

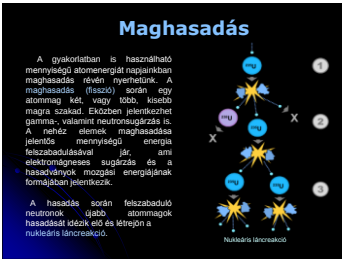
10 osztály Fizika Jánosi líceum Tanár: Hnatik József	Az óra témája: <u>Az atomenergia felhasználása.</u>	Az atommag fizikája
<u>Az óra típusa:</u> Előadás	Az óra célja: Oktatási : megismertetni a tanulókat az atommagban zajló folyamatok gyakorlati hasznosításának lehetőségeivel, illetve az abban rejlő veszélyekkel. Nevelési: a szellemi munka kultúrájának fejlesztése, a tudományos világkép alakítása, az emberi felelősség problematikájának elemzése.	Demonstrációk. 1.Prezentáció «Az atomenergia felgőhasználása»
Az óra menete		
Prezentáció	Tanár	Tanulók
	Szervezési kérdések - Hiányzók ellenőrzése. - Bevezetés: Gyerekek! Az elmúlt órákon már megismerkedtünk az atommagban zajló folyamatok némelyikével, a nukleonokat összetartó erőkkel, a radioaktivitás jelenségével, a magreakciók törvényszerűségeivel. Mai óránk célja – megismerkedni az atommagban zajló folyamatok gyakorlati hasznosításának lehetőségeivel, illetve az abban rejlő veszélyekkel. Természetesen egy iskolai tanóra kerete túl szűk a témakör részletes áttekintéséhez, ezért a teljesség igénye nélkül, csak az embereket leginkább foglalkoztató kérdésekre próbálunk összpontosítani.	
Az óra témájának ismertetése.		

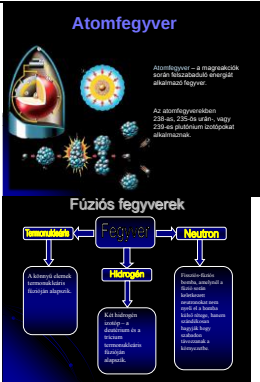
Vázlat 1. Az atomenergia „bemutakozása” 2. Mit nevezünk atomenergiának? 3. Elődei lépések a magfizikában 4. A z atomenergia katonai alkalmazásai: - atomfegyver - atomrobbantások és azok következményei, Hiroshima, Nagaszaki 5. Az atomenergia békés célú felhasználása: - atomerőművek - atomreaktorok - atomerőművi balesetek 6. A nukleáris technológiák felhasználási területei: - delektrikum, kóladerek, gyorsítók - atomhajóművek - nukleáris medicina 7. Természeti atomreaktor 8. Megéri-e az emberiségnek az atomenergia használata? 1.	- Mai óránk témája tehát „Az atomenergia felhasználása” sűrűlódás.. - A kivetítőn látható vázlat alapján próbálunk majd dolgozni az előadás során.	
Motiváció.		
2	Mieleőtt azonban hozzáfognánk a kérdés tanulmányozásához, egy kicsit frissítsük fel eddig szerzett ismereteinket egy rövid teszt segítségével. ● A teszt során igénybe vehetitek a jegyzeteiteket... - a válaszra egy-egy kérdés esetében 20 – 30 másodpercek van - az egész teszt időtartama kb. 3 - 4 perc - a teszt után gyors, előzetes értékelés Akkor kezdjük... Jó szórakozást!	
1. Az atommagból származó sugárzást nevezzük... A) Rádió hullámoknak B) Radioaktívításnak C) Röntgensugárzásnak 8) Válasszuk ki az atommag kötési energiájának képletét! A) $E = (m_p + m_n - m_p) c^2$ B) $E = (m_p + m_n - m_p) c^2$ C) $E = m_p c^2$	Teszt kérdések – 8- 15-ös diák a prezentációban.	Írásban válaszolnak a teszt kérdéseire.
1. Az atommagból származó sugárzást nevezzük... A) Rádió hullámoknak B) Radioaktívításnak C) Röntgensugárzásnak 8) Válasszuk ki az atommag kötési energiájának képletét! A) $E = (m_p + m_n - m_p) c^2$ B) $E = (m_p + m_n - m_p) c^2$ C) $E = m_p c^2$	A teszt válaszainak értékelése: 17 – 24-es diák a prezentációban	Megnevezik a helyes válaszokat, kommentálják a többi válaszlehetőséget.

