

T. C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
GAZİ EĞİTİM FAKÜLTESİ
FİZİK EĞİTİMİ A. B. D.
PROJE ÖDEVİ

ÖĞRETİMİ PLANLAMA VE DEĞERLENDİRME

Dr. Yücel KAYABAŞI

“ÖLÇME ARACI”

Hazırlayan : Hasan Şahin KIZILCIK

98050029457

Konu : Çekirdek Fiziği

Alt Başlıklar :

1. Çekirdeğin Yapısı
2. Kütle spektrometresi ve izotoplar
3. Çekirdek bağlanma enerjisi
4. Çekirdek kararlılığı
5. Nükleer enerji
6. Çekirdek bölünmesi (Fizyon)
7. Çekirdek kaynaşması (Füzyon)

HEDEF - DAVRANIŞLAR

HEDEF 1 : Radyoaktivite ile ilgili kavramların bilgisi.

Davranışlar

1. Radyoaktiflik, ortalama ömür ve yarı ömür kavramlarını tanımlama.

HEDEF 2 : Temel kavramlar ve ışımlar ile ilgili ilkelerin bilgisi.

Davranışlar

1. Temel parçacıkların özelliklerini yazma/söyleme.
2. Nükleer ışımların özelliklerini yazma/söyleme.

HEDEF 3 : Çekirdeğin yapısını kavrayabilme.

Davranışlar

1. Atom çekirdeğinin yapısını açıklama.
2. Atom çekirdeğinin büyüklük sınırlarını açıklama.
3. Çekirdek yoğunluğu hakkında yargıya varma.

HEDEF 4 : Elementlerin izotop analizini kavrayabilme.

Davranışlar

1. Elementlerde izotop, izobar ve izoton kavramlarını açıklama.
2. Kütle spektrometresini açıklama.
3. Bir elementin izotoplarının yüzde oranlarının tespitini açıklama.
4. Atom kütlelerini akb ve SI sistemleriyle açıklama.

HEDEF 5 : Çekirdeğin kararlılığı ve radyoaktivite olayını kavrayabilme.

Davranışlar

1. Çekirdek içi kuvvetleri karşılaştırma.
2. Doğal ve yapay radyoaktifliği açıklama.
3. Radyoizotopların kullanım alanlarına örnekler verme.
4. Radyoaktivite birimlerini kavrama.

HEDEF 6 : Nükleer enerjinin oluşumunu kavrayabilme.

Davranışlar

1. Fizyon ve füzyon olaylarını açıklama.
2. Nükleer enerjinin üstün yönlerini açıklama.
3. Fizyon ve füzyon olaylarını karşılaştırma.
4. Fizyon ve füzyon olaylarına örnek verme.

HEDEF 7 : Çekirdeğin bağlanma enerjisiyle ilgili işlemleri yapabilme.

Davranışlar

1. Kütle - enerji arası dönüşüm hesapları yapma.
2. Çekirdeğin bağlanma enerjisini hesaplama.
3. Nükleon başına ortalama bağlanma enerjisini hesaplama.

HEDEF 8 : Radyoaktivite ile ilgili işlemleri yapabilme.

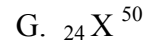
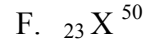
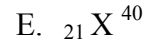
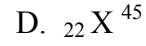
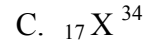
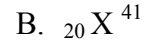
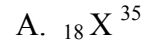
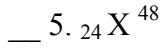
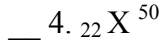
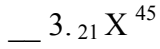
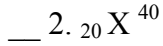
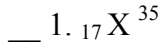
Davranışlar

1. Yarı ömür ve ortalama ömür hesaplama.
2. Radyoaktif çekirdek sayısını hesaplama.
3. Peş peşe parçalanma hesapları yapma.

