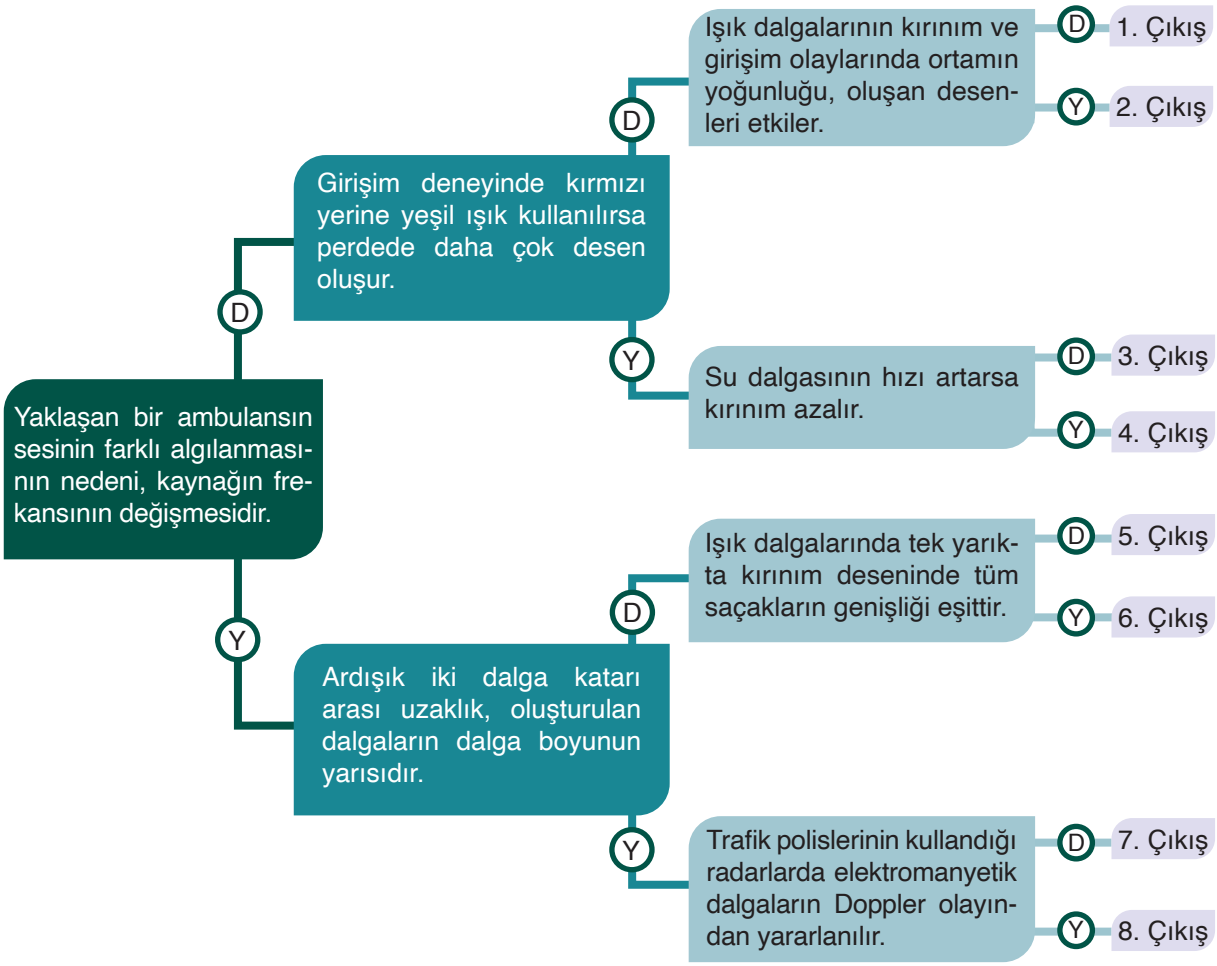
5. İki veya daha fazla dalganın birbirinin içerisinden geçmesi olayına ……, bu olayda oluşan desene de …… denir.

6. Su dalgalarında çift tepe ve çift çukur noktalarının birleştirilmesi ile oluşan çizgilere ……, düğüm noktalarını birleştiren çizgilere de …… denir.

7. Işık dalgalarında kırınım olayında saçak genişliği, yarık ile perde arası uzaklık ve kullanılan ışığın dalga boyu ile doğru; yarık genişliği ve …… ile ters orantılıdır.

8. Işık dalgalarında girişim olayında saçak genişliği, yarık ile perde arası uzaklık ve kullanılan ışığın dalga boyu ile doğru; …… ve ortamın yoğunluğu ile ters orantılıdır.

2. Yönerge: *Aşağıdaki şema dalga mekaniği ünitesinde geçen kavramlara ait "Doğru/Yanlış" nitelikli ifadeleri içeren tanılayıcı dallanmış ağaç tekniği ile hazırlanmıştır. Soldaki ilk ifadeden başlayarak her doğru ya da yanlış cevabınıza göre çıkışlardan sadece birini işaretleyiniz. Vereceğiniz cevaplarla sekiz çıkış noktasından doğru olanı bulunuz.*



4. ÜNİTE ***: ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ VE RADYOAKTİVİTE > 4.1. Atom Kavramının Tarihsel Gelişimi***
Kavram : Enerji Seviyesi
Genel Beceriler : Eleştirel Düşünme Becerisi
Alan Becerileri : Çıkarım Yapma Becerisi

Çalışmanın Adı	**ATOMUN ENERJİ SEVİYELERİ NEYE BENZER?**	*15 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Bir atomun enerji seviyesinin ne anlama geldiğini açıklayabilme.*	

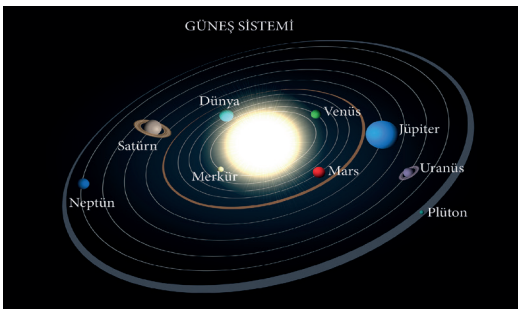
Yönerge: *Aşağıdaki metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.*

Şükrü öğretmen akıllı tahtada atom enerji seviyeleri ile ilgili aşağıdaki bilgileri vererek öğrencilerden bu bilgileri okumalarını ister.

Atomda Enerji Seviyeleri
Bir atomun çekirdeğinden belirli uzaklıklarda elektronların bulunabileceği dairesel yörüngelere enerji seviyesi denir. Enerji seviyesi n ile gösterilir. 1, 2, 3, 4 ... gibi tam sayı değerleri alır. Elektronun, enerjisi en düşük olan enerji seviyesinde (n = 1) kararlı olarak bulunduğu yörüngeye temel hâl denir.

Öğrenciler tahtadaki bilgiyi okuduktan sonra Şükrü öğretmen, öğrencilerinden akıllı tahtada okudukları bilgiden yola çıkarak atom enerji seviyelerini bildikleri bir olguya benzetmelerini ister. Öğrencilerden bazıları aşağıdaki benzetmeleri yapar.

Ebrar: Ben Güneş sistemine benzetiyorum (Görsel 1). Bence atomun çekirdeği Güneş'e, atomun çevresindeki elektronlar ise Güneş'in etrafında dolanan gezegenlere benzemektedir. Gezegenlerin yörüngeleri atomun enerji seviyelerini göstermektedir.



Görsel 1: Güneş sistemi modeli

Nuri: Ben antik tiyatroya (Görsel 2) benzetiyorum. Antik tiyatronun sahnesi çekirdeğe, seyircilerin oturduğu yerler de elektronların enerji seviyelerine benziyor.

Görsel 2: Antik tiyatro

Raşit: Ben bir gökdelene (Görsel 3) benzetiyorum. Zemin kat elektronun temel hâlini gösterirken diğer katlar da enerji seviyelerini göstermektedir.

Görsel 3: Gökdelen

Fatma: Ben atmosferde bulunan katmanlar şeklinde olan bulutlara (Görsel 4) benzetiyorum. Dünya atomun çekirdeğini, bulutlar ise çekirdek etrafındaki elektronların bulunabileceği enerji seviyelerini gösterir.

Görsel 4: Bulut katmanları

Sorular

1. Enerji seviyesi denildiğinde ne anlamalıyız?

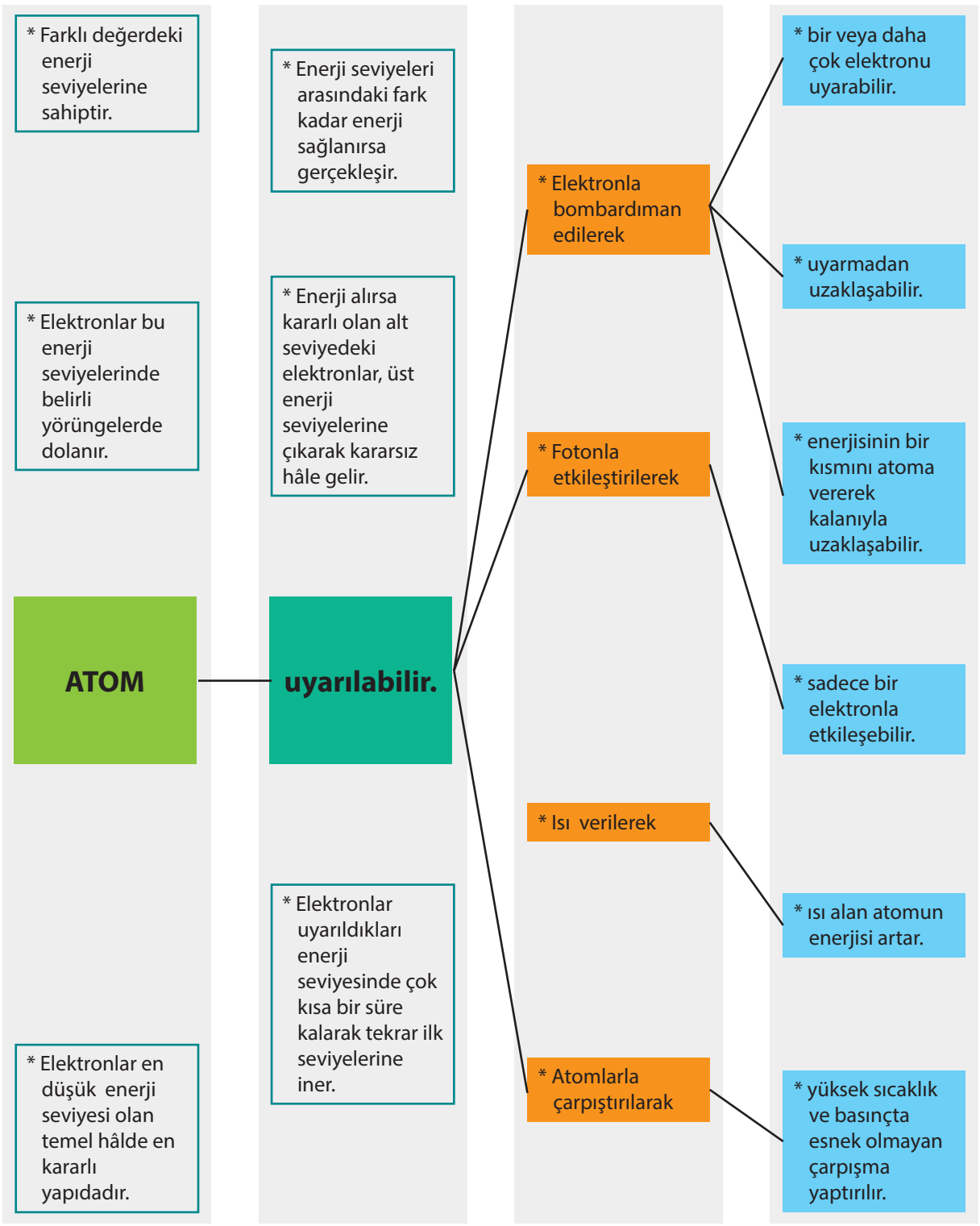
2. Sizce hangi öğrencinin benzetmesi, akıllı tahtada verilen atom enerji seviyeleri bilgilerine en uygun benzetmedir?

3. Size göre atom enerji seviyeleri neye benzemektedir? Kısaca belirtiniz.

4. ÜNİTE : **ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ VE RADYOAKTİVİTE > 4.1. Atom Kavramının Tarihsel Gelişimi**
Kavram : *Atomun Uyarılması*
Genel Beceriler : *Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**KARARLI HÂLDEN KARARSIZ HÂLE**	*10 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Bohr atom teorisine göre atomun uyarılmasını tanımlayabilme.*	

Yönerge: *Aşağıda atomun uyarılması ile ilgili bir dallanmış ağaç modeli verilmiştir. Modeli inceleyerek soruları cevaplayınız.*



Sorular

1. Atomun uyarılmasını açıklayarak atomun uyarılmasında izlenen yolları belirtiniz.

2. Bir atomun elektronla uyarılması ile fotonla uyarılması arasındaki fark nedir? Açıklayınız.

3. Aşağıdaki tabloda bir atomun elektronlarının temel durumu ve uyarılmış durumuna ait özellikler verilmiştir. Hangi özelliğin hangi duruma ait olduğunu ilgili boşluklara işaretleyerek tabloyu tamamlayınız.

ÖZELLİKLER	TEMEL DURUM	UYARILMIŞ DURUM
En düşük enerjili durumdur.		
Kısa ömürlü durumdur.		
Bu durumdaki elektron, atomun çekirdeğine daha uzaktır.		
Elektronların mümkün olan en alt seviyede bulunduğu durumdur.		
Kararsız durumdur.		
Bir atom, iki enerji seviyesi farkı kadar enerji alırsa bu duruma geçer.		

4. ÜNİTE : ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ VE RADYOAKTİVİTE > 4.1. Atom Kavramının Tarihsel Gelişimi
Kavram : İyonlaşma
Genel Beceriler : Eleştirel Düşünme Becerisi
Alan Becerileri : Çıkarım Yapma Becerisi

Çalışmanın Adı	**GİTMESİNE ENGEL OLABİLİR MİSİN?**	*20 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Bohr atom teorisine göre iyonlaşma kavramını tanımlayabilme.*	

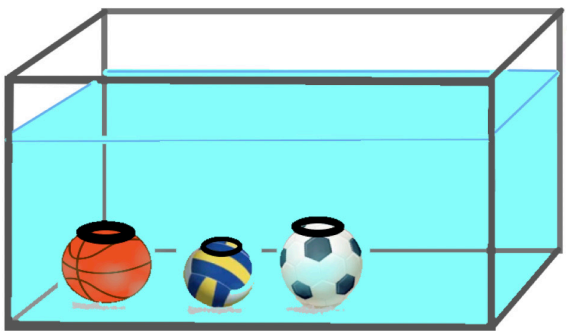
Yönerge: *Metinden faydalanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

GİTMESİNE ENGEL OLABİLİR MİSİN?

Fizik öğretmeni Hayrettin Bey'den proje ödevi olarak "iyonlaşma" konusunu alan Mertcan, sunumunu konu ile bağdaşan, herkesin gözlemleyebileceği ve kolay biçimde anlayabileceği bir örnekle hazırlamak ister.

Mertcan'ın yaptığı sunum ve öğretmeni ile olan diyaloğu aşağıda verilmiştir.

Mertcan: Sunumuma başlarken, iyonlaşma kavramının anlaşılabilmesi için öncelikle iyon kavramının iyi öğrenilmesi gerektiğini düşünüyorum. Bu nedenle geçmiş derslerimizdeki bilgilerimizle bu kavramı hatırlayalım. Atomlar kararsız yapılarından kurtulmak ve kararlı hâle gelebilmek için elektron alma ya da verme eğilimindedirler. Bu davranışlar için enerji gerekmektedir. İşte bu enerji sayesinde atomdaki elektronların koparılması ya da eklenmesi sonucunda iyon oluşumu gerçekleşir. Benzeştirme modelimizde elektron koparılması davranışını incelemek istiyorum.



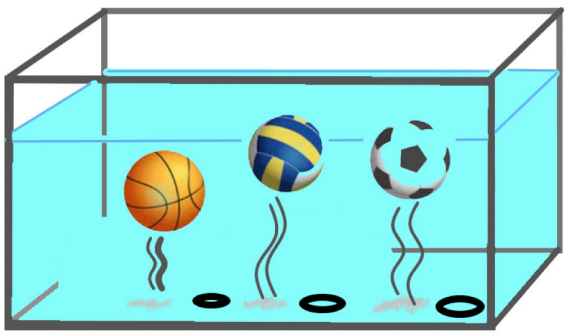
Görsel 1: Su dolu akvaryumda basketbol, voleybol ve futbol topları ile topların üzerine konulmuş farklı kütlelerde demir halkalar

Düzeneğimizde içi su dolu akvaryumun dibine yerleştirilmiş basketbol, voleybol ve futbol topları ile bu topları o konumda tutabilmek için bu topların üzerine konulmuş farklı kütlelerde demir halkalar bulunmaktadır (Görsel 1).

Hayrettin Bey: Peki, bu demir halkalar neden farklı kütle değerinde? Hepsi eşit olsa olmaz mı?

Mertcan: Öncelikle düşünmemiz gereken durum, topların bu konumdayken herhangi bir biçimde hareket edememesidir. Çünkü demir halkalar, topların yerinde kalmaları için gerekli engeli oluşturacak kuvveti iletmiştir. Ancak her topun farklı kütlede olması onları engelleyecek kuvvetin de birbirinden farklı olmasını gerektirir. Örneğin basketbol topunu kabın tabanında tutan demir halka, voleybol topununkinden daha büyük kütle değerine sahip olmalıdır.

Şimdi düzenekteki halkaları topların üzerinden aldığımızı düşünelim. Her bir topun yukarı doğru çıktığını ve tabandaki sıkışma pozisyonundan kurtulduğunu görebiliriz (Görsel 2).



Görsel 2: Topların üzerindeki demir halkalardan kurtularak yüzeye doğru çıkması

Hayrettin Bey: Burada anlatmak istediğin durum ya da olaya benzettiğin ögeleri açıklar mısın?

Mertcan: Tabii ki… Kısaca anlatmak istersek demir halkalar topların üzerinde sanki bir atomun iyonlaşma sürecini temsil eden enerji gibi engel oluşturmuştur. Elektronun yörüngeden koparılması için gereken enerji bu demir halka gibi top üzerinde baskı meydana getirmiştir. Gerekli enerji verilirse elektron koparılıp serbest kalarak yüklü hâle geçer ve sonraki süreç içinde atom, iyon hâline gelir.

Hayrettin Bey (Sınıfa dönerek): Arkadaşlar, artı yüklü bir iyon oluşturmak için önce atomun içinde var olan elektronun koparılması gerekir. Yine bunun için belirlenen elektriksel gerilimden kurtulmasına yetebilecek seviyedeki enerjinin de dış kaynaktan alınması gerekir.

İyonlaşma, bir atomun iyon hâline gelme sürecinin tamamına verilen addır. Gereken enerji miktarı ise iyonlaşma enerjisi olarak adlandırılır.

Biliyorsunuz ki atomun uyarılması için çeşitli yollar mevcuttur. Örneğin elektron ile uyarılmayı ele alalım.

Elektronun kinetik enerjisi, atomun iyonlaşma enerjisine eşit ya da iyonlaşma enerjisinden büyükse elektron, atomu uyarıp iyonlaştırabilir. Uyarılan atomun elektronu, foton yayarak yeniden temel hâle geri döner. Yine aynı şekilde iyonlaşma enerjisine eşit veya iyonlaşma enerjisinden büyük enerjiye sahip foton, atomdan elektron koparak atomun iyonlaşmasına neden olur.

Sorular

1. Metne göre iyonlaşma kavramını tanımlayınız.

2. Mertcan'ın yaptığı sunumda hangi ögeler birbirine benzetilmiştir? Açıklayınız.

3. Atomun üzerinde elektron ve fotonun uyarılma ile ilgili farklılığı nedir?

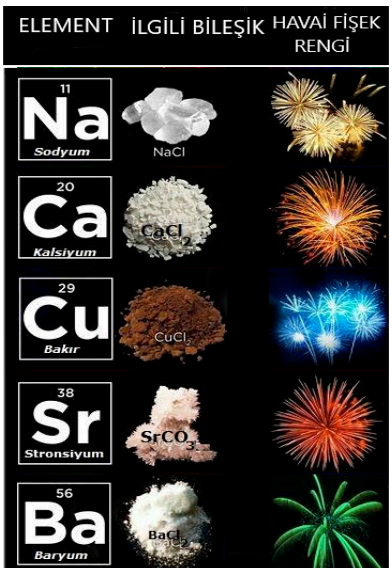
4. ÜNİTE : ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ VE RADYOAKTİVİTE > 4.1. Atom Kavramının Tarihsel Gelişimi
Kavram : Işıma
Genel Beceriler : Eleştirel Düşünme Becerisi
Alan Becerileri : Çıkarım Yapma Becerisi

Çalışmanın Adı	**IŞILDIYORUM**	20 dk.
Çalışmanın Amacı	Bohr atom teorisine göre ışıma kavramını tanımlayabilme.	

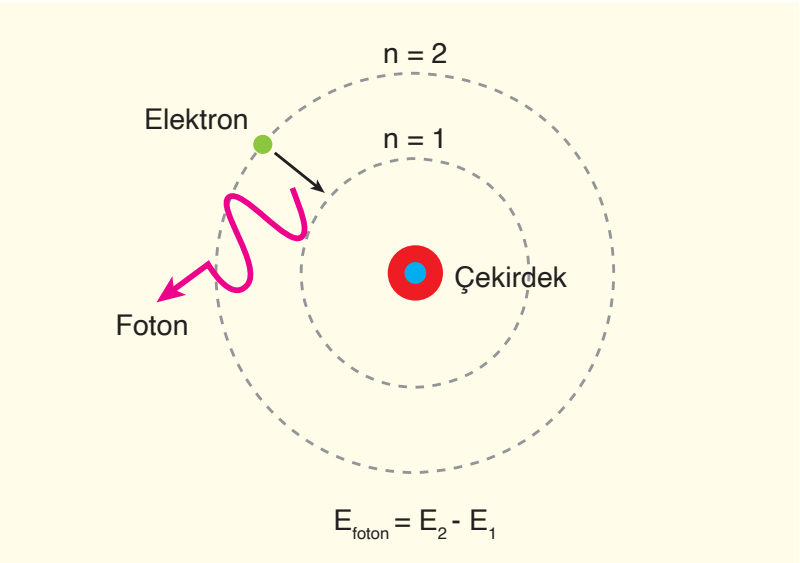
Yönerge: *Metinden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

Bir atomun uyarılmasıyla elde edilen ışınlar sayesinde hem çevremiz aydınlanır hem de teknolojik gelişmelerde kullanılabilecek ortamlar (röntgen cihazları) elde edilir. İnsan hayatının hem mecazi hem de gerçek anlamda renklenmesini sağlayan ışınları oluşturmanın çeşitli yolları vardır. Işıma ya da emisyon, atomun dış etkilerle uyarılması sonucu ortaya çıkan bir durumdur.