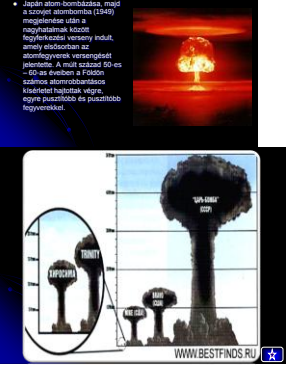
Új anyag (előadás)		
	Mielőtt folytatnánk, felhívom a figyelmeteket a házi feladatra, amelynek egyik összetevője egy táblázat kitöltése lesz. Az előadás közben megpróbálhatjátok kitölteni, kevesebb marad otthonra...(27-es dia)	Felkészülnek a táblázat kitöltésére.
Хиросима.mp4	Mint azt már a történelem órákról nyilván tudjátok, a XX. század magával hozta az emberiség legpusztítóbb háborúját a Föld természeti erőforrásainak újraosztása érdekében. A háború velejárója volt a technológiai fejlődés fellendülése. A harcoló felek igyekeztek minél pusztítóbb fegyverekre szert tenni. Elkezdődtek az atomenergia katonai célú felhasználását szorgalmazó kutatások. Az erőfeszítéseket „siker” koronázta: 1945-ben az USA-ban létrehozták, majd a Japán elleni háborúban bevetették az atombombát –az addig ismert fegyverek legpusztítóbbikát. Ez volt az atomenergia felhasználásának első, tragikus fejezete. (filmrészlet bejátszása – 30-as kép)	Nézik a filmet
	Az atombomba bevetésének következményei 1945. augusztus 6-án ledobták az atombobát Hirosimára. Hetvenegyezer ember azonnal meghalt. Azokat, akik később haltak meg a sebek, égések vagy fehérvérűség következtében, sohasem számolták össze. Néhány tény: - Eisenhower, amerikai főparancsnok: "nem volt szükség lecsapni rájuk (a japánokra) azzal a szörnyűséggel" - Egy magas beosztású amerikai illetékes írta: "A bombát egyszerűen muszáj volt ledobni, hiszen olyan sok pénz ment el rá. Kudarccal esetén hogyan magyaráztuk volna meg a hatalmas károkat?"	Elkezdik a táblázat betöltését.

	magyaráztuk volna meg a hatalmas kiadásokat: gondoljuk meg, milyen közfelháborodás tört volna ki. Amikor a bomba elkészült és ledobtuk, minden érintettet hatalmas megkönnyebbülés fogott el.,, No comment.. (31-es dia)	
 	Képek az atombomba bevetésének következményeiről – (32 – 40-es diák)	Nézik a prezentációt
A világ első atomerőműve 1954. június 27-én kezdte el a működését a Szovjetunióban (Oblinszkban). Teljesítménye 5MW volt. 	● Napjaink legnagyobb problémája annyit változást mutat a XX. századhoz képest, hogy közben jelentősen megnövekedett az emberiség természeti erőforrások iránti igénye, különösen az energia tekintetében (azon belül is a villamosenergia vonatkozásában). ● Mivel a hagyományos energiaforrások nem tartanak örökké, szükségessé vált újak alkalmazása. Az egyik leghatékonyabbnak ígérkezett az atomenergia. Az 1950-es években megjelenik a békés célú atomenergia termelés: <i>A világ első atomerőműve 1954. június 27-én kezdte el a működését a Szovjetunióban (Oblinszkban). Teljesítménye 5MW volt.</i>	Betöltik a táblázatot.

