Az anyag alapfogalmai 2021.10.09.

Ellenőrző kérdések

AZ ANYAG ALAPFORMÁI

1. **Hogyan magyarázza a** **kinetikus gázelmélet azt, hogy a gáz nyomás fejt ki a tartóedény falára?**

A gáz szabadon mozgó részecskékből áll. A részecskék időről időre nekiütköznek az edény falának.

*Az ütközéskor bekövetkező lendületváltozás a falon erőhatásként jelenik meg és a nagyszámú ütközés átlagos erőhatása adja a nyomást. (nyomás = erő/felület)*

1. **Mit nevezünk** **Brown-féle mozgásnak, és mi a jelenség magyarázata**?

Gáz vagy folyadék térben lebegő szilárd részecske (pl. virágporszem) szüntelenül zegzugosan mozog, ez a Brown mozgás. Oka a gáz ill. folyadék részecskékből (molekulák) áll, amik folytonos mozgást végeznek (hőmozgás). A szilárd részecske folytonosan ütközik a folyadék vagy gáz szüntelenül mozgó részecskéivel. (Elsodorja a tolongás).

1. **Mit értünk azon, hogy az elektromosság is „atomos” szerkezetű?**

Az elektromosság jelensége is részecskékhez köthető (elektronok). *Van egy legkisebb úgynevezett elemi töltés, ami az elektron (-) v proton (+) töltése. Bármely test elektromos töltése ennek az elemi töltésnek az egész számú többszöröse.*

1. **Mi volt a** **Millikan-kísérlet eredménye**?

A legkisebb töltés, azaz az elemi töltés (1 db elektron töltését) meghatározása. (0,64 %-ban tér el a mai elfogadott értéktől, az elektron töltésétől – *nem tudom hogy ez az érték pontos e, de a zárójelen kívüli mondat is elég*)

1. **Mi volt William Prout hipotézise és milyen tapasztalatokra alapozta hipotézisét?**

Minden atom hidrogén atomokból épül fel. Az atomok atomtömege egész számú többszöröse a hidrogénatoménak. *(Ez kémia inkább, nem ismerem az emberkét, de rémlik hogy volt ilyesmi hipotézis, szóval erről a kérdésről nem tudok nyilatkozni)*

1. **Mire alapozva állította Mengyelejev, hogy az atomok kisebb alkotórészekből épülnek fel?**

A növekvő atomtömeggel a tulajdonságok periódikusan ismétlődnek.

1. **Mit jelent az állítás, hogy** **a gázok emissziós színképe vonalas**?

Energiaközlés hatására a gáz atomjainak elektronjai gerjesztett állapotba kerülnek majd az energiaközlés megszűnésekor *(elég csak egy fotonnal egy pillanatra kölcsönhatásba lépnie az anyagnak, hogy az elektron gerjesztődjön és az is lehet, hogy a kölcsönhatás után sok idővel kerül vissza alapállapotba az atom, szóval itt ez a megszűnés szó kicsit sántít.)* visszakerülnek alapállapotba és a gerjesztéskor felvett energiát fotonként-fényként sugározzák ki. **A kisülési csőben lévő gázok nem mindenféle hullámhosszt sugároznak csak bizonyos hullámhosszokat**(szín). (Mivel az egyes atomok elektronjai csak meghatározott energiaszintre kerülhetnek ezért a kisugárzott fény hullámhossza is csak meghatározott lehet.) A kibocsátott fény színe a gáz anyagi minőségétől függ. *(ez a rész meg szerintem fölösleges)*

*Én úgy írnám inkább: A gázban lévő atomok elektronjai meghatározott energiájú állapotban lehetnek csak (ez az elektronoknak a kvantumszáma) Az alapállapotban lévő elektronokat megfelelő frekvenciájú fény tudja csak gerjeszteni, olyan amelynek az energiája pontosan megegyezik az elektron két energia szintje közötti különbséggel. Gerjesztett állapotban lévő elektron ugyanezen energiájú foton kibocsátása közben kerül alacsonyabb energiájú állapotba. Tehát gázoknak az emissziós/kibocsátási színképében csak olyan energiájú fotonok lehetnek, amelyek két energiaszint közötti különbség, és a foton energiája egyértelműen megadja a frekvenciáját (E=h\*f, ami a fény színét határozza meg. (nem csak alapállapotú elektront lehet gerjeszteni, és fotonkibocsátás során se biztos hogy rögtön alapállapotba kerül, lehet hogy lépcsőzetesen ugrál le az elektronpályákon)*

1. **Egy gázkisülési csőben a gáznyomást csökkentve a cső kevésbé világít, azaz csökken a kibocsátott fény intenzitása, azonban az áramkörben folyó áram nagysága nem csökken. Mi a jelenség magyarázata?** *Ha csökkentjük a gáznyomást kevesebb gázrészecske lesz a csőben ezért* A kisülési csövet átszelő elektron kisebb valószínűséggel ütközik a gáz atomjával (így nem gerjeszti annak elektronját, ami így nem zuhan vissza alapállapotba és nem bocsájt ki fotont), de ugyanúgy elér a kisülési cső másik végébe.
2. **Egy légritkított gázkisülési csőben is folyhat áram. Ebben az esetben mik a töltéshordozók?**

Elektronok*.*

1. **Mit tud a Thomson-féle atommodellről?** A pozítív töltésű atomban (*az atom összességében semleges)* a negatív töltésű elektronok elszórtan, egyenletesen helyezkednek el, mint pudingban a mazsolák. „Mazsolás puding” modell. Azatom nem homogén.

*Inkább: A folytonos pozitív töltésű anyagban mint süteményben a mazsolák elszórtan vannak az elektronok,*

1. **Mi jelentette e Thomson-féle atommodell kísérleti cáfolatát?** A Rutherford féle szórási kísérlet.
2. **Hogyan néz ki a** **Rutherford-féle atommodell**?

Az atom teljes pozitív töltése és tömegének túlnyomó része az atom sugarához (ez a 10-10 m) képest kicsi (kb. 10-15 m sugarú) atommagban összpontosul. ~~Az elektronok a magtól kb. 10~~~~-10~~ ~~m távolságban helyezkednek el.(-~~ez nem kell) Az elektronoknak kör ~~vagy ellipszis~~ pályán kell keringeni az atommag körül. **BOLYGÓ-MODELL.**

*(az ellipszispálya már egy későbbi modell, itt csak kör volt)*

1. **Mondjon példát olyan fizikai jelenségre, amely a fény hullámtermészetével magyarázható?**

Interferencia,elhajlás, polarizáció ~~törés, visszaverődés~~

*(polarizáció* pl. 3D szemüveg) (interferencia *pl. hologram*)

1. **Mondjon példát olyan fizikai jelenségre, amely a fény részecske természetével magyarázható?**

Fotoelektromos jelenség *pl. fotocella*, Compton effektus.

1. **Mit értünk a fény kettős természetén?**

Hullámként és részecskeként is viselkedik (visszaverődés, törés).

1. **Mit értünk a fény interferenciája alatt?**

~~A különböző forrásból érkező~~ *(akkor látnánk interferenciát a szobában is ha két lámpát kapcsolunk fel) Koherens* (állandó a fáziskülönbségük vagyis ugyanolyan azonos hullámhosszú pl. lézerfény) fényhullámok erősíteni vagy kioltani is képesek egymást.

1. **Mit nevezünk fotoeffektusnak, azaz fényelektromos jelenségnek?** Fénysugárzás hatására egy adott anyag felszínén lévő elektronok kilökődése.
2. **Mit nevezünk fotonnak?** A fény (elektromágneses sugárzások) elemi részecskéje.
3. **Milyen magyarázatot adott** **Einstein a fotoeffektusra**?

A fény diszkrét, h⋅f nagyságú energiamennyiségekből, az úgynevezett fotonokból áll, *Elegendően nagy energiájú foton képes a fémrácsban lévő elektronnak az energiáját átadni, amely ennek hatására ki tud lépni a fémből, a foton elnyelődik eközben*. ~~amelyek egyenes vonalban terjednek. A fény intenzitás eloszlása nem más, mint a fotonok becsapódásának a gyakorisága.~~

1. **A piros vagy a kék színű fény fotonjainak nagyobb az energiája?** **Válaszát indokolja!** A kék fény fotonjának, mivel a foton energiáját a fénysugár frekvenciája határozza meg *(E=h\*f)* és a kék fény frekvenciája nagyobb (6,9 X 10 14 Hz (hertz)) minta vörös fényé (4,8X 10 14 Hz)*.*
2. **Mi a Bohr-féle atommodell három alapfeltevése (posztulátuma)?**
	1. Az atom elektronjai a mechanikailag lehetséges pályák közül csak egyes meghatározott sugarú körpályákon keringhetnek.
	2. Amíg e pályákon tartózkodnak az atom nem sugároz ki fényt, így az energiája változatlan.
	3. *Az elektron mikor elnyeli egy foton energiáját, magasabb energiájú pályára kerül.* Fénykibocsátás csak akkor következik be, amikor egy elektron valamely pályáról ugrásszerűen egy másikra ***alacsonyabb*** *energiájú pályára* megy át.
3. **Milyen magyarázatot adott a Bohr-féle atommodell a gázok vonalas színképére?** Energiaközlés hatására a gáz atomjainak elektronjai gerjesztett állapotba kerülnek majd az energiaközlés megszűnésekor visszakerülnek alapállapotba és a gerjesztéskor felvett energiát fotonként-fényként sugározzák ki. (A kisülési csőben lévő gázok nem mindenféle hullámhosszt sugároznak csak bizonyos hullámhosszokat. **Mivel az egyes atomok elektronjai csak meghatározott energiaszintre kerülhetnek ezért a kisugárzott fény hullámhossza is csak meghatározott lehet.***– szerintem ez már fölösleges)*
4. **Mi volt Luis de Broglie hypotézise?**