Havai fişeklerin rengi (Şekil 1) ile taşan çorbanın alevde bıraktığı izin birbiriyle bağlantılı olabileceğini düşündünüz mü? Aşağıdaki Şekil 2'de elektronun bir üst enerji seviyesinden alt enerji seviyesine geçişi ve bu geçiş sırasında etrafa yayılan fotonun şematik çizimi verilmiştir.



Şekil 1: Bazı elementlerden elde edilen havai fişekler ve renkleri



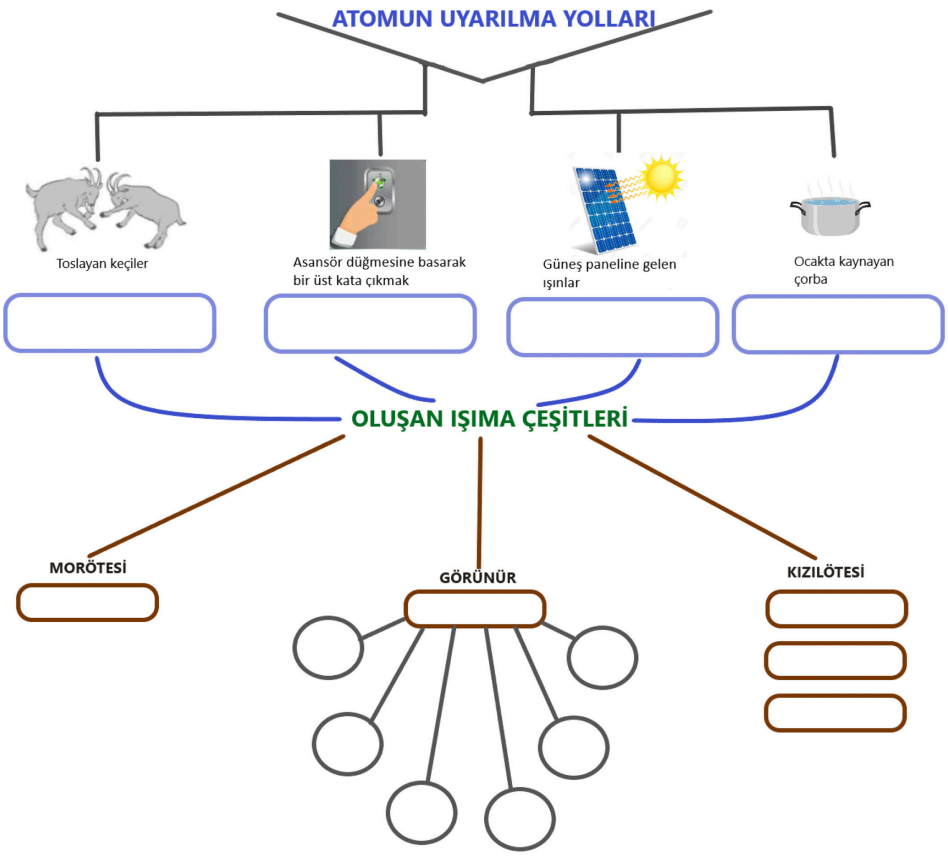
Şekil 2: Elektronun bir üst enerji seviyesinden alt enerji seviyesine geçişi ve bu geçiş sırasında etrafa yayılan foton

Bu bağlamda ele alınan özellik fotonlardır. Element ya da bileşiklerin düzenli biçimde aleve temas etmesi sonucunda çeşitli renkte ışınım görülebilir. Örneğin kalsiyum ve stronsiyum bileşikleri alevin rengini kırmızı, bakır bileşikleri yeşil, potasyum bileşikleri ise menekşe rengine dönüştürür. Evlerdeki ocaklarda kullanılan gaz da buna örnek gösterilebilir. Taşan çorbanın içindeki sodyum, alevin sarı renge dönüşmesine neden olur. Sıralanan tüm olaylar atomun uyarılması sonucu ortaya çıkan ışımalardan bazılarıdır.

Sorular

1. Aşağıdaki şemada günlük hayatımızdaki bazı olaylara gönderme yapılarak atomun uyarılması sonucu ortaya çıkan ışıma ile ilgili bazı durumlar verilmiştir. Metinde anlatılanlardan hareketle kutucuklarda verilen sözcükleri kullanarak şemayı tamamlayınız.

Pfund	Mavi	Balmer
Birbiriyle çarpışarak uyarılması	Lyman	Fotonla uyarılması
Kırmızı	Isıyla uyarılması	Sarı
Yeşil	Paschen	Mor
Elektronla uyarılması	Turuncu	Bracket



2. Metinden ve şemadan yararlanarak ışıma kavramını tanımlayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

4. ÜNİTE : **ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ VE RADYOAKTİVİTE > 4.1. Atom Kavramının Tarihsel Gelişimi**
Kavram : Enerji Seviyesi, Atomun Uyarılması, İyonlaşma, Işıma
Genel Beceriler : Eleştirel Düşünme Becerisi, İş Birliği Becerisi
Alan Becerileri : Çıkarım Yapma Becerisi

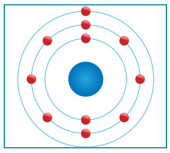
Çalışmanın Adı	**KAVRAMLARLA ATOM**	20 dk.
Çalışmanın Amacı	Enerji seviyesi, atomun uyarılması, iyonlaşma ve ışıma kavramlarını ilişkilendirebilme.	

Yönerge: *Aşağıdaki tabloda bir atomda meydana gelen enerji seviyesi, uyarılma, iyonlaşma ve ışıma kavramları ile ilgili açıklamalar verilmiştir. Tablodan yararlanarak soruları sıra arkadaşınızla birlikte iş birlikli yöntemle cevaplayınız.*

ATOM

ENERJİ SEVİYESİ

Enerji seviyesi (Şekil 1) bir atom çekirdeğinden belirli uzaklıklarda elektronların bulunabileceği dairesel yörüngelerdir.

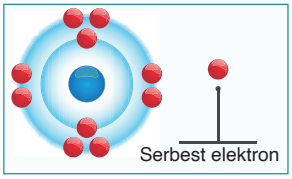


Şekil 1: Atomun enerji seviyesi

Çekirdeğin çevresinde kararlı yörüngelerde dolanan elektronların sahip olduğu toplam enerji $E_T = Ek + Ep$ kadardır. Elektronların toplam enerjileri de yörünge yarıçapları gibi belirli değerler alabilir.

İYONLAŞMA

İyonlaşma elektronun atomdan koparılarak (Şekil 2) serbest kalması olayına denir.



Şekil 2: Atomun 1 elektron kaybederek iyonlaşması

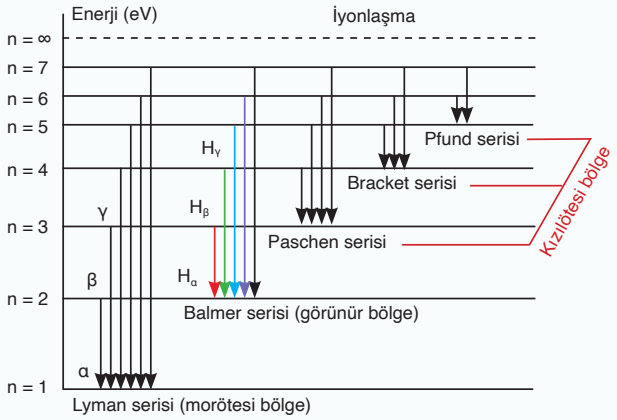
İyonlaşmanın gerçekleşmesi için gerekli enerjiye iyonlaşma enerjisi denir.

ATOMUN UYARILMASI

Elektronlar kararlı yörüngelerden birinde bulunurken atomdan foton yayılmaz. Elektronun enerjisinin en düşük seviyede (n = 1) kararlı olarak bulunduğu yörünge temel hâldir. Elektrona yeterli enerji verildiğinde elektronun bulunduğu enerji seviyesinden daha yüksek enerji seviyesine çıkması olayına (Şekil 3) uyarılma denir.

Temel hâl düzeyindeki elektronun üst düzeye çıkması için atoma dışarıdan uyarılma enerjisi verilmelidir. Yüksek basınç ve sıcaklıkta atomlar birbiriyle çarpıştırılarak elektronla, fotonlarla, ısıyla uyarılır.

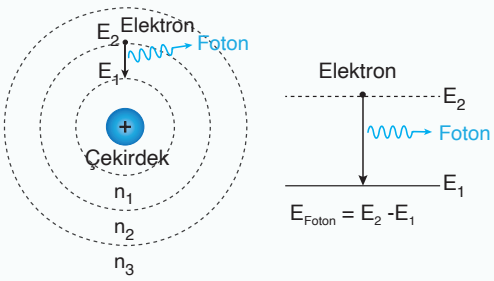
Uyarılmış atom kararsızdır. Atomdan alınan enerji ortalama 10^{-8} saniyede foton olarak yayılıp temel hâle döner. Üst enerji seviyesinde bulunan elektron temel hâle dönerken ya doğrudan ya da kısa geçişler yapar.



Şekil 3: Uyarılmış bir atomda elektronun temel hâle dönerken atomun yapabileceği ışımaların seri hâlinde gruplandırılması

IŞIMA

Kararlı yörüngede dolanan elektronlara enerji verilirse elektron bulunduğu enerji seviyesinden daha yüksek enerji seviyesine çıkar. Bu durumda atom uyarılmış olur. Kararsız hâle gelen atomun kararlı hâle dönebilmesi için yüksek enerji seviyesine çıkan elektronun tekrar eski enerji seviyesine dönmesi gerekir. Atom bu dönüş sırasında almış olduğu enerjiyi foton olarak etrafa yayar (Şekil 4). Bu olaya ışıma denir. Bir fotonun enerjisi, frekansı ile doğru orantılı ya da dalga boyuyla ters orantılıdır.



Şekil 4: Atomun foton yayarak ışıması

Sorular

1. Yukarıda verilen şemadan yararlanarak bir atomda meydana gelen uyarılma ve ışıma olaylarını birbiriyle ilişkilendirerek açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

2. Yukarıda verilen şemadan yararlanarak bir atomda meydana gelen enerji seviyesi ve iyonlaşma olaylarını birbiriyle ilişkilendirerek açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

3. Enerji seviyesi, atomun uyarılması, iyonlaşma ve ışıma kavramları Bohr atom teorisinin temel kavramlarıdır. Bu kavramların her biri ile ilgili birer öncül yazınız.

I. .....

II. .....

III. .....

IV. .....

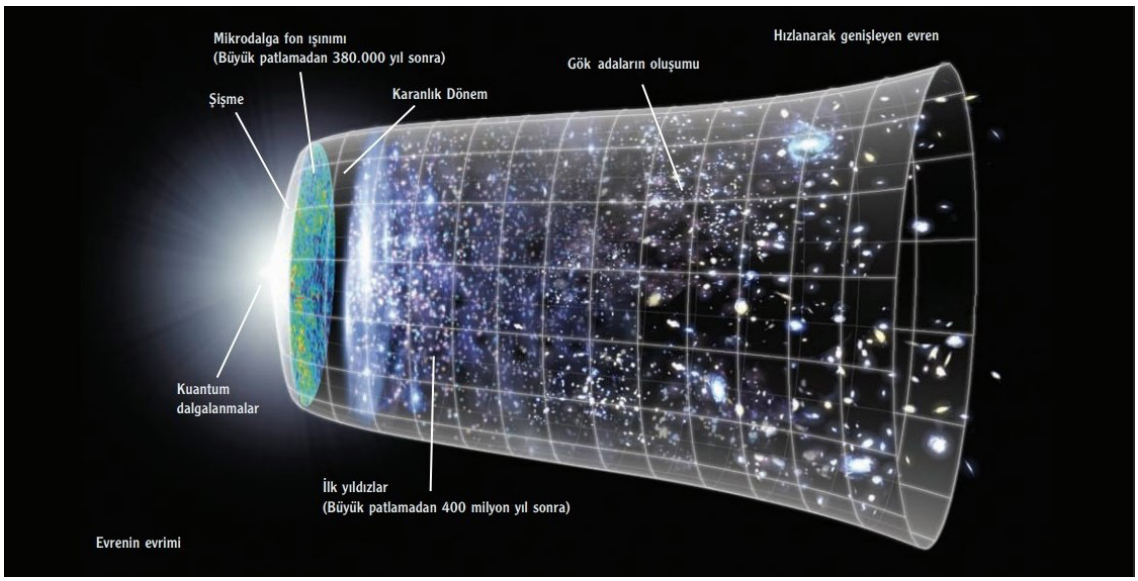
4. ÜNİTE ***: ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ VE RADYOAKTİVİTE > 4.2. Büyük Patlama ve Evrenin Oluşumu***
Kavram *: Büyük Patlama*
Genel Beceriler *: Eleştirel Düşünme Becerisi, Esneklik ve Uyum Becerisi*
Alan Becerileri *: Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**GERÇEKLER CERN'DE Mİ?**	*15 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Büyük patlama kavramını açıklayabilme.*	

Yönerge: *Aşağıdaki metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.*

Yaklaşık yirmi yıldır kamuoyu gündeminde güncelliğini koruyan Cern deneyleri, Fransa-İsviçre sınırında yerin 100 metre altından geçen 27 kilometre uzunluğundaki dairesel tünel inşa edilerek yapılmaktadır. Burada LHC'de (Büyük Hadron Çarpıştırıcısı) her biri 7 TeV enerjiye sahip, ışık hızına çok yakın hızlarda yol alan protonların kafa kafaya çarpıştırılması sonucunda 14 TeV'lik merkezî enerji meydana getirmek amaçlanmaktadır. Bu bölgedeki enerji yoğunluğu, evrenin başlangıcındaki büyük patlama koşullarına yakın olduğundan bu deneyler araştırmacılara evrenin ilk zamanlarını anlama imkânı vermektedir.

Yirminci yüzyılın başlarında gözlemler evrenin genişlediğini göstermiştir. Büyük patlama teorisi olarak bilinen düşünceye göre evren kabaca 15 milyar yıl önce hayal edilemeyecek kadar sıcak, yoğun bir tekillikten ve saf enerjiden meydana gelmiştir. Evren büyük bir patlama ve onu izleyen genişleme ile oluşmuştur (bk. Görsel). Bu teoremin doğruluğunu destekleyen üç kanıttan bahsedilmektedir.



Görsel: Evrenin büyük patlamadan sonraki temsilî gelişimi

İlk kanıt Hubble Yasası ve evrenin genişlemesidir (kırmızıya kayma). Bunu günlük hayattan basit bir olaydan yola çıkarak anlamak oldukça basittir. Bir noktada sabit kaldığınızı ve başka bir noktadan bir arkadaşınızın size birer saniye aralıklarla top attığını düşününüz. Şimdi de arkadaşınızın koşarak size yaklaştığını ve yine saniyede bir top attığını düşününüz. İkinci durumda topun size ulaşması daha sık olacaktır yani arkadaşınız için topun sıklığı değişmezken siz birim zamanda daha çok topa maruz kalacaksınız. Bu durumun tersi de size ulaşan top sayısının birim zamanda azalması olacaktır. Gözlemci ve kaynak arasındaki bu durum yayılan ışık için de geçerlidir. Yayılan ışığın enerjisi düştükçe (dalga boyu büyüdükçe) yani uzaklaştıkça ışık kırmızıya kayarken ışığın enerjisi arttıkça ışık maviye kayacaktır.

Sorular

1. Metinde evrenle ilgili teoremin doğruluğunu destekleyen ilk kanıtta açıklanan top örneği ile benzerlik gösteren uygulanabilir bir örnek veriniz. Örneğinizin bu teoremi nasıl desteklediğini ve örneğinizde kullandığınız ögeleri teoremle ilişkilendirerek açıklayınız.

2. Yukarıdaki metinden yararlanarak büyük patlama teoremini kısaca açıklayınız.

3. Sadece bir A4 boyutunda kâğıt kullanarak büyük patlama teoremini modelleyiniz ve modellemenizi sıra arkadaşınızla değerlendiriniz.

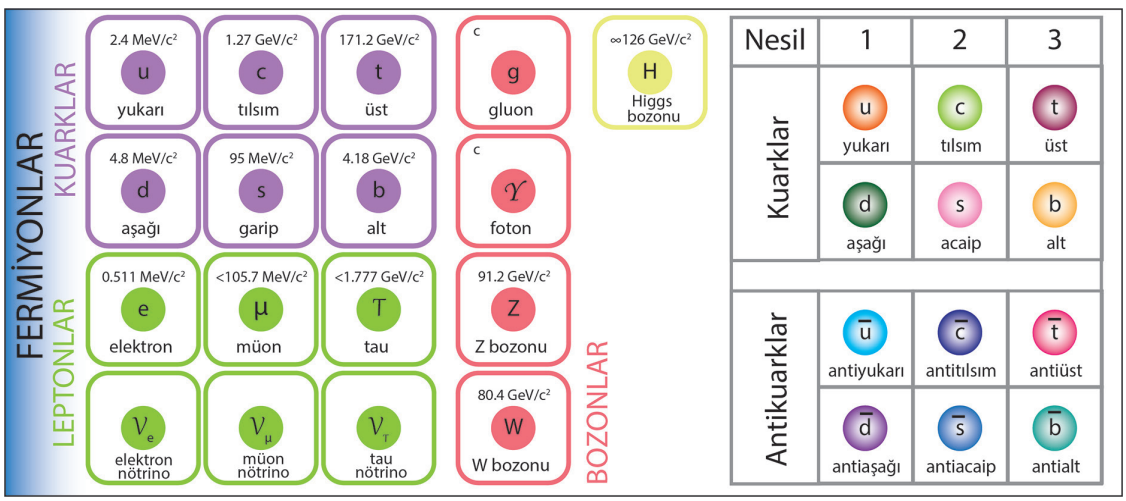
4. ÜNİTE ***: ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ VE RADYOAKTİVİTE > 4.2. Büyük Patlama ve Evrenin Oluşumu***
Kavram : Alt Parçacık
Genel Beceriler : Esneklik ve Uyum Becerisi
Alan Becerileri : Sınıflandırma Yapma Becerisi

Çalışmanın Adı	**ATOMDAN DAHA KÜÇÜK**	*20 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Atomun yapısını ve alt parçacıklarını açıklayabilme.*	

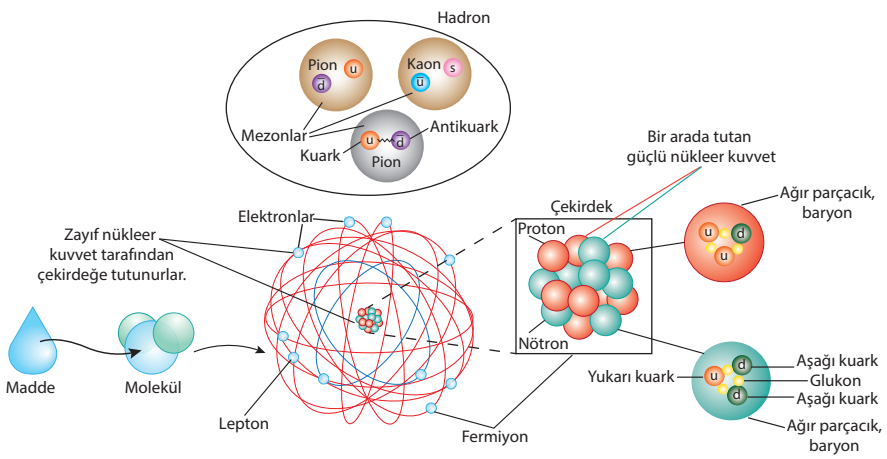
1. Yönerge: *Aşağıdaki tabloda atomun yapısı ve atomun alt parçacıklarına ait çeşitli kelimeler görsellerde ise atom altı parçacıkların sınıflandırılması ve maddenin temsilî atomik yapısı bulunmaktadır. Tabloyu ve görselleri inceleyiniz.*

Tablo

1. Atom	2. Kuark	3. Elektron
4. Nötron	5. Proton	6. Foton
7. Pion	8. Kaon	9. Mezon
10. Lepton	11. Fermiyon	12. Hadron
13. Baryon	14. Gluon	15. Bozon
16. Zayıf nükleer kuvvet	17. Yukarı kuark	18. Aşağı kuark
19. Antikuark	20. Kuvvet taşıyıcı	21. Güçlü nükleer kuvvet
22. Alt parçacık	23. Standart model	24. Madde parçacığı



Görsel 1: Atom altı parçacıklar



Görsel 2: Atom altı parçacıkların sınıflandırılması

2. Yönerge: *Aşağıdaki cümlelerde noktalı olarak boş bırakılmış alanlara 1.Yönerge'den elde ettiğiniz çıkarımlardan yararlanarak uygun kelimeleri yazınız ve cümleyi tamamlayınız. Çalışmanızı sıra arkadaşınız ile değerlendiriniz.*

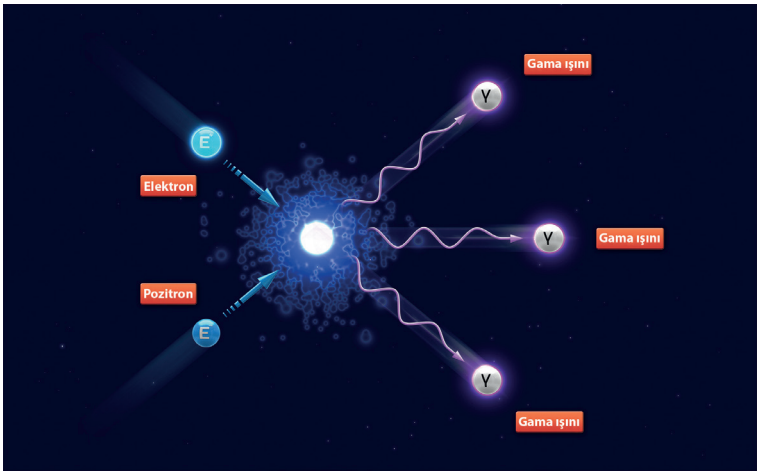
1. Proton ile ..... denilen iki temel parçacık birleşerek çekirdekleri oluşturdu.
2. Atomun yapısında proton ve nötrondan daha küçük parçacıkların da olduğu tespit edilmiş ve bu parçacıklara ..... adı verilmiştir.
3. ..... görevi nötron ve protonları çekirdeğe bağlamaktır.
4. ..... elektromanyetik kuvvetten sonra büyüklük olarak üçüncü sırada yer alan kuvvettir.
5. Bir tane ..... u ile iki tane yukarı kuark d, atomun çekirdeğindeki nötron parçacığını oluşturur.
6. .....ve nötron ağır parçacıklar anlamında kullanılan ..... grubunda yer almaktadır.
7. ..... atom ve moleküllerin bir arada bulunmasını sağlayan kuvvettir.
8. İkili kuark gruplarına ..... adı verilir.
9. Harflerin üzerine çizgi konularak gösterilen ..... verilen isim .... lardır.
10. Standart modele göre maddenin en küçük yapı taşları ..... ve .... alt parçacıkları olup bu madde parçacıklarına fermiyon denir.
11. Madde parçacıkları arasındaki etkileşimlere aracılık eden kuvvet taşıyıcılarına ise .... denir.
12. Evren; kuarklar, leptonlar ve ..... oluşmuştur.
13. İki tane aşağı kuark u ile bir tane ..... d, atomun çekirdeğindeki proton parçacığını oluşturur.
14. Temel parçacıkları ve bu parçacıkların aralarındaki etkileşimlerinde etkili olan güçlü nükleer kuvveti, zayıf nükleer kuvveti ve elektromanyetik kuvveti açıklayan modele ..... denir.
15. Doğada her çeşit madde, ... adı verilen parçacıkların kuvvet parçacıkları bozonlar aracılığı ile bir araya gelmesinden oluşur.

