

1. Kérdéscsoport

1. Tegyéél egy-egy "x"-et minden "igen" helyére, s hagyd üresen a többi kockát

Tulajdonság/Részecske	e^-	π	p	d	γ	ν	μ	u	e^+	n
fermion										
barion										
elemi részecske										
erőközvetítő										
bozon										
lepton										
hadron										
összetett részecske										
anyagfelépítő										
$m=0$ (nyugalmi tömeg)										
$m < 1$ keV										
$m \approx 1/2$ MeV										
$m \approx 1$ GeV										
egész spinű										
egész töltésű										
feles spinű										
harmados töltésű										
erős kölcsönhatásban részt vesz (a reziduálist is beleértve)										
az elektromágneses kölcsönhatás közvetítője										
a Pauli-elvnek engedelme.										
stabil (önmagában)										
antirészecske										

- Hány percig "él" kb. egy szabad neutron?
- A testtömeged kb. mekkora része származik neutronoktól? 1 ppm, 250 ppm, 25%, 50%, 75%?
- Fogalmazd meg egy reakció/bomlás/átalakulás spontán végbemenetelének szükséges feltételét.
- Írd fel a neutron bétabomlását. Hogyan teljesül a spontaneitás szükséges feltétele az adott esetben? Kb. hány MeV energiefelszabadulásról van szó?
- Értelmezd a neutron bomlási egyenletét a megmaradási elvek segítségével.
- Mért lehet az $A=N+Z$ nukleonszámot tömegszámnak hívni? Mi az N és mi a Z ?
- Kb. mekkora egy kémiai reakció aktiválási energiája eV-ban (elektronvoltban)?
- Mi az, hogy termikus eV-ban?
- Magyarázd el a különbséget a "nuklid", az "izotóp" és az "izobár" fogalmak között. Szemléltesd példákkal.
- Hová esnek egy adott A és Z által jellemzett nuklid izotópjai, izobárjai és izotónjai az $N-Z$ diagramon, ill. az $A-Z$ diagramon?

12. Hogyan jellemezhető egy forgási ellipszoidnak (szferoidnak) tekinthető mag alakja a Q kvadrupólusmomentum segítségével?

2. Kérdéscsoport

13. Írd fel a magrádiusz tömegfüggését kifejező empirikus formulát.
14. Mennyi 1 fm (femtométer)?
15. Hogyan függ a maganyag sűrűsége a tömegszámtól?
16. Melyik adat jellemzi szerinted a maganyag sűrűségét? 1 g/cm^3 , 10 Mg/cm^3 , 200 Eg/cm^3 (E=exa= 10^{18})
17. Mi a hatáskeresztmetszet?
18. Mik azok a tükörmagok? Mondj egy példát rájuk.
19. Mi a különbség a müonatom és a müónium között?
20. Mi az a pozitronium?
21. Mi a redukált tömeg és miféle középértékből származtatható?
22. Hogyan változik egy hidrogénszerű atom átmérője, ha a redukált tömege kétszeresére nő?
23. Hogyan változik egy hidrogénszerű atom átmérője, ha a magtöltés (Z) kétszeresére nő?
24. Melyik a nagyobb: a H-atom vagy a Ps? Hányszorosa egyik a másiknak?
25. Melyik pontban fordul elő az 1s elektron az atomon belül legnagyobb valószínűséggel?
26. Rajzold fel egy ponttöltés elektromos potenciálját a töltéstől mért r távolság függvényében.
27. Rajzold fel egy homogén töltött gömbfelület elektromos potenciálját a középponttól mért r távolság függvényében. A gömb sugara legyen R . Milyen görbeelemekből tehető össze a görbe?
28. Rajzold fel egy homogén töltött gömb elektromos potenciálját a középponttól mért r távolság függvényében. (A töltés a gömb belsejében van egyenletesen elosztva.) A gömb sugara legyen R . Milyen görbeelemekből tehető össze a görbe?
29. A homogén töltött gömbnél maradván: hány-szorosára nő az elektromos potenciál, miközben a gömb felületéről a gömb középpontjába jutunk? Mi volna, ha a gömb töltése a középpontba volna koncentrálva?
30. Hogyan néz ki grafikusán a homogén töltött gömb töltéssűrűségének radiális függése? Hasonlítsd ezt össze az igazi atommagok töltéssűrűségének radiális függésével.
31. Hogyan "látja" a magot egy e^+ , egy n , ill. egy p ? Érted, hogyan jön ki a protonra vonatkozó potenciálgörbe a másik kettőből?
32. Milyen nagyságrendű elektromos potenciál "mérhető" az atommag felületén: mV, V, kV vagy MV?
33. A pozitív részecskékkel kiváltott magreakciók esetében miért érdekes az atommag felületén "mért" potenciál?
34. Mondjuk, hogy egy protont 5 MeV kezdeti kinetikus energiával lehet belőni valamilyen atommagba. Mekkora energia kell egy e^+ belövéséhez? Mekkora energiával "húzza" a bétabomló mag a keletkező β^- részecskét (e^-), mielőtt az kirepülne a magból?
35. Mekkora nagyságrendű energiát kell "kibírnia" egy atommagméretű gömbhéjnak, ha egy elektront szeretnénk tartani benne: eV, MeV vagy GeV?
36. Látjuk ezek után, miért nem atommagméretű egy atom?
37. Mi a magspin (vektormennyiség) definíciója?
38. Írd fel az I magspinkvantumszám és a magspinvektor $|\mathbf{I}|$ hossza közötti összefüggést.