Atomenergia (nukleáris energia) — az atommag belső energiája, amely magreakciók során válik ki. Az atomenergia a nukleonok közötti <i>magaerők</i> (erős kölcsönhatások) hatásának eredménye. A nukleáris energia a hasadási és a fúziós magreakciók során nyerhető ki hatékonyan. 	De mit is nevezünk atomenergiának? Atomenergia (nukleáris energia) — az atommag belső energiája, amely magreakciók során válik ki. Az atomenergia a nukleonok közötti <i>magaerők</i> (erős kölcsönhatások) hatásának eredménye. A nukleáris energia a hasadási és a fúziós magreakciók során nyerhető ki hatékonyan. (45-ös dia)	Betöltik a táblázatot.
Fúziós magreakció Fúziós magreakció során új atommag keletkezik. A könnyű atommagok esetében ez energia nyereséggel jár. A fúzió feltétele, hogy az ütköző atommagok kinetikus energiája nagy legyen, mivel le kell küzdeniük a Coulomb féle taszító erő hatását.  • A fúzió reakció akkor gazdaságos, ha a deutérium – trícium keverék atommagjainak belső része legalább 0,01MeV energiával rendelkezik. Ez elérhető a keverék több 10 millió fokok hőmérsékletre történő hevítésével (termionukleáris reakció). Ennek megvalósítása a gyakorlatban igen komoly problémákba ütközik. • Bár világszerte folynak próbálkozások, mindeddig nem sikerült olyan berendezést építeni, amely huzamosabb ideig gazdaságosan működve tudna fúziós energiát termelni. • Az ábrán az Angliában működő „Jet” kísérleti fúziós reaktor képe látható 	Fúziós magreakció Fúziós magreakció során új atommag keletkezik. A könnyű atommagok esetében ez energia nyereséggel jár. A fúzió feltétele, hogy az ütköző atommagok kinetikus energiája nagy legyen, mivel le kell küzdeniük a Coulomb féle taszító erő hatását. • Ez csak akkor lehetséges, ha az említett atommagokat nagy sebességre gyorsítva ütköztetik • (10^{-15} m közelségbe hozzák). Minél kisebb az atommagok töltése, annál könnyebb az ütköztetés. • Ennek megfelelően a hidrogén izotópjai – a deutérium és a trícium - a legalkalmasabbak a fúzióra: • ${}_1\text{H}^2 + {}_1\text{H}^3 = {}_2\text{He}^4 + {}_0\text{n}^1$ • A fúziós reakció akkor gazdaságos, ha a deutérium – trícium keverék atommagjainak jelentős része legalább 0,01MeV energiával rendelkezik. Ez elérhető a keverék több 10 millió fokok hőmérsékletre történő hevítésével (termionukleáris reakció). Ennek megvalósítása a gyakorlatban igen komoly problémákba ütközik. • Bár világszerte folynak próbálkozások, mindeddig nem sikerült olyan berendezést építeni, amely huzamosabb ideig, gazdaságosan működve tudna fúziós energiát termelni. • <i>Az ábrán az Angliában működő „Jet” kísérleti fúziós reaktor képe látható (46-48-as diák)</i>	Betöltik a táblázatot.