4. ÜNİTE : **ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ VE RADYOAKTİVİTE > 4.2. Büyük Patlama ve Evrenin Oluşumu**
Kavram : *Antimadde*
Genel Beceriler : *Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**MADDE - ANTİMADDE**	*15 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Antimadde kavramını açıklayabilme.*	

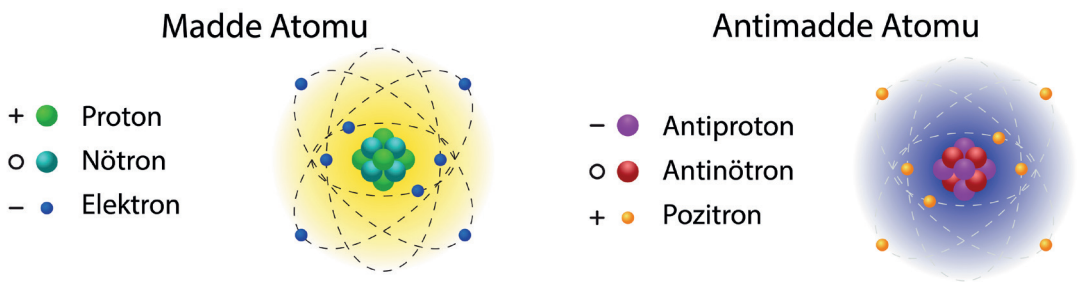
Yönerge: *Metinden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

1928'de İngiliz fizikçi Paul Dirac (Pol Dirak), göreli bir hızda hareket eden bir elektronun davranışını tanımlamak için kuantum teorisini ve özel göreliliği birleştiren bir denklem yazdı. Dirac denkleminin en şaşırtıcı yanı negatif çözümler vermesidir. Dirac'ın denkleminin biri pozitif, diğeri negatif enerjili iki elektron için iki çözümü olabilir. Ancak klasik fizik, bir parçacığın enerjisinin her zaman pozitif bir sayı olması gerektiğini söyler. Dirac, denklemini "Her parçacık için bu parçacıkla tam olarak aynı ancak zıt yüklü karşıt bir parçacık vardır." şekilde yorumlamıştır. Örneğin elektron için bir antielektron (pozitron) olmalıdır. Pozitron, elektron ile her yönden aynıdır ancak pozitif bir elektrik yükü vardır. Elektron ve karşıt parçacığı olan pozitron karşılaştığında birbirini yok ederek gama ışını yayar. Bu olay yok olma tepkimesi olarak bilinir ve tersinir bir reaksiyondur (Görsel 1).



Görsel 1: Yok olma tepkimesi

Madde ve antimadde etkileşime girdiğinde yok olur yani bir enerji parlaması içinde kaybolurlar. Enerjisi, parçacıkların durgun kütle enerjisine eş değer olan iki foton bir araya geldiğinde parçacık ve anti parçacık oluşur. Bu olaya çift oluşumu tepkimesi denir.
Madde atomlardan oluşmaktadır. Atomlar proton, nötron ve bunların oluşturduğu çekirdek çevresinde dolanan elektronlardan oluşur. Karşıt madde de antiproton, antinötron ve pozitronlardan oluşur (Görsel 2). Başka bir deyişle karşıt madde, zıt yükler dışında maddenin bire bir aynısı olup yediğimiz yiyeceklere kadar her yerde bulunur.



Görsel 2: Madde ve antimaddenin atom modelleri

Sorular

1. Yüksek enerjili bir gama ışını atom çekirdeği ile etkileşime girdiğinde oluşan olay nedir? Bu olayda parçacık ve karşıt parçacığın durgun kütle enerjisi hangi enerjiyi verir?

2. Maddeyi ve antimaddeyi meydana getiren atomlar arasındaki farklılık nedir?

3. Antimadde nedir? Madde ile antimadde karşılaştığında ne olur?

4. ÜNİTE : ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ VE RADYOAKTİVİTE > 4.3. Radyoaktivite
Kavram : Radyoaktivite
Genel Beceriler : Eleştirel Düşünme Becerisi
Alan Becerileri : Çıkarım Yapma Becerisi

Çalışmanın Adı	**ATOM ÇEKİRDEĞİNİN PARÇALANMASI**	*20 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Radyoaktivite kavramını açıklayabilme.*	

***Yönerge:** Metinden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

X-ışınları 1895 yılında Alman fizikçi Wilhelm Conrad Röntgen (Vilhelm Konrad Rontgın) tarafından keşfedilmişti. 1897'de Fransız kimyacı Henri Bequerel (Henri Bekurel), floresans çalışmaları sırasında uranyum bileşiklerinin gözle görülmeyen ve fotoğraf filmine etki eden ışınlar yaydığını deneylerle gösterdi. Bu olay Bequerel'e uranyumdan yayılan bir çeşit ışınımın (X-ışınları gibi) fotoğraf plakasına ulaşarak onu etkilediğini düşündürdü. Benzer deneyler Marie ve Pierre Curie (Meri ve Piyer Küri) tarafından polonyum ve radyum elementleri ile yapıldı. Bu araştırmalar; ağır kimyasal elementlerin kararlı olmadığını, sonuçta kendiliğinden bozunduğunu, bununla birlikte dışarıya ışınım (enerji) yaydığını ortaya koydu.

Yapılan deneyler bu elementlerin gözle görülmeyen üç çeşit ışıma yaydıklarını göstermiştir. Bir atom çekirdeğinin parçalanması sonucu ortaya çıkan helyum çekirdeklerine (2 proton, 2 nötron) alfa parçacıkları denir. Alfa ışınları bu parçacıkların yayılmasından oluşur. Beta ışınları da alfa ışımaları gibi bir atom çekirdeğinin parçalanmasından oluşur. Bu parçalanmada çekirdekten 2 proton değil, bir elektron veya bir pozitron ayrılır. Gama ışınları, atomun sahip olduğu fazla enerjinin atomun çekirdeğinden ayrılmasıyla oluşur.

Kullanılan ışıma türleri ve radyoaktif elementler farklı olsa da tıp, sanayi, ziraat, elektronik gibi alanlarda radyoaktiviteden birçok farklı amaçla yararlanılır. Atom bombası ve nükleer reaktörlerde uranyum, tiroid kanserinin teşhis ve tedavisinde ise radyoaktif iyot kullanılır. Tıbbi cihazların ve gıdaların sterilize edilmesinde de gama ışınlarından yararlanılır. Uçak gövdesi veya doğalgaz borularının kaynak yapılan yerleri radyoaktivite yardımıyla kontrol edilir. Röntgen ve bilgisayarlı tomografi gibi tıbbi teşhis cihazlarında da X-ışınları kullanılır. Karbon-14 yöntemi de arkeolojik bulguların yaş tayininde kullanılan en yararlı yöntemlerden biridir.

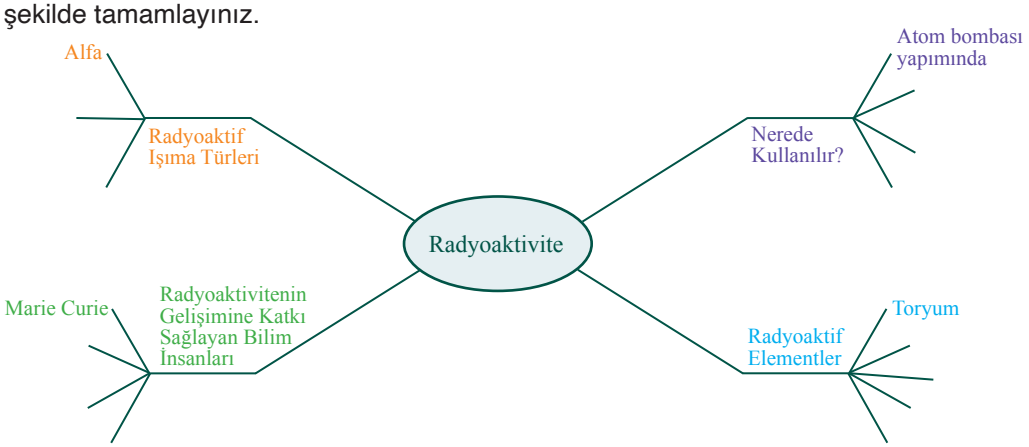
Sorular

1. Yukarıdaki metinden yola çıkarak radyoaktivite kavramını tanımlayınız.

.....

.....

2. Aşağıda radyoaktivite kavramına ait şema verilmiştir. Şemayı inceleyerek eksik kısımları uygun şekilde tamamlayınız.



3. Radyoaktivite keşfinin önemini kısaca açıklayınız.

.....

.....

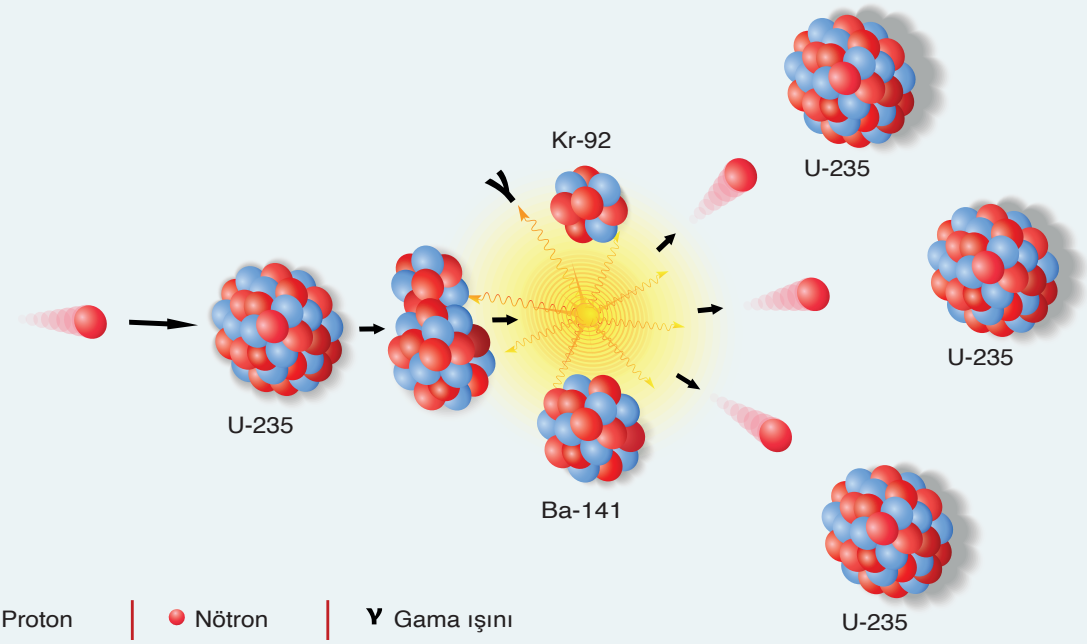
4. ÜNİTE : **ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ VE RADYOAKTİVİTE > 4.3. Radyoaktivite**
Kavram : *Fisyon*
Genel Beceriler : *Eleştirel Düşünme Becerisi,*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**NÜKLEER ENERJİ**	*20 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Fisyon kavramını açıklayabilme.*	

Yönerge: *Metinden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

Fizik öğretmeni Eyüp Bey, okulun Fizik Kulübünün çıkardığı dergide yayımlanan "radyoaktivite" konulu makalenin bir kısmını sınıfta öğrencileriyle paylaşmıştır.

Macar fizikçi Leo Szilard (Lio Zilard) 1933 yılında bir nötron yuttuğunda birden fazla nötron açığa çıkaran bir atom çekirdeği bulunursa zincirleme reaksiyon gerçekleştirilebileceğini ve böylece çok büyük bir enerjinin elde edilebileceğini öngördü. Szilard, bir kongrede Niels Bohr'u (Niyıls Bor) dinlerken aradığı atomun kararsız çekirdeğe sahip, kendiliğinden ışıma yapabilen uranyum olabileceğini fark etti. Daha sonra Lise Meitner (Lays Mitnır) ve Otto Frisch (Otto Friş) uranyum çekirdeğinin bir nötron ile uyarılınca ortaya çıkan uyarılma enerjisinin, meydana gelen ara çekirdekte titreşimlere neden olabileceğini ve eğer uyarılma enerjisi yeterli büyüklükte ise belirli süreçler sonunda çekirdek parçalanmasının gerçekleşebileceğini keşfettiler. 1938 yılında Meitner ve Frisch bu olaya hücre bölünmesi için kullanılan "fisyon" adını verdiler Fisyon; nükleer teknoloji çalışmaları, tıp, sanayi, nükleer silahlar, elektronik ve uzay teknolojileri gibi alanlarda kullanılmaktadır. Bunların en önemlilerinden birisi enerji sektöründe yer alan nükleer enerji santralleridir. Bir nükleer enerji santralinde, kontrollü zincirleme reaksiyon koşulları altında uranyum atomunun bölünmesi sırasında ortaya çıkan enerji, elektrik üretimi için kullanılır (bk. Görsel). Fisyon tepkimesinde uranyum çekirdeği, bir nötron ile bombardıman edildiğinde 3 nötron ve iki orta büyüklükteki çekirdek ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan 3 nötronun başka çekirdekler ile tepkimeye girmesi sonucu zincirleme reaksiyon oluşmaktadır. Fisyon öncesi parçacıkların toplam kütlesi fisyon sonrası ürünlerin kütlelerinin toplamından büyüktür. Aradaki bu fark ürün olarak ortaya çıkan çekirdeklerin ve nötronların kinetik enerjisidir.



Görsel: Fisyon tepkimesi

Fisyon tepkimesinde ortaya çıkan enerji, diğer enerji üretim çeşitlerine göre oldukça büyüktür. Nükleer sistem, yüksek enerji üretim kapasitesi ve düşük karbon salımı imkânıyla enerji dünyasında açılan önemli bir sayfadır. Bununla birlikte radyoaktif atıklar, kazalar, nükleer silahlar gibi nükleer sistemin getirdiği riskler insanlık ve çevre açısından oldukça dikkat edilmesi gereken unsurlardır.

Sorular

1. Nükleer çalışmaların günlük yaşama ve çevreye olan etkileri hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?

2. Sizce nükleer enerji santrallerinde uranyum atomlarının kullanılmasının sebebi ne olabilir?

3. Metinden hareketle fisyon kavramını kendi cümlelerinizle tanımlayınız.

4. ÜNİTE : **ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ VE RADYOAKTİVİTE > 4.3. Radyoaktivite**
Kavram : *Füzyon*
Genel Beceriler : *Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**GÜNEŞ'İN ENERJİ KAYNAĞI**	*15 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Füzyon kavramını açıklayabilme.*	

Yönerge: *Aşağıdaki metinden faydalanarak soruları cevaplayınız.*

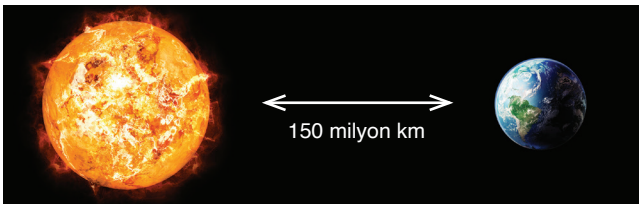
GÜNEŞ'İN ENERJİ KAYNAĞI

Güneş, Dünya gezegeni için en önemli yıldızdır. Güneş hem Dünya'ya enerji kaynağı hem de ışık kaynağıdır. Dünya'ya Güneş'ten sonra en yakın yıldız olan Proxima Centauri (Proksima Kentavri) gök-yüzüne bakıldığında çıplak gözle görülmeyecek kadar uzaktadır. Güneş'in Dünya'ya sağladığı enerjinin büyüklüğünü anlamak için Görsel 1 ve Görsel 2 incelenebilir.

Görsel 1'deki gibi yanan bir mum ele alınıp 2 dakika ya da 5 dakika beklendiğinde el yanmaz. Burada mum alevi ile parmak arasında 2-3 cm uzaklık vardır.

Görsel 2'de verilen Güneş'in enerjisinin çok büyük bir kısmı uzaya dağılmaktadır. Yaklaşık 150 milyon km uzakta bulunan Dünya'ya gelen enerji, Güneş'in enerjisinin çok küçük bir kısmını oluşturmaktadır.

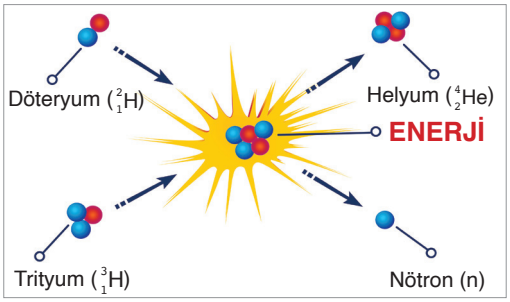
Görsel 1: Yanan mum



Görsel 2: Güneş ve Dünya

Yaz mevsiminde Dünya'ya gelen bu enerji insanları rahatsız etmekte, öğle saatlerinde dışarıda bulunulduğun-da insan sağlığını olumsuz etkilemekte hatta orman yangınlarına sebep olabilmektedir.

Güneş'in enerji kaynağı füzyon tepkimesidir. Bu tepki-menin gerçekleşmesi için yaklaşık olarak 76.108 K gibi çok yüksek sıcaklık değerlerine ihtiyaç vardır. Füzyon tepkimesinde döteryum ve trityum atomlarının tepkime sonucu helyum ve nötrona dönüştüğü ve enerji açığa çıktığı görülmektedir (bk. Şekil).



Şekil: Füzyon tepkimesi

Sorular

1. Füzyon tepkimesi Dünya'da enerji üretimi için kullanabilir mi? Sebebiyle açıklayınız.

.....

.....

.....

2. Metin ve görsellerden yaptığınız çıkarımla *füzyon* kavramını nasıl açıklarsınız?

.....

.....

.....

4. ÜNİTE : *ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ VE RADYOAKTİVİTE > Ünite Sonu Çalışması*
Kavram : *Ünite Kavramları*
Genel Beceriler : *Yaratıcı Düşünme ve İnovasyon Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE ATOM KAVRAMI**	*20 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Atom fiziğine giriş ve radyoaktivite ünitesinde geçen kavramlar arasındaki ilişkiyi açıklayabilme.*	

Yönerge: *Bu çalışma iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde metin boşluklarında numaralarla belirtilen kavramları belirleyiniz. Belirlediğiniz bu kavramları birbiriyle ilişkilendirerek ikinci bölümde bir kavram haritası oluşturunuz.*

1. BÖLÜM: KAVRAMLAR

Merak, bilimin gelişmesi için çok önemlidir. Maddeyi anlamakla ilgili görüşler milattan öncesine dayanmaktadır. Ancak bu teoriler 20. yüzyıla kadar kabul edilmiş olsa da teknolojinin de gelişmesiyle geçerliliğini yitirmiştir. Günümüzde en küçüğü anlarsak en büyüğü de anlayabiliriz düşüncesi ile atom üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Atomun yapısı incelendiğinde bu yapının, merkezinde (I)..... ve (II)..... dan oluşan çekirdek ile merkezden belli uzaklıklarda bulunan (III)..... dan oluştuğu görülmektedir. Bohr atom modeline göre elektronun atomun merkezine olan uzaklığı her değeri alamaz, sadece belli değerleri alabilir. Elektronların bulunabileceği dairesel yörüngelere (IV)..... denir. Elektronun en küçük, kararlı enerji düzeyine (V)..... denir. Temel hâl durumunda bulunan bir elektrona ısı, elektron veya foton kullanılarak enerji verildiği zaman elektron, bulunduğu yörüngeden üst yörüngelere çıkar. Bu olaya (VI)..... denir. Üst yörüngeye çıkan elektron (VII)..... yaparak çok kısa bir zaman diliminde enerjisini kaybedip kararlı yörüngeye iner. Kaybedilen bu enerji, bir ışık taneciği olarak bilinen (VIII)..... olarak salınır. Bir elektronu atomdan koparmak için enerji verilebilir. Bu olay (IX) ..... olarak ifade edilir.

Teknolojinin gelişmesi ve yapılan deneyler sonucunda atomun temel yapı taşının proton, nötron ve elektrondan oluşmadığı bulunmuştur. Atomun yapısında proton ve nötrondan daha küçük parçacıkların da olduğu tespit edilmiş ve bu parçacıklara (X) adı verilmiştir. Bir de bu parçacıklar ile aynı kütleye ve aynı yük miktarına sahip olup elektrik yükü zıt işaretli parçacıklar keşfedilmiştir. Bu parçacıklara (XI) denir ve bu parçacıkların bir araya gelmesiyle (XII) oluşur.