39. Legyen $I=1/2 \leq 2=J$. Hányféle állása lehet I -nek J -hez képest? Add meg az F hiperfinom kvantumszám lehetséges értékeit. Számítsd ki a legnagyobb F értékhez tartozó $|F|/\hbar$ arányt (vagyis az atom eredő impulzuszórájának hosszát \hbar egységben).

3. Kérdéscsoport

40. Adva van két iránytű. Az egyik 1836-szor erősebb, mint a másik, azaz az egyik mágneses momentuma a másik 1836-szorosa. Melyiket "nehezebb" eltéríteni az északi iránytól és hányszor? Mivel lehet jellemezni az eltérés nehézségét?
41. Adva van egy proton és egy elektron. Melyik melyik iránytűnek felel meg mágnesesség szempontjából?
42. A megfelelő magnetonokban mi okozza az 1836-szoros eltérést?
43. Miért nem számítanak az atommagok a makroszkopikus mágneses tulajdonságok (pl. ferromágnesesség) szempontjából?
44. Mi a lényeges különbség a Zeeman-effektus és a Paschen-Back-effektus között az \mathbf{I} , a \mathbf{J} és az \mathbf{F} vektorok szempontjából?
45. Képletek nélkül magyarázd el a lineáris gyorsító lényegét.
46. Rajzold le, és képletek nélkül magyarázd el az (elektromos) energiaszűrő lényegét.
47. Rajzold le, és képletek nélkül magyarázd el a (mágneses) impulzuszűrő lényegét.
48. Írd fel az impulzus (p) és a kinetikus energia (E_k) közötti kapcsolat kifejezését egy m tömegű részecskére.
49. Magyarázd el a tömegspektrométer és a ciklotron lényegét.
50. A ciklotron elektromos terének irányítottágát $\nu = eZB/(2\pi m)$ frekvenciával kell változtatni ahhoz, hogy a gyorsított ionokat mindig a megfelelő irányú (azaz gyorsító) tér fogadja a két mágneses szektor közötti résben. Honnan látszik, hogy nemrelativisztikus részecskék esetében állandó „kommutátor”-frekvenciáról van szó?
51. Írd fel az m_0 nyugalmi tömegű részecske mozgó tömegét (m) $\beta=v/c$ relatív sebességnél.
52. Mutasd meg a fenti képlet segítségével, hogy a fénysebesség csakugyan nem érhető el.
53. Írd fel az impulzus (relativisztikus esetben is érvényes) formuláját. Hol búvik meg a "relativitás" a formulában?
54. Az összenergiának van egy olyan kifejezése, hogy $E^2=(m_0 c^2)^2 + (p c)^2$. Mutasd meg, hogy a foton impulzusa arányos az energiájával, pontosabban: $p_\gamma=E_\gamma/c$. (Hogy is van az impulzus és a kinetikus energia közötti nemrelativisztikus kapcsolat a szokványos részecskék esetében?)
55. Egy „szokványos” részecske összenergiája $E=mc^2$, nyugalmi energiája $E_0=m_0c^2$. Mi az m és mi az m_0 ? Hogyan adható meg a részecske kinetikus energiája?
56. Melyik házi feladat szemlélteti azt a tényt, hogy az elektron "szeret" relativisztikusan viselkedni?
57. Keresd meg és magyarázd el azt az ábrát, amelyikből világosan látszik, hogy a radioaktív bomlástermékekre jellemző 100 keV...1 MeV energiatartományban a β -részecskék már igencsak relativisztikusak, ugyanakkor az α -részecskék még messze nem azok.
58. Rajzold le és magyarázd el a lineáris rezonanciagyorsító működését.
59. Elvileg egy n lépcsős, egyenként U feszültségkülönbséggel gyorsító lineáris rezonanciagyorsító egyetlen nU feszültségkülönbséggel gyorsító lineáris gyorsítót helyettesít. Mi okunk van arra, hogy a bonyolultabb rezonanciagyorsítót használjuk?