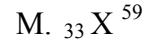
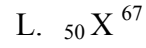
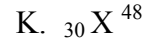
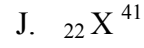
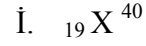
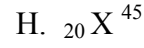
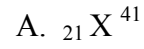
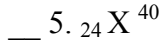
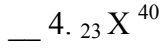
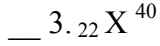
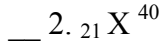
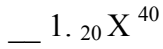
SORULAR

1. Aşağıdaki özellikleri ait oldukları temel parçacık ile eşleştiriniz.
- | | |
|---|---------------|
| ___ 1. Pozitif yüklü ve çekirdektedir. | A. Müon |
| ___ 2. Negatif yüklü ve yörüngededir. | B. Nötrino |
| ___ 3. Nötrdür ve kütesizdir. | C. Proton |
| ___ 4. Negatif veya pozitif olup çekirdektedir. | D. Antiproton |
| ___ 5. Atomdaki en küçük parçacıktır. | E. Nötron |
| | F. Elektron |
| | G. Kuark |
2. Aşağıdaki özellikleri ait oldukları nükleer ışıma ile eşleştiriniz.
- | | |
|---|-------------|
| ___ 1. Bir kağıt tarafından durdurulabilir. | A. Pozitron |
| ___ 2. Yükü $+1,6 \cdot 10^{-19}$ c.'dur. | B. Nötron |
| ___ 3. EMD özelliği gösterir. | C. Negatron |
| ___ 4. Yükü negatiftir. | D. Proton |
| ___ 5. Çekirdekdeki fazla enerjiyi salar. | E. Gamma |
| | F. Alfa |
| | G. Nötrino |
3. Aşağıdaki temel parçacıkları antimaddeleriyle eşleştiriniz.
- | | |
|------------------|--------------|
| ___ 1. β^+ | A. β^- |
| ___ 2. ν | B. ν^- |
| ___ 3. p | C. π^- |
| ___ 4. π^+ | D. ν |
| ___ 5. μ^+ | E. β |
| | F. p |
| | G. μ^- |

4. Aşağıdaki elementleri izotoplarıyla eşleştiriniz.



5. Aşağıdaki elementleri izotonlarıyla eşleştiriniz.



Aşağıdaki ifadelerde, eksik kalan yere uygun kavramı yazınız.

6. Bir radyoaktif elementin çekirdeklerinin ömürlerinin toplamının, toplam çekirdek sayısına oranına _____ denir.

7. Kütle numaraları aynı, atom numaraları farklı olan atomlara _____ denir.

8. 1g. Ra ile dengede olan Ra'un aktivite miktarını birim alan ölçüye _____ denir.

9. İki küçük çekirdeğin birleşip, daha büyük bir çekirdek oluşturması olayına _____ denir.

10. Nükleer santrallerde, _____ olayı ile enerji üretimi yapılır.

Aşağıdaki ifadelerden doğru olanlarının önüne D, yanlış olanlarının önüne ise Y harfi yazınız.

___ 11. Çekirdeğin ana yapısını proton ve nötronlar oluşturur.

___ 12. Atmun hemen hemen tüm kütlesi çekirdektedir.

___ 13. Gamma ışınları negatif yüklü ışınlardır.

- ___ 14. Fizyon olayında açığa çıkan enerji, füzyon olayınınkinden fazladır.
- ___ 15. Saniyede $3,6 \cdot 10^{11}$ parçalanmaya 1 Bq denir.
- ___ 16. Çekirdek içinde protonların birbirini itmesini, şiddetli nükleer kuvvetler engeller.
- ___ 17. $6,02 \cdot 10^{23}$ akb C (Karbon) 1 kg'a eşittir.
- ___ 18. atom çekirdeğinin hacmi, atomun hacminin büyük kısmını oluşturur.
- ___ 19. Büyük çekirdeğin bölünerek, küçük çekirdekleri oluşturmasına fizyon denir.
- ___ 20. Hidrojen bombası, füzyon olayına örnek gösterilebilir.

Aşağıdaki 21 – 22. sorularda en doğru olan cevabı seçip işaretleyiniz.

21. Aşağıdaki nükleer ışımalarından hangisinin giriciliği en yüksektir?

- a) α b) β^+ c) β^- d) EC e) γ

22. Aşağıdaki izotoplar eşit yüklerle yüklendiğinde, kütle spektrometresinde en çok sapan izotop hangisidir?

- a) X^{20} b) X^{21} c) X^{22} d) X^{23} e) X^{24}

Aşağıdaki 23 – 24. sorularda, doğru seçenek ya da seçenekleri seçip işaretleyiniz.

