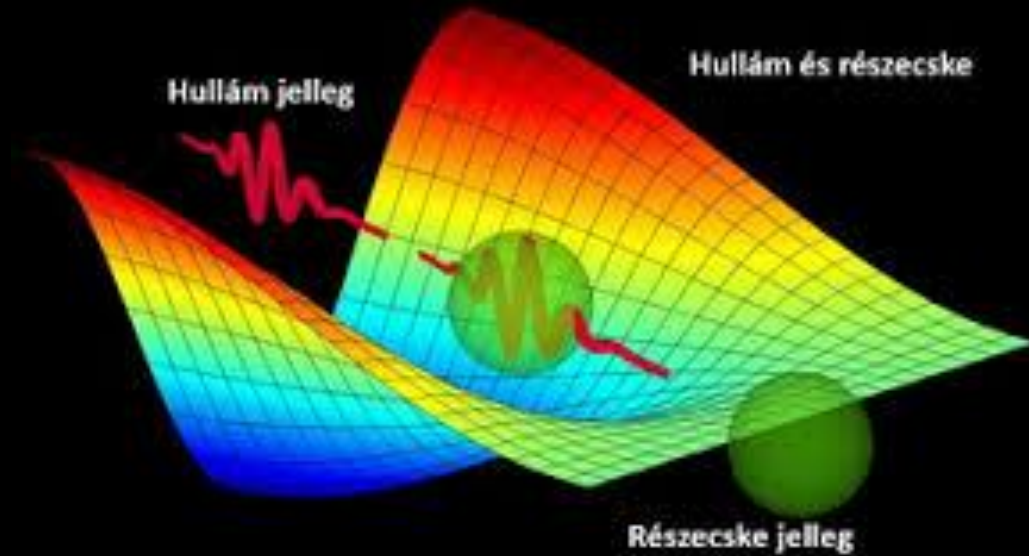


Az anyaghullám és a kvantummechanikai atommodell



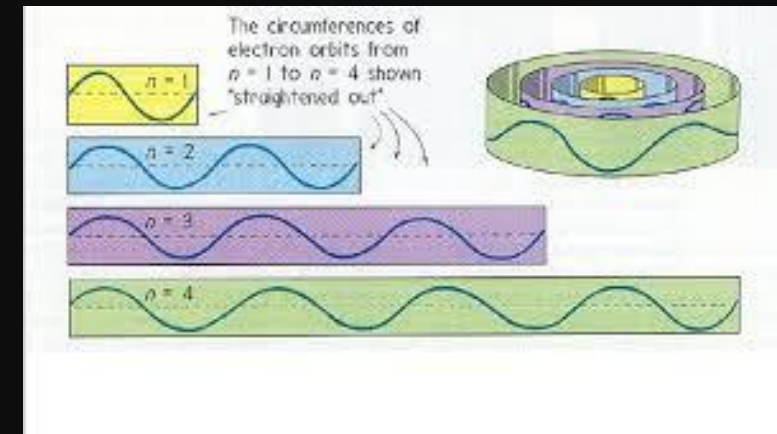
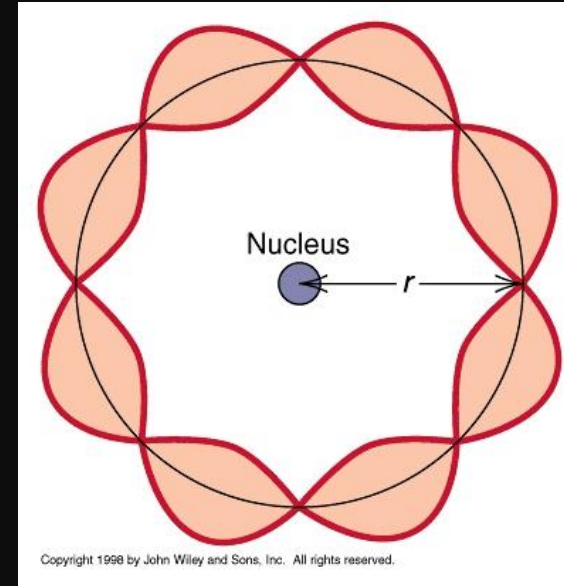
anyag hullám ötlete- De Broigle hipotézis

- A fény kettős természete
- De Broigle hipotézis
 - Anyagi részecskékhez is hullám tartozik
 - Hullámhossz: $hf = mc^2 \Rightarrow mc = hf/c = h/\lambda \Rightarrow P = h/\lambda$



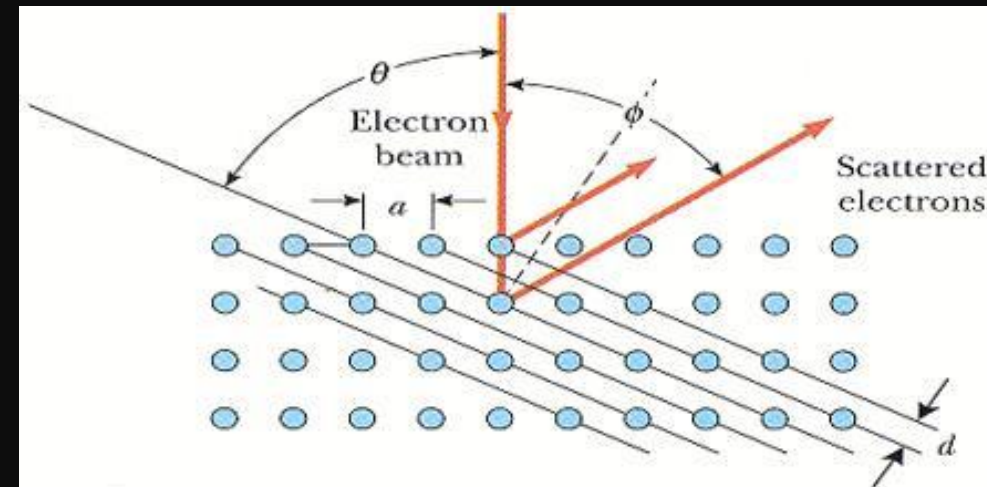
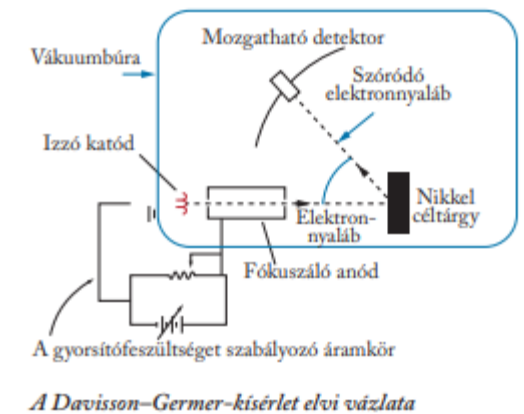
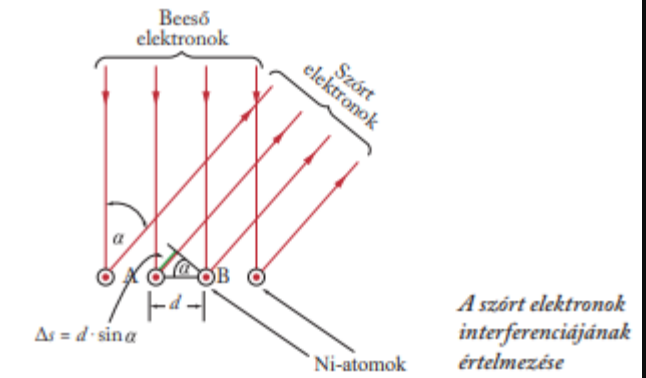
A bohr pályafeltétel és a de broigle hipotézis összeegyeztetése