~~Minden mozgó részecskéhez (pl: elektron) hullám rendelhető.  Aminek hossza és frekvenciája ugyanolyan kapcsolatban van, mint a fény hullámhossza és a frekvenciája a foton impulzusával és energiájával. (~~ez így zavaros)

*Inkább: Ha az elektromágneses hullámok képesek részecskeként viselkedni, akkor a részecskéknek is lehet hullámtulajdonsága, (foton impulzus hullámhossz összefüggés alapján) amely hullámhossza(lambda) = h/p (h:Planck-állandó, p:impulzus)*

1. **Heisenberg féle határozatlansági elv?**

A kvantumelmélet egyik alapja. ~~Egy részecske helyét és sebességét, illetve impulzusát egyidejűleg nem lehet meghatározni. (~~*ez is zavaros így) Inkább: egy részecske helyét és lendületét nem lehet egyszerre tetszőleges pontossággal megadni. (az impulzus meghatározza a sebességét azt nem kell beleírni pluszba)*

1. **Mit nevezünk a kvantum mechanika alagúteffektusának?**

Kvantummechanikai folyamat, amely során elemi részecskék olyan akadályokon is átjutnak, amelyeken a klasszikus mechanikai törvények szerint biztosan nem juthatnának át. *mert nem elég nagy hozzá az energiája, de a kvantummechanikában az energiaállapot sem egy konkrét érték, hanem valamilyen tartományban adják meg különböző valószínűségekkel, ezért lehet hogy az energiája eléri a potenciálgátat.* ~~PL: Össze érintett fémek között áram jön létre.~~ Az anyaghullám fényhez hasonlóan viselkedik, átjut a potenciálgáton a részecske, ami a klasszikus fizika szerint nem magyarázható.

***Ezt nem tudom most így normálisan leírva elmagyarázni, de nem is értem miért kell nektek ez így… eléggé túlzásnak tartom, hogy ezt kérdezik tőletek, gyanítom a tanár aki tanítja sem érti igazán ezt***

1. **Milyen kvantumszámokkal jellemezzük az elektronok állapotát az elektronburokban?**

4 féle kvantumszám van. Fő(n), mellék(l), mágneses (m), spin ()

1. **Mire következtethetünk a mellékkvantumszám nagyságából?**

Az [elektron](https://hu.wikipedia.org/wiki/Elektron) pályájának az alakjára, a térbeli elhelyezkedést eredményező csomósíkok száma miatt. Lehet például gömb vagy súlyzó alakú, másik alak létezik még. Adott héjon az adott mellékkvantumszámú atompályák alhéját alkotnak.

1. **Miért nevezik a 3. kvantumszámot mágneses kvantumszámnak?**

Atompálya (elektronpálya?) mágneses térben valóviselkedésre utal. Az elektron pályának **térbeli**helyzetét írja le. A mag körül mozgó elektron mozgása miatt mágneses nyomaték keletkezik.

*Ezt lehet jobban megtalálod valamelyik kémiakönyvben, ha jól emlékszem ez inkább mivel az elektron pályákon kering ezért egy kis köráramot hoz létre, és ezeknek a köráramoknak mágneses momentuma van, szerintem nem kell ide külső mágneses tér. Szóval szerintem az első két mondat nem biztos hogy jó.*

1. **Pauli- féle kizárási elv*.*** Több elektront tartalmazó kvantumechanikai rendszerben (atom, molekula, kristály(?) ) minden egyes elektron más- más kvantum állapotban van. Az elektron állapotát jellemző kvantumszámok közül legalább egynek különböznie kell!

*Egy atomban nem lehet két olyan elektron amelynek mind a 4 kvantumszáma megegyezik – én így emlékszem erre, de ez is kémia*

1. **Az elektronok szerkezete alapján adjon magyarázatot a nemesgázok kémiai passzivitására?**

Kémiailag közömbösek, csak szélsőséges esetben vihetők reakciókba. A legkülső héjuk – (*inkább vegyérték elektronhéjuk*) telített elektronnal és így stabil elektron konfigurációjuk van, nem lépnek reakcióba (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn).

1. **Adjon magyarázatot az alkáli fémek kémiai aktivitására?**

Egyetlen ***vegyérték*** elektronjukat könnyen leadják, egyszeresen pozitív kationt képezve. a legreakcióképesebb elemek hevesen reagálnak, vízzel, halogénnel, oxigénnel, alkohollal, ammóniával, közben hidrogén fejlődik.

**32.  Sorolja fel az elsődleges kémiai kötések fajtáit?**

Ionos, kovalens, Többszörös kötések, delokalizált kötések (fémes)

**33.   Magyarázza meg az ionos kötések kialakulását? Milyen folyamatok játszódnak le az atomok elektronburkában?**

Az **ionos köté**s elsőrendű [kémiai kötés](https://hu.wikipedia.org/wiki/K%C3%A9miai_k%C3%B6t%C3%A9s), mely ellentétes [töltésű](https://hu.wikipedia.org/wiki/Elektromos_t%C3%B6lt%C3%A9s) [ionokat](https://hu.wikipedia.org/wiki/Ion) tartalmazó anyagokban fordul elő. Az ionok közötti elektrosztatikus vonzás és taszítás szabályos szerkezetbe, [ionrácsba](https://hu.wikipedia.org/wiki/Ionr%C3%A1cs) rendezi az anyagot alkotó ionokat, melynek a rácspontjain szabályosan váltakozva [kationok](https://hu.wikipedia.org/wiki/Kation) és [anionok](https://hu.wikipedia.org/wiki/Anion) találhatók.

Keletkezésekor az egyik atomból a legkülső elektronhéjon levő elektron(ok) a szomszédos atom elektronhéjába épül(nek) be és mindkét atom [ionos](https://hu.wikipedia.org/wiki/Ion) formába kerül. Az így létrejött pozitív (kation) és negatív (anion) töltésű ionok elektrosztatikusan vonzzák egymást. Az ellentétes töltésű ionok azonban csak bizonyos határig közeledhetnek egymáshoz, mert a túl közel kerülő elektronfelhők taszító hatása megakadályozza a további közeledést és végső fokon az ionok egybeolvadását. A kötés nagyon stabil, mert a vegyértékelektronok átkerülnek a másik atom elektronfelhőjébe. Fém és nemfém között jöhet létre.

**34.  Hogyan alakul ki a Kovalens kötés két atom között?**

Két (esetleg több) atom között megosztott (közös, kötő) elektronpárok hoznak létre, hogy mindegyik atom stabilis elektronszerkezettel rendelkezhessen. *Nemfém és nemfém* között jöhet létre A kovalens kötés létrejöttekor atomonként 1, 2 vagy akár 3 elektron az atompályáról átlép a molekulapályára, innen kezdve ezek az elektronok mindkét kötésben résztvevő atom környezetében megtalálhatók. Amennyiben a kovalens kötést egy elektronpár alakítja ki egyszeres, ha kettő kétszeres, ha három, háromszoros kovalens kötésről beszélünk.

**35.  Mik a többszörös kötések?**

Két egyforma atomból álló molekulák több kompenzálatlan vegyértékelektronnal. pl: szén, oxigén, nitrogén, oxigén kétszeres, nitrogénoxidul 3x-os kötés.

**36.   Hogyan magyarázható meg a víz molekula polárossága, az alakjával?**

A vízmolekulában a kötést létesítő elektronok az oxigénatom felé tolódnak el, mert az oxigénatom jobban vonzza azokat, mint a hidrogénatomok. Ennek következtében az oxigén atom környezetében negatív, a hidrogénatomok környezetében pedig pozitív töltéstöbblet alakul ki. Attól is függ, hogy hogyan helyezkednek el a központi atom körül, azaz az atomok térbeli elrendezésében a geometriája is meghatározza. A víz molekula tetraéderes szerkezet.

**37.  Milyen másodlagos (molekulák közötti) kötéstípusokat ismer?**

Poláros-poláros; Hidrogén-Híd; Van der Waals kötés.

**38.   Hogyan jön létre a Van der Waals kötés?**

Az elektronfelhő torzulása megbontja aszimmetriát és dipólus szerkezet jön létre, ez a másik molekulát is dipólusossá teszi. Igy a két dipól molekula között létrejön egy átmeneti gyenge kötés ez a Van der Waals kötés.

Pl: nemesgázok folyékonnyá válása és megszilárdulása.

**39. Milyen kötésekre vezethető vissza a nemesgázok alacsony hőmérsékleten bekövetkező cseppfolyósodása, illetve megszilárdulás?**

Van der Waals kötés.

**40.  Mit nevezünk a szilárd test kristályok elemi cellájának?**

A kristály egy olyan kis darabja, melynek egymás mellé rakott másolataiból az egész kristály kirakható.

**41.  Milyen kötések tartják össze az ionkristályokat?**

Ionos kötés, kovalens kötés, Fémes kötés, Másodlagos kötések.

**42. Milyen kötések tartják össze a félvezető (Si, Ge) kristályokat?**

Kovalens kötés.