	<u>Maghasadás</u> A gyakorlatban is használható mennyiségű atomenergiát napjainkban maghasadás révén nyerhetünk. A maghasadás (fisszió) során egy atommag két, vagy több, kisebb magra szakad. Eközben jelentkezhet gamma-, valamint neutronsugárzás is. A nehéz elemek maghasadása jelentős mennyiségű energia felszabadulásával jár, ami elektromágneses sugárzás és a hasadványok mozgási energiájának formájában jelentkezik. A hasadás során felszabaduló neutronok újabb atommagok hasadását idézik elő és létrejön a nukleáris láncreakció.	Betöltik a táblázatot.
A kezdetek  1896-ban A. Becquerel véletlenül felfedezi a radioaktivitás jelenségét. Foszforeszkáló anyagokkal kísérletezett és észrevette, hogy a nem foszforeszkáló uránium só előidéz a fénypéplemez feketedését.  Amikor 1939-ben, Hahn (a képen) és Strassmann bebizonyították a maghasadás felfedezését urániumban, Szilárd Leó megjósolja, hogy a láncreakció urániummal lesz megvalósítható. 	Első lépések a magfizikában 1896-ban A. Becquerel véletlenül felfedezi a radioaktivitás jelenségét. Foszforeszkáló anyagokkal kísérletezett és észrevette, hogy a nem foszforeszkáló uránium sói előidéz a fénypéplemez feketedését. Pierre és Marie Curie új, sugárzó elemek után kutatva felfedezte, hogy a tórium is sugároz. Az uránércből kivontak még két erősebben sugárzó elemet, a polóniumot és a rádiumot. A Curie házaspár nehéz és fárasztó munkájának szemléltetéséül: nyolc tonna uránércből 0,1 gramm rádium nyerhető ki. A Curie házaspár és Ernest Rutherford kísérletei a radioaktív sugárzásnak két összetevőjét mutatta ki: a nagyon rövid hatótávolságú (levegőben kevesebb, mint 1 cm) alfa-sugárzás, és a béta-sugárzás (pár 10 cm levegőben). 1900-ban fedezte föl Paul Ulrich Villard a gamma-sugárzást, amit 10 cm ólom sem bír elnyelni. Később bebizonyították, hogy a gamma-sugárzás valójában nagyenergiájú elektromágneses sugárzás. ● Rutherford még "holdkóros javaslatnak" nevezi az atomátalakulásokban felszabaduló energia gyakorlati hasznosítását. ● A magyarországi származású Szilárd Leóban azonban megszületik a neutronok láncreakciójának az ötlete és a kritikus tömeg fogalma. ● 1934 március 12-én szabadalmat jelentett be a láncreakcióra.	Betöltik a táblázatot.

	Amikor 1939-ben, Hahn (a képen) és Strassmann beszámolnak a maghasadás felfedezéséről urániumban, Szilárd Leó megjósolja, hogy a láncreakció urániummal lesz megvalósítható (50 – 54-es dia)	
Az atomenergia katonai célú felhasználása		
	Atomfegyver – a magreakciók során felszabaduló energiát alkalmazó fegyver. Az atomfegyverekben 238-as, 235-ös urán-, vagy 239-es plutónium izotópokat alkalmaznak. a mindennapok gyakorlata vet fel. Az első, maghasadásos atomfegyvert 1945. július 16-án próbálták ki USA – ban. A kritikus tömeg létrehozásának egyik módja az atombombában Fúziós fegyverek (55 -59-es diák)	

Fegyverkezési verseny Japán atom-bombázása, majd a szovjet atombomba (1949) megjelenése után a nagyhatalmak között fegyverkezési verseny indult, amely elsősorban az atomfegyverek versengését jelentette. A múlt század 50-es – 60-as éveiben a Földön számos atomrobbantásos kísérletet hajtottak végre, egyre pusztítóbb és pusztítóbb fegyverekkel. 	Fegyverkezési verseny Japán atom-bombázása, majd a szovjet atombomba (1949) megjelenése után a nagyhatalmak között fegyverkezési verseny indult, amely elsősorban az atomfegyverek versengését jelentette. A múlt század 50-es – 60-as éveiben a Földön számos atomrobbantásos kísérletet hajtottak végre, egyre pusztítóbb és pusztítóbb fegyverekkel. (60-64-es diák)	Betöltik a táblázatot.
Ипытание Ядерного Оружия.avi Ядерный взрыв.mp4	Atomrobbantásos kísérletek. filmbejátszások	