Atomların bazılarının doğada kendiliğinden parçalanarak yeni atomlar oluşturduğu gözlenmiştir. (XIII) olarak isimlendirilen bu parçalanma tepkimelerinde, kimyasal tepkimelerden farklı olarak atomun kendisinde değişiklik gözlenmektedir. Açığa çıkan enerji ise kimyasal tepkimelerden çok daha fazladır. Nükleer ya da çekirdek tepkimeleri olarak da ifade edilen bu tepkimeler iki çeşittir. Büyük kütle numarasına sahip atomların parçalanmasıyla kütle numarası daha küçük yeni atomların oluştuğu tepkimelere (XIV) tepkimeleri denir. (XV) tepkimeleri ise kütle numarası küçük atomların birleşerek kütle numarası daha büyük atomları oluşturduğu tepkimelerdir.

2. BÖLÜM: KAVRAMLAR ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Metinde belirlediğiniz kavramları kullanarak oluşturacağınız kavram haritası için aşağıdaki boş alanı kullanınız. Bu kavram haritasında ilişkili olduğunu düşündüğünüz önceki ünitelerden öğrendiğiniz kavramları da kullanabilirsiniz.

5. ÜNİTE : **MODERN FİZİK > 5.1. Özel Görelilik**
Kavram : Özel Görelilik
Genel Beceriler : Eleştirel Düşünme Becerisi
Alan Becerileri : Çıkarım Yapma Becerisi

Çalışmanın Adı	GALİLEO'NUN PİSA KULESİ'NDEN ATTIĞI TAŞ	25 dk.
Çalışmanın Amacı	Özel görelilik kavramını açıklayabilme.	

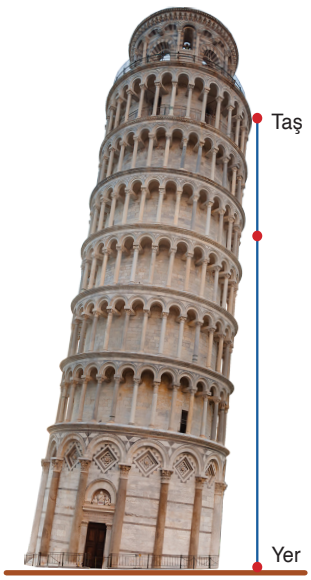
Yönerge: *Aşağıdaki metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.*

GALİLEO'NUN PİSA KULESİ'NDEN ATTIĞI TAŞ

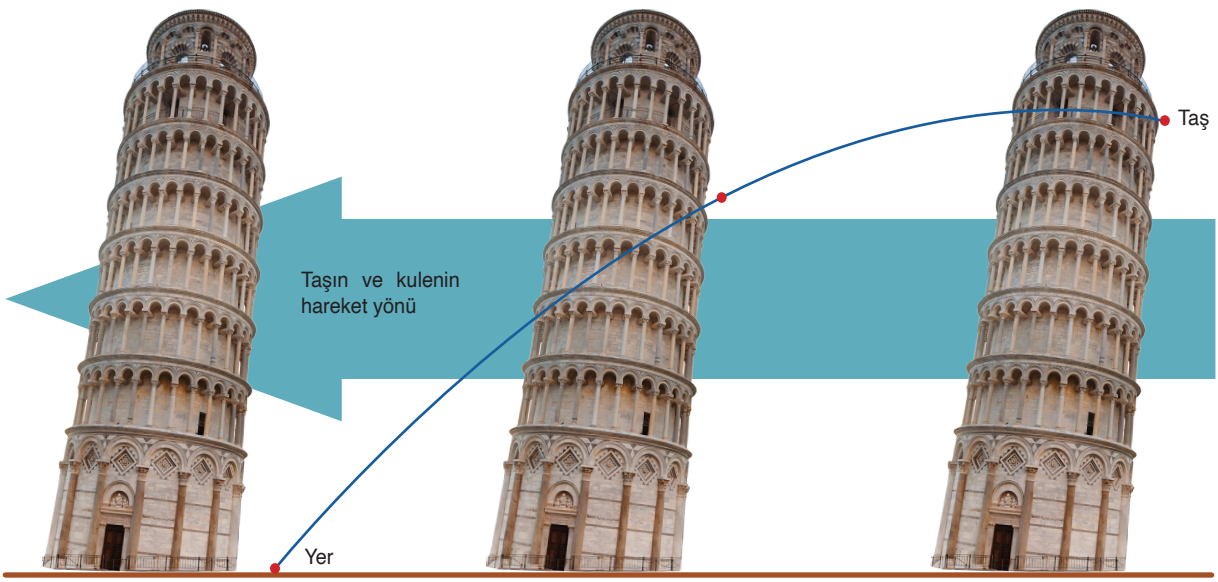
12/C sınıfı öğrencileri fizik öğretmenleri Önder Bey'den "özel görelilik" konusunu sınıfta tekrar anlatmalarını istedi. Önder öğretmen şu örnekle konuyu tekrar anlattı:

"Galileo'nun yaptığı söylenen, Pisa Kulesi'nden bir taşın serbest bırakılması deneyini düşünelim. Birçok kişi bu deneyi analiz ederken Dünya'nın hareket ettiğini göz önünde bulundurmaz. Dolayısıyla taş bırakıldığı noktanın tam altına düşecektir (Görsel 1).

Deney, Dünya'nın hareketi hesaba katılarak analiz edilirse bu defa karşımıza bambaşka bir görüntü çıkar. Pisa Kulesi ve yer büyük bir hızla hareket etmektedir. Sadece Dünya'nın Güneş çevresindeki hızını dikkate alırsak bu hız, saniyede 30 km kadar ve ses hızından 100 kat daha büyüktür. Bu hız bugünkü standartlarımızın bile çok üstündedir. Bununla beraber kuledeki Galileo ve henüz elinde tuttuğu taş da aynı hızla aynı yönde hareket etmektedir.



Görsel 1: Kuleden serbest düşen taşın hareketi



Görsel 2: Kuleden atılan taşın Güneş'e göre yatay atış hareketi

Galileo elini açıp taşı serbest bıraktığı anda taşın hızı değişmeyeceği için bu, taşın kulenin gittiği yöne doğru saniyede 30 km hızla fırladığı anlamına geliyor. Doğal olarak taş, ilk bırakıldığı yerden çok daha uzakta bir yere düşecektir (Görsel 2).

Buna karşın, aynı süre içinde kule de bir miktar hareket etmiştir. Eğer taşın hareketini inceler ve kuleye göre nereye düşeceğini saptarsak ilginç bir şekilde yukarıdakiyle aynı sonucu buluruz: Kuleye göre bırakıldığı noktanın tam altı. Bu örnekte aynı olayı iki farklı bakış açısıyla incelesek bile aynı sonucu elde ediyoruz. Birincisinde taşın hareketi, yer referans alınarak inceleniyor. İkincisinde Güneş referans alınarak inceleniyor. Her iki bakış açısında taşın hareketi çok farklı görünüyor. Birinde taş serbest düşüyor, diğerinde de yatay atış yapıyor. Seçtiğiniz referans noktasına göre değişen hız, konum gibi büyüklüklere 'göreli büyüklük' diyoruz. Bu kadar büyük farka rağmen her iki bakış açısında taşın nereye düştüğü konusunda aynı sonucu vermesi bize bu iki farklı bakış açısının eşit şekilde geçerli olduğunu söylüyor. Fiziksel olarak birini diğerine tercih etmemiz için hiçbir neden yok."

Önder öğretmen konuyla ilgili verdiği örnekten sonra şu açıklamaları yaptı: "Özel Görelilik Kuramı ya da izafiyet teorisi, Albert Einstein tarafından 1905'te Annalen der Physik dergisindeki 'Hareketli Cisimlerin Elektrodinamiği Üzerine" adlı makalesinde açıklanan ve ardından "Bir Cismin Atıllığı Enerji İçeriği ile Bağlantılı Olabilir mi?" başlıklı makalesiyle pekiştirilen fizik kuramıdır. Kurama göre bütün varlıklar ve varlığın fiziki olayları izafidir. Zaman, mekân, hareket birbirlerinden bağımsız değildir. Aksine bunların hepsi birbirine bağlı izafi olaylardır. Cisim zamanla, zaman cisimle; mekân hareketle, hareket mekânla ve dolayısıyla hepsi birbiriyle bağlantılıdır. Bunlardan hiçbiri müstakil değildir."

Önder öğretmen tekrar çalışmasını yaptığı "özel görelilik teoremi"ni bu konuyla ilgili postulatlara dikkat çekerek tamamladı:

"1. Fizik yasaları tüm eylemsiz (ivmesiz) referans sistemlerinde aynıdır.

2. Işığın boşluktaki hızı tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynı olup ışık boşlukta yaklaşık 3x108 m/s hızla hareket eder."

Sorular

1. Yukarıdaki metinde Galileo'nun attığı taşın yere ve Güneş'e göre hareketini Newton mekaniğine ve Einstein'ın özel görelilik teoremine göre nasıl açıklarsınız?

.....

.....

.....

.....

2. Uçaktan bırakılan bir cisim yerden bakan kişiye göre yatay atış hareketi yaptığı hâlde uçaktan bakan kişiye göre serbest düşme yapar. Bu cismin yeryüzünde aynı noktaya düşmesi Einstein'ın özel görelilik teoremiyle nasıl açıklanır?

.....

.....

.....

.....

3. Sizce Newton mekaniğinin açıklayamadığı hangi doğa olayları özel görelilik teoremini doğurmuştur?

.....

.....

.....

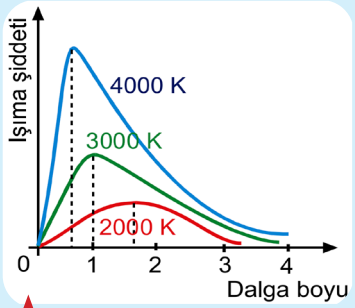
.....

5. ÜNİTE : **MODERN FİZİK > 5.2. Kuantum Fiziğine Giriş**
Kavram : *Siyah Cisim Işıması*
Genel Beceriler : *Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**HER SİYAH CİSİM SİYAH MI OLUR?**	*25 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Siyah cisim ışımasını açıklayabilme.*	

Yönerge: *Aşağıdaki şemada verilen bilgilerden yararlanarak soruları cevaplayınız.*

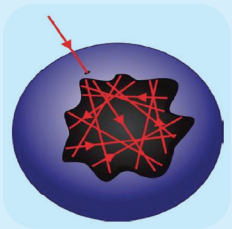
Grafikte siyah cisim ışıma enerjisinin deneysel olarak sıcaklık ve dalga boyu ile nasıl değiştiği gösterilmektedir. Eğrinin altındaki alan yayılan ışıma miktarıdır.



Siyah cisim üzerine düşen bütün ışınları soğuran (yutan), hiçbir ışını yansıtmadığı veya geçirmediği için de siyah görünen bir cisimdir.

Fakat bu tanıma uyan gerçek bir cisim yoktur. Bu nedenle siyah cisim, üzerinde çok küçük bir delik olan küreciğe benzetilebilir.

Bu delikten içeri giren ışığın bir kısmı oyuğun iç yüzeyinde yansırken bir kısmı da soğrulur. Her yansımada bir kısmı soğrulduğu için birçok yansıma sonucunda ışığın tamamı yutulur. Giren ışık dışarı çıkamaz. Bu şekilde gelen ışığı hapseden cisimle siyah görünür.



Görsel 1

Siyah cisim bir cismin sıcaklığından dolayı etrafa yaydığı ışınım (elektromanyetik dalga) dır. Kâinatta mevcut olabilecek en düşük sıcaklık 0 K'dir. Bu sıcaklıkta maddenin tanecik hareketi tamamen durmuş kabul edilir. 0 K'den daha sıcak olan tüm cisimler ışıma yaparlar. Ancak yapılan ışıma görünür dalga boyunda olmadığı için biz bu ışımaları göremeyiz. Cismin sıcaklığı arttığında görünür ışık yaymaya başlar.

Yanan sıcak linyit kömürü parçaları arasındaki boşluklardan yayılan kızıllık siyah cisim ışımasına iyi bir örnektir. Işığın rengi kömür parçalarının sıcaklığına bağlıdır.

Görsel 2

Siyah cisimlerin etraflarına ışık saçması günlük hayatta çok karşılaşılan bir durumdur. Örneğin eritilmiş demirin etrafına sarı ışık yaydığı bilinmektedir.

Yalnız çok sıcak cisimler değil, mutlak sıfır sıcaklığın üstündeki sıcaklığa sahip her cisim etrafa kızılötesi ışık saçar. Ancak çok sıcak olmayan cisimlerin yaydığı ışık, gözle görülebilir ışık değildir.

Canlılar da vücut ısılarından dolayı etraflarına ışık yayarlar. Biz bu ışıkları göremeyiz. Gece görüş kamerası veya termal kamera adı verilen araçlar canlılardan yayılan bu ışığı algılayarak görünebilir hâle getirirler.

Görsel 3

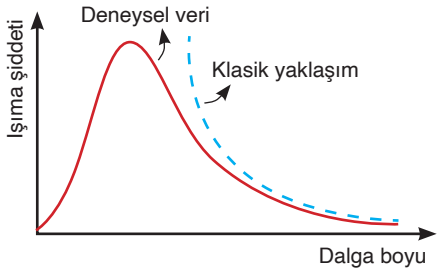
Şekildeki metal çivi ısıtıldıkça rengi kırmızıdan maviye daha sonra beyaza dönüşür. Çivinin en çok ısınan bölgesi yüksek sıcaklığı sebebiyle beyaz görünürken daha soğuk bölgeler sarı ve kırmızı olarak görünür. Burada gördüğümüz olay siyah cisim ışımasına bir örnektir. Güneş de siyah cisme örnek verilebilir.

Görsel 4

Sorular

1. Sizce siyah cisim ışıması ne anlama gelmektedir? Kısaca belirtiniz.

2. Verilen bilgilerden hareketle yandaki ışıma şiddetinin dalga boyuna bağlı değişim grafiğini nasıl yorumlarsınız?



3. Yazın yüksek sıcaklık altında bir binanın camlarına bakıldığında siyah görünmesini, siyah cisim ışımasıyla nasıl açıklarsınız?

5. ÜNİTE : **MODERN FİZİK > 5.3. Fotoelektrik Olayı**
Kavram : *Fotoelektrik Olayı*
Genel Beceriler : *Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**YAŞAMDAKİ BİLİM**	*20 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Fotoelektrik olayının günlük hayattaki yerini açıklayabilme.*	

Yönerge: *Metinden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

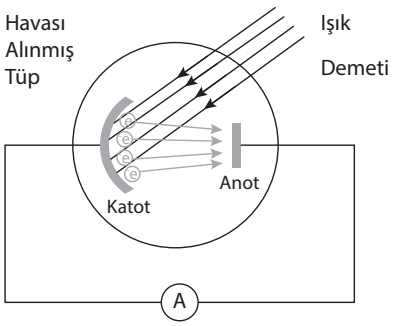
YAŞAMDAKİ BİLİM

Elazığ'dan İstanbul'a uçakla yolculuk yapacak olan Mustafa, sabah gün doğmadan Elazığ Havalimanı'na doğru araçla giderken henüz cadde ve sokak aydınlatma lambaları yanıyordu. Havalimanına yaklaştığında hava aydınlandı ve aydınlatma lambaları sönmeye başladı. Yoldaki bazı aydınlatma ve trafik ışıklarında güneş panelleri olması da dikkatini çekti (Görsel 1). Havalimanında yolcuların kullandığı kapıların kendiliğinden açılıp kapandığını gördü. Lavaboya girdiğinde ışıkların kendiliğinden yandığını fark etti. Elini yıkamak için musluğa doğru yaklaştırdığında suyun aktığını (Görsel 2), uzaklaştırdığında ise suyun kesildiğini görünce tüm bunların hem pandemi önlemleri hem enerji hem de su tasarrufu açısından çok güzel ve çevre açısından da çok önemli uygulamalar olduğunu düşündü.

Görsel 1: Trafik lambası

Görsel 2: Fotoselli musluk

Mustafa'nın gözlemlerinden sonra fizik dersinde öğretmeninin tahtaya çizdiği şekil gözünün önüne geldi ve bu şekil ile ilgili anlattıklarını hatırladı. Öğretmeni şöyle belitmişti: "Bu düzenek fotosel düzeneğidir (bk. Şekil). Böyle bir düzenek karanlıkta olduğunda ampermetreden akım geçmez. Ampermetre göstergesinin sapması için katot levhasına düşük dalga boyunda ışığın ya da metal yüzeyden elektronları koparabilecek fotonların gönderilmesi gerekir. Böyle bir durumda elektronlar metal levhadan ayrılır. Bu olay fotoelektrik olay olarak adlandırılır. Metal yüzeyden kopan fotoelektronlar ise anot yüzeyine ulaştığında fotoelektrik akım oluşturur ve ampermetrede sapma gözlenir."



Şekil: Fotoselde akım oluşması

Mustafa'nın karşılaştığı durumların çalışma ilkesi netleşti ve Mustafa bilim insanlarının yaptığı çalışmaların insanın yaşantısına ne gibi kolaylıklar sağladığını daha iyi kavradı.

Sorular

1. Fotoelektrik olayı gibi bilimsel çalışmaların insan yaşantısına katkılarını değerlendiriniz.

2. Fotoelektrik olayı fotoelektrik akım ile ilişkilendirerek kendi cümlelerinizle tanımlayınız.

5. ÜNİTE : **MODERN FİZİK > 5.4. Compton Saçılması ve de Broglie Dalga Boyu**
Kavram : Compton Olayı
Genel Beceriler : Eleştirel Düşünme Becerisi
Alan Becerileri : Çıkarım Yapma Becerisi

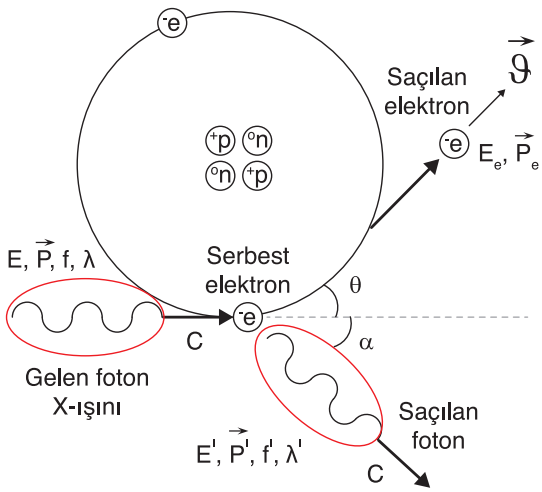
Çalışmanın Adı	**TANECİKLİ YAPI**	20 dk.
Çalışmanın Amacı	Compton olayını açıklayabilme.	

Yönerge: *Metinden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

TANECİKLİ YAPI

Yüksek enerjili X-ışını fotonu, serbest bir elektronla esnek olmayan etkileşmeye girdiğinde enerjisinde azalma olur. Bu durum ilk kez 1923 yılında Arthur Holly Compton (Artır Hali Kamptın) tarafından gözlendiği için Compton olayı olarak adlandırılmıştır. Etkileşme gerçekleşmeden önce elektronun atoma bağlanma enerjisi, fotonun enerjisinden çok küçük olduğundan bu enerji önemsenmez ve elektron serbest hâldeymiş gibi kabul edilir.

Serbest elektrona E enerjisi ve P momentumuna sahip foton çarptığında, foton geliş doğrultusuyla α açısı yapacak şekilde daha küçük enerji ile saçılırken serbest hâldeki elektron da gelen fotondan aldığı enerjiyi kinetik enerjiye dönüştürüp $\vec{P} = m . \vec{\vartheta}$ momentumuyla fotonun geliş doğrultusuyla θ açısı yapacak şekilde saçılır (bk. Şekil). Bu olayın en önemli sonuçlarından bir tanesi elektromanyetik ışımanın fotoelektrik olayında da olduğu gibi tanecikli yapı özelliğini açıklayabilmesidir.



Şekil: Compton olayı (saçılımı)

Yüksek enerjili fotonların elektronlarla etkileşime girip saçılması sırasında gelen fotonun enerjisi saçılan fotonun enerjisi ile saçılan elektronun kinetik enerjileri toplamına, gelen fotonun momentumu da saçılan fotonun momentumu ile saçılan elektronun momentumları toplamına eşittir.

Saçılan fotonun gelen fotona göre enerjisi, frekansı, momentum büyüklüğü azalır; dalga boyu artar ancak hızı, ışık hızı c olduğu için değişmez.

Sorular

1. Metinden hareketle Compton olayını kısaca açıklayarak Compton olayında elde edilen sonuçların neler olabileceğini belirtiniz.

2. Compton saçılması gerçekleştiğinde fotonun hangi nicelikleri nasıl değişmiştir?

3. Compton olayında enerji ve momentumun durumlarını nasıl yorumlarsınız?

5. ÜNİTE : ***MODERN FİZİK > 5.4. Compton Saçılması ve De Broglie Dalga Boyu***
Kavram : *De Broglie Dalga Boyu*
Genel Beceriler : *Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**MADDE DALGALARI**	*20 dk.*
Çalışmanın Amacı	*De Broglie dalga boyu kavramını açıklayabilme.*	

Yönerge : *Aşağıda bir grup öğrencinin Fizik Kulübünde "Madde ve Dalga İlişkisi" hakkında yaptıkları konuşmalar verilmiştir. Bu konuşmalardan hareketle soruları cevaplayınız.*

Sorular

1. Işığın hem dalga hem tanecik özelliği gösterdiği ışık olaylarına örnekler veriniz.

2. Madde ve dalga arasındaki ilişkiyi nasıl açıklayabiliriz?

3. Metindeki konuşmalardan hareketle de Broglie dalga boyunu kendi cümlelerinizle açıklayınız.

5. ÜNİTE : ***MODERN FİZİK > Ünite Sonu Çalışması***
Kavram : *Ünite Kavramları*
Genel Beceriler : *Esneklik ve Uyum Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**MODERN FİZİK**	*20 dk.*
Çalışmanın Amacı	*"Modern Fizik" ünitesindeki kavramları açıklayabilme.*	

Yönerge: *Aşağıdaki kutucuklarda "Modern Fizik" ünitesinde geçen sözcükler/kavramlar karışık şekilde verilmiştir. Verilen sözcükleri/kavramları metinde boş bırakılan yerlere uygun şekilde yazınız. Tamamladığınız metni sıra arkadaşınızla değerlendiriniz.*

Siyah cisim	Işık hızı	Tanecik-dalga	Özel görelilik teorisi	Compton olayı
Enerjisi	Fotoelektron	Tanecik	Madde dalgası	Dalga boyu
Hızı	Fotoelektrik olay	Siyah cisim ışıması	Eşik enerjisi	Foton

Modern fizik, klasik fizik ile tanımlanmayan olayları açıklamak üzere ortaya atılmış teorilerin tümüdür. (1) Bu teorilerden biri Einstein (Aynştayn) tarafından 1905 yılında ortaya konan ..... dir. Bu teori (varsayım olarak kabul edilen önerme) iki postulat üzerine kurulmuştur. Bu postulatlardan biri "Fizik yasaları tüm eylemsiz gözlem çerçevelerinde aynı şekilde geçerlidir. (2) Diğeri ise ....., ışık kaynağının ve gözlemcinin hızından bağımsız olup sabit (yaklaşık 3.108 m/s) bir değerdedir." şeklindedir.

