

# *A modern fizika tanításunkban*

Írta: **Vermes Miklós dr.**, Budapest.

Új tantervünk a modern fizikai világgép előtérbe helyezését, az atomelmélet és kvantumelmélet elemeinek tanítását hangsúlyozza. Természetesen gondolkodnunk kell az új anyagnak eddigi tanítási keretünkbe való beillesztéséről, a legalkalmasabb sorrendről. Mikor célszerű a tananyag sorrendje? Ha lehetőleg úgy helyezi el az egyes részeket, hogy a később szükséges fogalmak már idejekorán szerepeljenek és begyakorlást nyerjenek addig, amíg újra előfordulnak. Továbbá, ha az anyag nehéz és fontos részeit lehetőleg előbbre helyezi, hogy az év folyamán hosszabb ideig legyenek gyakorolhatók. Ha az egyszerre elintézhető részeket egymás közelébe hozza időnyerés végett. És főképen, ha logikus, az ismereteket egymásra építi. Tekintettel a középiskola lehetőségeire, az esztétikai és történeti szempont csak ezek után érvényesülhet. A továbbiakban ismertetni szándékozom egy beosztást, amelynek praktikus voltáról megtörtént próba alapján a magam személyére nézve meggyőződést szereztem.

A VIII. osztályban (az eddigi tanterv szerint) a hőtan, mágnességtan és elektrosztatika elvégzése után a tanulók minél hamarabb elsajátítják Ohm törvényét, majd az ezen alapuló, jórészt formális természetű áramelágazási törvényeket és az ellenállások kapcsolási módjait. Hasznosnak gondolom, ha az atomfizika legnagyobb részét rögtön ez után, kb. karácsony táján iktatjuk be, például a következő óránkénti elosztásban.

1. Az elemi alkatrészek (elektron, pozitron, neutron, proton), adataik ismertetése. Tömegük, töltésük.

2. Az atommagok felépítése protonokból és neutronokból. Az elektronhéjak mint különböző energiaállapotban levő elektronok helyei. Példák mindegyik esetben: *H, He, Li, C, N, O, ...; Ne, Na, ..., Cl; A...U.*

3. Az atomok tulajdonságai az előzőek alapján. Atomsúly, atomméret. A rendszám fontossága. Izotopia. Az ion keletkezése, mint példa *Na*-ion és *Cl*-ion.

4. Az elektronhéjak energiaértékeinek pontosabb megvizsgálása. A lehetséges energiaértékeket megadó  $E = -\frac{1}{n^2} Rch$  képlet, axiomatikusan közölve.

5. A fény kvantumelmélete. A fényenergia  $hn$  nagyságú energiakvantumai. A fénykvantum mint az energiaértékek különbsége. Ebből következik a Balmer-szériesz.

6. A molekulák szerkezete. Egy-egy példa hetero- és homopoláros vegyülésre, (konyhasó, hidrogéngáz). A szilárd anyag kristályrácsos szerkezete, (a konyhasó példája *Na* ionokkal a rácspontokban).

7. Az áramvezetés rövid elmélete. Fémekben a kristályrácsot megtöltik a külső héj elektronjai mint elektrongáz és közvetítik az áramot. Sók, savak, lúgok oldatában ezek 100%-ig ionjaikra bomolva találhatóak és az ionok vezetnek. Gázokban gázionok vezetnek. Csillólámpa, neoncső bemutatása. A szokásos kísérleti bemutatás: a gázkisülés formája mint a vákuum függvénye.

8. A radioaktív atomátalakulások,  $\alpha$ ,  $\beta$  sugárzás. A mesterséges atomátalakítások alapelve. A legutóbbi részben szereplő legnevesebb tudósok neveinek említése. (Rutherford, Bohr, Planck, Einstein, Lewis és Kossel, Arrhenius, Debye, Becquerel, Curie).