4. Kérdéscsoport

60. Sorold fel a természet négy erőfajtáját.
61. Melyik erőfajta a legerősebb 1 fm-en belül?
62. Melyik erőfajta a legerősebb 1 m-en belül?
63. Melyik erőfajta működik kizárólag a kvarkokat tartalmazó részecskék között?
64. Melyik erőfajta a leggyengébb 1 fm-en belül?
65. Mi az oka annak, hogy az Univerzum nagyléptékű képét a gravitáció határozza meg, nem pedig az 1.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000-szor olyan erős elektromágneses kölcsönhatás?
66. Írd fel az $\mathbf{a} + \mathbf{X} = \mathbf{Y} + \mathbf{b}$ magreakciót a magfizikában elterjedt konvenció szerint.
67. Milyen történetet fejez ki a következő jelölés: ${}^7\text{Li}(\mathbf{p})2\alpha$? Milyen ekvivalens jelölés(eke)t tudnál felírni rá?
68. Mit jelent egy magreakció Q -értéke?
69. Hogyan írható fel a tömegmérleg a nyugalmi tömegek segítségével?
70. Hogyan fejezhető ki Q (ill. dimenzióhelyesen Q/c^2) a nyugalmi tömegek segítségével?
71. Hogyan írható fel a tömegmérleg a mozgó tömegek segítségével?
72. Hogyan fejezhető ki Q a kinetikus energiák segítségével?
73. Hogyan függ össze a spontaneitás Q előjelével?
74. Milyen előjele van Q -nak exoterm ($\Delta H < 0$) reakciók esetében?
75. Rajzold fel az $\mathbf{a} + \mathbf{X} = \mathbf{Y} + \mathbf{b}$ magreakció sémáját "laboratóriumi koordináta-rendszerben".
76. Rajzold fel az $\mathbf{a} + \mathbf{X} = \mathbf{aX}$ magreakció sémáját "laboratóriumi koordináta-rendszerben". Írd fel az "összeragadás" energiamérlegét és impulzusmérlegét.
77. Mi okozza azt, hogy $E_a > |Q|$, azaz egy (endoterm) magreakció tényleges kiváltásához mindig nagyobb "bombázó energia" szükségeltetik, mint a reakció Q -értéke? Hogy hívják az ezzel kapcsolatos kinetikai gátat?
78. Hogy hívják azt a kinetikai gátat, mely azzal függ össze, hogy egy pozitív bombázó részecske csak jelentős energiabefektetés árán vihető olyan közel a maghoz, hogy a magreakciót "vezérlő" (rövid hatótávolságú) erős kölcsönhatás működésbe léphessen közöttük?
79. A *Magkémiai táblázatok* 5. oldalán szereplő adat szerint a ${}^{16}\text{O}$ relatív atomtömege 15,99491 g/mol. Add meg egyetlen O-16 atom tömegét atomi tömegegységben (u).
80. A relatív atomtömeg semleges atomokra vonatkozik. Hány MeV-es hibát követünk el, ha egy O^{2-} ion tömegét egy O atoméval helyettesítve becsüljük? (Támpont: az elektron nyugalmi energiája. Vagy: hányadik tizedes jegyben követünk el tévedést a tömegformulában és ez mekkora energiahibát jelent a következő feladat szerint?)
81. Írd fel a Q -érték kiszámítási formuláját atomi tömegegységekre (u) vonatkozóan.

5. Kérdéscsoport

82. Hogyan definiáljuk, ill. számítjuk ki egy atommag B kötési energiáját? Mit jelent a B/A hányados?
83. Mik azok a mágikus számok és mire vonatkoznak (N -re, Z -re vagy A -ra)? Sorold fel néhányat közülük.
84. Véltetően mi mágikus és miért, ha a neutronbefogás hatáskeresztmetszete feltűnően kicsi egy adott nuklid esetében?
85. Véltetően mi mágikus és miért, ha egy nuklid izotópgyakorisága feltűnően nagy?
86. Véltetően mi mágikus és miért, ha egy elemnek sok a stabil izotópja?
87. Véltetően mi mágikus és miért, ha a egy nuklidnak sok a stabil izotónja?