23. Aşağıdaki temel parçacıklardan hangisi ya da hangileri atom çekirdeğinin yapısında bulunur?

- a) Proton b) Nötron c) Elektron
d) Kuark e) Gamma

24. Radyoizotoplar aşağıdaki olaylardan hangisi ya da hangilerinde kullanılır?

- a) Tıbbi görüntüleme b) Fosil incelemesi c) Petrol arama
d) Bilgisayar yapımı e) Organ nakli

Aşağıdaki 25 – 26. sorularda, tüm doğru ifadeleri içeren seçeneği seçip işaretleyiniz.

25. Atom çekirdeğinin yapısı hakkında;

- I. Atoma göre küçüktür.
- II. Atomun hangi izotopa ait olduğunu belirler.
- III. Tamamen nötrdür.

yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

- a) Yalnız I
- b) Yalnız II
- c) I – II
- d) I – III
- e) I – II – III

26. Füzyon olayı için;

- I. 4 H atomu, 2 He atomu oluşturur.
- II. Sonuçta 3 tane nötron saçılır.
- III. Kütleinin bir kısmı enerjiye dönüşür.

yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

- a) Yalnız II
- b) II – III
- c) I – II
- d) I – III
- e) I – II – III

Aşağıdaki 27 – 28. sorularda, yargıyı doğru olarak tamamlayan seçeneği seçip işaretletiniz.

27. Fizyon olayı füzyon olayından;

- a) daha tehlikelidir.
- b) daha az enerji gerektirir.
- c) daha çok enerji açığa çıkar.
- d) çok daha az kullanım alanına sahiptir.
- e) daha geç keşfedilmiştir.

28. Saniyedeki 10^6 parçalanmaya;

- a) 1 Bq denir.
- b) 1 Cu denir.

- c) 10^{-6} Bq denir.
- d) 10^6 rd denir.
- e) 1 rd denir.

Aşağıdaki 29 – 30. soruları, aşağıdaki bilgiye göre cevaplandırınız.

Bir atom çekirdeğinin 25 nötronu ve 20 protonu vardır. Bu atom çekirdeğinin kütlesi: $64,313 \cdot 10^{-27}$ kg'dır. Bir protonun serbest kütlesi, $1,67261 \cdot 10^{-27}$ kg; nötronun serbest kütlesi ise, $1,67492 \cdot 10^{-27}$ kg'dır.

29. Bu atom çekirdeğinin bağlanma enerjisi kaç joule'dür?

- a) $9 \cdot 10^{12}$
- b) $9 \cdot 10^{10}$
- c) $99 \cdot 10^{10}$
- d) 10^{12}
- e) 10^{15}

30. Bu atom çekirdeğinin nükleon başına ortalama bağlanma enerjisi kaç joule'dür?

- a) $22 \cdot 10^{10}$
- b) 10^{13}
- c) $22 \cdot 10^8$
- d) $222 \cdot 10^{11}$
- e) $2,2 \cdot 10^{15}$

Aşağıdaki seçeneklerden yararlanarak 31 – 32. soruları cevaplayınız.

- a) Şiddetli nükleer kuvvetler
- b) Zayıf nükleer kuvvetler
- c) Elektrostatik kuvvetler
- d) Kütle çekim kuvvetleri
- e) Sürtünme kuvvetleri

31. Yukarıdaki kuvvetlerden hangisi, çekirdek içinde en zayıf etkiye sahiptir?

32. Yukarıdaki kuvvetlerden hangisi, çekirdeği bir arada tutmayı zorlaştırır.

Aşağıdaki 33 – 40. sorularda, kesin doğru olan seçeneği seçip işaretleyiniz.

33. $\lambda = 45 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ 'e eşit bir radyoaktif çekirdeğin yarı ömrü nedir?

- a) 112 s b) 150 s c) 154 s
d) 202 s e) 222 s

34. Parçalanma sabiti $\lambda = 15 \text{ s}^{-1}$ olan numunede 1 s. sonra 1000 tane radyoaktif çekirdek varsa, başlangıçta kaç tane radyoaktif çekirdek vardır?