Klasik mekaniğin yetersiz kaldığı konulardan birisi de ışıma konusudur. Bu konunun aydınlatılmasıyla birlikte günümüzde modern fiziğin önemli çalışma alanlarından biri olan kuantum fiziğine girişin temelleri atılmıştır. (3) Buna göre üzerine düşen ışığın tamamını soğuran ve sıcaklığa bağlı olarak her dalga boyunda ışıma yapan cisimlere ..... denir. (4) Bu cisimler tarafından cismin sıcaklığına bağlı olarak yapılan ışımaya da ..... denir.

19. yüzyılın sonlarında kuantum fiziği üzerine yapılan çalışmalarda bazı metallerin üzerine düşürülen ışığın metalden elektron yayınlanmasına sebep olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmaların başında Hertz'in (Hertz) yaptığı çalışma gelir. (5) Hertz yaptığı düzenekte bir metal yüzeye düşürülen ışığın o metalden elektron kopardığını gözlemler ve bu olaya ....., (6) fotonlar tarafından koparılan elektronlara ise ..... denir. Bu olayın başarılı bir açıklaması 1905'te Einstein tarafından yapılmıştır. (7) Einstein'ın modeline göre bir fotonun enerjisi metalin eşik enerjisinden büyük ise fotonun enerjisinin ..... kadarlık kısmı ile elektron koparılır, kalan enerji koparılan elektrona kinetik enerji olarak aktarılır. Böylece foton soğurulmuş olur.

1919 yılında Einstein, fotonların doğrusal bir momentuma sahip olduğunu ileri sürmüştür. Compton (Kamptın) ise fotonların hem enerji hem de momentum taşıdığı fikrini destekleyen bir deney yapar. Bir karbon hedefe X-ışınlarını gönderir. Compton, elektrona çarpıp saçılan X-ışınlarının şiddetini ve dalga boyunu ölçerek saçılmanın klasik dalga teorisi ile açıklanmayacağını gösteren önemli sonuçlara ulaşır. Compton saçılması adı verilen bu deneyin sonuçlarından bazıları şunlardır: "Foton soğrulmaz. (8) Fotonun çarpışmadan sonra ..... değişmez. (9) Ancak ..... ve momentumu azalır. Toplam enerji korunur. (10) Deney, ışığın ..... yapısını ispatlar.

Bazı teoriler ışığın dalga bazıları ise tanecik özelliklerini ispatlamaktadır. Bu durumlar ışığın ikili doğaya sahip olduğunu gösterir. (11) Louis de Broglie'a (Luis dö Brogli) göre elektronlar da ışık gibi ikili ..... yapısına sahiptir. (12) Hareket eden her elektrona bir dalga eşlik eder. Parçacıklara eşlik eden dalgalara ..... (de Broglie dalgası) denir.

6. ÜNİTE *: **MODERN FİZİĞİN TEKNOLOJİDEKİ UYGULAMALARI > 6.2. Yarı İletken Teknolojisi***
Kavram : Yarı İletken
Genel Beceriler : Eleştirel Düşünme Becerisi
Alan Becerileri : Çıkarım Yapma Becerisi

Çalışmanın Adı	**NE İLETKEN NE YALITKAN**	*15 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Yarı iletkenleri tanımlayabilme.*	

Yönerge: *Aşağıda yarı iletkenler ile ilgili bilgi peteği verilmiştir. Verilenlerden yararlanarak soruları cevaplayınız.*

Sorular

1. Isı, ışık, elektriksel gerilim gibi dış etkilerin atoma katkısı nedir? Açıklayınız.

2. Yarı iletkenlerin çeşitlerini ve kullanım alanlarını açıklayınız.

3. Bilgi peteğinde verilenlere göre yarı iletken maddeyi tanımlayınız.

6. ÜNİTE ***: MODERN FİZİĞİN TEKNOLOJİDEKİ UYGULAMLARI > 6.2. Yarı İletken Teknolojisi***
Kavram *: Diyot, Transistör*
Genel Beceriler *: Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri *: Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**SİLİKON TEMELLİ HAYAT**	*15 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Diyot ve transistörün yapısını açıklayabilme.*	

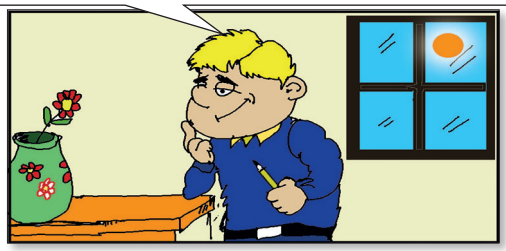
Yönerge: *Aşağıdaki kavram karikatüründe diyot ve transistör terimleri ile ilgili açıklamalar yer almaktadır. Bu açıklamalar içinde geçen soruları dikkatle okuyarak cevabınızı karikatürlerin yanında verilen "Cevabım" bölümüne yazınız.*

SİLİKON TEMELLİ HAYAT

Aras'ın babası evlerine tek taraflı ayna özelliği olan cam taktırmıştır. Dışarıdan bakan birisi içeriyi göremezken içeriden bakan birisi dışarıyı görmektedir. Evde pencerelerde perde takılıyken yeterince güneş ışığı alamayan çiçekler çabuk solarken artık perde olmadığı için çiçekler sağlıklı büyümeye başlamıştır.

Aşağıdaki görsel ve metinlerde Aras'ın bir hafta sonu evde güneş ışığının odaya girdiği saatlerde yaptığı gözlemler ve bu gözlemlerinden çıkardığı sonuçlar verilmiştir.

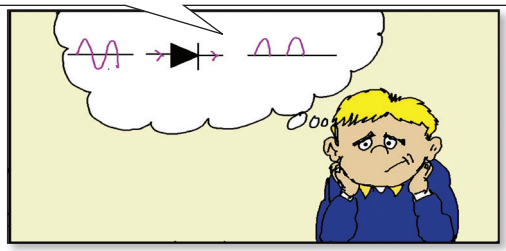
1. Güneş ışınları dışarıdan içeriye rahatlıkla girerken içeriden dışarıya çıkamıyor. Garip olduğu kadar ilginç. Bu durum elektrik akımı için de mümkün mü? Gelen akımı bazen iletip bazen iletmeyen, her zaman iletken özelliği göstermeyen bir şey var mı?



Cevabım

1. .....

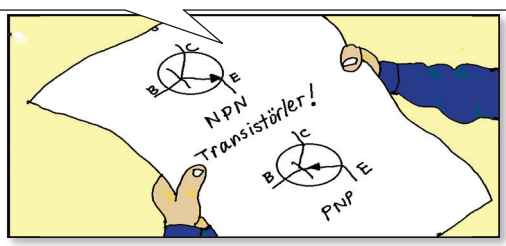
2. Biraz araştırma yaptım, diyot isminde bir malzeme geliştirmişler. Silikon temelli yapı diye anlatılmış. Yapısını incelemeye fırsatım olmadı ancak altına *yarı iletken malzeme* diye not bırakmışlar. Aynı zamanda şöyle bir şekil de vardı. Bu tam olarak ne anlama geliyor? Yardımcı olur musunuz?



Cevabım

2. .....

3. Başka yarı iletken malzemeler de olduğunu öğrendim. Adına transistör deniliyor. Günümüz teknolojisinde çok önemli yeri olduğu söyleniyor. Onun sayesinde elektronik cihazlar küçülmeye ve ucuzlamaya başlamış. Farklı tipleri de var, neden farklı tiplerin üretildiğini anlayamadım. Acaba bu kadar önemli bir malzemenin özellikleri nelerdir?



Cevabım

3. .....

Hazırlayan: *Ziya Devrim DOĞAN*

6. ÜNİTE : ***MODERN FİZİĞİN TEKNOLOJİDEKİ UYGULAMALARI > 6.2. Yarı İletken Teknolojisi***
Kavram : *LED*
Genel Beceriler : *Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**IŞIK YAYAN DİYOT**	*20 dk.*
Çalışmanın Amacı	*LED kavramını açıklayabilme.*	

Yönerge: *Aşağıdaki metinden faydalanarak soruları cevaplayınız.*

IŞIK YAYAN DİYOT

Aydınlatma, geçmişten günümüze insanlık için büyük önem taşımaktadır. Aydınlatma için daha önceleri mum ve gaz yağı kullanılırken sonrasında ampuller kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde genellikle akkor, floresan ve LED ampuller tercih edilmektedir. Akkor ampulün içinde tungstenden yapılmış bir tel vardır (Görsel 1). Bu telden akım geçtikçe telin sıcaklığı artar. Tungsten tel, çok yüksek sıcaklıktan dolayı (yaklaşık 2000 K – 3000 K) çevresini aydınlatır. Akkor ampullerin verimliliği %10'un altındadır. Floresan ampuller ise iki ucunda elektrot bulunan silindirik bir cam tüpten oluşur (Görsel 2). Elektronlar, elektrotların birinden salınır ve AC gerilimiyle tüp içinde yüksek süratle ileri geri titreşmeye zorlanır. Tüpün içindeki cıva atomları elektronların çarpması ile uyarılır. Uyarılan cıva atomları morötesi ışınlar yayar. Morötesi ışınların tüpün içinde bulunan toz hâlinde fosfora çarpması ile fosfor atomları uyarılır. Kullanılan fosfora bağlı olarak farklı renkte veya desende ışık elde edilir. Kompakt floresan ampul, floresan ampulun şeklinin değiştirilmesi ve bağlantı şeklinin akkor ampul ile aynı olacak şekilde yapılmasıyla elde edilir. Bu ampuller, akkor ampullerden 10 kat daha uzun ömürlüdür. 23 W güce sahip kompakt floresan ampul 100 W'lık akkor ampulden daha fazla ışık yayar.

LED ampuller, yalnızca bir yönde yük akışına izin veren iki uçlu elektronik cihazlardır (Görsel 3).

Görsel 1: Akkor ampul

Görsel 2: Floresan ampul ve kompakt floresan ampul

Görsel 3: Küçük ve büyük LED ampul

LED'in yapısında bir tarafta serbest elektronları içeren bir yarı iletken, diğer tarafta ise serbest elektronları kabul edebilen başka bir yarı iletken bulunur. LED'in uçlarına potansiyel fark uygulandığında serbest elektronlar, ikinci yarı iletkene gelerek enerji deşiklerine yerleşir ve uyarılmış atomun kararlı hâle geçmesindekine benzer şekilde kararlı duruma geçerken foton salarlar. Sonuç olarak LED lambalar elektrik enerjisini ışık enerjine dönüştürerek ortamı aydınlatır.

LED'ler ilk olarak cihazların kapalı mı, açık mı olduğunu anlamamızı sağlayan kontrol panellerinde kullanılmaya başlansa da günümüzde artık birçok alanda kullanılmaktadır. LED ampuller akkor ampullerden 100 kat daha uzun ömürlüdür ve içinde floresan ampullerde bulunan zararlı cıva yoktur. Aynı gerilim ile çalışan 8 W güce sahip LED ile akkor ampul kıyaslandığında 15 kat daha fazla ışık yayar.

Sorular

1. Çevreye duyarlı bir kullanıcı hangi ampul çeşidini tercih eder? Açıklayınız.

.....

.....

.....

2. LED'ler günlük hayatta nerelerde kullanılmaktadır?

.....

.....

.....

3. Metin ve görsellerden yaptığınız çıkarımla LED kavramını nasıl açıklarsınız?

.....

.....

6. ÜNİTE : ***MODERN FİZİĞİN TEKNOLOJİDEKİ UYGULAMALARI > 6.2. Yarı İletken Teknolojisi***
Kavram : *Güneş Pili*
Genel Beceriler : *Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

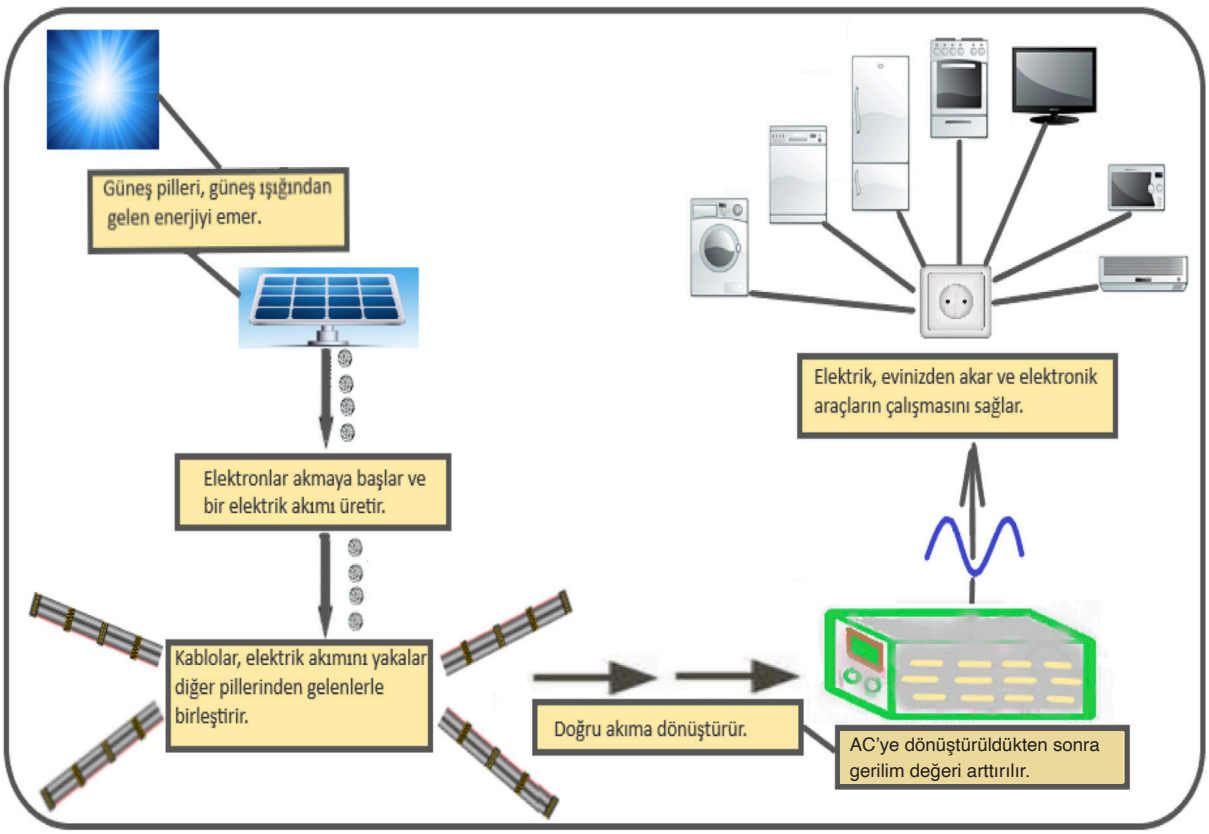
Çalışmanın Adı	**GÜNEŞ HÜCRESİ**	*15 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Güneş pili kavramını tanımlayabilme.*	

Yönerge: *Metinden faydalanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

Enerji günümüzde hayatın vazgeçilemez unsurlarından biridir. Ulaşım, sanayi, iletişim gibi birçok alanda enerjiye ihtiyaç duyarız. Günümüzde bu enerjinin büyük bir kısmı fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Uzun yıllar fosil yakıtların kullanılması ile çevreye verilen hasarlar ciddi boyutlara ulaşmıştır. Artan sera gazları, küresel ısınma gibi sorunlar dünyanın geleceğini tehdit etmeye başlamıştır. İnsanlık gelişen bilim ve teknoloji sayesinde bu sorunlara çözüm arayışlarına girmişlerdir.

Temiz bir gelecek, temiz bir dünya ile temiz bir dünya ise temiz enerji ile mümkündür. Özellikle fosil yakıtlar yerine yenilenebilir temiz enerji kaynaklarından yararlanmasını bilerek yaşanılabilir bir gelecek inşa edilebilir. Bu temiz enerji kaynaklarının en önemlilerinden biri Güneş'tir. Güneş, Dünya'daki yaşamın kaynağı olmasının yanında dünyanın tüm enerji ihtiyacını karşılayabilecek güçtedir. Dünya yüzeyine bir buçuk saatte düşen Güneş ışığı miktarı, dünyanın yaklaşık bir yıllık enerji ihtiyacını karşılayabilecek kapasitededir.

Güneş enerjisinden yararlanma yollarından biri de güneş pilleridir. Aşağıdaki görselde bir güneş pilinin, Güneş'ten aldığı ışınları evde kullanılan elektrikli aletlerin çalışmasını sağlayacak elektrik enerjisine dönüştürme işlemi anlatılmıştır.



Görsel: Güneş pilinin çalışma prensibi

Güneş pilleri, en basit anlamda, uzun zamandır hayatımızda olan güneş ışığı ile çalışan hesap makineleri içinde bulunan güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren aletlerdir. Fotovoltaik olarak adlandırılan yapı, tüm sistemin çalışmasını sağlayan yapıdır ki sözcük olarak da Güneş ışığını elektriğe dönüştürme anlamına gelir.

Sorular

1. Güneş pili kullanımının avantaj ve dezavantajları neler olabilir? Açıklayınız.

2. Güneş pillerinden günlük hayatta nerelerde yararlanılmaktadır?

3. Metinden hareketle güneş pili kavramını tanımlayınız.

6. ÜNİTE ***: MODERN FİZİĞİN TEKNOLOJİDEKİ UYGULAMALARI > 6.3. Süper İletkenler***
Kavram : Süper İletken
Genel Beceriler : Eleştirel Düşünme Becerisi
Alan Becerileri : Çıkarım Yapma Becerisi

Çalışmanın Adı	**SIFIR DİRENÇ, YÜKSEK AKIM**	*15 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Süper iletken kavramını tanımlayabilme.*	

Yönerge: *Metinden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

SIFIR DİRENÇ, YÜKSEK AKIM

Direnç, bir iletkenin içinden geçen akıma karşı gösterdiği zorluktur. Bu nedenle iletkenden geçen akımın sürekliliğinin sağlanabilmesi için üreteçler devreye kesintisiz enerji sağlar. Bazı iletkenler kritik bir sıcaklığa ulaştıklarında akıma karşı direnç göstermez ve süper iletken durumuna geçer. Bu durumda devreye akım sağlamak için üretecin fazladan enerji harcaması gerekmez. Ayrıca süper iletken maddelerde manyetik itme kuvveti oluşur. Süper iletkenlerin bu özelliklerinden faydalanılarak maglev trenleri tasarlanmıştır. Bu trenlerde sürtünme kuvveti en küçük değere ulaştırılarak yüksek hızlarda hareket etmeleri sağlanmıştır. Ayrıca bu manyetik itme kuvvetinden yararlanılarak MR cihazı tasarlanmış ve sağlık alanında görüntüleme teknolojisinde de kullanılmaya başlanmıştır.

Ülkemizde Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi (BAİBÜ) Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü akademisyenleri bor madenini kullanarak süper iletken tel üretti. Bor madeninden üretilen bu telin -250 °C ve - 270 °C'ye kadar soğutulduğunda yüksek akımları dirençsiz bir şekilde geçirdiği belirlendi.

Hiçbir direnç olmadan çok yüksek akımlar geçiren bir tel ürettiklerini belirten yetkililer, "Bu tellerimizi yurt dışına götürüp orada test ettik. Test sonuçları oldukça iyi çıktı. Oradaki sistemde maksimum 150 amper akım verebiliyorlar. Onun tamamını kullandıkları hâlde bu tellerimiz süper iletkenlikten çıkmadı, yani o akımı dirençsiz taşıdı." diye belirttiler.

Sorular

1. Süper iletken maddelerin özelliklerini belirtiniz. Bu özelliklerin teknolojiye katkısını yorumlayınız.

2. Ülkemizin süper iletkenler alanında yaptığı çalışmalardaki gelişmelerin sağlayacağı yararlar hakkındaki düşüncelerinizi belirtiniz.

3. Metinden hareketle süper iletken kavramını tanımlayınız.

Hazırlayan: *Biran KAYA*

6. ÜNİTE : **MODERN FİZİĞİN TEKNOLOJİDEKİ UYGULAMALARI > 6.4. Nanoteknoloji**
Kavram : *Nanoteknoloji, Nanobilim*
Genel Beceriler : *Eleştirel Düşünme Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**HAYALLERİN GERÇEKLİĞİ**	*15 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Nanoteknoloji ve nanobilim kavramlarını açıklayabilme.*	

Yönerge: *Metinden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

HAYALLERİN GERÇEKLİĞİ

Yıl 1890… Hayalî kahramanımız Ali, Anadolu'nun bir şehrinde yaşayan ve fenn-i makine (makine mühendisliği) eğitimi alarak yetişmiş bir gençtir. Bir gün yatağına uzanır ve rüyasında geleceğe yolculuk ettiğini görür. Rüyasında yüksek binaların olduğu ve içinde ışıkların yandığı bir şehirde dolaşmaktadır. Şaşkınlık içinde kalabalık caddelerde koşuşturan insanları izlemektedir.