88. A héjmodelre és az elektronpályákkal való geometriai analógiára, valamint az erős kölcsönhatás rövid hatótávolságára támaszkodva indokold meg, mért van az, hogy a párosodott protonok (és/vagy neutronok) stabilabb magot eredményeznek, mint a párosítatlanok.
89. Mért szükségszerű, hogy az N - Z diagram nagyobb Z -re elhajoljon az $N=Z$ egyenestől?
90. Keresd meg azokat az ábrákat az anyagban, amely alapján megállapítható, hogy a páros rendszámú nuklidok fajtagazdagabbak, azaz a stabil nuklidok mintegy 80%-a ilyen.
91. Keresd meg azt az ábrát az anyagban, amelyik szerint a páros rendszámú elemek lényegesen gyakoribbak az univerzumban, mint a páratlanok. Hogyan jellemeznéd kvantitatíve ezt a dominanciát?
92. Mutasd meg azt az ábrát, amelyből kitűnik, hogy a vas körüli elemek magja a legstabilabb.
93. Írd fel nagyjából a Weizsäcker-formulát és értelmezd az egyes tagokat.
94. Mutasd meg, hogy a Weizsäcker-formula szerint az izobárok kötési energiája parabolá(k)ra illeszkedik.
95. Magyarázd el, hogy mért csak egyetlen stabil izobárja van a páratlan tömegszámú nuklidoknak.
96. Magyarázd el, hogy mért lehet akár három stabil izobárja is a páros tömegszámú nuklidoknak.
97. Egy radionuklid β^- és β^+ bomlást egyaránt mutat. Van-e tipped ennek alapján, hogy N és/vagy Z milyen lehet a 2-vel való oszthatóság szempontjából?
98. Sorold fel a bomlási módokat. Melyik milyen gondot enyhít?
99. Az alfa-bomlás egyenlő számú protont és neutronot visz el a magból. Hogyhogy mégis segít a neutronhiányos magok gondján? Vagy ez nem is igaz minden feltétel nélkül?
100. Mi a különbség a gamma- és a röntgen-sugárzás között?
101. Írd fel az alfa-bomlás egyenletét és a spontaneitás feltételét a Q -érték formulájával.
102. Írd fel a negatív béta-bomlás egyenletét és a spontaneitás feltételét a Q -érték formulájával.

6. Kérdéscsoport

103. Írd fel a pozitív béta-bomlás egyenletét és a spontaneitás feltételét a Q -érték formulájával.
104. Írd fel az elektronbefogás egyenletét és a spontaneitás feltételét a Q -érték formulájával.
105. Melyik két béta-bomlás típus verseng egymással? Miért?
106. Hasonlítsd össze egymással a β^+ bomlást és az EC-t (elektronbefogás). Melyik megy végbe könnyebben?
107. Miből lehet következtetni arra, hogy a sugárforrásban β^+ bomlás ment végbe?
108. Egy nyugvó e^+ annihilál egy nyugvó e^- -vel. Milyen sugárzásra lehet számítani és miért?
109. Rajzold fel egy tipikus béta-bomlás és egy tipikus alfa-bomlás névadó sugárrezekcskéjének energiaeloszlását (spektrumát). Mivel magyarázható a különbség?
110. Vajon az EC ν -spektruma folytonos akárcsak a versengő β^+ bomlá neutrinióé, avagy diszkrét mint az alfa-bomlásé? Miért?
111. Egy M tömegű mag E_γ energiájú fotont emittál. Mekkora E_R energiával lökődik vissza a mag? Vezesd le az energia- és impulzusmegmaradásból.
112. Mekkora is egy E_γ energiájú foton impulzusa?
113. Tipikus alfa-energiáknál a mag visszalökődési energiája 10 keV-ekben mérhető. Indokold meg ennek alapján a "forróatom-kémia" kifejezést.
114. Szemléltesd Móricka-ábrával a fotoeffektust és a röntgen-emissziót.