- a) $3,6 \cdot 10^3$ b) $2,5 \cdot 10^4$ c) $3,269 \cdot 10^7$
d) $2,5 \cdot 10^8$ e) $3,269 \cdot 10^9$

35. Parçalanma sabiti $\lambda = 10 \text{ s}^{-1}$ olan numunenin ortalama ömrü kaç s.'dir?

- a) 0,43 b) 0,1 c) 0,092
d) 0,0693 e) 0,004

36. Kütle numarası 64 olan bir çekirdeğin yarıçapı kaç fermi'dir? ($R_0 = 1,3$ fermi)

- a) 1,3 b) 2,4 c) 4,8 d) 5,2 e) 8,3

37. Aşağıdakilerden hangisi fizyon olayına örnek değildir?

- a) Atom bombası b) Hidrojen bombası c) Reaktör
d) Fotoparçalanma e) Nükleer denizaltı

38. Bir çekirdeğin bağlanma enerjisini hesaplamak için, aşağıdaki niceliklerden hangisi gerekli değildir?

- a) Toplam çekirdek kütlesi b) Atom numarası c) Elektron sayısı
d) ışık hızı e) Nötron sayısı

39. Aşağıdakilerden hangisi ${}_a X^b$ 'nin izobarıdır?

a) ${}_{a+2} X^b$

b) ${}_{a-2} X^{b+1}$

c) ${}_a X^{b+4}$

d) ${}_{a+2} X^{b+2}$

e) ${}_{a-2} X^{b-1}$

40. Belli bir duruma kadar, kütle numarası küçüldükçe, çekirdeklerin nükleon başına ortalama bağlanma enerjisinin de azaldığı gözlemlenmiştir. Bunun nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Kütle enerjiye daha az dönüşür.
- b) Nükleon sayısı az olduğundan enerji de azdır.
- c) Nötron sayısı az olduğundan protonlar birbirini iter.
- d) Kütle çekim kuvveti yeterli değildir.
- e) Yüzey gerilimi yüzünden enerji düşüktür.

Aşağıdaki soruları yazılı olarak kısaca cevaplayınız.

41. $1 \text{ akb} \cdot \text{c}^2$, kaç MeV'a eşittir?

42. Çekirdek içindeki kuvvetleri, kuvvetli olandan zayıf olana doğru sıralayınız.

43. Doğal radyoaktivite nedir?

44. Karbon – 12 (C - 12) izotopunun ağırlığını SI birim sistemiyle ifade ediniz.

45. Yarı ömür kavramını tanımlayınız.

Aşağıdaki soruları, yazılı ve açıklamalı olarak cevaplandırınız.

46. Bir elementin izotopları ve bu izotopların bolluk oranları tabloda verilmiştir. Bu elementin doğal karışımının atom ağırlığı akb olarak nedir?

İzotop	X ²⁰	X ²¹	X ²²	X ²³	X ²⁴
Bolluk	0,025	0,0043	0,082	0,8347	0,054

47. X⁸⁵ izotopu, $\lambda = 4,2 \text{ s}^{-1}$ bozunma katsayısı ile, Y⁸¹'e dönüşüyor. Y⁸¹ ise, $\lambda = 0,1 \text{ s}^{-1}$ bozunma katsayısı ile, Y⁸⁰'e dönüşüyor. $t = 0 \text{ s}$ anında, yalnızca X⁸⁵'ten 1 mol bulunduğuna göre, $t = 3 \text{ s}$. sonra X⁸⁵, Y⁸¹ ve Y⁸⁰'den kaç tane oluşur?

48. Radyoizotopların kullanım alanları hakkında bilgi veriniz.

49. Nükleer enerjinin, diğer enerji çeşitlerine göre üstün yönlerini açıklayınız.

50. Kütle spektrometresi yardımıyla, skalalandırma işleminin yapılmasını kısaca açıklayınız.

HEDEF – DAVRANIŞ KONTROL LİSTESİ

Eşleştirmeli Test Maddeleri

- | | |
|------------|------------|
| 1. H2 – D1 | 4. H4 – D1 |
| 2. H2 – D2 | 5. H4 – D1 |
| 3. H2 – D1 | |

Eksik Cümle Yapısı Türündeki Test Maddeleri

- | | |
|------------|-------------|
| 6. H1 – D1 | 9. H6 – D1 |
| 7. H4 – D1 | 10. H6 – D4 |
| 8. H5 – D4 | |

Doğru – Yanlış Türündeki Test Maddeleri

- | | |
|-------------|-------------|
| 11. H3 – D1 | 16. H5 – D1 |
| 12. H3 – D3 | 17. H4 – D4 |
| 13. H2 – D2 | 18. H3 – D2 |
| 14. H6 – D3 | 19. H6 – D1 |
| 15. H5 – D4 | 20. H6 – D4 |