Atomerőművek Az atomerőművekben az atommag hasadása során felszabaduló energiát hasznosítják elektromos áram termelésére.  Az üzemelő ukrainai atomerőművek 15 energiablokkja 13888MW teljesítménnyel az ország villamosenergia szükségletének 40-50% - át biztosítja. 	Az atomenergia békés célú felhasználása Atomerőművek <i>Az atomerőművekben az atommag hasadása során felszabaduló energiát hasznosítják elektromos áram termelésére.</i> Az atomerőmű működési elve A világ vezető atomenergia termelői Napjainkban a világ 30 országában több mint 400 atomerőmű működik, például: <table border="0"> <tr> <td>USA</td> <td>- 103</td> <td>aterőmű</td> </tr> <tr> <td>Franciaország</td> <td>- 59</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Japán</td> <td>- 55</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Oroszország</td> <td>- 10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ukrajna</td> <td>- 5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Magyarország</td> <td>- 1</td> <td></td> </tr> </table> A legnagyobb atomerőművek • Csernobili - 4 energiablokk, jelenleg nem üzemel. • Dél -Ukrainai - 3 energiablokk. • Hmelnickiji - 2 energiablokk. • Zaporizsjai- 6 energiablokk. • Rovnói- 4 energiablokk. • Krími – nem lett befejezve <i>Az üzemelő ukrainai atomerőművek 15 energiablokkja 13888MW teljesítménnyel az ország villamosenergia szükségletének 40-50% - át biztosítja.</i> (68-75-ös diák)	USA	- 103	aterőmű	Franciaország	- 59		Japán	- 55		Oroszország	- 10		Ukrajna	- 5		Magyarország	- 1		Betöltik a táblázatot.
USA	- 103	aterőmű																		
Franciaország	- 59																			
Japán	- 55																			
Oroszország	- 10																			
Ukrajna	- 5																			
Magyarország	- 1																			
● H:\Авария на ЧАЭС.mp4	Atomerőmű balesetek - Az első (ismert) atomerőművi baleset a Windscale grafit moderátoros erőmű balesete volt 1957-ben, amely részben konstrukciós, részben kezelési problémákra vezethető vissza. - A Three Miles Island erőmű balesete (több sci-fi is hivatkozik rá) elsősorban képzési/kezelési hibák miatt következett be 1979-ben - A Majaki katasztrófásorozat során a Szovjetunió területén a hasadóanyagok előállításában többször nagy mennyiségű radioaktív anyag került a környezetbe, összes szennyezése a Csernobilinak a többszöröse volt																			



- A történelem legnagyobb atomerőművi balesete a csernobili atomkatasztrófa volt 1986. április 26-án. A baleset oka egy rosszul előkészített teszt, illetve konstrukciós problémák.

- 2006 májusában lezárták Japánban a fukusimai atomerőmű hatos reaktorát, mert radioaktív gőz szivárgott belőle. Egy meghibásodott szelepen át jutott ki a szabadba kis mértékben sugárszennyezett forró pára. Néhány nappal korábban ugyanennek az atomerőműnek egy másik reaktorából szivárgott ki radioaktív anyag.

A 4. reaktorblokk állapota a baleset után

A 4-es reaktor radioaktív anyaga jelenleg egy betoszarkofágban nyugszik, melynek állapota folyamatosan romlik, minél előbbi felújítása elkerülhetetlen. A tervezett új szarkofág költségeit mintegy 2 milliárd dollárra becsülik.

A csernobili atomreaktor felrobbanása két fő okra vezethető vissza:

- az egyik - a 4-es reaktor technológiájának rossz kivitelezése és a helytelen tervezés. A mérnökök és különböző szakértők nem a biztonságra helyezték a hangsúlyt, hanem arra, hogy minél előbb elkészüljön ez a részleg

- A robbanás másik oka emberi hibára, mulasztásra vezethető vissza. Egy ellenőrző tesztet olyan energiaszintnél kezdtek el, amely már abszolút nem volt biztonságos.

Az előírásokat megszegve, a biztonsági berendezéseket tudatosan kikapcsolva tovább folytatták a kísérletet.