Yanından geçen insanların ellerinde tuttukları küçük cihazları yüzüne götürerek konuştuklarını fark edince hayretle bakıp "Nedir bu herkesteki mustatil (dikdörtgen) alamet?" diye düşündü. O sırada kalabalık içinden birisi Ali'ye bakarak "Sen yabancısın anlaşılan." diye seslendi. Ali "Yabancı sayılırım, en son hatırladığım 1307 Safer ayının 12'sindeydik. Şimdi neredeyiz, daha önemlisi hangi zamanedeyiz?" dedi. O sırada gökyüzü karardı ve yağmur damlaları inmeye başladı. Yağmur yağarken kıyafetleri de her düşen damlada nokta nokta ıslanmaya başladı. Kendisiyle konuşan kişiye baktığında onun kıyafeti ıslanmıyordu. Şaşkınlık içinde sordu: "Beyefendi maşallah… Bu nasıl bir mucizedir ki üstünüz ıslanmamakta? Bunun sebebi ne ola?" Karşısındaki kişi önce güldü ve Ali'ye dönerek "Nanoteknoloji mucizesidir." dedi. Ali "Nasıl bir mucizedir bu?" dedi. Yanıt olarak "Devir çok değişti Ali. 'Nano' demek, metrenin milyarda biri kadar küçük bir ölçek. Öyle bir mucize ki kıyafetlerimiz ıslanmaz hatta bazı kıyafetlerimiz yanmaz. Duvarlarımız her yağmurda kendi kendini temizler, gözlük camlarımız hiç buğulanmaz." dedi. O sırada Ali "Şahsım fenn-i makineci ancak bu dediklerinizi hiç duymadım. Newton fiziği ne hâle geldi ki bunları yapar oldunuz?" dedi. Sorusuna cevap hemen geldi: "Newton bize uzun süre yol gösterdi ancak zamanla onun ortaya koyduğu ilkeler de değişti. Bu başka bir fizik." dedi. Ali yine şaşkınlıktan gözleri parlamış hâlde "Etme Efendi, bu iş gitgide acayipleşiyor. Newton fiziğinden başka fizik mi var?" dedi. "Her şey değişir, senin deyişinle zamane bunu gerektirir. Şimdi sana camlarımız artık kırılmıyor desem inanmazsın. Nanoteknolojiden ilk defa 1959 yılında bahsedildi, onun adını Richard Feynman (Riçırt Feynman) koydu. 1981 yılında taramalı tünelleme mikroskobu icat edildiğinden beri gelişti her şey. Amaç, daha küçük boyutlu daha az enerji harcayan ve daha hızlı çalışan cihazların geliştirilmesi oldu." Ali "Dediklerin benim için hayal gibi. Başka neler ürettiniz bunları öğrenerek?" sorusuna cevabı hemen aldı: "Üç grupta üretildi hepsi: nanolevhalar, nanoteller ve nanoparçacıklar. Maddeler küçüldükçe gözle görülür özellikleri değişir. Örneğin seramik nanoölçekte şekillenebilir esnek yapıdadır. Altının rengi kırmızıya döner." Ali "Her şey küçülmüş maşallah, yemekleriniz de küçülmediyse karnım zil çalıyor, yiyecek bir şeyi nereden bulurum?" dedi. "Şu köşede beğendiğim bir yer var, oturalım. Bir şeyler yiyelim seninle. Yemekler bildiğin gibi tabii şimdilik."

Yemek lafını duyan Ali rüyasından kan ter içinde uyandı. Kendine gelmek için silkelendi. Tahta masanın üstündeki tabakta duran elmaya baktı. İçinden "Ah elmacığım, tatlı elmacığım, bu zamanların kıymetini bil elmacığım. Gelecekte sen bütün olarak dişimin arasına sığacaksın elmacığım." diye söylendi.

Sorular

1. Nanobilimin gelişim sürecini açıklayınız.

.....

.....

2. Nanoteknoloji günlük yaşamda hangi alanlarda kullanılmaktadır?

.....

.....

3. Metinden hareketle nanobilim ve nanoteknoloji kavramlarını kendi cümlelerinizle tanımlayınız.

.....

.....

6. ÜNİTE : MODERN FİZİĞİN TEKNOLOJİDEKİ UYGULAMALARI > 6.5. LASER Işınları
Kavram : LASER
Genel Beceriler : Eleştirel Düşünme Becerisi
Alan Becerileri : Çıkarım Yapma Becerisi

Çalışmanın Adı	**KLONLANMIŞ IŞIK**	*20 dk.*
Çalışmanın Amacı	*LASER kavramını açıklayabilme.*	

Yönerge: *Metinden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

Etrafımızda gördüğümüz ışığın neredeyse tamamı, yüksek enerji seviyesindeki elektronların düşük enerji seviyesine geçerken fazla enerjilerini ışık olarak yayması sonucu oluşur. Elektronların yüksek enerji seviyesinden düşük enerji seviyesine geçişi kendiliğinden gerçekleşir. Bu nedenle aynı geçişi yapan her bir elektronun yaydığı ışık diğer elektronların yaydığı ışıkla uyumlu değildir, bu ışıkların yönleri farklı ve gelişigüzeldir.

Peki, bir elektron yüksek enerji seviyesindeyse ve fazladan enerjiye sahip bir fotonla etkileşirse ne olur? Einstein (Aynştayn) 1917 yılında kuantum fiziğini kullanarak elektronların yüksek enerji seviyesinde bulunduğu bir sisteme dışarıdan ışık gönderildiğinde ışığın, elektronları düşük enerji seviyesine inmeye zorlayacağını göstermiştir. Bu geçişin sonucunda da yüksek enerji seviyesinden düşük enerji seviyesine inen elektronların yayacağı ışığın, elektronları aşağı inmeye zorlayan ışık ile aynı özelliklere sahip olacağını ispatlamıştır. Bu mekanizma "uyarılmış geçiş" olarak adlandırılır. Işık uyarılmış geçişte soğrulmaz, aksine kendisini klonlayıp güçlenmiş olarak dışarı çıkar. Uyarılmış geçiş yolu ile elde edilen ışık; aynı fazlı, aynı frekansa sahip, aynı yönlü fotonlardan oluşur. Uyarılmış geçiş yolu ile ışığın oluşumunu sağlayan bu düzenek LASER olarak bilinir.

Günümüzde gözle görülemeyecek kadar küçük olanlardan bir masayı kaplayacak boyutlarda olanlara kadar çeşitli türde LASER düzenekleri var. LASER veri iletiminden eğlence sektörüne, neşterden nükleer başlıklı füzeleri yok edebilecek güçteki lazer silahlarına kadar birçok alanda farklı amaçlar için kullanılır. Kullanışlı aletlere dönüşerek her geçen gün hayatımızda daha fazla yer edinen lazerler, bilimsel araştırmalarda da daha sık kullanılır hâle geldi. LASER'in gelecekte özellikle kuantum bilgisayarlarının önemli bir parçası olacağı öngörülüyor.

Sorular

1. Yukarıdaki metinden yola çıkarak LASER kavramını tanımlayınız.

2. Günlük hayatımızda LASER ışınlarını başka nerelerde kullanmaktayız? Açıklayınız.

3. LASER cihazının çalışma prensibini açıklayınız.

Hazırlayan: *Dr. Belgin SÖNMEZ*

6. ÜNİTE : **MODERN FİZİĞİN TEKNOLOJİDEKİ UYGULAMALARI > Ünite Sonu Çalışması**
Kavram : *Ünite Kavramları*
Genel Beceriler : *Eleştirel Düşünme Becerisi, İş Birliği Becerisi*
Alan Becerileri : *Çıkarım Yapma Becerisi*

Çalışmanın Adı	**TEKNOLOJİK KAVRAMLAR**	*15 dk.*
Çalışmanın Amacı	*Modern fiziğin teknolojideki uygulamaları ünitesindeki kavramları birbiriyle ilişkilendirebilme.*	

1. Yönerge: *Aşağıdaki kutucuklarda "Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları" ünitesinde geçen sözcükler/kavramlar karışık şekilde verilmiştir. Kavramın başındaki sayıyı açıklamanın başına yazarak eşleştiriniz. Çalışmanızı sıra arkadaşınızın çalışmasıyla karşılaştırarak varsa eksik noktaları tamamlayınız.*

1) Yarı iletken	2) LED	3) Güneş pili	4) Süper iletken	5) Nanobilim
6) Nanoteknoloji	7) LASER	8) Diyot	9) Transistor	10) Ampul

(.....) Herhangi bir iletkenin elektrik direncinin kritik bir sıcaklık ve kritik bir manyetik alan altında tamamen ortadan kalkmasıdır.

(.....) En küçük maddelerin teknolojisi olarak da tanımlanabilir.

(.....) Kuantum fiziğinin günlük hayatta işlevsellik kazanma sürecinde önemli bir yere sahip olan nanoyapılar, 1-100 nm arasındaki yapılardır. Bu boyutlarda sistemlerin fiziksel davranışlarında farklı özellikler gözlenir. Bu özellikleri kuantum fiziğinin ilkelerinden yararlanarak açıklayan bilim dalıdır.

(.....) Uyarılmış emisyon yoluyla elde edilir. Dalga boyları aynı olan fotonlardan oluştukları için tek renkli ve dağılmadan yayılabilir.

(.....) Elektrik iletkenliği bakımından iletken ile yalıtkan arasında kalan maddelerdir. Normalde yalıtkan maddelerdir.

(.....) Yapısında bulunan yarı iletkenler yardımıyla yüzeylerine gelen Güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren düzeneklerdir.

(.....) Aydınlatma denildiğinde akla gelmektedir. Elektrik enerjisini ışık enerjisine dönüştüren devre elemanlarıdır.

2. Yönerge: *Aşağıda verilen görselleri inceleyerek bu görsellerin 1. Yönerge'de verilen kavramlardan hangileriyle ilgili olabileceğini altlarındaki boşluklara yazınız.*

Görsel 1

a) .....

Görsel 2

b) .....

Görsel 3

c) .....

Görsel 4

ç) .....

Görsel 5

d) .....

Görsel 6

e) .....

Çalışma No.: 1

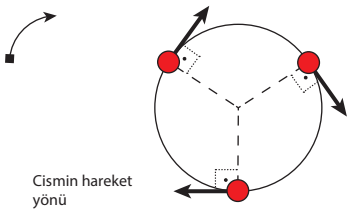
1. Aşağıda akıl haritası üzerindeki nokta ile belirtilen boşluklara yazılacak uygun kelimeler verilmiştir.

1. teğettir. 2. Vektörel 3. değişir.
4. doğru 5. m/s 6. doğru

Öğrencilerin verdiği cevaplarda farklılıklar görülebilir. Muhtemel cevaplar:

- Çembersel hareket yapan bir cismin yörüngesi üzerinde sahip olduğu hızdır.
- Çizgisel hız, yarıçap vektörüne dik olan hızdır.

2. Yarıçap r olmak üzere siyah oklar bir cismin seçilen üç noktadaki çizgisel hızını göstermektedir.



3. Öğrencilerin verdiği cevaplarda farklılıklar görülebilir. Muhtemel cevaplar

1. Örnek	Çalan bir plak üzerinde bulunan harfler çizgisel hıza sahiptir.
2. Örnek	Hareket hâlindeki bir araba tekerine yapışan sakız çizgisel hıza sahiptir.
3. Örnek	Dünya'nın çevresinde dolanan bir iletişim uydusu çizgisel hıza sahiptir.

Çalışma No.: 2

1. Saatlerin akrepleri düzgün çembersel hareket yapmaktadır. Bu harekette saat akreplerinin uzunluğu yarıçap vektörünü temsil etmektedir.

2. Açısal hız, çembersel hareket yapan bir cismin birim zamanda radyan cinsinden taradığı açıdır. Bu sebeple saatlerdeki akreplerin farklı büyüklüklerde olması açısal hızın büyüklüğünü etkilemez.

3. Aynı süre içinde taranan açı arttıkça açısal hızın değerinin daha büyük olduğu görülmektedir. Bu nedenle açısal hız büyüklüğü ile taranan açı miktarı doğru orantılıdır.

Çalışma No.: 3

1. Bu sorunun cevabı öğrencinin yorumuna bırakılmıştır. Muhtemel cevaplar şöyle olabilir:

Serdar sabit hızla hareket eden bir cismin ivmeli hareketini ilginç bulmuştur. İvme, birim zamandaki hız değişiminden kaynaklanan fiziksel bir kavramdır. Düzgün çembersel harekette ise dönüş hızı sabittir ancak bir ivme vardır. Serdar, bu nedenle şaşırmış durumdadır. Ancak ivme vektörel bir büyüklük olduğundan, hız vektörünün yön değiştirmesi merkezcil ivmenin oluşması için yeterli bir nedendir.

2. Düzgün çembersel hareket yapan bir cismin hareketi sırasında hızının büyüklüğü değişmezken yönü sürekli değişir. Bu hız değişiminden kaynaklanan ve yönü daima hareketin yörünge merkezine doğru olan ivmeye merkezcil ivme denir.

3. Hem atlıkarınca hem de dönme dolabın hız büyüklüklerinin aynı olduğu söylenmiştir. Ancak merkezcil ivmeye etki eden faktörlerden biri de bu araçların hareket ettiği çembersel yörüngenin yarıçap büyüklüğüdür. Bunların farklı olması merkezcil ivmenin de değerini değiştirir.

Çalışma No.: 4

1. Merkezcil kuvvet, düzgün çembersel hareket yapan bir cisme etki eden net kuvvete verilen isimdir.

2. Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir.

Muhtemel cevaplar aşağıda sıralanmıştır.

Merkezcil Kuvvet Örnekleri	Merkezcil Kuvvetle İlgili Açıklamam
İçi su dolu iken döndürülen kova	Suyun dökülmemesi için kova içindeki su miktarının kovayı tam olarak dolduracak miktarda olmaması gerekir. Kova yeterince hızlı döndürüldüğünde içindeki su dönme merkezine yönelecek ve hiçbir zaman dışarı çıkmayacaktır. Kova dönerken suyun teğet hareket ettiği gözlemlenebilir.
Beton karıştırıcı	Çimento, kum ve su makine içinde birbirine karışır. Bir çırpıcı yardımıyla bulamaç hâline gelen madde, özellikle yer çekimi yardımıyla her dönüşünde merkeze doğru yönelir.
Çembersel yörüngedeki uçak	Uçağın da belirli bir merkez çevresinde hareket edebilmesi için sınır seviyedeki hıza ulaşması gerekir. Pilot, uçak çembersel hareket edecek hıza ulaştığında kumanda ile merkeze doğru yönelmeye çalışır. Bu noktadan sonra uçak çembersel hareketine devam eder.

3. Düzgün çembersel hareket sırasında ve merkezcil kuvvetin etkisiyle dengede kalma durumuna silindir parkurda gösteri yapan motosikletlinin düşmeden dönebilmesi örnek olarak verilebilir.

Çalışma No.: 5

1. Merkezcil ivme ile ilgili olan ifadeler: 1, 4, 5, 7, 9, 12,15

2. İvme kavramı ile ilgili olan bilgi kutuları: 2, 6, 10, 13,14

3. Her iki ivme ile ilgili olan ifadeler: 3, 8, 11

Çalışma No.: 6

1. Dönme hareketi yapan cisimlerin dönme hareketinde meydana gelen değişikliğe karşı gösterdiği dirence eylemsizlik momenti denir.

2. Eylemsizlik momenti kütle miktarı ve kütlenin dönme noktasına uzaklığının karesiyle doğru orantılıdır.

3. X silindiri ile Y silindiri üzerine yapıştırılan cisimler bu silindirlerin eylemsizlik momenti değerlerini değiştirir. Matematiksel modele bakıldığında X silindirinin üzerindeki cisimlerin dönme eksenine göre yarıçapı, Y silindirindeki cisimlere göre daha küçüktür. Bu durum X silindirinin eylemsizlik momenti değerinin küçük olmasına neden olur ve dönme hareketine daha az zorluk gösterir. Bu nedenle X silindiri Y silindirinden önce yatay seviyeye ulaşır.

Çalışma No.: 7

1. Bir cismin dönme eksenine göre çizgisel momentinin oluşturduğu etkiye açısal momentum denir.

2. Tork ile açısal momentum kavramlarının benzer özellikleri; dönme olayı sırasında oluşması, yönlerinin sağ el kuralıyla bulunması, vektörel büyüklük ve dönme noktasına olan uzaklık ile doğru orantılı olmasıdır. Kuvvetin döndürme etkisi sonucunda torkun, çizgisel momentumun döndürme etkisiyle açısal momentumu oluşturması tork ve açısal momentum kavramlarının farklılığıdır.

3.

Cisim	Açısal Momentum
K	$L_K = m \cdot \vartheta \cdot r$
M	$L_M = 2m \cdot \vartheta \cdot r$
N	$L_N = 2m \cdot \vartheta \cdot r$
S	$L_S = 8m \cdot \vartheta \cdot r$

Çalışma No.: 8

1. Bu sorunun birden fazla cevabı vardır. Olası cevaplar:
1. Cevap: 6 ve 7
2. Cevap: 1 ve 10

2. Bu sorunun birden fazla cevabı vardır. Olası cevaplar:
1. Cevap: 13, 1 ve 10
2. Cevap: 13, 2 ve 10

3. Bu sorunun birden fazla cevabı vardır. Olası cevaplar:
1. Cevap: 13 ve 10
2. Cevap: 13 ve 16

4. Bu sorunun birden fazla cevabı vardır. Olası cevaplar:
1. Cevap: 13, 1 ve 10
2. Cevap: 2 ve 4

Çalışma No.: 9

1. Öğrencilerin vereceği cevaplarda farklılık görülebilir. Muhtemel cevaplar:

- Yay sarkacı, serbest durumda bulunan esnek yayın ucuna G ağırlıklı cisim asıldığında oluşan sisteme denir.
- Serbest yatay konumda bulunan esnek yayın ucuna bir kuvvet uygulandığında denge noktası etrafında titreşim hareketi yapan sistemdir.

2. Yay sabitine bağlı olduğundan farklı gezegenlerde sarkacın periyodu değişmez.

3. **a)** Kütle ve yay sabiti

b) 1. durum olup denge noktası O'da

c) 1. ve 5. durumlarda olup K ve N'de

ç) Periyot

d) Uzanım

e) Paralel bağlıdır, azalır.

f) Seri bağlıdır, artar.

Çalışma No.: 10

1. Basit bir sarkaçta denge konumundan bir miktar çıkarılıp serbest bırakılan kütlenin tekrar aynı noktaya gelmesi için geçen süre periyot olup periyodu etkileyen faktörler uzunluk ve yer çekimi ivmesidir.

2.

1	2	3	4	5	6	7
A	B	C	Ç	D	E	F

3. **1.** D

2. Periyot

3. Değişmez.

4. Yanlış

5. geri, ileri

6. Azalır.

7. Artar/iki kat artar.

Çalışma No.: 11

1. Bu sorunun cevabı öğrencinin yorumuna bırakılmıştır. Muhtemel cevaplar şöyle olabilir:

Basit sarkacın hareketsiz kaldığı nokta *denge noktası*dır. Basit sarkacın hızının en büyük değere ulaştığı nokta *denge noktası*dır.

2. Bu sorunun cevabı öğrencinin yorumuna bırakılmıştır. Muhtemel cevaplar şöyle olabilir:

Basit harmonik hareket yapan cismin herhangi bir anda denge noktasına olan uzaklığına *uzanım* denir. Basit harmonik hareket yapan cismin uzanımının en büyük değerine *genlik* denir.

3. Herhangi bir anda cismin denge noktasına uzaklığına uzanım denirken uzanımın maksimum olduğu nokta genlik, uzanımın sıfır olduğu nokta da denge noktasıdır. Uzanım, sıfır ile genlik arasında her değeri alabilirken genlik ve denge noktası tek bir değer alır.

Çalışma No.: 12

1. 3, 6, 9 numaralı kutucuklar

2. 1, 2, 4, 5, 7, 8 numaralı kutucuklar

3. 1, 2, 4, 5, 7, 8 numaralı kutucuklar

4. 1, 2, 4, 5, 7, 8 numaralı kutucuklar

5. 1, 2, 4, 5, 7, 8 numaralı kutucuklar

6. Yay/sarkaçta cisim ne zaman denge konumundan uzaklaşırsa oluşan kuvvet onu tekrar denge konumuna doğru çağırma eğilimindedir. Bu özellikteki kuvvetlere geri çağırıcı kuvvet denir.

- Geri çağırıcı kuvvet, yaylarda gerilmeden oluşan kuvvetin, sarkaçlarda ise yer çekimi kuvvetinin bileşenlerinden biridir.
- Cisim bu kuvvetin etkisiyle K ve L noktaları arasındaki salınım hareketine devam eder.
- Geri çağırıcı kuvvet konum vektörüne daima zıt yönlüdür.
- Geri çağırıcı kuvvet cismin yer değiştirmesi ve yay sabiti ile doğru orantılıdır.
- Geri çağırıcı kuvvet denge noktasında sıfır, genlik noktalarında ise maksimumdur.

Çalışma No.: 13

Verilen cevaplar öğrencilere göre farklılık gösterebilir. Muhtemel cevaplar:

Kavramlarla İlgili Açıklamalarım
Kütle yay sisteminde denge noktasında iken cisim üzerine etki eden bileşke kuvvet sıfırdır.
Sürtünmesiz yatay bir düzlem üzerinde gerilmemiş veya sıkıştırılmamış yay sabiti k olan yayın ucuna bağlı m kütleli cismin bulunduğu konum, denge noktası olarak ifade edilir.
Cisim ne zaman denge konumundan uzaklaşırsa yayda oluşan kuvvet, onu tekrar denge konumuna doğru çağırma eğilimindedir. Bu özellikteki kuvvetler geri çağırıcı kuvvettir.
Geri çağırıcı kuvvet konum vektörüne daima zıt yöndedir.
Hooke (Huk) Yasası'na göre konum vektörüne daima zıt yönlü olan geri çağırıcı kuvvet , cismin yer değiştirmesiyle doğru orantılıdır.
Sürtünmelerin önemsenmediği bir ortamda denge konumuna eşit uzaklıktaki iki nokta arasında ve belirli zaman aralıklarında kendini tekrarlayan titreşim hareketi basit harmonik harekettir.
Basit harmonik hareket yapan cismin herhangi bir anda denge noktasına olan uzaklığı uzanımdır.
Basit harmonik hareket yapan cismin uzanımının en büyük değeri genliktir.
Yay sarkacının periyodu yay sabitine ve cismin kütlesine bağlıdır.
Seri ve paralel yaylara bağlı cisimlerin titreşim periyotlarını bulmak için yayların eşdeğer yay sabiti kullanılır.
Basit harmonik hareket yapan bir basit sarkacın periyodu ipin boyuna ve bulunduğu yerin yer çekimi ivmesine bağlıdır.

Çalışma No.: 14

1. Doğrusal su dalgalarının, aralarındaki uzaklık dalga boyundan küçük ya da dalga boyuna eşit olan iki engel arasından geçerken dairesel dalgalar şeklinde bükülerek yollarına devam etmesi olayına kırınım denir.
2. Kırınım olayını etkileyen değişkenler doğrusal su dalgalarının dalga boyları ve yarık aralığının genişliğidir. Kırınım olayının gerçekleşebilmesi için derinliği sabit bir dalga leğeninde doğrusal su dalgalarının dalga boylarının, engellerin yarık aralığına eşit ya da engellerin yarık aralığından daha büyük olması gerekir. Bu nedenle kırınım olayının gerçekleşmediği bir durumda ya iki engel arasındaki mesafenin azaltılması ya da dalga boyunun arttırılması gerekir. Dalga boyunu arttırmak için ise ya dalga kaynağının frekansı azaltılabilir ya da dalga leğenine bir miktar su eklenebilir.
3. Ses ve su dalgaları gibi ışık da dalga özelliği gösterdiğinden dar bir yarıktan geçerken kırınıma uğrar. Su dalgalarında olduğu gibi kırınımın gözlemlenebilmesi için ışığın dalga boyu ile iki engel arasındaki genişliğin kıyaslanabilecek büyüklükte olması gerekir. İki engel arasındaki genişlik dalga boyundan çok büyük ise kırınım gerçekleşemez.