- A bohr modell hiányosságai
 - Axiómák ugyan megmagyarázzák a hidrogén színekét
 - Nincs mögöttes fizikai indoklás
- De broigle hipotézis
 - $mvr = nh/2\pi$, $p = h/\lambda \Rightarrow 2\pi \cdot r = n \cdot \lambda$
 - Pálya hossza a hullámhossz egész számú többszöröse
 - Elektron állóhullámként viselkedik



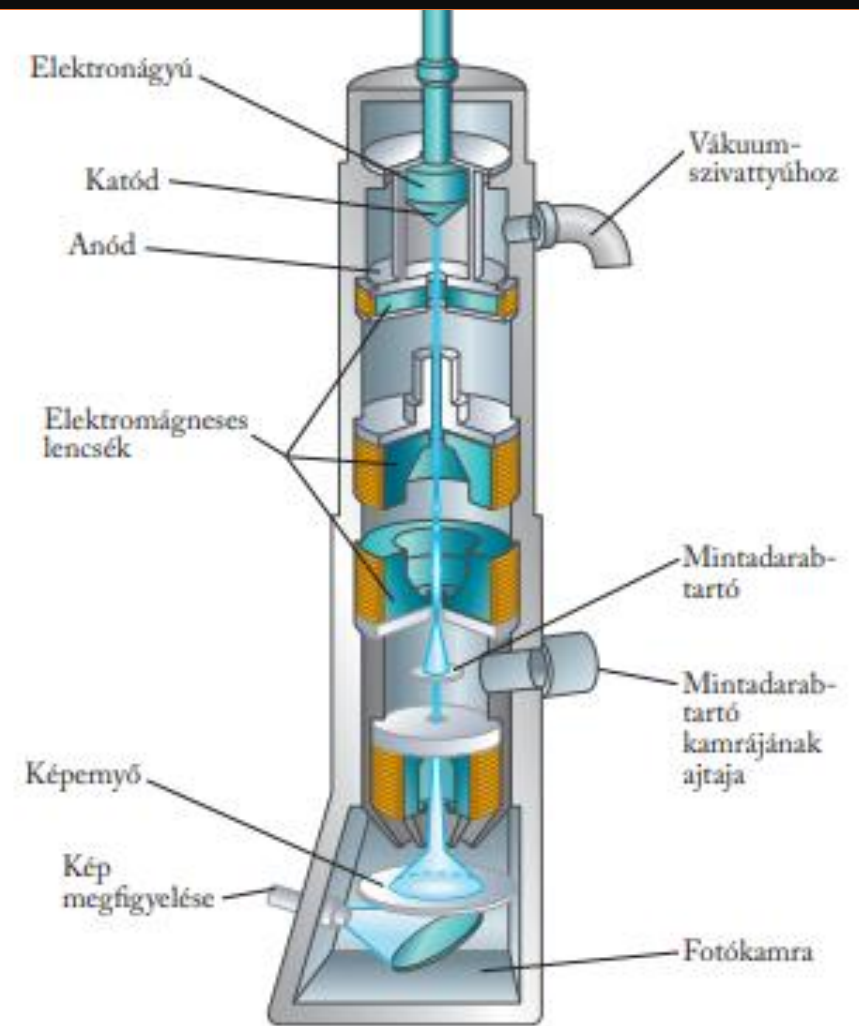
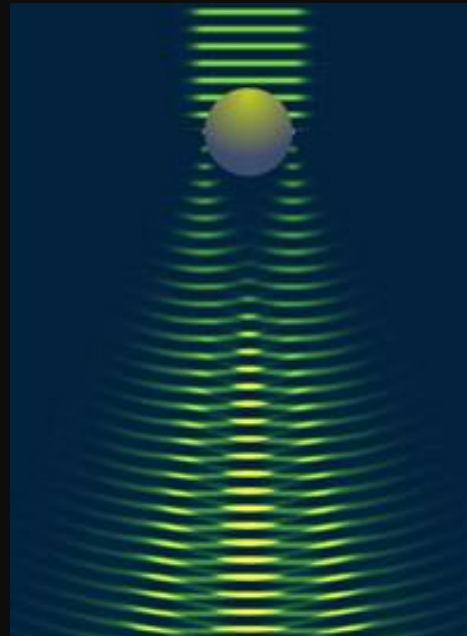
Davisson – Germer kísérlet

- Kristájrács atomsorai közti távolság azonos nagyságrendű az electron hullámhosszával
 - Visszaverő elektronhullámok interferálnak
 - Interferenciamaximumok figyelhetők meg