Çoktan Seçmeli Test Maddeleri

En doğru cevabı bulmaya yönelik

21. H2 – D2

22. H4 – D2

Birden fazla birleşik cevaplı

23. H3 – D1

24. H5 – D3

Birleşik cevaplı

25. H3 – D1

26. H6 – D1

Eksik cümle yapılı

27. H6 – D3

Ortak seçenekli

31. H5 – D1

32. H5 – D1

Madde kökü soru kipinde olan

33. H8 – D1

34. H8 – D2

Cevabı kesin ve tek olan

35. H8 – D1

36. H3 – D2

Soru kipi olumsuz olan

37. H6 – D4

28. H5 – D4

Ortak madde köklü

29. H7 – D2

30. H7 – D3

38. H7 – D2

Cevabı gizli olan

39. H4 – D1

40. H7 – D3

Kısa Cevaplı Test Maddeleri

41. H7 – D1

42. H5 – D1

43. H5 – D2

44. H4 – D4

45. H1 – D1

Yazılı Yoklama Türü Test Maddeleri

46. H4 – D3

47. H8 – D3

48. H5 – D3

49. H6 – D2

50. H4 – D2

CEVAP ANAHTARI

Eşleştirmeli Test Maddeleri

1.1 C	2.1 F	3.1 A	4.1 C	5.1. A
1.2 F	2.2 A	3.2 D	4.2 B	5.2 D
1.3 B	2.3 E	3.3 F	4.3 E	5.3 E
1.4 A	2.4 C	3.4 C	4.4 D	5.4 F
1.5 G	2.5 G	3.5 G	4.5 G	5.5 G

Eksik Cümle Yapısı Türündeki Test Maddeleri

6. ortalama ömür	9. füzyon
7. izobar	10. fizyon
8. curie	

Doğru – Yanlış Türündeki Test Maddeleri

11. D	13. Y	15. Y	17. Y	19. D
12. D	14. Y	16. D	18. Y	20. D

Çoktan Seçmeli Test Maddeleri

En doğru cevabı bulmaya yönelik

21. E

22. A

Birden fazla birleşik cevaplı

23. A, B, D

24. A, B

Birleşik cevaplı

25. C

26. D

Eksik cümle yapılı

27. B

28. E

Ortak seçenekli

31. D

32. C

Madde kökü soru kipinde olan

33. C

34. E

Cevabı kesin ve tek olan

35. B

36. D

Soru kipi olumsuz olan

37. B

38. C

Ortak madde köklü

29. C

30. A

Cevabı gizli olan

39. A

40. E

Kısa Cevaplı Test Maddeleri

41. $1 \text{ akb} \cdot c^2 = 934,4 \text{ MeV}$

42. a) Şiddetli Nükleer Kuvvetler

b) Zayıf Nükleer Kuvvetler

c) Elektrostatik Kuvvetler

d) Kütle Çekim Kuvvetleri

43. Bir elementte kendiliğinden olan, saniyedeki parçalanma sayısına doğal radyoaktiflik denir.

44. $19,93 \cdot 10^{-24} \text{ kg}$

45. Bir radyoaktif numunenin aktifliğinin yarıya düşmesi için gereken süreye yarı ömür denir.

Yazılı Yoklama Türü Test Maddeleri

46. $X^{20} \rightarrow 0,025 \rightarrow 20 \times 0,025 = 0,5$

$X^{21} \rightarrow 0,0043 \rightarrow 21 \times 0,0043 = 0,0903$

$X^{22} \rightarrow 0,082 \rightarrow 22 \times 0,082 = 1,804$

$X^{23} \rightarrow 0,8347 \rightarrow 23 \times 0,8347 = 19,1981$

$X^{24} \rightarrow 0,054 \rightarrow 24 \times 0,054 = 1,296$

$0,5 + 0,0903 + 1,804 + 19,1981 + 1,296 = 22,8884 \text{ akb}$

47. $t = 0 \text{ s}$ anında $t = 3 \text{ s}$ sonra

$X^{85} \quad 1 \text{ mol} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ tane} \quad N_1$

$Y^{81} \quad 0 \quad N_2$

$Y^{80} \quad 0 \quad N_3$

$\lambda_1 = 4,2 \text{ s}^{-1} \quad \lambda_2 = 0,1 \text{ s}^{-1}$

$N_1 = N_{10} \exp(-\lambda_1 t) = 6,02 \cdot 10^{23} \exp(-4,2 \times 3) = 2,0299 \cdot 10^{18} \text{ tane } X^{85}$