Çalışma No.: 15

1. Kaynaklardan dairesel şekilde çıkan su dalgaları, su yüzeyinin her yerinde karşılaşırlar. Dalgaların karşılaşması sonucu meydana gelen bu olay girişim olarak adlandırılır.
2. Işık ışınlarının uygun koşullarda birbirleriyle girişim yaptığı gösterilerek ışığın dalga doğası açıklanmıştır.
3. Caddeden geçen arabalardan (ses kaynaklarından) çıkan ses dalgaları birbirlerinin içinden geçebilir ancak sokakta yürüyen alıcı tarafından algılanan ses, caddedeki arabalardan çıkan seslerin bileşkesidir. Girişim olayında dalgalar birbirlerini sadece kuvvetlendirmezler (yapıcı girişim), aynı zamanda birbirlerini söndüredebilirler (yıkıcı girişim). Ses dalgalarında da girişim olayı gözlenir. Aynı frekanslı iki ses kaynağından aynı genlikli dalgaların yayıldığı durum ele alındığında iki kaynağın arasında bir alıcı bulunuyorsa alıcı, ses dalgalarının yaptığı girişimin sesini duyar. Alıcı, ses dalgaları üst üste biniyorsa güçlü bir ses duyar ancak ses dalgaları birbirlerini sönümlüyorsa o zaman zayıf bir ses duyar.

Çalışma No.: 16

Su dalgalarında kırınımın gözlenebilmesi için "$\lambda \geq w$" olması gerekir. (λ: Dalga boyu, w: Yarık genişliği) → D

Kırınım yalnız su dalgalarında gözlemlenir. → Y

Dalgaların üst üste binerek birbirini güçlendirmesi veya sönümlemesine "girişim" denir. → D → 3. ÇIKIŞ

Çalışma No.: 17

1. Ambulans Emre'den uzaklaştığında Emre'nin algıladığı seslerin frekansı azalır, ambulans Emre'ye yaklaşınca sesin frekansı artar. Bu durum ambulans Emre'ye yaklaşırken ses şiddetinin giderek artmasına, uzaklaşırken ses şiddetinin giderek azalmasına neden olur. Böylelikle ambulans sabit bir frekansta siren çalıyorken farklı konumlarda farklı frekanslarda sesler duyulur.
2. Ses dalgalarının Doppler olayında frekansının azalıp artması sonucu sesin şiddeti farklı algılanmaktadır. Işık dalgalarının da Doppler olayında frekansının artıp azalması sonucu; frekansı artan ışık maviden mora yaklaşmakta, frekansı azalan ışığın rengi ise kırmızıya kaymaktadır.
3. Gözlemci ve kaynaktan biri hareketli ya da her ikisi de hareketli ise gözlemcinin algıladığı frekans, kaynaktan çıkan frekanstan farklı olur. Bu olaya Doppler olayı denir.

Çalışma No.: 18

1. Yönerge:

1. Dalgaların, dalga boyuna göre daha küçük bir aralıktan geçerken bükülerek yayılması olayına **kırınım,** bu olayda oluşan desene de **kırınım deseni** denir.
2. İki veya daha fazla dalganın birbirinin içerisinden geçmesi olayına **girişim,** bu olayda oluşan desene de **girişim deseni** denir.
3. Işık, ses ve su dalgalarında gözlenen frekansların, kaynağın ve gözlemcinin hareketine bağlı olarak farklı algılanmasına **Doppler olayı** denir.
4. Su dalgalarında kırınım olayında **dalga boyu/yarık genişliği** oranı arttıkça kırınım daha net gerçekleşir.
5. Su dalgalarında oluşan girişim deseni **kaynaklar arası uzaklık** ile doğru, dalgaların dalga boyu ile ters orantılıdır.
6. Su dalgalarında çift tepe ve çift çukur noktalarının birleştirilmesi ile oluşan çizgilere **dalga katarı,** düğüm noktalarını birleştiren çizgilere de **düğüm çizgisi** denir.
7. Işık dalgalarında kırınım olayında saçak genişliği, yarık ile perde arası uzaklık ve kullanılan ışığın dalga boyu ile doğru; yarık genişliği ve **ortamın yoğunluğu** ile ters orantılıdır.
8. Işık dalgalarında girişim olayında saçak genişliği, yarık ile perde arası uzaklık ve kullanılan ışığın dalga boyu ile doğru; **yarıklar arası mesafe** ve ortamın yoğunluğu ile ters orantılıdır.

2. Yönerge:

Yaklaşan bir ambulansın sesinin farklı algılanmasının nedeni, kaynağın frekansının değişmesidir. (Y) → Ardışık iki dalga katarı arası uzaklık, oluşturulan dalgaların dalga boyunun yarısıdır. (D) → Işık dalgalarında tek yarıkta kırınım deseninde tüm saçakların genişliği eşittir. (Y) → 6. Çıkış

Çalışma No.: 19

1. Verilen cevaplar öğrencilere göre farklılık gösterebilir. Muhtemel cevaplar:
   - Enerji seviyesi denildiğinde yörünge anlaşılmalıdır.
   - Enerji seviyesi denildiğinde atom çekirdeğinin etrafında katman biçiminde bulunan kısımların her biri anlaşılmalıdır.
2. Verilen cevaplar öğrencilere göre farklılık gösterebilir. Muhtemel cevap şöyle olabilir:

   Ebrar'ın yaptığı Güneş sistemi modeli benzetmesinin en fazla tercih edilen benzetme olması beklenebilir.
3. Cevaplar öğrencilere göre farklılık gösterebilir. Muhtemel cevap şöyle olabilir:

   Jüpiter gezegeni çekirdeğe, uyduları elektronlara, uyduların bulunduğu yörüngeler enerji seviyelerine benzetilebilir.

Çalışma No.: 20

1. Öğrencilerin verdiği cevaplarda farklılık görülebilir. Muhtemel cevaplar:
   - Bir atoma ait elektronların, kararlı hâlde bulunduğu enerji seviyesinden üst enerji seviyelerine geçerek kararsız hâle gelmesi olayıdır.
   - Atomun elektronlarının enerji alarak daha yüksek enerji seviyelerine çıkmasıdır.

   Atomlar; elektronlarla bombardıman edilerek, başka atomlarla çarpıştırılarak, ısı enerjisi verilerek ve foton ile etkileşmesi sağlanarak uyarılabilir.
2. Elektron yeterli enerjiye sahipse birden fazla elektronu uyarabilir. Foton sadece bir elektronu uyarabilir.

3.

Özellikler	Temel Durum	Uyarılmış Durum
En düşük enerjili durumdur.	x	
Kısa ömürlü durumdur.		x
Bu durumdaki elektron, atomun çekirdeğine daha uzaktır.		x
Elektronların mümkün olan en alt seviyede bulunduğu durumdur.	x	
Kararsız durumdur.		x
Bir atom, iki enerji seviyesi farkı kadar enerji alırsa bu duruma geçer.		x

Çalışma No.: 21

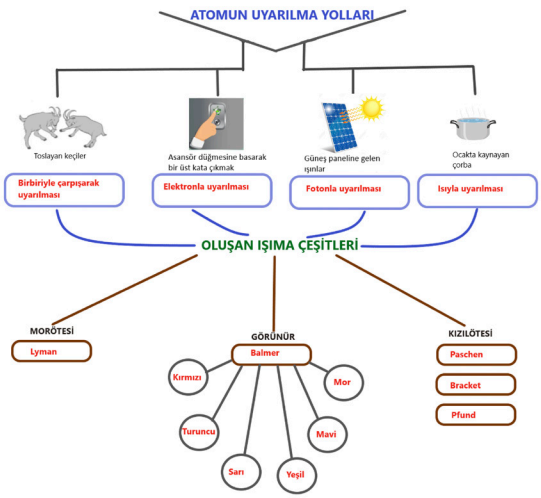
1. Elektronun atomdan koparılarak serbest kalması olayına iyonlaşma denir.

2. Toplar elektrona, topların üzerinde bulunan demir halkalar bir elektronu yörüngesinden koparabilmek için gerekli olan enerjiye, topların demir halkalardan kurtularak yüzeye hareket etme süreci ise iyonlaşmaya benzetilmiştir. Ayrıca her bir halkanın farklı büyüklükte olması, farklı atomlar için farklı miktarda iyonlaşma enerjisine olan ihtiyacı temsil eder.

3. Elektron atomu uyararak, foton elektron koparak iyonlaşmaya neden olur.

Çalışma No.: 22

1.



2. Bir üst enerji seviyesine geçmiş olan atom, yeniden alt enerji seviyesine geçerken enerji seviyeleri arasındaki fark kadar bir foton yayınlar. Burada atomun foton yayınlamasına ışıma adı verilir.

Çalışma No.: 23

1. Bir atomun kararlı yörüngesinde dolanan elektrona enerji verilirse elektron bulunduğu enerji seviyesinden daha yüksek enerji seviyesine çıkar. Böylece atom uyarılmış olur. Kararsız hâle gelen atomun kararlı hâle dönebilmesi için yüksek enerji seviyesine çıkan elektronun tekrar eski enerji seviyesine dönmesi gerekir. Atom bu dönüş sırasında almış olduğu enerjiyi foton olarak etrafa yayar. Bu olaya ışıma denir.

2. Bir atomun çekirdeğinden belirli uzaklıklarda elektronların bulunabileceği dairesel yörüngeler atomun enerji seviyesidir. Bu enerji seviyesinde bulunan elektronun atomdan koparılarak serbest kalması olayı iyonlaşmadır. İyonlaşmanın gerçekleşmesi için gerekli enerjiye de iyonlaşma enerjisi denir.

3. I. Temel enerji seviyesinde bulunan bir atom, yeterli enerji alırsa bir üst enerji seviyesine çıkar.

II. Üst enerji seviyesine çıkan atom uyarılma ile temel hâlden uzaklaştırılır.

III. Atomun aldığı enerji, elektronu çekirdekten tamamen koparmaya yeterli ise atom için iyonlaşma gerçekleşir.

IV. Atom kısa süre içinde aldığı enerjiyi foton şeklinde yayarak ışıma yapar.

Çalışma No.: 24

1. Öğrencilerin verdiği cevaplarda farklılık gözlenebilir. Muhtemel cevap şöyle olabilir:

Şişmemiş bir balon üzerine aralarında 1 cm olacak şekilde birkaç nokta belirleyip kalemle işaretlenerek yavaşça şişirilebilir. Bir süre sonra noktalar arasındaki uzaklık artacaktır. Noktalardan birinde diğer noktaya bakan bir kelebek olduğu varsayılırsa diğer noktanın kendisinden hızla uzaklaştığını görecektir. Bu örnekte kelebek Dünya'daki bir gözlemciye uzaklaşan nokta ise galaksiye benzetilmiştir.

2. Evrenin bir başlangıcı vardır.

Başlangıçta her şey saf enerji hâlindedir.

Evren genişlemektedir.

3. A4 boyutunda bir kâğıdın mümkün olduğunca çok katlanıp bırakıldığında yavaş yavaş açılması ile büyük patlama teoremi modellenebilir. Kâğıdın açılma süreci evrenin genişlemesine örnek teşkil ederken bu süreçte maddenin, enerjinin, zamanın ve uzayın kendisini oluşturması tasvir edilir.

Çalışma No.: 25

2. Yönerge:

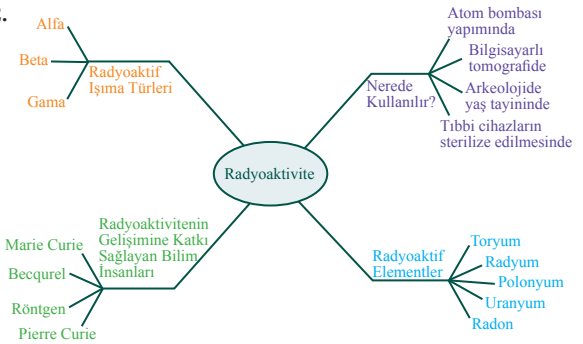
1. Proton ile **nötron,** bu iki temel parçacık birleşerek çekirdekleri oluşturur.
2. Atomun yapısında proton ve nötrondan daha küçük parçacıkların da olduğu tespit edilmiş ve bu parçacıklara **alt parçacık** adı verilmiştir.
3. **Güçlü nükleer kuvvetin** görevi nötron ve protonları çekirdeğe bağlamaktır.
4. **Zayıf nükleer kuvvet** elektromanyetik kuvvetten sonra büyüklük olarak üçüncü sırada yer alan kuvvettir.
5. Bir tane **aşağı kuark** u ile iki tane yukarı kuark d, atomun çekirdeğindeki nötron parçacığını oluşturur.
6. **Proton** ve nötron ağır parçacıklar anlamında kullanılan **baryon** grubunda yer almaktadır.
7. **Elektromanyetik kuvvet** atom ve moleküllerin bir arada bulunmasını sağlayan kuvvettir.
8. İkili kuark gruplarına **mezon** adı verilir.
9. Harflerin üzerine çizgi konularak gösterilen ve **antikuark** olarak verilen isim **hadron**lardır.
10. Standart modele göre maddenin en küçük yapı taşları **kuark** ve **lepton** alt parçacıkları olup bu madde parçacıklarına fermiyon denir.
11. Madde parçacıkları arasındaki etkileşimlere aracılık eden kuvvet taşıyıcılarına ise **bozon** denir.
12. Evren; kuarklar, leptonlar ve **kuvvet taşıyıcı**larından oluşmuştur.
13. İki tane aşağı kuark u ile bir tane **yukarı kuark** d atomun çekirdeğindeki proton parçacığını oluşturur.
14. Temel parçacıkları ve bu parçacıkların aralarındaki etkileşimlerinde etkili olan güçlü nükleer kuvveti, zayıf nükleer kuvveti ve elektromanyetik kuvveti açıklayan modele **standart model** denir.
15. Doğada her çeşit madde, **fermiyon** adı verilen parçacıkların kuvvet parçacıkları bozonlar aracılığı ile bir araya gelmesinden oluşur.

Çalışma No.: 26

1. Yüksek enerjili bir gama ışını atom çekirdeği ile etkileşime girdiğinde oluşan olay çift oluşum olayıdır. Elektron ve anti parçacık pozitronun durgun kütle enerjisi gama ışınının enerjisini verir.
2. Parçacık ve karşıt parçacık elektrik yükleri dışında birbirinin aynısıdır. Örneğin protonun yükü pozitif,

   antiproton yükü negatif iken elektronun yükü negatif, pozitronun yükü pozitiftir. Pozitronun kütlesi protonun kütlesinden çok çok küçüktür ama yüklerinin işareti ile yük miktarı aynıdır.
3. Antiparçacıkların bir araya gelmesi ile antimadde meydana gelir. Enerjinin farklı bir formudur. Madde ve antimadde karşılaştıklarında maddesel parçacıklar enerjiye dönüşür. Enerji parlaması ile kütle kaybolur.

Çalışma No.: 27

1. Radyoaktivite, kararsız hâldeki ağır kimyasal (radyoaktif) elementlerin kendiliğinden bozunarak ışıma (radyasyon) yaymasıdır.
2. 

3. Öğrencilerin bu soruya verdiği cevaplar farklı olabilir. Muhtemel cevaplardan biri şöyledir: 19. yüzyılın sonları ve 20. yüzyılın başlarında radyoaktivite ve X-ışınlarıyla ilgili keşifler endüstri ve sağlık alanlarında birçok aletin geliştirilmesine olanak sağladı. Yavaş gelişen semptomlardan dolayı kimse ışınların zararlı olduğunu bilemedi. Günümüzde radyoaktivite hemen hemen bütün bilimsel ve teknik alanlarda kullanılır. Bu nedenle geniş bir uygulama sahasına sahiptir. Kimyada, biyolojide, tıpta, metalürjide geniş bir kullanım alanına sahip olan radyoaktiveden atom bombası yapmak yoluyla yıkıcı bir etki de elde edilebilir.

Çalışma No.: 28

1. Bu sorunun cevabı öğrencinin yorumuna bırakılmıştır. Muhtemel cevaplar şöyle olabilir:

   Nükleer çalışmaların tıpta hastalıkların teşhis ve tedavisinde kullanılması, enerji üretiminde sera etkisi ve küresel ısınmaya neden olan enerji santralleri yerine düşük karbon salınımı olan nükleer enerji santrallerinin kullanılması, tarım, endüstri, teknoloji vb. alanlarında kullanılması nükleer çalışmaların günlük yaşama ve çevreye olan olumlu etkilerine örnek verilebilir. Hiroşima ve Nagazaki'ye atılan atom bombaları, nükleer santrallerde yaşanan kazalar, radyoaktif atıkların depolanması vb. durumlarda oluşabilecek kazalar ve ihmaller nükleer çalışmaların günlük yaşama ve çevreye olan olumsuz etkilerine örnek verilebilir.
2. Bu sorunun cevabı öğrencinin yorumuna bırakılmıştır. Muhtemel cevaplar şöyle olabilir: Nükleer enerji santrallerinde uranyum atomlarının kullanılmasının sebebi, uranyumun radyoaktif bir atom olması ve nötronlar ile bombardıman edildiğinde çekirdek bölünmesinin kolaylıkla gerçekleşebilmesidir.
3. Bu sorunun cevabı öğrencinin yorumuna bırakılmıştır. Muhtemel cevaplar şöyle olabilir:
   - Fisyon, ağır atom çekirdeklerinin daha hafif çekirdeklere bölünmesidir.
   - Fisyon, nötronlarla bombardıman edilen ağır çekirdeklerin iki veya daha fazla çekirdeğe bölünmesine denir.
   - Fisyon, ağır çekirdeğin nötronlarla bombardıman edilmesi sonucu daha hafif çekirdeklere bölünerek enerji açığa çıkmasına denir.

Çalışma No.: 29

1. Füzyon tepkimesinin gerçekleşmesi için çok yüksek miktarda enerji gerekmektedir. Bu enerjiyi depolayabilmemiz mümkün olmadığı için füzyon tepkimesi Dünya'da enerji ihtiyacını karşılamak için mevcut teknolojimiz ile kullanılamamaktadır.
2. Çok yüksek sıcaklıklarda atom numarası küçük olan radyoaktif atom çekirdeklerinin daha ağır atom çekirdeklerini oluşturmasına *füzyon* denir.

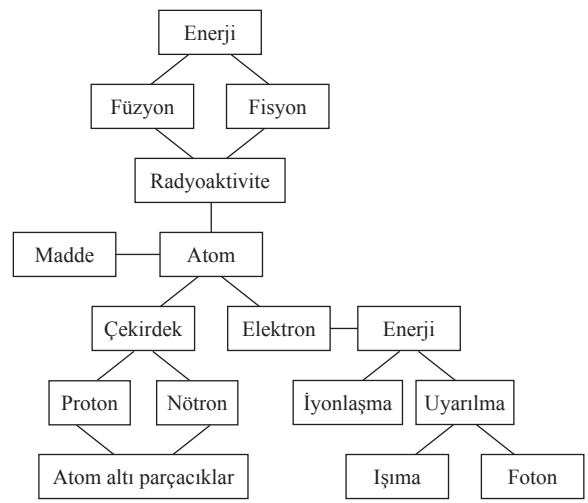
Çalışma No.: 30

1. BÖLÜM

I.	Proton	IX.	İyonlaşma
II.	Nötron	X.	Atom altı parçacık
III.	Elektronlar	XI.	Antiparçacık
IV.	Enerji seviyesi	XII.	Antimadde
V.	Temel hâl enerjisi	XIII.	Radyoaktivite
VI.	Atomun uyarılması	XIV.	Fisyon
VII.	Işıma	XV.	Füzyon
VIII.	Foton		

2. BÖLÜM

Öğrencilerin oluşturacağı kavram haritaları arasında farklılık olabilir. Örnek olması için kavram haritası muhtemel cevaplarla oluşturulmuştur.



Çalışma No.: 31

1. Newton mekaniği; yerden bakan kişinin taşın serbest düştüğünü, Güneş referans alındığında taşın yatay atış hareketi yaptığını söyler. Einstein'a göre her iki durumda da taş aynı hareketi yapacaktır. Einstein bu durumu fizik kurallarının bakış açısına göre değişmezliği olarak açıklar.
2. Einstein özel görelilik kuramında "doğa yasalarının, bütün eylemsiz gözlem çerçevelerinde değişmeyip aynı kalacağını" ifade etmiştir.

3. Bu sorunun cevabı öğrencinin yorumuna bırakılmıştır. Muhtemel cevaplardan biri şöyle olabilir:
   - Işığın bir dalga hareketiyle yayıldığı genel kabul görmüştü ama o dalgayı taşıdığı varsayılan ve uzayı dolduran ortamın (eter) var olduğunun kabul edilmesi çelişki yaratıyordu (Michelson-Morley deneyi).
   - Elektrik ve Manyetizma denklemleri Newton mekaniğinin temeli olan mutlak uzay ve mutlak zaman kavramlarıyla çelişiyordu.
   - Newton hareket yasalarıyla Merkür gezegeninin yörüngesi çok büyük bir duyarlılıkla hesaplanabiliyordu. Ancak gözlem sonuçlarıyla hesap sonuçları arasında beliren küçük ama rahatsız edici bir fark ortaya çıkıyor ve nedeni açıklanamıyordu.
   - Çok düşük ısıdaki maddeler Newton yasalarına göre hareket etmiyordu.
   - Newton fiziğine göre sabit ısıdaki bir ocağın sonsuz enerjisi olmalıydı.