A Csernobili atomerőmű vezetői és egyes mérnökei a kísérlet sikeres végrehajtásában látták előléptetésük, jutalmazásuk feltételeit, ezért mindenképpen véghez akarták vinni – annak ellenére, hogy súlyosan megsértik a biztonsági előírásokat...

Az ellenőrző tesztet megcsinálták, az eredményt ismerjük...

(86-76-ös diák)

	A nukleáris technológiák egyéb felhasználási területei. Detektorok Részecskedetektor- a radioaktív részecske átrepülését regisztráló és diagnosztizáló szerkezet.	Betöltik a táblázatot.
 Gyorsítók Részecskegyorsítók – 1000 részecskét leptonokat (elektron, pozitron), hadronokat (proton, antiproton), atommagokat, ionokat, molekulákat gyorsítanak fel elektromos feszültséggel nagy energiára. A gyorsítók a tudományos kísérletek eszközei. Miért van szükségünk részecskegyorsítóknak? Egyrészt segítségükkel szemügyre vehetjük az atomi és az atomnál is kisebb, úgynevezett szubatomi világot. Másrészt a részecskegyorsítók elengedhetetlenek a legtöbb részecskefajta létrehozásához és tanulmányozásához.. Ütköztetők (colliderek) ● Az ütköztető működési elve— két részecskenyaláb kering körpályán egymással szemben, ellentétes irányban, majd összeütköznek. Az ütköztetési pontokon zajlanak a tanulmányozandó részecskeátalakulások. A nagy hadron ütköztető (Large Hadron Collider, LHC) • Az Európai Részecskefizikai Laboratórium (CERN) gyorsítójában közel fénysebességgel száguldanak a részecskék. Ezzel a sebességgel egy proton 11 245 kört tesz meg másodpercenként a 27 kilométeres pályán. A nyaláb 10 órát kering a rendszerben, ez idő alatt a részecskék 10 milliárd kilométert mozognak. Nagyjából ilyen hosszú lenne egy utazás a távoli Neptunusz bolygóra és vissza. (94-101-es diák) 	Gyorsítók Részecskegyorsítók – töltött részecskéket: leptonokat (elektron, pozitron), hadronokat (proton, antiproton), atommagokat, ionokat, molekulákat gyorsítanak fel elektromos feszültséggel nagy energiára. A gyorsítók a tudományos kísérletezést szolgálják. Miért van szükségünk részecskegyorsítóknak? - Egyrészt segítségükkel szemügyre vehetjük az atomi és az atomnál is kisebb, úgynevezett szubatomi világot. Másrészt a részecskegyorsítók elengedhetetlenek a legtöbb részecskefajta létrehozásához és tanulmányozásához.. Ütköztetők (colliderek) ● Az ütköztető működési elve— két részecskenyaláb kering körpályán egymással szemben, ellentétes irányban, majd összeütköznek. Az ütköztetési pontokon zajlanak a tanulmányozandó részecskeátalakulások. A nagy hadron ütköztető (Large Hadron Collider, LHC) • Az Európai Részecskefizikai Laboratórium (CERN) gyorsítójában közel fénysebességgel száguldanak a részecskék. Ezzel a sebességgel egy proton 11 245 kört tesz meg másodpercenként a 27 kilométeres pályán. A nyaláb 10 órát kering a rendszerben, ez idő alatt a részecskék 10 milliárd kilométert mozognak. Nagyjából ilyen hosszú lenne egy utazás a távoli Neptunusz bolygóra és vissza. (94-101-es diák)	Betöltik a táblázatot.