Az elektronmikroszkóp

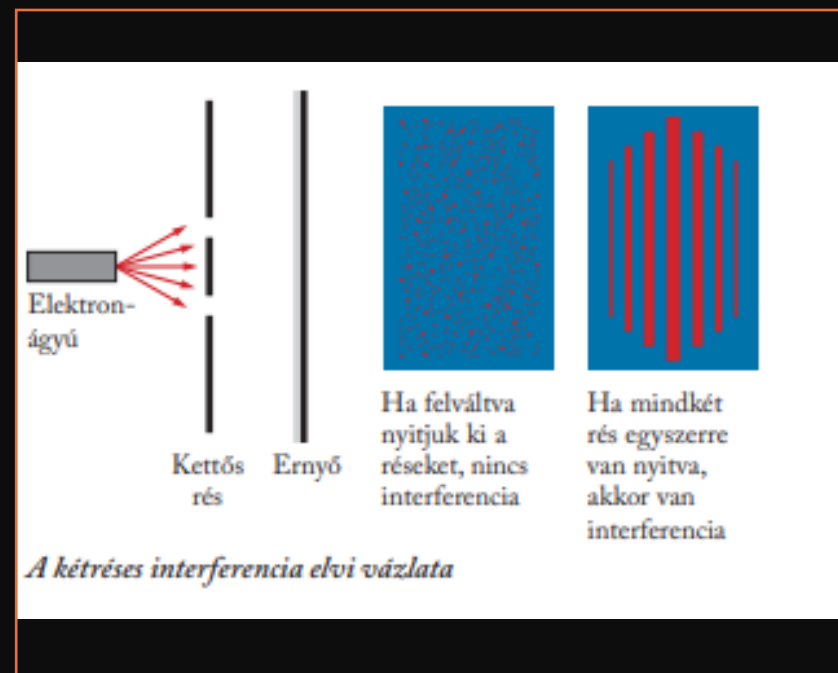
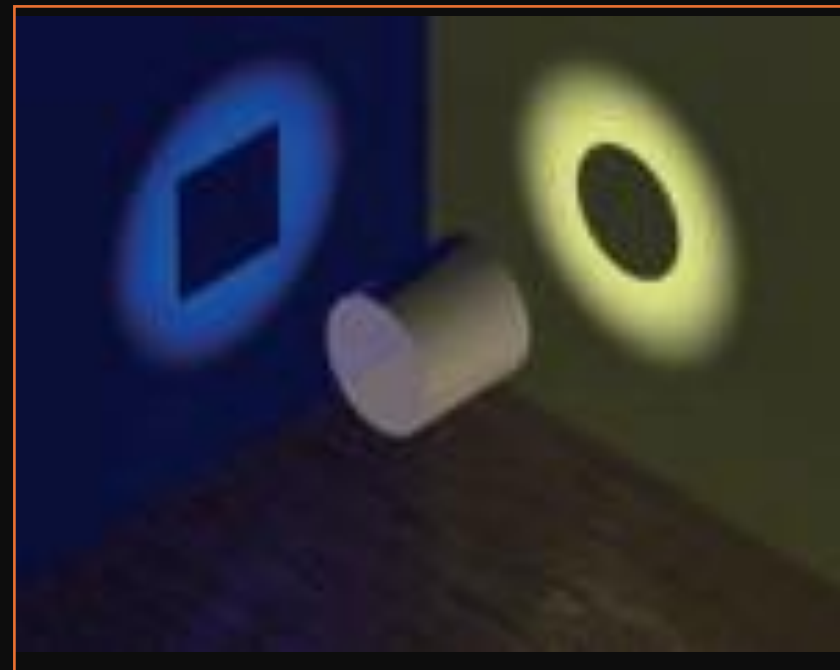
- Az electron hullámhossza könnyen csökkenthető
- Fénynél kisebb hullámhossz
- kb: $2-4 \cdot 10^{-12}$
- (fénymikroszkópnál kb 10^{-7} nagyságrend)
 - Kisebb nagyságrendnél lép fel hullámelhajlás
 - Kisebb tárgyak is megfigyelhetők



Az elektronmikroszkóp

Az anyag kettős természete

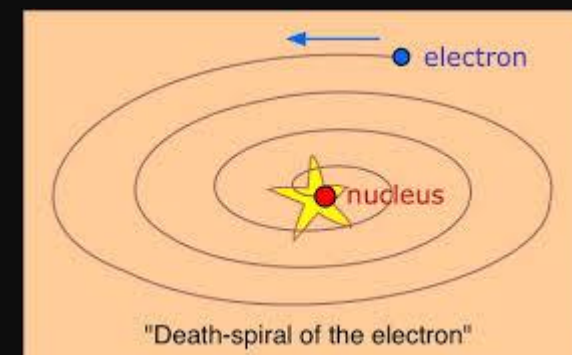
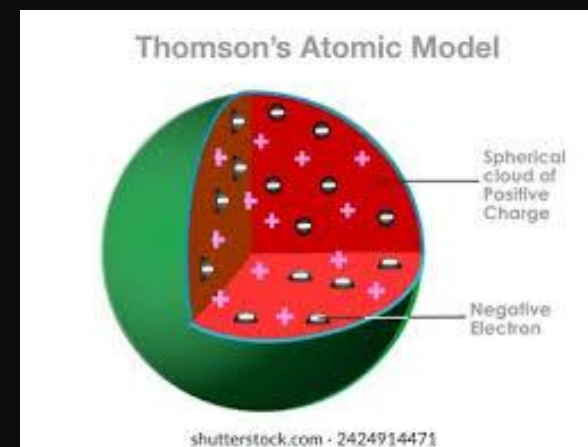
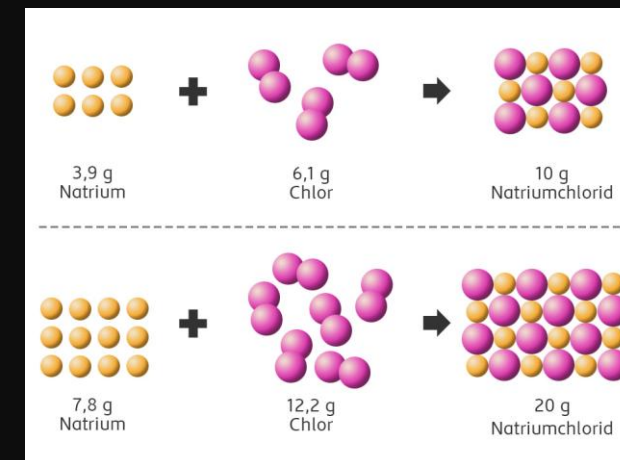
- Young féle kétréses interferencia kísérlet elektronokkal való elvégzése-1961
 - Elvégzéskor interferencia lép fel, ellenben ha elhelyezünk egy detektort hogy megfigyeljük melyik résen halad át a részecske megszűnik a hullámtermészete
 - Ha az elektront részecskeként figyeljük meg részecske természetű lesz, ha hullámként akkor hullám.
 - Az electron kettős természetű, és a hullám részecske tulajdonságok egymástól elválaszthatatlanok
 - (Kísérlet jellege határozza meg)
 - Később más részecskékkel is elvégezték ugyanilyen eredményt kapva