115. Rajzold fel a ^{137}Cs bomlássémáját a következő információ alapján:
A bomlás során a Ba egy izotópja keletkezik, még hozzá gerjesztett állapotban. A 661 keV-es gerjesztett állapot közepes élettartama 2,6 min. A legerjesztődés csak részben (89%-ban) zajlik gamma-emisszióval, a maradék belső konverzióval.
116. Mi a belső konverzió és milyen folyamattal verseng?
117. Mi az Auger-effektus (ejtsd: ozsé-effektus) és milyen folyamattal verseng?
118. Írd fel a radioaktív bomlás kinetikáját leíró három alapegyenletet. Hogyan következik ezekből az exponenciális bomlástörvény?
119. Írd fel az exponenciális bomlástörvény három alakját. Melyik használata a legkényelmesebb?
120. Az aktivitás definíciója és egysége.
121. Az elnyelt dózis definíciója és egysége.
122. Írd fel az $X_1 \rightarrow X_2 \rightarrow$ bomlási sorra az X_2 időbeli változását jellemző $N_2(t; \lambda_1, \lambda_2)$ függvényt.
123. Jellemezd λ_1 és λ_2 segítségével a radioaktív egyensúly különböző eseteit, valamint az egyensúly hiányát.
124. Milyen bomlások jellemzők az ún. természetes bomlási sorokra? Hány bomlási sor van és miért nem lehet több?
125. Hogyan határozható meg egy néhány órás felezési idő?
126. Hogyan határozható meg egy 10^8 éves felezési idő?
127. Hogyan határozható meg egy 10^{-8} másodperces felezési idő?
128. Mik fékezik elsősorban az α - és β -sugárzást: az abszorberben lévő atommagok vagy a héjelektronok? Miért?
129. Melyik részecske képes egyetlen elektronnal való ütközésben nagyobb energiát veszíteni: az α - vagy a β -részecske? Nagyságrendileg mekkora a különbség?
130. Rajzold le az α - és a β -sugárzás abszorpció $(I - d)$ görbéjét. Értelmezd a különbséget.

7. Kérdéscsoport

131. Írd fel az ionizáló sugárzásokra (pl. α -sugárzásra) vonatkozó $-dE/dx$ formula lényeges részét. Milyen két nevezetes fizikai mennyiség kapcsolódik a képlethez?
132. Rajzold fel és magyarázd el a Bragg-görbét a $-dE/dx$ formula segítségével.
133. Az α - és a β -sugárzás közül melyik hatására keletkezik fékezési (röntgen)sugárzás is?
134. Mi a fékezőképesség és a lineáris energiaátadás közt a kapcsolat, ill. a különbség?
135. Mi a Cserenkov-sugárzás és mikor keletkezik?
136. Szemléltesd Mórnicka-ábrával a Compton-effektus és a fotoeffektus közti különbséget.
137. Mi a párképződés és mi a feltétele?
138. Kis rendszámú abszorberben melyik γ -sugár–anyag kölcsönhatás játszik nagyobb szerepet: a fotoeffektus vagy a Compton-szórás?
139. Nagy rendszámú abszorberben melyik γ -sugár–anyag kölcsönhatás játszik nagyobb szerepet 500 keV alatt: a fotoeffektus vagy a Compton-szórás?
140. Értelmezd a fotoeffektusra vonatkozó hatáskeresztmetszet–energia grafikonon látható szakadási pontokat és a szakadt görbék fűrészkes jellegét.
141. Mutasd meg a megfelelő ábrák segítségével, hogy a fotoeffektust nem lehet a Compton-szórás határesetének tekinteni.

142. Rajzold fel a Compton-szórt fotonok és a foton által kilökött Compton-elektronok energiaeloszlását ugyanazon a grafikonon annihilációs γ -fotonok esetében.
143. Mit csinál az (integrál)diszkriminátor?
144. A NaI(Tl) szcintillációs detektorból jövő jel alatti terület (össztöltés) a jelet keltő γ -foton energiájával arányos (feltéve, hogy fotoeffektus következett be, nem pedig Compton-szórás, amikor is csak a fotonenergia egy része adódik át a detektorkristálynak). Mi az oka annak, hogy a jelterület helyett elegendő az impulzus amplitúdóját (magasságát) megmérni? (T.i. a gamma spektroszkópiában egyszerű amplitúdóanalízissel "állítják elő" a spektrumokat.
145. Rajzolj fel egy ionizációs kamrát és magyarázd el a működését. Szemléltesd mondandódat az I–U diagrammal.
146. Magyarázd el a proporcionalitás elvét, és hasonítsd össze a proporcionális számlálót a Geiger–Müller-számlálóval.
147. Mi a félvezető detektorok működésének alapja?
148. Hogyan működik a szcintillációs számláló?