**43.  Milyen kötések tartják össze a fémkristályokat?**

Fémes kötés

**44. Milyen kötések tartják össze a molekulakristályokat?**

Másodrendű kötések.

**45.  Mi a lényeges különbség a vezetési és vegyértéksávban lévő elektronok között szilárd kristályokban?**

A vegyértéksávban található elektronok kötöttek.

A szilárdtestekben legfelül a vezetési sáv található, alatta a tiltott sáv (ha van). Legalul a valenciasáv (azaz vegyértéksáv) található. Ahhoz, hogy az elektronok a szilárd anyagon keresztülhaladjanak, az egyik kvantumállapotból a másikba kell ugraniuk terjedés közben. Ez csak akkor történhet, ha van olyan üres kvantumállapot a kiterjedt szilárdtestben, melyre az elektron a termikus gerjesztéssel át tud ugrani. Általában, ha a vegyértéksáv telített, az elektronok nem tudnak más kvantumállapotba lépni ebben a sávban.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

III. RTG

1. **Milyen főbb egységekből áll egy röntgenberendezés**?

Röntgencső – Tápegység – Kapcsolóberendezés – Tubus, diafragma, szűrő.

(Röntgencső: katód, anód (légritkított térben), védőbura).

1. **Egy röntgencsőben** **az anódon vagy a katódon keletkezik a röntgensugárzás**?

Anódon.

1. **Jellemzően mekkora** **csőfeszültségen működik egy CT röntgencső?**

 110-120 V, 75-95 kV vagy 120- 150 kV? 75-95 kV

1. **A röntgensugárzás milyen tulajdonsága változik, ha növeljük a csőfeszültséget?**

A sugárzás erőssége, azaz áthatolóképessége.

1. **A röntgensugárzás milyen tulajdonsága változik**, **ha növeljük a csőáramot**?

A sugárzás dózisa.

1. **Miért van szükség a** **csőszűrésre? Mit szűrnek vele?**

A röntgensugárzáskor keletkező olyan röntgensugarakat, melyek nem vesznek részt a képalkotásban

1. **Hogyan működnek a forgóanódú röntgencsövek?**

Az anód forgása miatt annak mindig csak egy adott felületét érik a becsapódó elektronok.

1. **Miért volt szükség a forgóanód kifejlesztésére?**
2. A röntgensugárzás keletkezésekor képződő nagy mennyiségű hőt lehet így eloszlatni, megvédve az anódot az olvadástól. (kis rtg. emisszió, melegedés)
3. **Hogyan keletkezik a karakterisztikus röntgensugárzás?**

Az anódba csapódó elektron az anód anyagának egy atomjában az atommaghoz közeli elektront kilöki, az üres helyet egy magasabb energiaszintű atompályán tartózkodó elektron betölti, miközben energiája lecsökken és ezt az energiát röntgenfoton formájában sugározza ki.

1. **Hogyan keletkezik a fékezési röntgensugárzás?**

Az anódba csapódó elektron lelassul, energiáját röntgenfotonok formájában adja le

1. **A röntgenberendezés az elektromos hálózatból felvett elektromos energiát röntgensugárzássá alakítja?** **Körülbelül mekkora az energiaátalakítás** **hatásfoka?** IGEN 1% (99%hő)
2. **Sorolja fel a röntgensugárzás legfontosabb tulajdonságait**!

Érzékszervvel nem érzékelhető, áthatoló képesség, lumineszcencia, ionizáció, feketedés fényérzékeny anyagokon, elhajlás kristályokon

1. **Az elektromágneses sugárzásokat két csoportba**, **ionizáló és nem-ionizáló sugárzások közé soroljuk. Hova soroljuk a röntgensugárzást?**

Ionizáló*.*

1. **Mi az előnye és mi a hátránya a röntgenátvilágításnak a röntgenfelvételezéshez képest?**

A Rtg átvilágítás során nagyobb sugárdózist kap a beteg, előnye, hogy mozgóképet látunk.

1. **Vajon mi az előnye az automata filmhívásnak a hagyományos kézi híváshoz képest?**
* Rövidebb időt vesz igénybe. Nincs előhívó eszköz, anyagmentes az eljárás, tárolás.
* Visszakeresés egyszerűbb, mobilisabb, jó minőségű, nem változik, másolható.
* Nem káros, a kép látható, szerkeszthető, zoomolható.
1. **Sorolja fel a digitális radiográfia néhány előnyét a hagyományos, röntgenfilmre történő fényképezéshez képest!**

A felvétel tárolása, továbbítása egyszerűbb, gyors, környezetkímélő  (nincs film és vegyszerek), jó képminőség, utólagos fényerő és kontrasztbeállítás lehetséges,  interneten keresztül elérhetők a felvételek.

1. **Napjainkban már nem szabad képerősítő nélküli átvilágító berendezéseket használni. Vajon miért?**

A képerősítő nélkül azonos diagnosztikai minőségű képalkotás nagyobb sugárterheléssel jár.

1. **Hogyan történik a CT képalkotás?** A páciens testének axiális szeleteit több irányból átvilágítják röntgensugárral úgy, hogy a sugárforrás a páciens körül forog -a sugárforrással szemben a detektorpanel- miközben az asztal hosszanti mozgást végez így újabb szeletek kerülnek átvilágításra. A detektorpanel információi alapján számítógépes képalkotás történik.
2. **Milyen műszaki probléma okozta a hagyományos CT berendezések lassúságát, amit aztán a spirál CT kifejlesztésével megoldottak?**

Az asztal elmozdulása és a leképezés felváltva követték egymást, lassabbvolt az eljárás (spirál CT esetén az asztal mozgása és a leképezés folyamatos) nem tudott teljesen körbefordulni a páciens körül.

1. **Mondjon példát képfúziós** **eljárásra az orvosi diagnosztikában!**

PET/CT

1. **Mondjon példát a röntgendiagnosztika nem orvosi alkalmazására!**

Ipari alkalmazás (pl. csővezetékek vizsgálata, biztonságtechnikai alkalmazás (pl. gépjárművek átvilágítása).

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

IV. ATOMOK

1. **Milyen részecskék találhatók az atommagokban?**

Protonok és neutronok*.*

1. **Milyen részecskéket nevezünk nukleonoknak?**

Atommag részecskéit: protonok és neutronok.

1. **Melyik nukleonnak van elektromos töltése és milyen?**

Protonok töltése pozitív, qp= +1,6·10-19 C, relatív töltés +1.

1. **Melyik részecskének, egy protonnak vagy egy elektronnak nagyobb az elektromos töltése?**

Egyforma csak ellentétes előjelű.

1. **Az atommagban lévő melyik részecske számára következtethetünk a rendszámból?**

Protonszám.

1. **Mi a tömegszám**?

Protonok+neutronok száma az atommagban.

1. **Hogyan tudjuk kiszámítani a** **tömegszámból és a rendszámból az atommagban lévő neutronok számát**?

Neutronszám= tömegszám-rendszám.

1. **Hogyan történik a nuklidok egyezményes jelölése?**

Vegyjel, bal felső sarokba tömegszám (A), bal alsó sarokba rendszám(Z) pl:

1. **Adja meg annak az urán nuklidnak a jelét, amely 92 protont és 146 neutront tartalmaz!**

23892 U

1. **Mit nevezünk izotópoknak?** **Mondjon példát!** Azonos protonszámú (rendszámú), de eltérő neutronszámú (tömegszámú) atomok egy adott elem izotópja.

Pl. 2 1 H31  H11 H  *(a hármas a trícium, a kettes tömegszámú neve deutérium)*

1. **Mik a magerők legfontosabb tulajdonságai?**

Mintegy milliószor (*ebben nem vagyok biztos, hogy milliószor, de lehet, csak én nem emlékszem konkrét számra*) erősebbek, mint a Coulomb erők. Kisebb a hatótávolságuk, mint a Coulomb-erőké (10-15 m). töltésfüggetlenek. Az erőhatás független attól, hogy p-p, p-n vagy n-n között áll fenn a kölcsönhatás.

1. **Mitől függ az atommagok sugara, ha az atommagokat gömb alakúnak tételezzük fel?**

Az atommagok sugara a tömegszám köbgyökével arányos. Tömegszámtól.  *(a tömegszám biztos a köbgyökre sem emlékszem fejből)*

1. **Állítsa nagyság szerint növekvő sorrendbe a következő atommagok sűrűségét: 14C, 56Fe, 235U!** Az atommagok sűrűsége állandó: **140 millió tonna/cm3*(hát biztos ennyi- fogalmam sincs :D de azt tudom hogy egyenlő)***
2. **Mit értünk az atommagok tömeghiányán?**

Az atommagok tömege mindig kisebb, mint a nukleonok tömegének összege. *A hiányzó tömeg a kötési energiát adja ( Eköt = Δm\*c2)*

Δm = (Nmn + Zmp) − M

15. **Miből származik az atommagok kötési energiája?**

Δ*m* = (*Nmn* + *Zmp*) − *M*

*A tömeghiányból* ( )

ΔE = Δm⋅c2

**A radioaktív sugárzások keletkezése és tulajdonságai/ Radioaktivitás**

1. **Mit nevezünk egy radioaktív sugárforrás aktivitásának?**

Időegység alatti magátalakulások száma. Mértékegysége: Bq ;1Bq=1 bomlás /sec

1. **Mikor mondjuk, hogy egy sugárforrás aktivitása 10 kBq?**

10000 bomlás/sec

1. **A 20 MBq aktivitás hányszorosa a 10 kBq aktivitásnak?**

10kBq= 10000 bomlás/sec   ’1 MBq =1.000000bomlás/sec

Tehát 20MBq= 20.000.000 Bomlás/ sec  ***Egyenlő = 2000 szerese*** *(szerintem elég annyi hogy 2000)*

1. **Mit nevezünk egy radioaktív sugárzó felezési ideje alatt?**

Időtartam, ami alatt egy sugárforrás ~~aktivitása~~ felére csökken. Nem az aktivitás, hanem az atomok fele elbomlásához szükséges idő. (van összefüggés, de a felezési időnél a darabszámot nézik)

1. **A rövid vagy a hosszú felezési idejű radioaktív izotópok alkalmasabbak izotópdiagnosztikai vizsgálatokhoz? Miért?**

Rövid, mert minél gyorsabban lebomlik annál kevesebb sugárterhelést jelent. Pl. Jód a leggyakoribb, izotópja felezési ideje 8 nap.