A kvantummechanikai atommodell

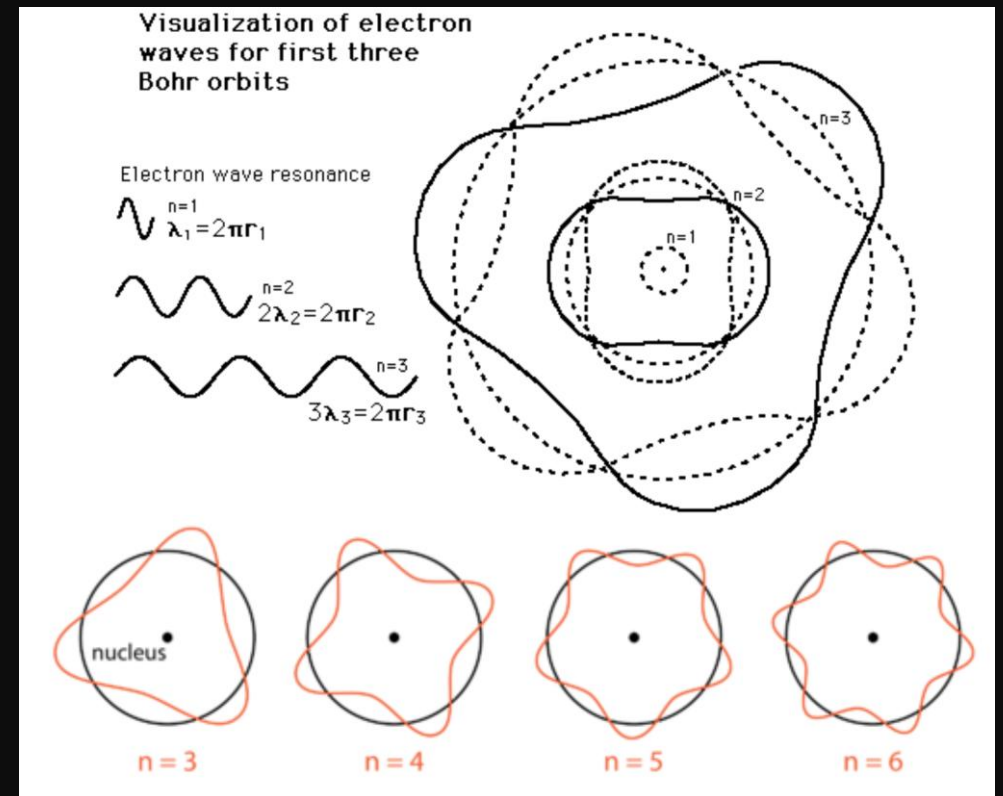
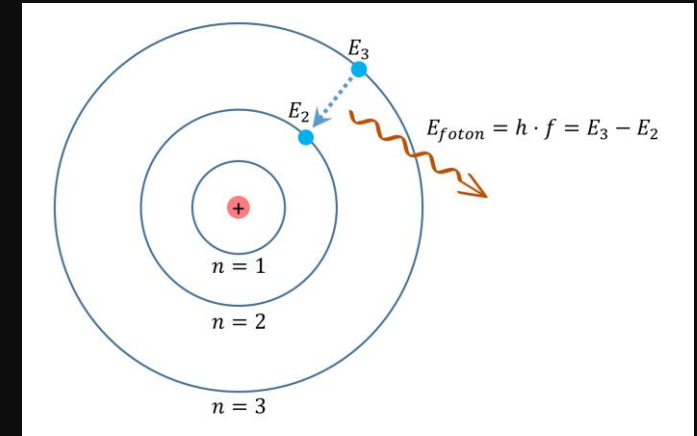
A kvantummechanikai atommodell kialakulása

- Démokritosz (Kr. e. 5. sz.)
 - Anyag oszthatatlan részecskékből: „atomosz”
- Dalton (1803)
 - Az elemek azonos atomokból állnak
 - Az atom továbbra is „szilárd golyó”.
- Thomson-modell (1897)
 - „Mazsolás puding”
 - Pozitív töltésű gömbben negatív elektronok
 - Probléma: Nem magyarázza a szórési kísérleteket
- Rutherford-modell (1911)
 - Apró pozitívan töltött mag körülötte keringő elektronokkal
 - Probléma:
 - Nem magyarázza a vonalas színeképet
 - Nem stabil modell: Klasszikus elektrodinamika szerint az elektron sugározna → beleesne a magba



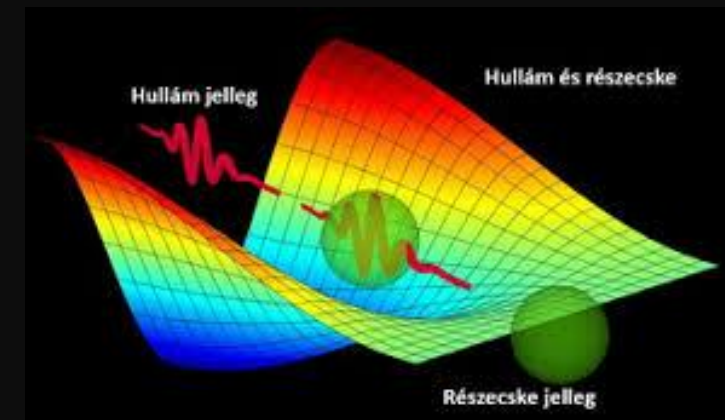
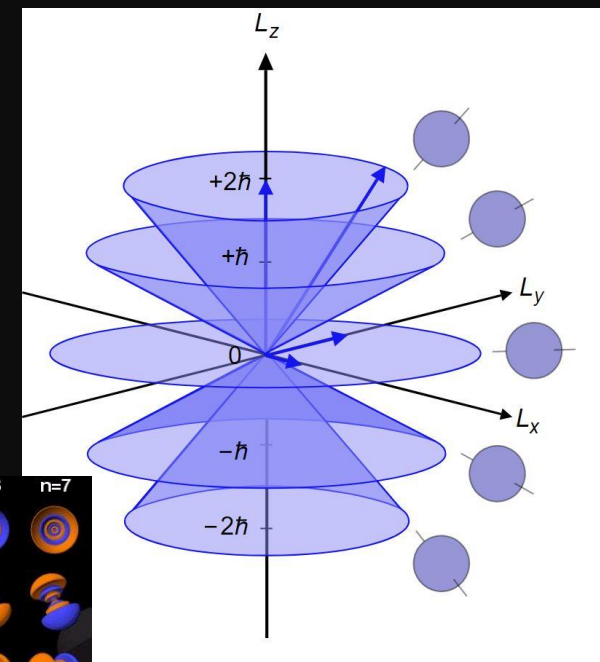
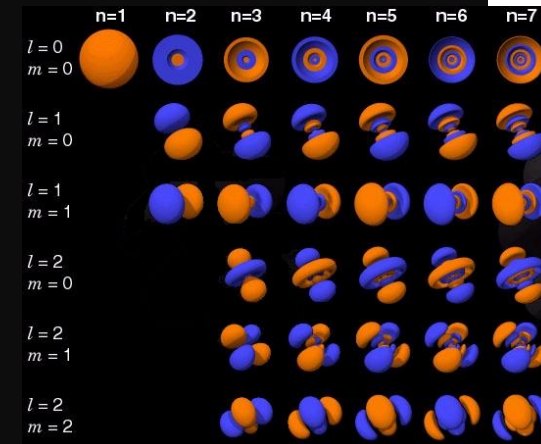
A kvantummechanikai atommodell kialakulása

- Planck kvantumhipotézise (1900)
 - Az energia nem folytonos, hanem kvantált.
 - $E=hf$
- Einstein – Fotoeffektus (1905)
 - Fény energiája frekvenciafüggő
 - $E_f = hf = W_k + E_{kin}$
 - Fény kettős természete: fény kvantumokban (fotonokban) létezik
- Bohr-modell (1913)
 - Elektron csak meghatározott pályákon mozoghat.
 - Energiaszintek: $E_n = -13,6n^{-2}$ eV
 - Impulzusmomentum kvantált: $mvr = n\hbar$
 - Probléma: csak egyelektronos atomokra jó
- De Broglie (1924)
 - Minden részecskéhez hullám tartozik: $\lambda = h/p$
 - Az elektron állóhullámként létezik viselkedik az atommag körül
 - $2\pi \cdot r = n \cdot \lambda$