Çalışma No.: 32

1. Bu sorunun cevabı öğrencinin yorumuna bırakılmıştır. Muhtemel cevaplardan biri şöyle olabilir:
   - Siyah cisim ışıması elektromanyetik dalgaların tüm dalga boylarını soğuran ve ısıtıldığında tüm dalga boylarında enerji yayan cismin yaptığı ışımadır.
   - Siyah cisim ışıması bir cismin sıcaklığından dolayı yaptığı ışımadır.
2. Deneysel olarak elde edilen verilere göre çizilen eğri ile klasik yaklaşıma göre çizilen eğri birbirinden farklıdır. Klasik yaklaşım ile deneysel veri eğrileri yüksek dalga boylarındaki ışımalarda örtüşürken düşük dalga boylarında büyük sapmalar olmaktadır.
3. Camdan giren ışık odanın içinde atomlara ve moleküllere çarpıp emilir. Binanın belli bir sıcaklıkta olan duvarları kızılötesi ışımayla dışarı doğru dalgalar yayar. Bu dalgalar da camdan dışarı çıkar. Burada cam siyah cisim gibi davranır ve siyah görünür.

Çalışma No.: 33

1. Bu sorunun cevabı öğrencinin yorumuna bırakılmıştır. Muhtemel cevaplardan biri şöyle olabilir:

   Bilim insanlarının yaptığı çalışmalar günlük hayatta kullanılan teknolojilerin temelini oluşturmaktadır. Bu bilimsel çalışmalar hakkında bilgi sahibi olunduğunda hayatta kolaylık sağlayan buluşların farkına varılabilir.
2. Işık ışınlarının metal bir yüzeye çarparak kopardıkları elektronların oluşturduğu akıma fotoelektrik akım, bu duruma ise *fotoelektrik olay* denir.

Çalışma No.: 34

1. Compton olayı, yüksek enerjili fotonlar ve serbest elektronların çarpışması sonucu fotonun ve elektronun saçılması olayına denir. Compton olayında elde edilen sonuçlar: Yüksek enerjili fotonlar ile serbest elektronların çarpışması ve saçılması aynı düzlemde esnek çarpışmadır. Çarpışma sonucunda foton soğrulmamıştır, enerji ve momentum korunur.
2. Compton saçılmasında saçılan fotonun gelen fotona göre enerjisi, momentum büyüklüğü ve frekansı azalmış; dalga boyu artmış, hızı ise değişmemiştir.
3. Compton olayı, enerji ve momentumun korunumu yasalarına uygun olarak gerçekleşmiştir.

Çalışma No.: 35

1. Işığın hem dalga hem de tanecik özelliği gösterdiği olaylara ışığın yayılması, kırılması, yansıması, renklere ayrılması gibi olaylar örnek verilebilir.
2. Bu sorunun cevabı öğrencinin yorumuna bırakılmıştır. Muhtemel cevaplar şöyle olabilir:

   De Broglie elektronların yani parçacıkların da tıpkı ışıkta olduğu gibi hem madde hem de tanecik özelliğini keşfetmiştir. Bu bir maddenin aynı zamanda bir dalga boyuna sahip olduğunu gösterir. Başka bir deyişle herhangi bir momentuma sahip olan bir madde aynı zamanda bir dalga boyuna da sahiptir.
3. Bu sorunun cevabı öğrencinin yorumuna bırakılmıştır. Muhtemel cevaplar şöyle olabilir:

   De Broglie dalga boyu bağıntısında kütlesi ve momentumu olan her parçacığın bir dalga boyuna sahip olduğu ifade edilmektedir. Bu bağıntı madde parçacıklarının da aynı ışık gibi ikili yapıda olduğunu belirtir. Yani bu eşitlik bir maddenin hem dalga (λ) hem de tanecik (m) karakterini ortaya koyması açısından önemlidir.

Çalışma No.: 36

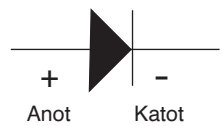
1. Özel görelilik teorisi
2. Işık hızı
3. Siyah cisim
4. Siyah cisim ışıması
5. Fotoelektrik olay
6. Fotoelektron
7. Eşik enerjisi
8. Hızı
9. Enerjisi
10. Tanecik
11. Tanecik- dalga
12. Madde dalgası

Çalışma No.: 37

1. Dış etkilerin atoma katkısı atomun enerjisini yükseltmektir. Böylece yarı iletken maddeler iletkenlik özelliği gösterebilir. Bahsedilen dış etkiler ortadan kalktığında iletkenlik özelliği de kalkar.
2. Yarı iletkenlerin "p" ve "n" tipi çeşitleri vardır. Bu yarı iletkenler ikili ya da üçlü olarak birleştirilerek diyot ve transistör gibi devre elemanları yapılır. Bu elektronik devre elemanları evlerdeki elektrikli aletlerde, sağlık, savunma, endüstri, havacılık, teknoloji alanlarında kullanılır.
3. Öğrencilerin verdiği cevaplarda farklılıklar görülebilir. Muhtemel cevaplar:
   - Yarı iletken maddeler, elektriksel iletkenliği yalıtkan ile iletken arasında olan maddelerdir.
   - Son yörüngesinde dört elektron olan maddelere yarı iletken denir.
   - Elektriksel özellikleri dış etkilere bağlı olarak değişen maddelere yarı iletken denir.

Çalışma No.: 38

1. Günümüz teknolojisi için devrim niteliğinde olan yarı iletken (silikon) temelli malzemeler birçok gelişmenin önünü açmıştır. Bu malzemeler elektrik akımını bazen iletip bazen iletmeyen ve her zaman iletken özelliği göstermeyen malzemelerdir. Genellikle germanyum ya da silisyumdan elde edilir.
2. Elektronik devrelerde diyot tek yönlü akım geçiren devre elemanıdır. Aras'ın düşünce balonunda gösterdiği şekil ise diyot üzerine uygulanan alternatif akımın sadece pozitif (+) kısımlarını diğer tarafa iletirken negatif (-) kısımlarında açık devre gibi yüksek direnç oluşturmasıdır. Diyotların çalışırken düzeneklerde yönü önemlidir.



3. Transistörler bir elektronik devrede bazen anahtarlama, bazen de sinyal yükseltmek için kullanılan malzemelerdir. Farklı tiplerinin üretilmesindeki sebep, elektronik devrede hangi işlemin yapılacağına göre transistörün özelliğinin değişmesidir. Bir elektrik anahtarını saniyede milyarlarca kez açıp kapatabildiğinizi hayal edin.

Çalışma No.: 39

1. Çevreye duyarlı bir kullanıcı LED ampulleri tercih etmelidir çünkü kullanım ömrü en uzun olan ampul çeşididir. Eşit aydınlatma miktarı için elektrik tüketimi diğerlerine göre en az olan ampul çeşididir.
2. Öğrencilerin vereceği cevaplarda farklılık görülebilir. Muhtemel cevaplar:

   Araba farlarında, ışıldaklarda, trafik ışıklarında, cep telefonu flaşlarında kullanılmaktadır. Bunların yanında veri depolama (blue-ray diskler), veri iletimi (Li-Fi) ve makine görüş sistemleri (örneğin barkod tarayıcılar) gibi pek çok farklı teknoloji alanında da LED'lerin avantajlarından yararlanılmaktadır.
3. Elektrik enerjisini ışık enerjisine dönüştüren yarı iletken devre elemanlarına *LED* denir.

Çalışma No.: 40

1. Bu sorunun cevabı öğrencinin yorumuna bırakılmıştır. Muhtemel cevaplar şöyle olabilir:

   Sera gazı üretmemesi, yenilenebilir olması, bakım ve üretim maliyetlerinin düşük olması vb. durumlar güneş pili kullanımının avantajlarına örnek verilebilir. Bölgeye, mevsimlere ve zamana göre üretiminin değişiklik göstermesi, bazı güneş paneli çiftliklerinin inşası sırasında verimli tarım arazilerinin kaybedilmesi vb. durumlar güneş pili kullanımının dezavantajlarına örnek verilebilir.
2. Güneş pilleri günlük yaşamda hesap makinesi, saat, güneş enerjisi ile çalışan araçlar, şarj aletleri, sokak ve bahçe lambaları gibi birçok alanda kullanılmaktadır ve kullanımı her geçen gün artmaktadır.
3. Güneş'ten gelen ışınları elektriğe dönüştürebilen elektronik sisteme verilen addır.

Çalışma No.: 41

1. Süper iletkenler akıma karşı direnç göstermez ve manyetik alanı dışlarlar. Bu özellikler sağlık, ulaşım ve enerji alanlarında teknik gelişmeler sağlar.
2. Ülkemiz bilim insanlarının bu alanda yaptığı çalışmalar, geleceğin teknolojisi olan süper iletkenlik alanında malzemede dışa bağımlılığı azaltır. Ayrıca üretilecek ürünlerin ihracı yapılarak ülke ekonomisine büyük katkılar sunacaktır. Ham maddesinin bor madeni olması nedeniyle de işlenmiş malzeme elde edildiği için katma değeri daha fazla olacaktır.
3. Bu sorunun cevabı öğrencinin yorumuna bırakılmıştır. Muhtemel cevap şöyle olabilir:

   Belli bir sıcaklık değerinde elektrik akımını direnç göstermeden ileten maddelere denir.

Çalışma No.: 42

1. Nanobilim ilk defa Richard Feynman tarafından 1959 yılında adı anılmaya başlayan bir bilimdir. Maddelerin çok küçük hâldeyken fiziksel yapıları değişir. Nanoteknolojideki asıl gelişim, 1981 yılında keşfedilen taramalı tünelleme mikroskobunun keşfi ile hız kazandı. Günümüzde tekstil, gıda, inşaat, sağlık alanları başta olmak üzere birçok alanda etkinliğini kanıtlamaktadır.
2. Günümüzde ıslanmayan ve yanmayan kıyafetler, kendi kendini temizleyen duvarlar, buğulanmayan gözlük camları, telefon ekranları, kamera lensleri gibi birçok alanda nanoteknoloji kullanılmaktadır.
3. Nano yapılar metrenin milyarda biri kadar küçük bir ölçekte olan yapılardır. Maddeler küçüldükçe yani nanoboyutta yaklaştıkça gözle görülür özellikleri değişir. Örneğin seramik nanoölçekte şekillenebilir esnek yapıdadır. Altının rengi kırmızıya döner. İşte bu özellikleri açıklayan bilim dalı nanobilim, nanobilimden elde edilen sonuçların günlük yaşamdaki uygulamaları da nanoteknoloji olarak isimlendirilir.

Çalışma No.: 43

1. Uyarılmış emisyon yolu ile elde edilen ışık; aynı fazlı, aynı frekansa sahip, aynı yönlü fotonlardan oluşur. Bu özelliklerin kullanıldığı ışık kaynağına LASER denir.
2. Haberleşme sektöründe milyonlarca değişik frekanstaki bilgi aynı anda lazer teknolojisi ile taşınabilmektedir. LASER, uzayda mesafe ölçmede kullanılır. LASER; inşaatlarda, tünel yapımında, yön ve doğrultu tespitinde diğer yöntemlere göre daha mükemmel ve kullanışlıdır. Askerî alanda da kullanılan LASER ışınları; mesafe ölçme, barkod okuma ve yer tanıma amacıyla da kullanılmaktadır. Fiber optik haberleşme sistemlerinde ve gece görüş dürbünlerinde de LASER teknolojisi kullanılır. Ayrıca ışık gösterilerinde ve hologram elde edilmesinde LASER ışınlarından yararlanılır.
3. LASER ışınlarında yüksek enerji seviyesindeki elektronlar, kendiliğinden geçişle normal ışık üretir. LASER düzenekleri, düşük enerji seviyesindeki elektronların ışığı soğurarak daha yüksek enerji seviyelerine çıkmasını zorlaştırır; böylelikle uyarılmış geçişteki elektron sayısının fazla olmasını sağlar. Bu sistemde elektronlara dışarıdan enerji verilerek elektronların yüksek enerji seviyesinde tutulması sağlanır ve LASER ışığı elde edilir.

Çalışma No.: 44

1. Yönerge

(4) Herhangi bir iletkenin elektrik direncinin kritik bir sıcaklık ve kritik bir manyetik alan altında tamamen ortadan kalkmasıdır.
(6) En küçük maddelerin teknolojisi olarak da tanımlanabilir.

(5) Kuantum fiziğinin günlük hayatta işlevsellik kazanma sürecinde önemli bir yere sahip olan nanoyapılar, 1-100 nm arasındaki yapılardır. Bu boyutlarda sistemlerin fiziksel davranışlarında farklı özellikler gözlenir. Bu özellikleri kuantum fiziğinin ilkelerinden yararlanarak açıklayan bilim dalıdır.

(7) Uyarılmış emisyon yoluyla elde edilir. Dalga boyları aynı olan fotonlardan oluştukları için tek renkli ve dağılmadan yayılabilir.

(1) Elektrik iletkenliği bakımından iletken ile yalıtkan arasında kalan maddelerdir. Normalde yalıtkan maddelerdir.

(3) Yapısında bulunan yarı iletkenler yardımıyla yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren düzeneklerdir.

(2) Aydınlatma denildiğinde akla gelmektedir. Elektrik enerjisini ışık enerjisine dönüştüren devre elemanlarıdır.

2. Yönerge

a) LASER
b) Nanoteknoloji
c) Süper iletken
ç) Güneş pili
d) Yarı iletken
e) LED

Çalışma No.: 14

MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı

Çalışma No.: 15

https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/isik-parcacik-mi-yoksa-dalga-mi (E. T.: 14.12.2021, Saat: 10.32)

http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/11655/1910/656f4e85-e234-4912-aad2-9aaae37f7576.pdf?sequence=1&isAllowed=y (E. T.: 14.12.2021, Saat: 10.40)

https://fizik.sakarya.edu.tr/sites/fizik.sakarya.edu.tr/file/Fiz_Lab_III.pdf (E. T.: 15.12.2021, Saat: 10.40)

Çalışma No.: 16

MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı

Çalışma No.: 17

https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/doppler-etkisi-nedir (E.T.: 10.12.2021, Saat: 23.33)

https://cdn-acikogretim.istanbul.edu.tr/auzefcontent/20_21_Guz/temel_fizik/14/index.html (E.T.: 10.12.2021, Saat: 23.33)

Çalışma No.: 21

http://80.251.40.59/science.ankara.edu.tr/aozansoy/f-355/Franck-Hertz.pdf

Çalışma No.: 23

Serway, R. A., & Beichner, R. J. (2016). Fen ve Mühendislik İçin Fizik 2. (K. Çolakoğlu, Çev.) Ankara: Palme Yayıncılık.

(E. T.: 20.12.2021, Saat: 16.50)

Çalışma No.: 24

https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/buyuk-patlama

(E. T.: 22.12.2021, Saat: 10.00)

https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/tamsayi_pdf/2007_5. pdf

(E. T.: 22.12.2021, Saat: 11.30)

http://www.physics.metu.edu.tr/uploads/Admission.ADM-146/6-BB-EvrenGenisl-BilUt195-ey10.pdf

(E. T.: 22.12.2021, Saat: 13.45)

Çalışma No.: 27

https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/419781

http://www.deontoloji.hacettepe.edu.tr/ekler/pdf/makale_sunulari/15_16/hayirlidag_2.pdf

https://services.tubitak.gov.tr/edergi/yazi.pdf;jsessionid=rQyGm3PZFwdGbvG19bLC-BmB?dergiKodu=4&cilt=29&sayi=340&sayfa=18&yaziid=8832

Çalışma No.: 28

Bilim ve Teknik Dergisi,Nisan 2021

https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/nukleer-fisyon-reaktorlerinde-neden-uranyum-235-izotopu-kullanilir.

Çalışma No.: 31

https://www.academia.edu/34638717/%C3%96ZEL_G%C3%96REL%C4%B0L%C4%B0K_KURAMI

(E.T.S:18.12.2021-16:33)
Görsel 1, 2,: https://tr.123rf.com/106611289

(ET.S: 31.12.2021- 12:40)

Çalışma No.: 32

http://img.eba.gov.tr/222/64f/775/e1a/a2f/364/1ca/be0/31c/333/b96/5af/8c9/1ec/004/22264f775e1aa2f3641cabe031c333b965af-8c91ec004.pdf

(E. T.: 19.12.2021, Saat: 02.02)

Çalışma No.: 35

https://www.gtu.edu.tr/Files/UserFiles/90/MF7-ELEKTRONLARIN_KIRINIMI.pdf

https://acikders.tuba.gov.tr/file.php/8/LectureNotes/B3.pdf

Çalışma No.: 36

MEB 12. Sınıf Fizik Ders Kitabı

Çalışma No.: 39

Hewitt, P. G. (2021). Kavramsal Fizik. (B. Güneş, S. Ateş, A. Eryılmaz, Çev.) Ankara: Palme Yayınevi.

Çalışma No.: 41

İBU AJANDA (2019, 20 Kasım). "BAİBÜ Olarak Süper İletken Tel Konusunda Türkiye'de Tekiz". http://ajanda.ibu.edu.tr/baibu-olarak-super-iletken-konusunda-turkiyede-tekiz/

Çalışma No.: 43

https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/klonlanmis-isik-lazer

(E. T.: 27.12.2021, Saat: 10.40)

MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı

Çalışma No.: 2

Görsel 1: Görsel Kimliği: 59618483
Görsel 2: Görsel Kimliği: 18694979
Görsel 3: Görsel Kimliği: 16137900

Çalışma No.: 3

lunapark görsel https://tr.123rf.com/ ID no: 100944910
Konuşan çocuklar görsel https://tr.123rf.com/ ID no: 127019758

Etkinlik No.: 11

www.123rf.com: 128230625 (E.T.: 5 Ocak 2021, E.S.: 22:16)
www.123rf.com: 128230625 (E.T.: 5 Ocak 2021, E.S.: 23:37).

Çalışma No.: 14

www.123rf.com: Görsel Kimliği: (30656543- E. T.: 16.12.2021, Saat: 14.00)
Görseller https://tr.123rf.com adresinden alınarak düzenlenmiştir.

Çalışma No.: 15

Görsel 1: Çizim görsel tasarımcı tarafından yapılmıştır.
Görsel 2: www.123rf.com
Görsel Kimliği: (128230656 - E. T.: 16.12.2021, Saat: 14.00)

Çalışma No.: 17

Görsel: https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/doppler-etkisi-nedir (E. T.: 10.12.2021, Saat: 23.33)

Çalışma No.: 19

tr.123rf.com/89297412
tr.123rf.com/34903478
tr.123rf.com/121335878
tr.123rf.com/138996991

Çalışma No.: 22

Şekil 1,2 Yazar tarafından derlenmiştir. https://tr.123rf.com/ ID : 135537748
https://tr.123rf. com/ ID : 147601370 (Düzenlenmiştir.)
https://tr.123rf.com/ ID : 14722410
https://tr.123rf.com/ ID : 79332528

Çalışma No.: 23

Görsel: https://tr.123rf.com/photo_138418137_sodium-chemical-element-vector-illustration-diagram-atomic-mass-and-electron-configuration-informati.html?vti=m13tnkmb650i0cclvi-1-9 (E. T.: 01.01.2022, Saat: 21.50)

Çalışma No.: 24

Görsel: https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/tamsayi_pdf/2007_5.pdf (E. T.: 29.12.2021, Saat: 20.16)

Çalışma No.: 25

Çizimler görsel tasarımcı tarafından yapılmıştır.

Çalışma No.: 26

Görsel 1: www.123rf.com 24660216
Görsel 2: www.123rf.com 48220156

Çalışma No.: 28

Görsel 1: https://tr.123rf.com/28514977 (E. T.: 16.12.2021, Saat: 11.00)

Çalışma No.: 29

www.123rf.com: 121959715 (E. T.: 2 Ocak 2021, Saat: 21.03)
www.123rf.com: 24695678-53663921 (E.T.: 2 Ocak 2021, Saat: 20.37)
www.123rf.com: 100836513 (E.T.: 2 Ocak 2021, Saat: 20.46)

Çalışma No.: 31

https://www.academia.edu/34638717/%C3%96ZEL_G%C3%96REL%C4%B0L%C4%B0K_KURAMI (E.T.S:18.12.2021-16:33)
https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/content/izafiyet-teorisi (E.T.S:18.12.2021-16:33)
https://acikders.tuba.gov.tr/pluginfile.php/335/mod_resource/content/0/odevler/relativity2.pdf (E.T.S:18.12.2021-16:33)

Çalışma No.: 32

Görsel 1, Görsel 2, Görsel 3, http://img.eba.gov.tr/222/64f/775/ e1a/a2f/364/1ca/be0/31c/333/b96/5af/8c9/1ec/004/22264f775e1aa2f3641cabe031c333b965af8c91ec004.pdf (E. T.: 19.12.2021, Saat: 02.02)
Görsel 4: https://tr.123rf.com/ 110798189 (E. T.: 19.12.2021, Saat: 02.40)

Çalışma No.: 38

Görseller, komisyon üyesi tarafından oluşturulmuştur.

Çalışma No.: 39

www.123rf.com: 135136866 (E. T.: 2 Ocak 2021, Saat.: 23.30)
www.123rf.com: 19661762-9992466 (E. T.: 2 Ocak 2021, Saat: 20.22)
www.123rf.com: 110029857-150255403 (E. T.: 2 Ocak 2021, Saat: 23.20)
Görseller, komisyon üyesi tarafından oluşturulmuştur.

Çalışma No.: 40

Görsel yazar tarafından eklenmiştir.

Çalışma No.: 44

Görsel 1: https://tr.123rf.com/photo_138642064_wireless-manual-bar-code-reader-that-read-a-bar-code-with-laser-light-on-a-white-background-3d-rende.html?vti=m63o2rsdsfvmooor3o-1-22
Tarih: 01.01.2022 Saat: 17.48

Görsel 2: https://tr.123rf.com/stok-foto%C4%9Fraf/115722686.html?sti=lggp1fo09hhb911bax|&vti=m63o2rsdsfvmooor3o-1-22
Tarih: 01.01.2022 Saat: 17.49

Görsel 3: https://tr.123rf.com/stok-foto%C4%9Fraf/16166348.html?sti=mqu4ny7eb3cfxt1m0c|&oriSearch=115722686&vti=-m63o2rsdsfvmooor3o-1-22 Tarih: 01.01.2022 Saat: 17.50

Görsel 4: https://tr.123rf.com/photo_29261912_street-lighting-pole-with-photovoltaic-panel.html?vti=mpshaa6d08t8q5fh13-1-1
Tarih: 01.01.2022 Saat: 17.51

Görsel 5: https://tr.123rf.com/stok-foto%C4%9Fraf/42063299.html?sti=lluwq47k6p80wpeliu|&vti=mpshaa6d08t8q5fh13-1-1
Tarih: 01.01.2022 Saat: 17.52

Görsel 6: https://tr.123rf.com/stok-foto%C4%9Fraf/110029831.html?sti=o83yilcrcri9b6st5u|&oriSearch=16166348&vti=mpshaa-6d08t8q5fh13-1-1 Tarih: 01.01.2022 Saat: 17.53