1. **Idővel csökken vagy növekszik a felezési idő? Vagy nem változik? Mitől függ egy radioaktív izotóp felezési ideje?**

A felezési idő állandó az adott atommagra. Változó perctől a millió évig is tarthat. *(Akár másodperc alatti is lehet és anyagra jellemző)*

Pl: jódizotóp 8 nap, Radon 1580 év.

1. **Egy radioaktív sugárforrás aktivitása jelenleg 32 MBq. Felezési ideje 15 év. Mekkora lesz az aktivitása 30 év múlva?**

~~0 Bq az anyag elbomlott~~. – Dehogy! ***8 MBq***

1. **Hogyan játszódik le az alfa-bomlás? Hogyan változik meg a bomló atommag rendszáma és tömegszáma?**

Az atommag [tömegszáma](https://hu.wikipedia.org/wiki/T%C3%B6megsz%C3%A1m) 4-gyel, [rendszáma](https://hu.wikipedia.org/wiki/Rendsz%C3%A1m_%28k%C3%A9mia%29) 2-vel csökken alfa-bomlás során.

1. **Milyen részecskék alkotják az alfa-részecskét?**

Az alfa-részecske két [protonból](https://hu.wikipedia.org/wiki/Proton) és két [neutronból](https://hu.wikipedia.org/wiki/Neutron) áll. *vagyis egy hélium atommag*

1. **Mekkora az alfa-részecskék hatótávolsága levegőben és emberi szövetekben?**

3-9 cm levegőben (inkább 2-3cm levegőben), bőrön néhány mcm *(ez mikrométer akar lenni?). mert akkor jó, ha jól emlékszem 1-2 sejtnél nem jut meszebb)*

1. **Hogyan kell védekeznünk az alfa-sugárzás ellen?**

Ne nyeljük le, és öltözettel.

1. **Hogyan játszódik le a negatív béta-bomlás? Jellemzően milyen atommagok bomlanak negatívbéta-bomlással?**

*neutronból lesz egy proton egy elektron és egy antineutrino, tömegszám nem változik, rendszám eggyel nő, (függvénytáblában fizikánál benne van.)*

Viszonylagos neutron felesleggel rendelkező atomokra jellemző folyamat.

3**H**, 14**C**, 32**P**, 90**Sr**, 90**Y**.

1. **Hogyan változik meg a bomló atommag rendszáma és tömegszáma negatív béta-bomláskor?**

A keletkező atom neutronszáma tehát eggyel nő, a [rendszáma](https://hu.wikipedia.org/wiki/Rendsz%C3%A1m_%28k%C3%A9mia%29) (ill. protonszáma) eggyel csökken, miközben a [tömegszáma](https://hu.wikipedia.org/wiki/T%C3%B6megsz%C3%A1m) (vagyis a nukleonszáma) változatlan marad.

***Fordítva!*** *Neutronszám csökken, protonszám nő! Tömegszám marad. (neutonból lesz proton + elektron + antineutrino)*

1. **Hogyan keletkezik a gamma-sugárzás?**

A radioaktív bomlást követően a gerjesztett állapotú leány atommag bocsátja ki. ?? *(ez így jó – van ilyen a magban is vannak energiaszintek mint az elektronoknál)*

A γ-sugárzás ~10-10smúlva követi az alfa illetve béta bomlást.

A γ-fotonok energiája meghatározott, jellemző a kibocsátó atommagra.

*(Gamma sugárnak olyan fotonokat nevezünk amelyik magátalakulások során jött létre, nagy energiájú, de nincs éles határ a röntgen és a gamma foton között, csak a keletkezés módja alapján különböztetjük meg őket)*

1. **Mit nevezünk metastabil állapotnak? Mi a haszna a metastabil állapotoknak az**

**izotóp diagnosztikában?**

Így létrejövő atommag általában gerjesztett állapotú, mely egy vagy több gamma-foton vagy elektron kibocsátásával kerül alapállapotba.

"In vivo" alkalmazásoknál kívánatos, hogy a beteg sugárterhelését feleslegesen ne növelje az esetleges béta-sugárzás. Ezért a gyakorlat szempontjából különlegesen fontosak azok az esetek, amikor az atomból csak elektromágneses sugárzás távozik, részecske nem.

Ez történik: Metastabil magoknál, amikor a  -bomlás időben megelőzi a  -foton kibocsátását. A betegnek már tisztán  -sugárzó, azaz egy korábbi  -bomlásból gerjesztett, "metastabil" állapotba került radioizotópot tartalmazó készítményt adunk be.

1. **Hogyan játszódik le a pozitív béta-bomlás? Jellemzően milyen atommagok bomlanak pozitív béta-bomlással?**

Viszonylagos protonfelesleggel rendelkező atomokra jellemző folyamat. A rendszám (proton) egyel csökken a tömegszám marad, a neutronszám eggyel nő.

Pl: Natrium 22 izotóp.

1. **Mit nevezünk pozitron annihilációnak? Hol alkalmazzák a pozitron sugárzó izotópokat, illetve apozitron annihiláció jelenségét az orvosi diagnosztikában?**

Az annihiláció (megsemmisülés) az az esemény, amikor egy [elemi részecske](https://hu.wikipedia.org/wiki/Elemi_r%C3%A9szecske) az [antirészecske](https://hu.wikipedia.org/wiki/Antir%C3%A9szecske)-párjával találkozik, mindkettő megsemmisül, és a tömegüknek megfelelő energia fotonok formájában távozik. Az elektron- pozitron annihiláció fontos alkalmazási területe az orvostudomány, ezen belül a pozitronemissziós tomográfia (PET).

**18. Mit tud a radioaktív bomlási sorokról?**

Az *α*-bomlás és a *β*-bomlás következtében új atommag keletkezik. Gyakori jelenség, hogy a keletkező új atommag szintén radioaktív, ezért tovább bomlik. Ha az új atommag bomlásakor keletkező atommag is radioaktív, akkor az is tovább bomlik. Ilyen módon különböző radioaktív izotópokból álló bomlási sorok alakulnak ki. A bomlási sor elején mindig a legnagyobb tömegszámú izotóp áll, utolsó tagja pedig stabil, nem radioaktív elem. A sor tagjai között egyaránt találhatók *α*-aktív és *β*-aktív magok. Az ismert bomlási sorok a nagy tömegszámú elemek közül kerülnek ki. Négy bomlási sort különböztetünk meg. A megkülönböztethetőség oka az, hogy a tömegszám csak az *α*-bomlással változik, mégpedig néggyel csökken. Ennek az a következménye, hogy az egyes sorozatokban található radioaktív elemek tömegszámai néggyel osztva mindig ugyanazt a maradékot adják.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

V

KÖLCSÖNHATÁSOK

1. **Az alábbi sugárzások közül melyik nem ionizáló sugárzás: röntgensugárzás, infravörös sugárzás, látható sugárzás, bétasugárzás?** Infravörös és látható sugárzás.
2. **Nagyságrendileg mekkora az alfasugárzás hatótávolsága levegőben, illetve szilárd anyagban?**

Levegőben cm-es, szilárd anyagban mikrométeres. 0,01 m- 0,000001m

1. **Milyen távolságra kell eltávolodnunk egy alfa sugárforrástól, hogy biztonságban legyünk?**Néhány cm-re.
2. **Alfasugárzó izotópot tartalmazó folyadék ömlött a kézfejemre. Kell-e a bőr sugárégésével számolni?** **Válaszát indokolja!**

Hatótávolsága csak néhány mikrométer, azaz néhány mikrométer után lecsökken az energiájuk, nem képesek behatolni az emberi szöveten ezért külső sugárforrásként nem veszélyesek, de a szervezetbe kerülve igen, mert ionizáló hatása van (radiotoxicitása húszszoros súlyozású a béta sugárzáshoz képest).

Az alfa részecskék elnyelődnek az anyagban, azaz energiájuk nullára csökken.

1. **Hogyan nevezzük azokat az elemi folyamatokat, amelyek során fokozatosan csökken a részecskék energiája?** Compton - szórás, fotoeffektus, párképzés.
2. **Melyik sugárzásnak a legnagyobb és melyiknek a legkisebb az alábbiak közül: alfasugárzásnak, bétasugárzásnak vagy a gammasugárzásnak?**

Legnagyobb a gamma, legkisebb az alfa.