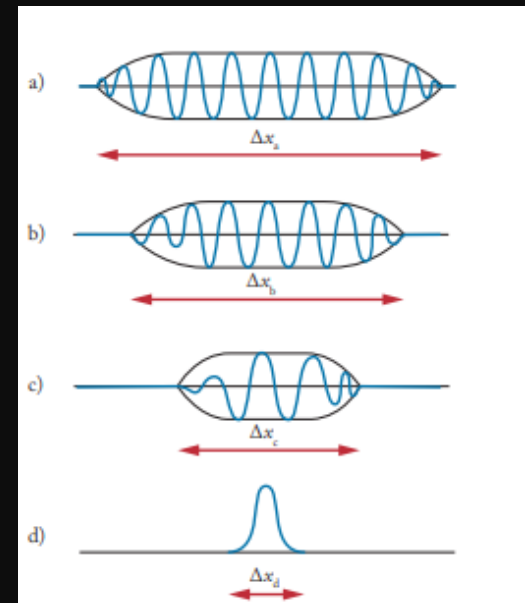
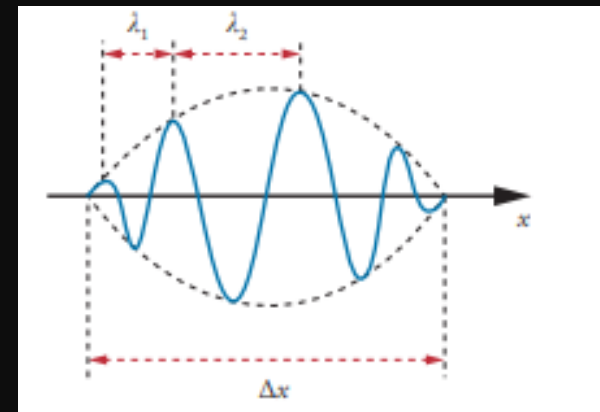
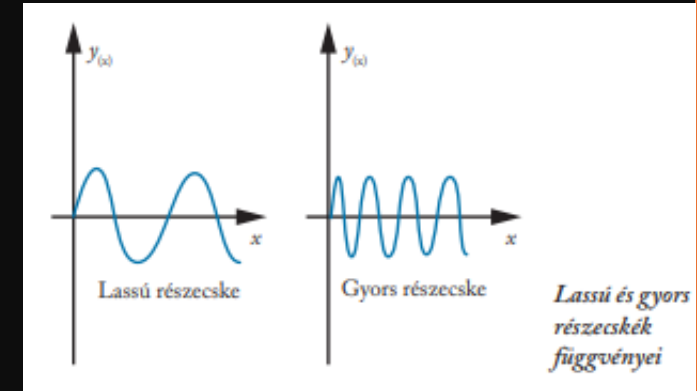
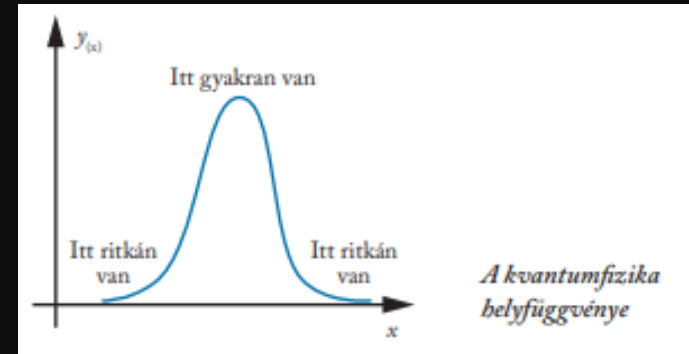
A kvantummechanikai atommodell kialakulása: Heisenberg és Schrödinger modellje

- Tisztán matematikai modell
- Az elektront a mag körül egy hullámfüggvénnyel (állapotfüggvénnyel) jellemzi.
 - Megadja az electron megtalálási valószínűségét egyes térrészekben
- Az atomba zárt elektron különböző alakú és térbeli elhelyezkedésű, állóhullámszerű pályákat alkothat.
 - Ezek jellemzőit a különböző kvantumszámok adják meg
- Minden állóhullámszerű alakhoz meghatározott energiaértékek tartoznak. Az atomok által kibocsátott vagy elnyelt fotonok energiája az állóhullámszerű állapothoz tartozó energiaértékek különbségével egyenlő
 - Érvényben marad tehát a Bohr-féle frekvenciafeltétel
- Heisenberg-féle határozatlansági reláció
 - Elvi okokból kifojólag egy részecske x helyét és p lendületét egyszerre tetszőleges pontossággal nem tudjuk megmérni



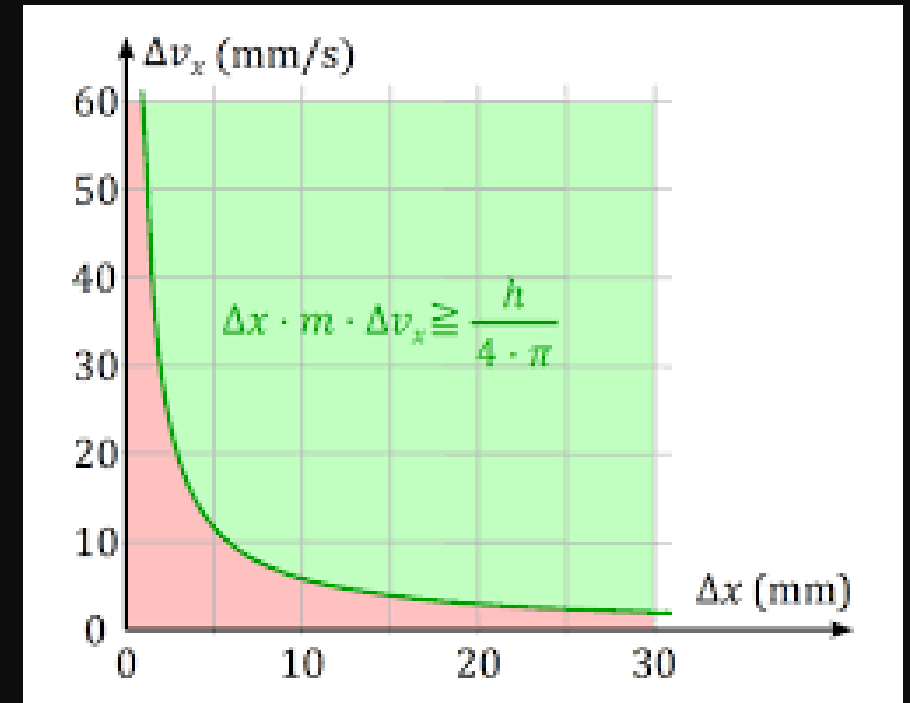
A kvantummechanikai hullámfüggvény

- A hullám-részecske kettős természetet egységesíti
- Hely megadása:
 - A kvantummechanika leírása szerint a részecske helyét egy x tengely mentén egy $\Psi(x)$ függvény írja
- Lendület megadása:
 - $\lambda = h/mv$
 - Végtelen kiterjedésű szinuszos függvény
 - ellentmond annak, hogy a mozgó részecske kiterjedése véges (ezt számos tapasztalat igazolja pl.: Rutherford-féle szórási kísérlet (1911))
- Hullámcsomagszerű jellemzés
 - Hullámfüggvény speciális esete
 - Hely és lendület egyidejű jellemzése
 - Részecske helyének és lendületének megadásának a pontossága fordítottan arányos