Ezután a szokott mederben következnek a galvánelemek, (a belső ellenállás problémája), a hőhatás, vegyhatás, mágneses hatás, indukció, dinamók. A transzformátor mint energiaátalakító. Az elektroncső mint energiafokozó relé. Az önindukciós együttható. A váltakozó feszültség külön  $r$ -en,  $L$ -en,  $C$ -n,  $r+L$ -en, parallel rezgőkörön, (itt Thomson

képletének levezetése). Az elektromos rezgőkör visszacsatolásos elektroncsővel táplálva. Az antenna mint nyitott rezgőkör. Az elektromágneses hullám Maxwell szerint mint váltakozó térerők rendszere. A rádió alapelve (modulált hullám), kristálydetektoros vevőn elmagyarázva. Esetleg összes elektromosságtani ismeretünk egybefoglalásaként egy modern 2 + 1-es készülék kapcsolásának megbeszélése. A fényelektromos jelenség és a hangosfilm, (elgondolható az 5. és a 6. számú óra között is). A katódsugár (oszcillográf, elektronmikroszkóp). A röntgensugár. Kozmográfia: az ég mozgása a Földről tekintve, majd a Naphoz viszonyítva. (Az égi koordináták, helymeghatározások, a horizont helyzete stb. olyan részek, melyek időkímélés céljából áttolhatók a VIII. osztályos gömbmértanba is.) A Naprendszer tagjainak fizikai ismertetése. Az állócsillagok fizikája. A világűr. Kozmológia. Esetleg befejezésül a speciális relativitás elméletének állásfoglalása egészen vázlatosan és a tömegenergia átalakulások.

Megjegyzendő még, hogy a tanulók előzőleg már a fizikai fénytánban megismerték a Balmer-szérieszt, mint tapasztalati összefüggést és a Plank-féle sugárzási képletet a temperatúrasugárzás kapcsán, az állandók fizikai jelentőségének taglalása nélkül. Könnyen megtehető az is, hogy már a VII. osztályos fénytánban megtaníttuk a fénysugár energiakvantumokból való összetételét. A hőtan végén került már sor a kinetikus gázelmélet kapcsán a Loschmidt-féle szám és Avogadro törvényének tanítására. Ez utóbbiaknak jobb helyük volna a leendő VI. osztályos kémiában.

Állításaim támogatására fel próbálom hozni a következőket.

a) Az atomfizikai résznek az elektrosztatika, vagy Ohm törvénye elé való iktatása elgondolható, de nem praktikus, mert ezek nélkül a tanulók még nem rendelkeznek elég konkrét ismerettel, pl. coulomb nélkül az elektron töltéséről, az ohm nélkül az egyes anyagok vezetőképességéről nem nyilatkozhatnánk.

b) Természetesen mindenki egyetért abban, hogy ez az új, modern rész a tananyagban a régivel teljesen egyenrangú része, amelyet nem lehet külön kezelni, mint a „jó” tanulóknak szánt ráadást vagy külön csemegét. Az atomfizikai alapfogalmakra éppen olyan bizalommal és természetességgel kell tekintenünk, mint pl. arra az Archimedes törvényére, amely már félszáz pedagógusgeneráció működését érte meg baj nélkül. A beolvadás tényét elősegíti az atomfizikai rész korai beiktatása. Miért is kellene minden érdekes részt mindenáron a végére hagynunk?

c) Az atomfizikai ismeretek igen nagy könnyítést jelentenek az elektrokémiai rész (vegyi hatás, galvánelemek) tanításában. A tanulók ebben az esetben ilyenkor már tudják, mi az ion, milyen egy oldat és milyen a fémek szerkezete. Faraday törvényei érthetők számára, még ha a kémiai ismeretek hiánya miatt az egyenértéksúlyra vonatkozó ismeretei hézagosak is. (Az egyenértéksúly fogalmának hiányzását úgysem szünteti meg az a tény, ha a tanár sietve bemondja, hogy ez a mennyiség a gyöksúly és a vegyérték hányadosa).

d) Az eljárás időmegtakarítással jár. Az említett kb. 2 tanítási hét alatt az atomfizikai részen kívül a gázkiszűlések tanát, a radioaktivitást is elintézi ott, ahol az leginkább kéznél van.