1. **Melyik sugárzásnak a legnagyobb és melyiknek a legkisebb a hatótávolsága levegőben: alfasugárzásnak, bétasugárzásnak vagy a gammasugárzásnak?**

Legnagyobb a gammáé, legkisebb az alfáé.

1. **Mi történik a gamma fotonnal Compton-szórás során?** (Energiáját átadja az atomban kötött elektronnak, így kilöki azt és így a foton kisebb energiával hagyja el az atomot és pályája is eltérül.) Szóródik és energiája lecsökken.
2. **Mi történik a gamma fotonnal fotoeffektus során?**

Elnyelődik*.*

1. **Mit nevezünk párképzésnek?**

Nagy energiájú (1,02 MeV) fotonok anyaggal való  kölcsönhatásakor elektron-pozitron párok képződnek.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

DETEKTÁLÁS

1. **1. Hogyan működnek a gáz-ionizációs detektorok?**
2. A töltéshordozók mozgása révén keltett elektromos áramot használjuk fel a sugárzás detektálására. Ionizáló sugárzás a detektorban lévő semleges részecskéket ionizálja, így azok a műszer pozitív illetve negatív elektródjai felé áramlanak, és ezt az áramlást lehet érzékelni.
3. *2.* **Milyen fajta gáz-ionizációs detektorokat ismer?**
4. Ionizációs kamra, Proporcionális számláló Geiger-Müller számláló.

3.

3. **Mi a lényeges eltérés a különböző fajta gáz-ionizációs detektorok működése között?**

* Nagy intenzitású és ionizaló sugárzást detektál.
* Nagy méret, erősítés.
* Jó hatásfokú, energiaszelektív, proporcionális számláló szelektív, GM nem szelektív.
* Részecskét számlál, önnfenntartó kisülés.
1. 4. **Mondjon példát energia szelektív gáz-ionizációs detektorra**!
2. Ionizációs kamra, Proporcionális számláló, GM.

5. **Hogyan működik a proporcionális számláló?**

Töltéshordozók mozgása révén keltett elektromos áram felhasználásával mérjük a sugárzást.

ÁLL: gázzal töltött tartályból állnak, két elektródból, melyek közé változtatható egyenfeszültséget lehet kapcsolni. A töltőgáz- nemes gáz+ némi adalék. Mivel a nemes gázok sem pozitív, se negatív ionokat, sem szabad elektronokat nem tartalmaznak, elektromos szigetelők.  feszültséget a katód (negatív elektród) és az anód (pozitív elektród) közé, nem számíthatunk arra, hogy áram folyjon át közöttük. Ha azonban egy magányos nagyenergiájú α- vagy β-részecske, ill. egy γ- vagy röntgenfoton kerül a detektorba, rengetegíion-elektron pár keletkezhet a gázban, miközben a sugárrészecske kölcsönhatásba lép vele. Ha a feszültség a detektorra van kapcsolva, ezek az ionok és elektronok nyomban megkezdik utazásukat az ellentétes töltésű elektródok felé, miáltal egy áramimpulzus jön létre a detektort tartalmazó áramkörben. Ezt a jelet hívják detektorválasznak.

Ha a térerősség elég nagy a keletkező elektronok energiája eléri a gáz ionizációs energiáját és ők maguk is ionizálnak az anód felé haladva. (Elektronlavina).

1. **6. Miért ad hamis jelzést egy GM-cső nagy intenzitású sugárzási térben**?

?????

1. **7. Sorolja fel a félvezető detektorok előnyeit a gáz-ionizációs detektorokhoz képest!**
* Egy nagyságrenddel kisebb ionizációs energia (kb. 3 eV).
* Nagyobb érzékenység.
* Kisebb detektorméret.
* Jó energiafelbontási képesség (spektroszkópia).
1. **8. Milyen részekből állnak a szcintillációs detektorok?**
2. Szcintillátor: az ionizáló sugárzás hatására fényvillanásokat produkál. Lehet szilárd, folyadék, vagy gáz.

Fotoelektromos sokszorozó (photomultiplier): a szcintillátorhoz optikailag csatolt fotoelektromos eszköz, amely a fényjelet elektromos jellé alakítja és felerősíti. A katódjára jutott fényimpulzus intenzitásával arányos nagyságú elektromos impulzust szolgáltat.

1. 9.**Melyik detektor fajtánál használnak fotoelektron sokszorozót?**
2. Szcintillációs detektornál, termolumineszcens doziméter.

***10.* Hogyan működnek a film doziméterek?**

A fotózáshoz használt filmek érzékenyek az ionizáló sugárzásra, ahol sugárzás éri elszíneződik. Érzékenység fokozására emulzió mindkét oldalán a hordozónak.

**11.Miért helyezik a film dozimétereket különböző vastagságú szűrőket tartalmazó tokba?**

Azért, hogy az egyéb sugárzás pl. látható fény hatását kiszűrjék, vagyis csak a detektálni kívánt sugárzás részecskéi érjék el az érzékeny felületet.

12. **Mi a termolumineszcens doziméterek (TLD) működési elve?**

A sugárzás (általában γ-sugárzás) hatására a kristályok elektronjai gerjesztett állapotba kerülnek, majd a kristály szennyezőatomjain befogódnak, és onnan csak felmelegítés hatására lépnek ki és térnek vissza az alapállapotba. Eközben látható, vagy ahhoz közeli hullámhosszú fényt bocsájtanak ki. A kibocsájtott fotonok száma arányos a doziméterben eredetileg elnyelt sugárzással.

 13. **Mondjon példát aktív és passzív (integráló) doziméterre!**

* Passzív, integráló: filmdoziméter, termolumineszcens doziméter. A sugárzási periódusban nincs szükség elektromos energiára.
* Aktív: gáztöltésű detektorok. Ionizációs kamra, Geiger-Müller számláló, proporcionális számláló. Működés közben folyamatos elektromos energiaellátást igényel.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

VIII. IONIZÁLÓ SUGÁRZÁSOK SEJTSZINTEN

1. **Ionizáló sugárzások tekintetében melyik a legsugárérzékenyebb sejtalkotó?**

Sejtmag DNS-e, sejtmembránok.

1. **Melyik a legkevésbé sugár érzékeny sejtalkotó?**

Sejtplazma.

1. **Mi a különbség a DNS-t érő direkt és indirekt sugárhatás között?**

Direkt: a sugárzás közvetlenül a DNS-t károsítja - nem befolyásolható.

Indirekt: a sugárzás más molekulákat érint, szabadgyökök keletkeznek és ezek károsítják a DNS-t. Pl. H2O-ból OH szabadgyök. A szabadgyökök megkötésével csökkenthető a károsító hatás.

1. **Sorolja fel a lehetséges DNS károsodásokat!**

Báziskárosodás, bázisvesztés, egyláncú törés, kétláncú törés, lánckiesés, részleges denaturáció.

1. **5. Sorolja fel a DNS károsodás három kimenetét!**
	1. Károsodás kijavítása (életképes marad a sejt)
	2. Károsodás nem javítható és elpusztul a sejt.
	3. Károsodott, módosult sejt életben marad, tovább osztódik, (daganat)

**6. Mondjon példát magas, közepes és alacsony sugárérzékenységű szervre, szövetre!**

Magas érzékenységű: Csontvelő, lép, csecsemőmirigy, nyirokcsomók, gonádok, szemlencse, lymphocyták.

Közepes érzékenységű: Bőr, mesodermális eredetű szervek, mint máj, szív, tüdő.

Alacsony érzékenységű: Izom, csont, idegrendszer.

**7. Mondjon példát a sugárérzékenységet növelő és csökkentő fizikai tényezőre!**

Növelő: lineáris energiaátadás, dózisteljesítmény, hőmérséklet.

Csökkentő: frakcionálás.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

IX. SUGÁRÁTALMAK

**1)Sorolja fel a determinisztikus sugárhatás jellemzőit!**

Küszöbérték felett jelenik meg, a dózis növekedésével súlyosbodik a hatás, rövid látencia idő, jellegzetes tünetek.

1. **2) Mondjon példát determinisztikus sugárhatásra!**
2. A bőr sugársérülése 2000 mSv fölött.

3)**Mondjon példát determinisztikus sugárhatás küszöbdózisára!**

*A bőr sugársérülése 2000 mSv fölött.*

4)**Mit jelent a félhalálos dózis fogalma?**

A sugárdózist elszenvedettek fele gyógyítható*.*

1. **5) Mi az elnyelt dózis mértékegysége?**
2. 1 Gy = 1 J/kg (gray, gréj)

**6)Miért kellett bevezetni az ionizáló sugárzások biológiai hatásának mértékéül szolgáló egyenértékdózist?**

Mivel emberi test szöveteit a különböző sugárzások más mértékben károsítják,  ezért a sugárzás biológiai hatását az egyes sugárzás típusokhoz rendelt súlyozó tényezőkkel (wR)  veszik figyelembe.

7) **Mikor használjuk az effektívdózist?**

Ha figyelembe akarjuk venni, hogy a különböző szervek, szövetek máshogy reagálnak ugyanarra a sugárzásra.

1. *8)* **Hogyan számítjuk ki az effektívdózist?**

 

Az egyenérték dózis (HT) szorozva a szövetre vonatkozó súlyozó tényezővel (wT).

9.

**9) Melyik fajta ionizáló sugárzásnak legnagyobb a biológiai károsító hatása? Miért?**

Alfa sugárzás, nagy ionizáló hatása van.