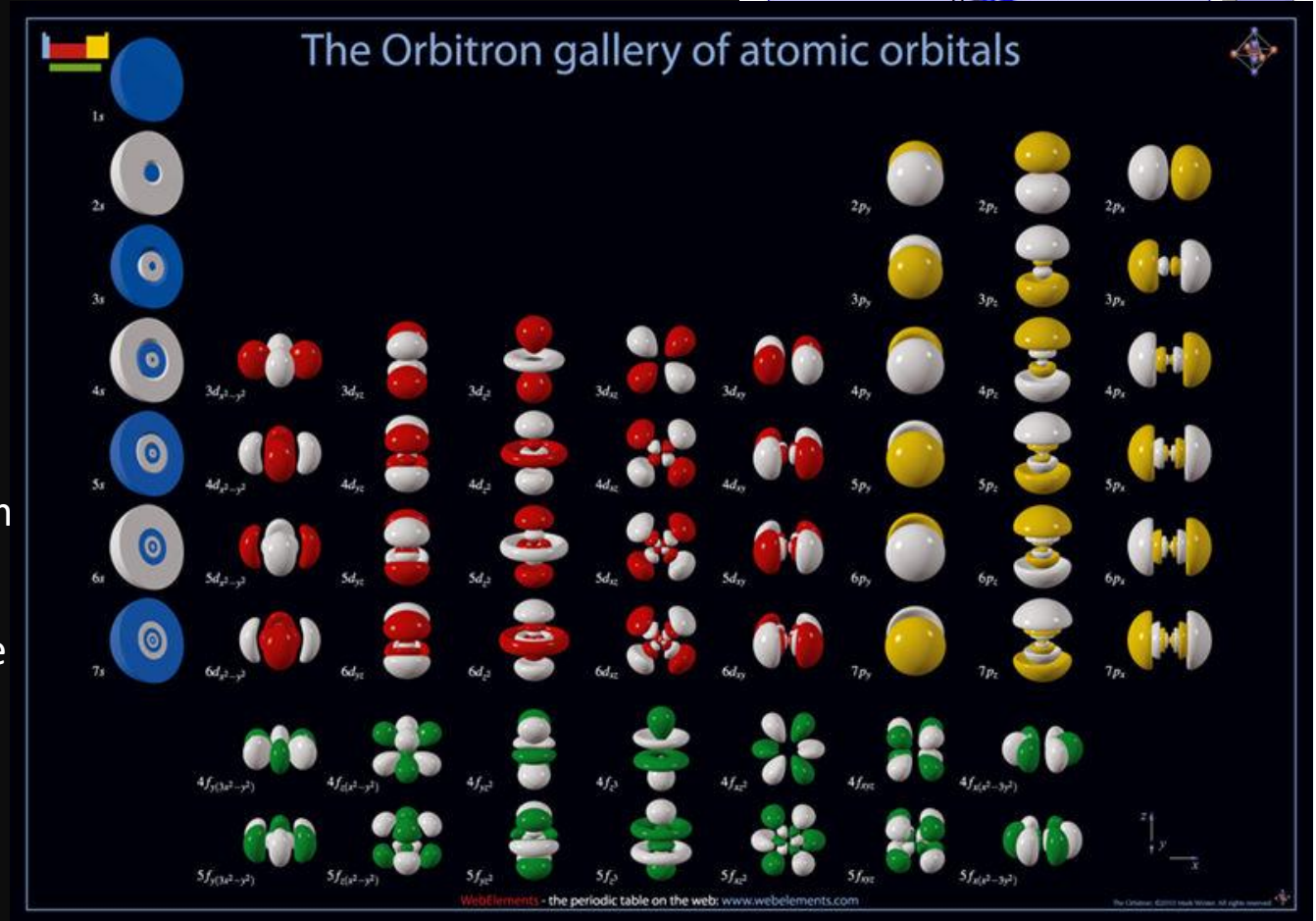
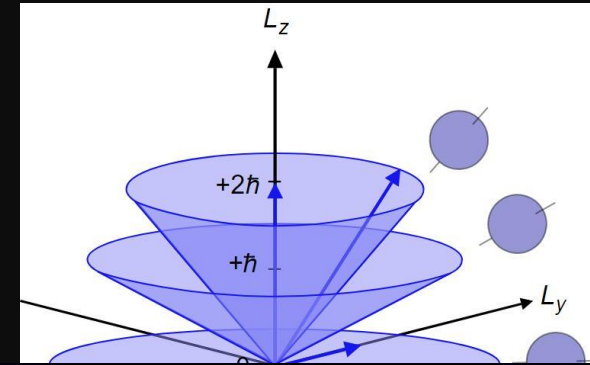
A határozatlansági reláció szemléltetése

- Kvantitív becslést tesz a hely és a lendület bizonytalanságáról
 - A De Broglie-féle összefüggés alapján: $\Delta x \approx n \cdot \lambda = n \cdot h/p$
- Minél nagyobb a hullámok száma (n) annál pontosabban tudjuk megadni a hullámhosszt
 - (hullámhossz relatív bizonytalansága) $\Delta \lambda / \lambda \approx 1/n$
 - Mivel $\Delta \lambda / \lambda = \Delta p / p$, ezért $\Delta p / p \approx 1/n$, azaz $\Delta p \approx p/n$
- A két egyenlet összevonva: $\Delta x \cdot \Delta p \approx n \cdot h/p \cdot p/n = h$
 - hely és a lendület bizonytalanságának szorzata a Planck-állandó nagyságrendjébe esik



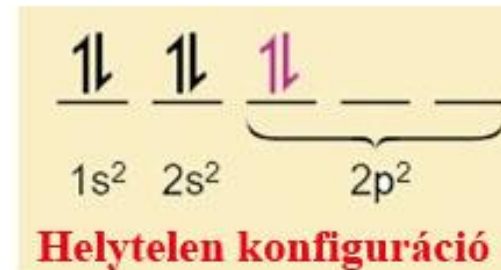
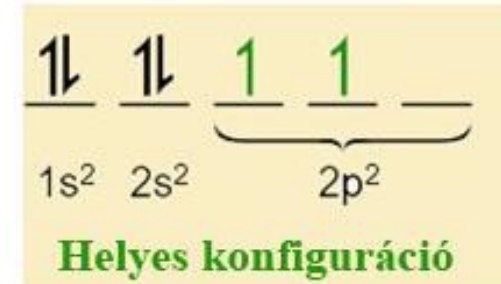
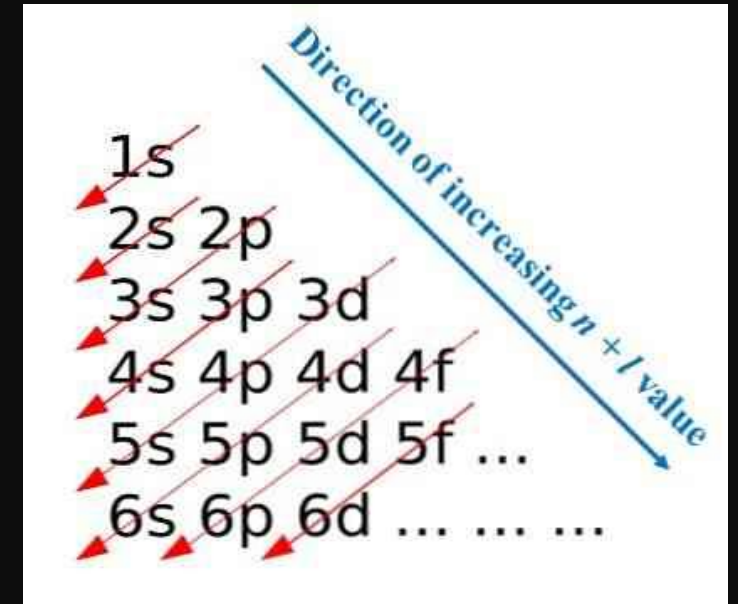
Kvantumszámok a kvantummechanikai modellben