Atomhajtóművek Atomhajtómű—olyan hajtómű, amely az irányított láncreakció során felszabaduló nukleáris energiát használja. Az atomhajtómű egy atomreaktor és egy gőz-, vagy gázüzemű kombinációja. Jelentős mérete miatt egyelőre csak hajókon alkalmazzák.  Az első atomhajtóművel ellátott hajót – a Lenin atomjégtörőt – 1957-ben bocsátották vízre a Szovjetunióban és 1989-ig működött. Jelenleg Murmanszk kikötőjében múzeumként szolgál. Az atomhajtóművel ellátott űreszköz néhány óra alatt elérheti a Holdat, néhány hét alatt a Marsot, vagy akár évtizedekig folytathatja útját a világűrben. Napjainkban ez már realitásnak tűnik. 	Atomhajtóművek Atomhajtómű—olyan hajtómű, amely az irányított láncreakció során felszabaduló nukleáris energiát használja. Az első atomhajtóművel ellátott hajót – a Lenin atomjégtörőt – 1957-ben bocsátották vízre a Szovjetunióban és 1989-ig működött. Jelenleg Murmanszk kikötőjében múzeumként szolgál. ● Már régóta folynak kísérletek atomhajtóművel ellátott műholdak, űrhajók kifejlesztése érdekében. ● Az atomhajtóművel ellátott űreszköz néhány óra alatt elérheti a Holdat, néhány hét alatt a Marsot, vagy akár évtizedekig folytathatja útját a világűrben. Napjainkban ez már realitásnak tűnik. (106-102 diák)	Betöltik a táblázatot.
Nukleáris gyógyászat A nukleáris gyógyászat radioaktív izotópokat használ egyes betegségek diagnosztizálására és gyógyítására.  A nukleáris medicina igen elterjedt az USA – ban és Nyugat-Európában, Izraelben, Japánban, Dél-Koreában. Ukrajnában kevésbé ismert terület. 	Nukleáris gyógyászat A nukleáris gyógyászat radioaktív izotópokat használ egyes betegségek diagnosztizálására és gyógyítására. Érdekesség, hogy az első ember, akit a nukleáris medicina meggyógyított a már fentebb említett Szilárd Leó volt, aki saját rákos megbetegedését kezelte vele (ugyanis nagyon érdekelte a biológia). A radioaktív izotópok alkalmazása a gyógyászatban jelentős sugárterhelésnek teszi ki a beteget. Az orvos felelőssége, hogy a konkrét szituációt figyelembe véve döntsön a szükségességéről. A nukleáris medicina igen elterjedt az USA – ban és Nyugat-Európában, Izraelben, Japánban, Dél-Koreában. Ukrajnában kevésbé ismert terület. (107-112-es diák)	Betöltik a táblázatot.

	Megéri – e az emberiségnek az atomenergia használata? <i>Az atomenergia felhasználásának (legalábbis jelenleg úgy tűnik) - nincs alternatívája. Mindannyian egyre több energiát használunk és szeretnénk minél olcsóbban hozzájutni. A hagyományos energiaforrások fogyóban, ezért amíg nincs jobb, marad az atomenergia, melynek részaránya a világ energiatermelésében évről – évre nő.</i> <i>Amióta felfedezték a radioaktív elemeket és azok tulajdonságait hatalmas technikai fejlődés ment végbe a Földön. Ugyanakkor a nukleáris energia alkalmazása igen sok veszélyt rejt magában, amiről - sajnos – már volt alkalmunk meggyőződni. Úgy tűnik, olyan erőket szabadított fel az ember, amelyek könnyen a pusztulását okozhatják.</i> Mindent összevetve, az atomenergia egyszerre lehet számunkra áldás és átok. - Bízunk benne, hogy az emberiségben van elég erkölcsi tartás ahhoz, hogy, megbirkózzon az előtte álló problémákkal anélkül, hogy közben elpusztítaná önmagát!	
	<u>Házi feladat:</u> - befejezni a táblázat betöltését - átismételni az atommaggal kapcsolatos tananyagot (jegyzetfüzet) - kiselőadások készítése: 1) A radioaktív sugárzás biológiai hatásai 2) A radioaktív izotópok felhasználása az iparban és a mezőgazdaságban 3) A radioaktív sugárzás regisztrálásának módszerei	