10) **Milyen szindrómái (tünet együttesei) vannak az akut sugárbetegségnek?**

Csontvelő szindróma (1-10 Sv)

Gyomor-bél-rendszeri szindróma (10-50 Sv)

Központi idegrendszeri szindróma (50 Sv felett)

1-2 Sv: enyhe tünetek gyengeség, hányinger, étvágytalanság, rossz közérzet.

2-2,5 Sv: súlyosabb tünetek gyengeség, hányinger, étvágytalanság, rossz közérzet, hasmenés, a fehérvérsejtek számának mérsékelt csökkenése.

6-10 Sv: halálos dózis a korábbi tünetek súlyosbodnak, fáradtság, fejfájás, szédülés, apátia;

* 1. v néhány órán belül kialakul a központi idegrendszer válságos állapota.

11) **Sorolja fel az akut sugárbetegség fázisait!**

Kezdeti, Lappangás, Kritikus, Lábadozás.

**12) Sorolja fel a sztochasztikus sugárhatás jellemzőit!**

Nem specifikus hatások, később jelentkező, küszöbdózis nélküli, a dózis növekedésével nem a hatás súlyossága nő, hanem a hatás bekövetkezésének valószínűsége.

13**. Nagyságrendileg mekkora a sztochasztikus sugárhatások látencia ideje?**

Hosszú évek, évtizdek*.*

14. **Milyen sugárhatásnak (sztochasztikus vagy determinisztikus) minősül az ionizáló sugárzások genetikai hatása?**

Sztochasztikus*.*

1. **Mi az LNT modell?**

A sugárzás okozta daganatok kialakulására, az általánosan elfogadott modell a lineáris küszöbdózis nélküli (Linear - No Treshold, LNT) összefüggés. E modell szerint már egyetlen, alacsony energiájú és intenzitású sugárforrásból származó részecske is elegendő lehet arra, hogy sugárzás gerjesztette daganatot okozzon az exponált személyben). A sztochastikus hatásokat vizsgálja.

1. **Sorolja fel az LNT modell ellen szóló főbb érveket!**

Az atombomba-támadás túlélői között 200 mSv alatt nincs szignifikáns rákos megbetegedés gyakoriság növekedés. Nem mutattak ki fokozott kockázatot a nagyobb természetes sugárzási hátterű területen élőknél sem, bár a háttér az átlagosnál 3-10-szeresen is nagyobb lehet.

Kis dózisoknál még senki sem mutatott ki biológiai vagy egészségkárosodást. Az LNT-modell általános érvénye sem tudományosan, sem statisztikailag nem igazolt.

1. **Mit tud a Thomson-féle atom modellről?**

Az egészében véve semleges atom pozitív töltése egyenletesen oszlik el a kb. 10-10 m átmérőjű gömbben.

(A pozítív töltésű atomban a negatív töltésű elektronok elszórtan, egyenletesen helyezkednek el, mint pudingban a mazsolák. „Mazsolás puding” modell. Az atom nem homogén.)

*Rizsa:*

Thomson 1897-ben katódsugárcsőben a katódsugarakat elektromos és mágneses mezőkkel eltérítette, és így kimérte a katódsugárzás emem fajlagos töltését. Ezzel eldőlt, hogy a katódsugárzás negatív töltésű, nagy sebességgel repülő részecskékből (korpuszkulákból) áll. Thomson ezeket elektronoknak nevezte el. Mivel a katód fémlemeze korlátlan mennyiségben képes volt katódsugárzást kibocsátani (ehhez csak az áramforrás feszültségét kellett biztosítani), ésszerű feltételezés volt, hogy az elektronok a katód fémlemezét felépítő atomok alkotórészei, eleve már benne vannak a fémben, ráadásul minden fémben, hiszen katódsugárzást mindenféle fémből készített negatív elektróda kibocsátott. Ugyanakkor az is ismert volt, hogy az atomok ≈10−10 m≈10−10 m átmérőjű (és az egyszerűség kedvéért gömb alakúnak képzelt) objektumok és semlegesek. Úgyhogy a negatív elektronok mellett kell valamiféle pozitív töltésnek is lennie az atomban. Ezek alapján Thomson 1904-ben megalkotta az első tudományos atommodellt. Úgy vélte, hogy az atom teljes térfogatát egyenletesen kitölti valami pozitív töltésű anyag (amit valamilyen, a folyadékok kohéziós erőjéhez hasonló kölcsönhatás tart egyben), és ebben valahogyan "úszkálnak" a negatív elektronok, amik ki is léphetnek belőle:

 Ez hasonlít a mazsolás kalácsra: a kalács tésztája a teljes térfogatot kitöltő pozitív "massza", a benne elszórtan található kis mazsolák pedig a negatív elektronok, ezért ezt szokás az atomok "mazsolás kalács"-modelljének is nevezni. Több elektronos atom esetén úgy szokták ábrázolni, hogy a negatív elektronok az atom felszínén helyezkednek el, egyrészt olyan megfontolásból, hogy az elektronok taszítják egymást (ezért próbálnak minél távolabb elhelyezkedni egymástól), másrészt, hogy a gázkisülési cső katódjának fématomjaiból könnyen ki tudjanak lépni az elektronok. Azonban Thomson elképzelése szerint a pozitív töltésű "masszában" az elektronok könnyen (súrlódásmentesen) tudnak mozogni, és nemcsak a felszínen helyezkedhetnek el. Több lehetőséget is részletesen végig számolt, keresve stabil elektron elrendeződéseket:

* az elektronok az atomon belül térben elszórtan helyezkednek el, és csak rezgőmozgást végeznek, a saját egyensúlyi helyzetük körül.
* az elektronok körpályákon keringenek a gömb alakú atom geometriai középpontja körül (atommagról még nem tudtak ekkoriban).

Thomson arra jutott, hogy az elekronok számának növelésekor az elektronok rendszere csak akkor lesz stabil, ha több, különböző sugarú pályán helyezkednek el vagy mozognak, tehát megsejtette az elektronhéjak létezését.

Az egyensúlyi helyzet körüli rezgőmozgás azért jó, mert a rezgő elektron - mint minden gyorsuló töltés - elektromágneses hullámokat sugároz, tehát Thomson atommodellje számot tudott adni az atomok fénykibocsátásáról, vagyis az akkoriban az érdeklődés középpontjában álló jelenségről, hopgy a gázkisülési csőben a gázok látványosan világítanak (emisszió). Továbbá, ha egy ilyen, Thomson-féle atomon áthalad egy elektromágneses hullám, akkor az elektron helyén időben periodikusan változó elektromos térerősség az elektront periodikusan megrángatja, ezáltal rezgésbe hozza, vagyis az elektron mozgási és elektromos potenciális energiára szert téve képes energiát elnyelni az elektromágneses hullámtérből. Ezzel tehát a modell a fényabszorpció jelenségét is értelmezni tudta. Sőt, mivel az elektron az egyensúlyi helyzete körül csak bizonyos sajátfrekvenciával tud rezegni (amely frekvenciát a töltés- és tömegelrendezés határozza meg), ezért a gázok szinképének vonalas jellegét is képes volt valamennyire magyarázni, ami pedig akkoriban érthetetlennek számított. A rövid életű Thomson-atommodell halálát végül a szóráskísérletek hozták el, melyeket először Lenard elektronnal, majd Geiger és Mardsen (Rutherford irányítása alatt) alfa-sugárzással végzett el.

Thomson szemléltetésképp a Christmas pudding, más néven Plum pudding süteményhez hasonlította az atommodelljét, mely a britek hagyományos karácsonyi süteménye. Ennek tésztájában elszórtan mazsola vagy egyéb aszalt bogyós gyömölcs is található (a plum szó a régi angol nyelvben a szilva mellett a mazsolára is használatos volt). Thomson idejében ezt a süteményt a kevésbé tehetős háztartásokban (ahol nem álltak rendelkezésre a süteménykészítéshez sütőformák) úgy készítették el, hogy az alapanyagokat összekeverték, textil kendőbe rakták, és egy fedett lábasba fapálcán belógatva, forró gőzben párolták készre.



Mivel akkoriban egy családban sokan voltak, ezért a mennyiség a hagyomány szerint Jézusra és a 12 apostolra utalva 13 főnyi volt, így a végeredmény ágyúgolyó alakú és méretű gombóc lett. Thomson ehhez hasonlította az atom felépítését.

A katódsugarakkal végzett kísérletek valószínűsítették, hogy az elektron főszerepet játszik az atom felépítésében. Thomson úgy képzelte el az atomot, hogy az egy folytonos eloszlású, az atom egész térfogatát kitöltő pozitív töltésű anyagból és az ebbe beágyazott igen kis méretű (pontszerűnek tekintett) elektronokból áll. Erről kapta a **Thomson-féle atommodell** a "mazsolás puding" elnevezést.

**1)A piros vagy a kék színes fény fotonjainak nagyobb az energiája? Válaszát indokolja.**

A kék színű fénynek nagyobb az energiája, mert a frekvenciája nagyobb, és az energiát a planck állandó és a frekvencia szorzatával számoljuk ki.

(A kék fény fotonjának, mivel a foton energiáját a fénysugár frekvenciája határozza meg és a kék fény frekvenciája nagyobb (6,9 X 10 14 Hz (hertz)) minta vörös fényé (4,8X 10 14 Hz).