- Főkvantumszám:
 - atompálya magtól való távolságát adja meg
 - Jele: n ahol $n \in \mathbb{N}$
- Mellékkvantumszám:
 - az elektrópálya alakját jellemzi
 - Jele: l
 - lehetséges értékei: $0, 1, 2, \dots, (n - 1)$
 - Ezek jelölése rendre: s, p, d és f (lásd kép)
- Mágneses kvantumszám
 - atompálya alakjának térbeli irányultságát adja meg m tér esetén
 - Jele: m
 - lehetséges értékei a $-l$ -től $+l$ -ig egész számok lehetnek
- Spinkvantumszám
 - az elektron saját mágneses sajátossága
 - lehetséges értékei: $-1/2$ vagy $+1/2$
- Szemléltető video: <https://youtu.be/Aoi4j8es4gQ?si=vpxmZHT3cEVyR3HM>



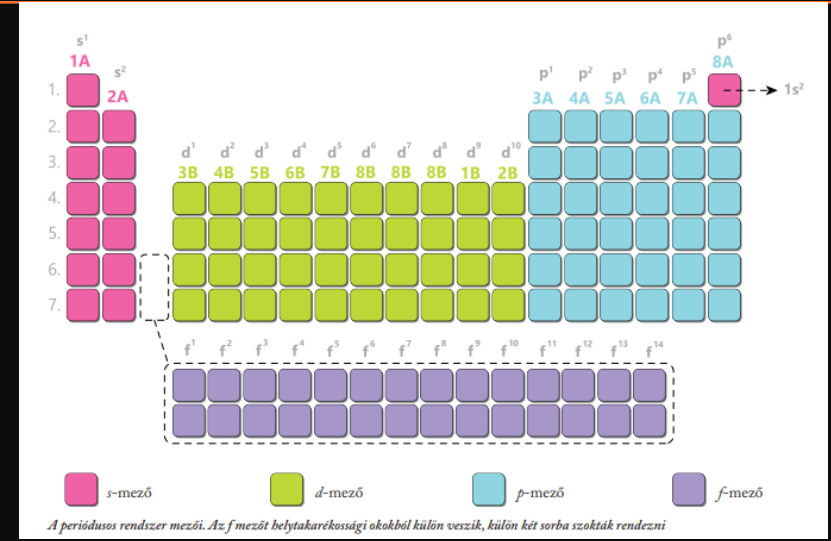
A kvantummechanikai atommodell szabályai

- Pauli-féle kizárási elv
 - Egy atomban nem lehet két elektron azonos négy kvantumszámmal
 - Elektronhéjak kapacitása: Egy n főkvantumszámú héjon maximum $2n^2$ elektron lehet
- Aufbau-elv (felépítési elv)
 - Az elektronok a legalacsonyabb energiájú pályákat töltik be először
- Hund-szabály
 - Az azonos energiájú (degenerált) pályák először egyesével, párhuzamos spinnel telnek be, így minimalizálva a feltöltési energiát



A periódusos rendszer felépítése

- Sorok (periódusok):
 - megadják az elemek főkvantumszámát (elektronhélyainak számát) (fentről lefele növekedve)
 - minden vízszintes sor egy adott elektronhéj kiépítésével kezdődik, és annak telítődésével fejeződik be
- Csoportok:
 - az azonos csoportban lévő elemek azonos mellékkvantumszámmal rendelkeznek (lásd kép)
- Oszlopok (főcsoportok):
 - az azonos oszlopban lévő elemek külső elektronhélyán megegyezik az elektronok száma (vegyérték elektronjainak)
 - Ez adja az adott elem főbb kémiai tulajdonságait
- Vegyjel keretébe írt számok megadják annak főbb adatait (lásd kép)
- Az (általában jelölt) ugíanolyan színnel jelölt elemek ugyanabba a kategóriába tartoznak (pl.: fémek, nemesgázok, stb.)



Atomic Number	17	35.45	Atomic Mass, u
	Cl		Symbol
Name	Chlorine Halogen		Chemical Group Block

Periodic Table of the Elements

Legend:

- Color Coding:**
 - 1 IA: Green
 - 2 IIA: Orange
 - 3-10: Yellow
 - 11-12: Light Blue
 - 13-14: Yellow
 - 15-16: Green
 - 17: Pink
 - 18: Light Blue
 - 19-20: Orange
 - 21-32: Yellow
 - 33-36: Green
 - 37-38: Orange
 - 39-40: Yellow
 - 41-48: Yellow
 - 49-50: Orange
 - 51-52: Yellow
 - 53-54: Green
 - 55-56: Orange
 - 57-71: Yellow
 - 72-73: Orange
 - 74-75: Yellow
 - 76-77: Yellow
 - 78-79: Yellow
 - 80-81: Yellow
 - 82-83: Yellow
 - 84-85: Yellow
 - 86-87: Yellow
 - 88-89: Yellow
 - 90-91: Yellow
 - 92-93: Yellow
 - 94-95: Yellow
 - 96-97: Yellow
 - 98-99: Yellow
 - 100-101: Yellow
 - 102-103: Yellow
 - 104-105: Yellow
 - 106-107: Yellow
 - 108-109: Yellow
 - 110-111: Yellow
 - 112-113: Yellow
 - 114-115: Yellow
 - 116-117: Yellow
 - 118-119: Yellow
 - 120-121: Yellow
 - 122-123: Yellow
 - 124-125: Yellow
 - 126-127: Yellow
 - 128-129: Yellow
 - 130-131: Yellow
 - 132-133: Yellow
 - 134-135: Yellow
 - 136-137: Yellow
 - 138-139: Yellow
 - 140-141: Yellow
 - 142-143: Yellow
 - 144-145: Yellow
 - 146-147: Yellow
 - 148-149: Yellow
 - 150-151: Yellow
 - 152-153: Yellow
 - 154-155: Yellow
 - 156-157: Yellow
 - 158-159: Yellow
 - 160-161: Yellow
 - 162-163: Yellow
 - 164-165: Yellow
 - 166-167: Yellow
 - 168-169: Yellow
 - 170-171: Yellow
 - 172-173: Yellow
 - 174-175: Yellow
 - 176-177: Yellow
 - 178-179: Yellow
 - 180-181: Yellow
 - 182-183: Yellow
 - 184-185: Yellow
 - 186-187: Yellow
 - 188-189: Yellow
 - 190-191: Yellow
 - 192-193: Yellow
 - 194-195: Yellow
 - 196-197: Yellow
 - 198-199: Yellow
 - 200-201: Yellow
 - 202-203: Yellow
 - 204-205: Yellow
 - 206-207: Yellow
 - 208-209: Yellow
 - 210-211: Yellow
 - 212-213: Yellow
 - 214-215: Yellow
 - 216-217: Yellow
 - 218-219: Yellow
 - 220-221: Yellow
 - 222-223: Yellow
 - 224-225: Yellow
 - 226-227: Yellow
 - 228-229: Yellow
 - 230-231: Yellow
 - 232-233: Yellow
 - 234-235: Yellow
 - 236-237: Yellow
 - 238-239: Yellow
 - 240-241: Yellow
 - 242-243: Yellow
 - 244-245: Yellow
 - 246-247: Yellow
 - 248-249: Yellow
 - 250-251: Yellow
 - 252-253: Yellow
 - 254-255: Yellow
 - 256-257: Yellow
 - 258-259: Yellow
 - 260-261: Yellow
 - 262-263: Yellow
 - 264-265: Yellow
 - 266-267: Yellow
 - 268-269: Yellow
 - 270-271: Yellow
 - 272-273: Yellow
 - 274-275: Yellow
 - 276-277: Yellow
 - 278-279: Yellow
 - 280-281: Yellow
 - 282-283: Yellow
 - 284-285: Yellow
 - 286-287: Yellow
 - 288-289: Yellow
 - 290-291: Yellow
 - 292-293: Yellow
 - 294-295: Yellow
 - 296-297: Yellow
 - 298-299: Yellow
 - 300-301: Yellow
 - 302-303: Yellow
 - 304-305: Yellow
 - 306-307: Yellow
 - 308-309: Yellow
 - 310-311: Yellow
 - 312-313: Yellow
 - 314-315: Yellow
 - 316-317: Yellow
 - 318-319: Yellow
 - 320-321: Yellow
 - 322-323: Yellow
 - 324-325: Yellow
 - 326-327: Yellow
 - 328-329: Yellow
 - 330-331: Yellow
 - 332-333: Yellow
 - 334-335: Yellow
 - 336-337: Yellow
 - 338-339: Yellow
 - 340-341: Yellow
 - 342-343: Yellow
 - 344-345: Yellow
 - 346-347: Yellow
 - 348-349: Yellow
 - 350-351: Yellow
 - 352-353: Yellow
 - 354-355: Yellow
 - 356-357: Yellow
 - 358-359: Yellow
 - 360-361: Yellow
 - 362-363: Yellow
 - 364-365: Yellow
 - 366-367: Yellow
 - 368-369: Yellow
 - 370-371: Yellow
 - 372-373: Yellow
 - 374-375: Yellow
 - 376-377: Yellow
 - 378-379: Yellow
 - 380-381: Yellow
 - 382-383: Yellow
 - 384-385: Yellow
 - 386-387: Yellow
 - 388-389: Yellow
 - 390-391: Yellow
 - 392-393: Yellow
 - 394-395: Yellow
 - 396-397: Yellow
 - 398-399: Yellow
 - 400-401: Yellow
 - 402-403: Yellow
 - 404-405: Yellow
 - 406-407: Yellow
 - 408-409: Yellow
 - 410-411: Yellow
 - 412-413: Yellow
 - 414-415: Yellow
 - 416-417: Yellow
 - 418-419: Yellow
 - 420-421: Yellow
 - 422-423: Yellow
 - 424-425: Yellow
 - 426-427: Yellow
 - 428-429: Yellow
 - 430-431: Yellow
 - 432-433: Yellow
 - 434-435: Yellow
 - 436-437: Yellow
 - 438-439: Yellow
 - 440-441: Yellow
 - 442-443: Yellow
 - 444-445: Yellow
 - 446-447: Yellow
 - 448-449: Yellow
 - 450-451: Yellow
 - 452-453: Yellow
 - 454-455: Yellow
 - 456-457: Yellow
 - 458-459: Yellow
 - 460-461: Yellow
 - 462-463: Yellow
 - 464-465: Yellow
 - 466-467: Yellow
 - 468-469: Yellow
 - 470-471: Yellow
 - 472-473: Yellow
 - 474-475: Yellow
 - 476-477: Yellow
 - 478-479: Yellow
 - 480-481: Yellow
 - 482-483: Yellow
 - 484-485: Yellow
 - 486-487: Yellow
 - 488-489: Yellow
 - 490-491: Yellow
 - 492-493: Yellow
 - 494-495: Yellow
 - 496-497: Yellow
 - 498-499: Yellow
 - 500-501: Yellow
 - 502-503: Yellow
 - 504-505: Yellow
 - 506-507: Yellow
 - 508-509: Yellow
 - 510-511: Yellow
 - 512-513: Yellow
 - 514-515: Yellow
 - 516-517: Yellow
 - 518-519: Yellow
 - 520-521: Yellow
 - 522-523: Yellow
 - 524-525: Yellow
 - 526-527: Yellow
 - 528-529: Yellow
 - 530-531: Yellow
 - 532-533: Yellow
 - 534-535: Yellow
 - 536-537: Yellow
 - 538-539: Yellow
 - 540-541: Yellow
 - 542-543: Yellow
 - 544-545: Yellow
 - 546-547: Yellow
 - 548-549: Yellow
 - 550-551: Yellow
 - 552-553: Yellow
 - 554-555: Yellow
 - 556-557: Yellow
 - 558-559: Yellow
 - 560-561: Yellow
 - 562-563: Yellow
 - 564-565: Yellow
 - 566-567: Yellow
 - 568-569: Yellow
 - 570-571: Yellow
 - 572-573: Yellow
 - 574-575: Yellow
 - 576-577: Yellow

Köszönöm a figyelmet!

Készítette: Dévényi Nándor 12.A

Források:

- https://www.tankonyvkatalogus.hu/storage/pdf/OH-FIZ910TB_II__teljes.pdf
- https://www.tankonyvkatalogus.hu/storage/pdf/OH-FIZ1112E__teljes.pdf
- <https://erettsegi.com/tetelek/kemia/a-periodusos-rendszer/>
- <https://www.netfizika.hu/tudas/node/4539>
- <https://youtu.be/O6g-7rUgrdg?si=ILZ8sth1IJEHBM5->
- <https://youtu.be/MzRCDLre1b4?si=2TZDXeqQ16c4aj5Y>
- <https://youtu.be/hePb00CqvP0?si=T7G9wQRGY5H6yUqi>
- <https://youtu.be/Aoi4j8es4gQ?si=t7nPhz3U09T2h5mo>
- https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/erettsegi/vizsgakovetelmenyek2024/fizika_2024_e.pdf