$N_2 = \lambda_1 N_{10} / (\lambda_2 - \lambda_1) [\exp(-\lambda_1 t) - \exp(-\lambda_2 t)]$

$$= 4,2 \times 6,02 \cdot 10^{23} / (0,1 - 4,2) [\exp(-4,2 \times 3) - \exp(-0,1 \times 3)]$$

$$= 4,56 \cdot 10^{23} \text{ tane } Y^{81}$$

$$N_3 = N_{10} [\lambda_1 / (\lambda_2 - \lambda_1) \exp(-\lambda_2 t) - \lambda_2 / (\lambda_2 - \lambda_1) \exp(-\lambda_1 t) + 1]$$

$$= 6,02 \cdot 10^{23} [4,2 / (0,1 - 4,2) \exp(-0,1 \times 3) - 0,1 / (0,1 - 4,2) \exp(-4,2 \times 3) + 1]$$

$$= 1,45 \cdot 10^{23} \text{ tane } Y^{80}$$

48. Radyoizotoplar, tıp alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle görüntüleme (NMR) esnasında, radyoaktif ışınımlardan yararlanılır. Radyoizotoplar, ayrıca arkeolojide bulunan fosil ve kalıntıların yaşının tespit edilmesinde kullanılmaktadır.
49. Nükleer enerji ucuza çok miktarda enerjiyi hızlı şekilde üretir. Atıkları termik santrallere göre daha az çevre kirliliği meydana getirir. Termik ve hidroelektrik santrallerinden elde edilen enerjiden çok daha fazlası, çok daha kısa sürede elde edilebilmektedir.
50. Yüklü izotoplar, elektrik alanda saptırılarak, detektör üzerine düşürülür. Sapma miktarları kütleleriyle ters orantılı olacağından, detektörde sayılan miktar kadarı, akb cinsinden tespit edilir. Daha sonra yüzde işlemleri yapılarak, skalalandırma yapılır.

DAVRANIŞLAR	BİLİŞSEL ALAN																								
	BİLGİ B.		KAVRAMA BASAMAĞI														UYGULAMA BAS.								
	Radyoaktiflik, ortalama ömür ve yarı ömür kavramlarını tanımlama.	Temel parçacıkların özelliklerini yazma/söyleme.	Nükleer ışınların özelliklerini yazma/söyleme.	Atom çekirdeğinin yapısını açıklama	Atom çekirdeğinin büyüklük sınırlarını açıklama	Çekirdek yoğunluğu hakkında yargıya varma	Elementlerde izotop, izobar ve izoton kavramlarını açıklama	Kütle spektrometresini açıklama	Bir elementin izotoplarının yüzde oranlarının tespitini açıklama	Atom kütlelerini akb ve SI sistemleriyle açıklama	Çekirdek içi kuvvetleri karşılaştırma	Doğal ve yapay radyoaktifliği açıklama	Radyoizotopların kullanım alanlarına örnekler verme	Radyoaktivite birimlerini kavrama	Fizyon ve füzyon olaylarını açıklama	Nükleer enerjinin üstün yönlerini açıklama	Fizyon ve füzyon olaylarını karşılaştırma	Fizyon ve füzyon olaylarına örnek verme	Kütle - enerji arası dönüşüm hesapları yapma	Çekirdeğin bağlanma enerjisini hesaplama	Nükleon başına ortalama bağlanma enerjisini hesaplama	Yarı ömür ve ortalama ömür hesaplama	Radyoaktif çekirdek sayısını hesaplama	Peş peşe parçalanma hesapları yapma	TOPLAM
1. Çekirdeğin Yapısı	-	2	-	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
2. Kütle spektrometresi ve izotoplar	-	-	-	-	-	-	4	2	1	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
3. Çekirdek bağlanma enerjisi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	-	-	-	-	9
4. Çekirdek kararlılığı	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	1	13
5. Nükleer enerji	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	3
6. Çekirdek bölünmesi (Fizyon)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	3
7. Çekirdek kaynaşması (Füzyon)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	3
TOPLAM	2	2	3	3	2	1	4	2	1	2	4	1	2	3	3	1	2	3	1	2	2	2	1	1	50