A vörös és a kék fény nagyban különbözik egymástól. Alapvetően általában úgy fogalmazva, hogy minél nagyobb a fény energiája, annál nagyobb lesz a fény frekvenciája, és ez fordítva történik azzal a hullámhosszal, amely minél nagyobb a fény energiája, annál rövidebb lesz a fényhullámhosszal. Hasonlóképpen, a magasabb frekvenciáknak több energiája van, mint az alacsonyabb frekvenciáknak. A fény az egyes szennyeződésekből, részecskékből vagy akár fotonoknak nevezett energiához kapcsolódó csomagokból épül fel. A fénynek különböző színei számos energiával rendelkeznek fotonokkal. Egyszerűen a vörös fényt bevonó fotonok alacsonyabb energiát élveznek; A kék fényhez kapcsolódó fotonok nagyobb energiával rendelkeznek. Mivel a vörös fény energiája alacsony, tehát rövidebb a hullámhossza, míg a kék fény energiája nagyobb a vörös fénnyel összehasonlítva, így magasabb hullámhosszúságú. Ráadásul, mivel a frekvencia arányos arányban van az energiával, így a vörös fény alacsonyabb frekvenciájú, míg a kék fény magasabb frekvenciát mutat, mint a vörös fény.

**Mi a vörös fény?**

A nyilvánvaló és látható spektrum az emberi szem felé látható elektromágneses spektrum lenne. Az ebben a hullámhosszon megadott elektromágneses sugárzást látható fénynek vagy pusztán fénynek nevezik. A normál szabad szemmel minden bizonnyal befolyásolják a körülbelül háromszázkilencvenkilenctől hétszáz nanométerig terjedő hullámhosszok. A megismétlődés sebességéhez viszonyítva, amely a frekvencia, ez kifejezetten arra utal, hogy egy sávot képesek négy harminc környéken tartani. - ötszáz THz-ig. A vörös fény alacsony energiájú és frekvenciájú, és nagyobb a hullámhossza.

## Mi a kék fény?

A fénytartomány és spektrum mindazonáltal nem képezheti az összes olyan színt, amelyben az emberi szem és az emberi agy könnyen megkülönböztethető. Telítetlen árnyalatok és színek, például a rózsaszín, vagy akár a lila változások, például a bíborvörös általában hiányoznak például egyszerűen azért, mert pusztán számos hullámhossz kombinációjával állíthatók elő. Az egyetlen hullámhosszon megfogalmazott árnyalatokat és színeket eredeti színeknek vagy akár spektrális árnyalatoknak is nevezik. A kék fény magasabb energiájú, ami magasabb frekvenciát eredményez, de alacsonyabb hullámhosszúságú.

## Főbb különbségek:

* A kék fényt gyakran használják többféle bőrkezelési eljárásban, mint a vörös fény
* A vörös fényű lézer olcsóbb, mint a kék fény
* A piros fény alacsonyabb frekvenciájú, míg a kék fény több
* A piros fény alacsony energiájú, a kék fénynek pedig több

**3) Az elektron burok szerkezete alapján adjon magyarázatot a nemesgázok kémiai passzivitására!**

Kémiailag közömbösek, csak szélsőséges esetben vihetők reakciókba. A legkülső héjuk telítettelektronnal és így stabil elektron konfigurációjuk van, nem lépnek reakcióba (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn).

(Minden elektronjuk párosított, elektronszerkezetük stabil, az energiaszintjük kedvező (alacsony), így nem áll érdekükben kémiai reakcióban részt venni.)

A kvantummechanika tudott először magyarázatot adni a kémiai elemek periodikusan ismétlődő kémiai tulajdonságaira!

Az elektron állapotát jellemző négy kvantumszám közül legalább egynek különbözőnek kell lennie, ha az atom bármely két elektronját összehasonlítjuk.

A kvantummechanika tudott először magyarázatot adni a kémiai elemek periodikusan ismétlődő fizikai tulajdonságaira!

Elsődleges kémiai kötések.: pl. Ionos kötés. Több atom között is lehetséges. Akár makroszkópikus mennyiségű atom is kapcsolódhat így.

Kovalens kötés: Az atomi elektronok ellentétes spin beállással molekulapályára állnak.

Többszörös kötések: Pl.: két, egyforma atomból álló molekulák több kompenzálatlan vegyértékelektronnal. Ilyen az O2 (kétszeres kötés) és az N2 (háromszoros kötés).

Delokalizált kötések: Az elektronfelhő kiterjedhet több atomra is.

A kötések polarizációja: A vízmolekulában a kötést létesítő elektronok az oxigénatom felé tolódnak el, mert az oxigénatom jobban vonzza azokat, mint a hidrogénatomok. Ennek következtében az oxigén atom környezetében negatív, a hidrogénatomok környezetében pedig pozitív töltéstöbblet alakul ki.

Gyenge kötések: poláros-poláros kapcsolatok. Sok folyadék kialakulásáért ez a kölcsönhatás a felelős.

Hidrogén-híd kötés: Kovalens kötésben a H körül a kötő elektronpár felhőjének a sűrűsége kicsi, majdnem egy csupasz protont kapunk. Ez a majdnem csupasz proton más molekulák elektronpárjával is kölcsönhatásba tud lépni. Térbeli rendezettséget eredményez.

Van der Waals kötés: Az elektronfelhő torzulása megbontja a szimmetriát és dipólus szerkezet jön létre. Ez egy másik molekulát is dipólusossá tesz. A dipól molekulák között létrejön egy átmeneti gyenge kölcsönhatás.

A nemesgázok folyékonnyá válása és megszilárdulása ilyen kötésekre vezethető vissza.

Rizsa:

A periódusos rendszer VIII. a oszlopának (18. csoportjának) elemei a nemesgázok (Helium, Neon, Argon, Kripton, Xenon, Radon). Jellemzőjük a telített külső elektronhéj. A periódusos rendszer régebbi alakja nem tartalmazhatta az akkor még ismeretlen nemesgázokat. Felfedezésük után természetes módon illeszkedtek be a VIII. oszlopba. Néha 0. oszlopnak is nevezik ezt a csoportot.

A csoport valamennyi tagja gáz, még a legnagyobb atomsúlyú Radon is. Több izotópjuk létezik, a Radon mindhárom izotópja radioaktív.

Fizikai sajátságaik - a [hélium](http://www.vilaglex.hu/Kemia/Html/Helium.htm) kivételével - nem mutatnak semmi feltűnőt.

Kémiailag rendkívül inaktívak. Innen ered a nemesgáz elnevezés. Sokáig azt hitték egyáltalán nem alkotnak [vegyület](http://www.vilaglex.hu/Lexikon/Html/Vegyulet.htm)et. [Fluor](http://www.vilaglex.hu/Kemia/Html/Fluor.htm)ral és más [halogének](http://www.vilaglex.hu/Kemia/Html/Halogen.htm%22%20%5Ct%20%22_top)keli illetve az [oxigén](http://www.vilaglex.hu/Kemia/Html/Oxigen.htm)nel azonban a nehezebb nemesgázok alkotnak [vegyületeket](http://www.vilaglex.hu/Kemia/Html/NeGaVegy.htm).

Előfordulásukat tekintve az [argon](http://www.vilaglex.hu/Kemia/Html/Argon.htm) kivételével a [Földön](http://www.vilaglex.hu/Csillag/Html/Fold.htm) rendkívül ritkák. Az Argon a földi légkör kb. 1 %-át alkotja. A Helium a Világegyetemben igen gyakori, a Neon a negyedik helyen áll a többiek ritkák.

<http://deakteri.hu/tasizsuzsa/11_kemia_fakt/2_nemesgazok.pdf>

<https://hu.gov-civ-guarda.pt/noble-gas>

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Nemesg%C3%A1zok>

1. **Mit nevezünk a szilárdtest kristályok elemi alakjának?**

A kristály egy olyan kicsi darabja, melynek egymás mellé rakott másolataiból az egész kristály kirakható.

A kristályok külső formájának szabályszerűségei közvetett bizonyítékai egy belső szabályos rendnek.

Kristályrácsok, elemi cellák: A kristály egy olyan kicsi darabja, melynek egymás mellé rakott másolataiból az egész kristály kirakható.

Ionos kötés- ionok rendezett halmaza. Kovalens kötés-gyémánt kristály. Másodlagos kötések-molekula kristályok (jég).

**Rizsa:**

[**https://docplayer.hu/9617525-A-szilard-testek-szerkezete.html**](https://docplayer.hu/9617525-A-szilard-testek-szerkezete.html)

[**https://docplayer.hu/11221890-Elemi-cellak-kristaly-atomok-olyan-rendezodese-amelyben-a-mintazat-a-ter-harom-iranyaban-periodikusan-ismetlodik.html**](https://docplayer.hu/11221890-Elemi-cellak-kristaly-atomok-olyan-rendezodese-amelyben-a-mintazat-a-ter-harom-iranyaban-periodikusan-ismetlodik.html)

1. **Sorolja fel a determinisztikus sugárhatás jellemzőit:**

Minden esetben bekövetkező, kimutatható biológiai sugárhatás, ha az elnyelt dózis meghaladja a determinisztikus hatás küszöbértékét. A kiváltott károsodás mértéke arányos az elszenvedett dózissal. 500mGy=0,5Gy feletti dózisnál számíthatunk. Hatások: acut bőrpír, szőr kihullás, acut; krónikus érfal károsodás (fibrosis, sejtvesztés, atrophia). A behatás után napokkal, hónapokkal, évekkel később alakul ki. (Küszöbdózis-Elnyelt dózis). Hányás, hasmenés, sterilitás, látás károsodás, vérképzés csökkenése.