e) Minden fizikatanár ambícióját helyezi abba, hogy a tudomány történetének nagy mozzanatait előtérbe helyezze és a nagy alkotókat belehelyezze szellemtörténeti háttérükbe. Nem szerepelhet a szabadesés Galilei nélkül, nem lehetséges a mozgástörvények tárgyalása Newton említése nélkül, nincs hidrosztatika Archimedes, Torricelli, Guericke nélkül, lencserendszer Petzval nélkül stb. De ez nem azt jelenti, hogy esetleges történeti sorrend kedvéért minden apróságban kövessük azokat a kanyargós utakat, melyeket az emberi szellem kénytelen volt megtenni. Ez érdekes passzió azok számára, akik már tudnak fizikát, de a történet fonalán haladva senki sem tudná megtanulni a fizikát, már csak azért sem, mert nem érné utol. Például örülünk annak, hogy néhány évi kerülő után a tudomány már elhagyta a Naprendszer szerint keringő elektronok naiv elképzelését, a szikraközös drótnélküli távirót a középiskolákban halhatatlan (és sokszor hallhatatlan) kohérerrel együtt stb. és gondosan

titkoljuk el ezeket a tévutakat tanítványaink előtt. Ne kövessünk minden ilyen vargabetűt a történelmi hűség kedvéért, különösen ha tanítás szempontjából is könnyebben értethető meg a mai igazság, mint a tegnapi tévút. Adjuk a fizika modern és egységes világképét, de ne részesítsük tanulóinkat egy olyan szellemi akadályversenyben, amelyben szerintük minden „törvény” csak arra való, hogy egy későbbi megcáfolja. Domborítsuk ki alkalmilag a fizika fejlődésének valóban sarkalatos pontjait, de tanítási sorrendnek a történelmi sorrend ritkán jó. Így van ez sok más tantárgyban is. Földrajzban sem történik meg az, hogy az I. o.-ban a ptolemaeoszi világképet ismertetnék és csak a magasabb osztályokban vallanák be, hogy Amerika fel van fedezve és a Föld gömbalakú. Amikor például az atomfizika dolgaira kerül sor, ne azzal kezdjük, hogy egyszer így gondolták, azután megint úgy képzeltek el, azután megint amúgy, hanem mondjuk meg azt rögtön, hogyan *van* a dolog. És főképpen olyan hangnemben mondjuk, amelyből látszik, hogy magunk is elhisszük és természetesnek tartjuk a modern felfogást.

f) Az induktív eljárás, a tapasztalatokon alapuló tanítás kétségkívül a deduktív elé helyezendő. De az atomfizika megértése, tekintettel az absztrakciók és teoretikus rész túltengésére, alighanem csak ezen a deduktív úton mehet végbe. Alig képzelhető el, hogy bárki is helyes fogalmat alkotson magának az anyag felépítéséről, ha csak gázkisüléseket nézegetne, számlálócsökkoppanásokat figyelne stb. Ezekből csak akkor építhetné fel magának a tanuló az atomfizika épületét, ha néhány évtized állna rendelkezésére és olyan okos volna, mint Bohr, Curie, Schrödinger stb. egy személyben. Ellenben az atomfizika alapjainak megismerése után feltétlenül meg kellene ismerkednie a számlálócsővel, Wilson-kamrával stb., amikor ezek horderejét már értékelni tudja. Tanításunkban a deduktív módszer gyakran látott vendég, amikor pl. hullámtant tanítunk, mielőtt a speciális hullámok fejezeteit elvégeztük volna, amikor a kisdíáknak különbséget kell tennie pl. a között, hogy mi a fizika és mi a kémia, mielőtt bármelyikből valamit is tanult volna stb. Ez sokszor elkerülhetetlen. Mindenből nem lett baj, az atomfizikánál pedig csak méginkább rákényszerülünk erre az eljárásra. A kémiai képletek tanításában is ez a legjobban célhoz vezető út.

Természetesen a felsorolt anyagrészlet csak a legkisebb minimumot jelenti. Ha több idő áll rendelkezésre, a felsoroltak kényelmesebben, nyugodtabban végezhetőek el, bemutatható pl. a 8-ik óra után a Wilson-kamra és a csúc számláló, megemlíthető az 1. vagy 5. óra után a kozmikus sugárzás, végül felölelhetnénk egyéb problémákat is.