Küszöbérték felett jelenik meg, a dózis növekedésével súlyosbodik a hatás, rövid látencia idő, jellegzetes tünetek.

1. **Mi az a LNT modell:**

(A sugárzás okozta daganatok kialakulására, az általánosan elfogadott modell a lineáris küszöbdózis nélküli (Linear - No Treshold, LNT) összefüggés. E modell szerint már egyetlen, alacsony energiájú és intenzitású sugárforrásból származó részecske is elegendő lehet arra, hogy sugárzás gerjesztette daganatot okozzon az exponált személyben). A sztochastikus hatásokat vizsgálja.

<https://aok.pte.hu/docs/radio/file/02_Sugarvedelem_sugarbiologia.pdf>

[**http://www.nmc.dote.hu/oktatas/gyogysz/Gy2\_VJ\_dozimetria\_sugbiol\_11.pdf**](http://www.nmc.dote.hu/oktatas/gyogysz/Gy2_VJ_dozimetria_sugbiol_11.pdf)

1. **A RTG sugárzás milyen tulajdonsága változik, ha növeljük a cső áramot.**

 A sugárdózis a csőfeszültség 2,4-ik hatványával emelkedik, vagyis a feszültség 80 kV-ról 120 kV-ra való (50%-os) emelése kb. 180%-os   RTG sugár dózisemelkedést eredményez.

Az áramerősség emelése dózisnövekedést jelent.

**A röntgensugárzás milyen tulajdonsága változik, ha növeljük a csőfeszültséget**?

A sugárzás erőssége, azaz áthatolóképessége.

**A röntgensugárzás milyen tulajdonsága változik, ha növeljük a csőáramot**?

A sugárzás dózisa.

 **Felezési idő:**

 **Mit nevezünk egy radioaktív sugárzó felezési ideje alatt?**

Időtartam, ami alatt egy sugárforrás aktivitása felére csökken.

**A rövid vagy a hosszú felezési idejű radioaktív izotópok alkalmasabbak izotópdiagnosztikai vizsgálatokhoz? Miért?**

Rövid, mert minél gyorsabban lebomlik annál kevesebb sugárterhelést jelent. Pl.Jód a leggyakoribb, izotópja felezési ideje. 8 nap

**Idővel csökken vagy növekszik a felezési idő? Vagy nem változik? Mitől függ egy radioaktív izotóp felezési ideje?**

A felezési idő állandó az adott atommagra. Változó perctől a millió évig is tarthat Pl: jódizotóp: 8 nap, Radon 1580 év.

**Egy radioaktív sugárforrás aktivitása jelenleg 32 MBq. Felezési ideje 15 év. Mekkora lesz azaktivitása 30 év múlva?**        0Bq az anyag elbomlott

**Hogyan játszódik le az alfa-bomlás? Hogyan változik meg a bomló atommag rendszáma és tömegszáma?**

Az atommag [tömegszáma](https://hu.wikipedia.org/wiki/T%C3%B6megsz%C3%A1m) 4-gyel, [rendszáma](https://hu.wikipedia.org/wiki/Rendsz%C3%A1m_%28k%C3%A9mia%29) 2-vel csökken alfa-bomlás során.

1. **Vajon mi az előnye az automata filmelőhívásnak a hagyományos kézi előhíváshoz képest:**
	* Rövidebb időt vesz igénybe. Nincs előhívó eszköz anyagmentes az eljárás, tárolás
	* Visszakeresés egyszerűbb, mobilisabb, jó minőség.
	* Nem változik, másolható, nem káros, a kép látható, szerkeszthető, zoomolható.
2. **Sorolja fel a digitális radiográfia néhány előnyét a hagyományos, röntgenfilmre történő fényképezéshez képest!**

A felvétel tárolása, továbbítása egyszerűbb, gyors, környezetkímélő  (nincs film és vegyszerek), jó képminőség, utólagos fényerő és kontrasztbeállítás lehetséges,  interneten keresztül elérhetők a felvételek.

1. **Napjainkban már nem szabad képerősítő nélküli átvilágító berendezéseket használni. Vajon miért?**

A képerősítő nélkül azonos diagnosztikai minőségű képalkotás nagyobb sugárterheléssel jár.

1. **Hogyan tudjuk kiszámítani a tömegszámból és a rendszámból az atommagban lévő neutronok számát?**

Protonok pozitív töltését azonos számú elektron negatív töltése semlegesíti. A protonnak milliószor nagyobb erői vannak.

1. **Az atommagban lévő melyik részecske számára következtethetünk a rendszámból?**

A Rendszám a protonszám.

1. **Mi a tömegszám?**

A=Z+N; A= tömegszám Z= Protonszám N= Neutronszám Tehát a tömegszám a neutronok és a protonok összege.

1. **Hogyan tudjuk kiszámítani a tömegszámból és a rendszámból az atommagban lévő neutronok számát?**

A= Z+N N= A-Z A tömegszámból kivonjuk a protonszámát így megkapjuk a neutronszámot.

1. **Hogyan kell védekeznünk az alfa sugárzás ellen: ???**
2. **Milyen részecskék alkotják az alfa-részecskét?**

Az alfa-részecske két [protonból](https://hu.wikipedia.org/wiki/Proton) és két [neutronból](https://hu.wikipedia.org/wiki/Neutron) áll.

1. **Mekkora az alfa-részecskék hatótávolsága levegőben és emberi szövetekben:**

3-9 cm levegőben bőrön néhány mcm.

1. **Hogyan kell védekeznünk az alfa-sugárzás ellen?**

Ne nyeljük le, öltözettel.

1. **Mi történtik a gamma fotonnal fotoeffektus során:**

 Elnyelődik.

1. **Mondjon példát a passzív doziméterre: ???**

**21) Hogyan működnek a film doziméterek?**

A fotózáshoz használt filmek érzékenyek az ionizáló sugárzásra. Az érzékenység fokozása érdekében a film hordozójának mindkét oldalán van emulzió. Sokszor fluoreszcens anyagot kevernek az emulzióba. A filmet szűrőket tartalmazó tokba helyezik. A filmdoziméterek 50 μGy – 1 Gy dózistartományban használhatók.

 Passzív, integráló dózismérő.

 Hazai hatósági személyi dozimetriai ellenőrzés eszköze volt sokáig.

**22)Miért helyezik a film dozimétereket különböző vastagságú szűrőket tartalmazó tokba?**

A kiértékelés alapja, hogy a besugárzott filmen áthaladó fény intenzitása más, mint a besugárzatlan filmen áthaladóé. A kiértékelendő film feketedését ismert dózisok alkalmazásával előállított kalibráló filmsorozattal vetik össze.

**23)Mi a termolumineszcens doziméter**?

A termolumineszcencia egy fizikai jelenség, melynek során [elektromágneses sugárzásnak](https://hu.wikipedia.org/wiki/Elektrom%C3%A1gneses_sug%C3%A1rz%C3%A1s) kitett minta később, felmelegítése során fényt bocsát ki magából. Ez a jelenség inkább szilárd anyagokra jellemzőrek (TLD) működési elve?

**24)Mondjon példát aktív és passzív (integráló) doziméterre!**



**25) Mit nevezünk a szilárd test elemi cellájának?**

A kristály egy olyan kicsi darabja, melynek egymás mellé rakott másolataiból az egész kristály kirakható.

1. **Sorolja fel a DNS károsodás három kimenetelét:**

DNS-szál megszakadását okozzák, Ha sejtosztódás előtt a károsodott DNS kettőződik meg, akkor előfordulhat, hogy a roncsolódott bázisokkal szemben hibás bázis épül be.

A károsodás az ionizáció mértékével arányos. Életképes, sérült és degeneratív átalakulás. (Öregedés, apoptozis, degeneráció).

1. **Miért ad hamis jelzést egy GM-cső nagy intenzitású sugárzási térben?**

Nagy intenzitású térben a sok beérkező részecskéből nem tud mindent jelezni, csak egy részét a holtidő miatt

1. **Melyik detektor fajtának használnak fotoelektron sokszorozót?**

Szcintillációs detektoroknál.

1. **Hogyan tudjuk kiszámítani a tömegszámból és rendszámból az atommagban lévő protonok számát?**

A rendszám a protonok számával egyenlő. A tömegszám az atommagban lévő protonok és neutronok számának az összege. Neutronok száma A (tömegszám) = Z (rendszám/protonszám) +N (neutronszám).

1. **A rövid vagy hosszú felezési idejű radioaktív izotópok alkalmasabbak izotópdiagnosztikai vizsgálatokhoz? Miért?**
* Rövid
* Minél gyorsabban lebomlik annál kevesebb sugárterhelést jelent. Pl. Jód a leggyakoribb,
* izotópja felezési ideje. 8 nap.
* Mérhető az izotópok mennyiségének változása az aktivitás változásából.

**19. Hogyan keletkezik a fékezési röntgensugárzás?**

Fékezési röntgensugárzás akkor keletkezik, amikor az anódba csapódó nagyenergiájú

elektron eltérül az anód anyagának atommagja Coulomb-terében, s ez által nagy

gyorsulásra tesz szert. Itt ütközés nincs. Az elveszített mozgási energia röntgen

fotonként kisugárzódig.