

A MODERN FIZIKA KÖZÉPISKOLAI TANÍTÁSÁNAK FELADATAI ÉS NEHÉZSÉGEI

JUHÁSZ ANDRÁS

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

MODERN FIZIKA ?

- 1905 utáni felfedezés ?
- Amit az átlagember nem ért...?
- Amiről a média beszél ?
- Amire a modern technika alapul ?
- Ami a korszerű természettudományos világképhez kell

KLASSZIKUS FIZIKA XVII-XIX SZ.-I SIKERTÖRTÉNETE

- A newtoni mechanika és a maxwell-i elektromágnesesség a két alapvetően szintetizáló elmélete a fizikai jelenségeknek. Az elmélet próbáját igényes kísérletek jelentették, amelyekkel igazolni lehetett, hogy a mérési tapasztalatok és a matematikai törvények eredményei jól egyeznek.
- Minden klasszikusan bizonyítottnak tűnt a 18-19 századig.
- A newtoni törvényrendszer egységbe foglalta az égi és földi mozgásokat,
- a Maxwell-elmélettel leírhatók az elektromágnesség jelenségei, a Hertz féle elektromágneses hullámok és a fény.
- A hőtan három főtétele megadta a kulcsot az anyagi rendszerek energetikai leírásához

KLASSZIKUS FIZIKA ALAPVETŐ MEGKÖZELÍTÉSEI

1. Az univerzum egy hatalmas gépezet az abszolút tér és idő keretei közt. Bonyolult működése megérthető (lenne) ha a gépezet belső részeinek egyszerű mozgásainak összetételével, még akkor is ha ezek a belső részek láthatatlanok számunkra.
2. A newtoni szintézis alapja, hogy minden mozgásnak oka van, ha egy test mozog, az utal a mozgás okára. Ez az ok és okozat összefüggése, amit reálisan senki nem kérdőjelezhet meg.
3. Ha a mozgás-állapot egy pontban ismert, abból adódik bármely pontban a múltban és a jövőben egyaránt. Nincs bizonytalanság, hiszen minden következik a korábbiakból. (determinizmus elve)
4. A fény tulajdonságai mind leírhatók a maxwell-i elektromágneses hullámelmélettel és kísérletileg igazolható a T. Young-féle kétréses interferencia-kísérlettel.
5. Az energia kétféle fizikai modellje a részecske (billiárdgolyó szerű) és a hullám, ami az óceán hullámaihoz hasonló, ezek egymást kölcsönösen kizárják, vagy egyikről van szó, vagy a másikról.
6. Bármely anyagi rendszer bármely fizikai tulajdonságát elvileg tetszőleges pontossággal mérhetjük, akárcsak a hőmérsékletet vagy a sebességet. (Az atomi rendszereket sem tartották kivételnek.)

A MODERN FIZIKA: A TERMÉSZETI JELENSÉGEK ÚJ MEGKÖZELÍTÉSE

A modern fizika lényege az új szemléletmód

Speciális és általános relativitáselmélet

Statisztikus fizika

Kvantum-fizika

A MODERN FIZIKA: A TERMÉSZETI JELENSÉGEK ÚJ MEGKÖZELÍTÉSE

A speciális és általános relativitás-elmélet

A klasszikus fizika abszolútnak és függetlennek tekintette a tér és az idő fogalmát. Ez a szemlélet a fénysebességet megközelítő sebességek tartományában már ellentmondásokra vezet. Einstein ezt felismerve vezette be a jelenségek leírásában az egységes *tér-idő* fogalmát, és dolgozta ki a vákuumbeli fénysebesség abszolút voltára és a tér-időre alapuló „speciális relativitáselméletet”. Einstein általános relativitáselmélete a tér-idő és a gravitáció kapcsolatát mondta ki, ami új megvilágításba helyezte az energia és a tömeg fogalmát és megmutatta a közöttük lévő kapcsolatot.

A MODERN FIZIKA: A TERMÉSZETI JELENSÉGEK ÚJ MEGKÖZELÍTÉSE

Statisztikus fizika

A statisztikus fizika nagyszámú, egymással és a környezettel kölcsönhatásban lévő elemből felépülő összetett rendszerekkel foglalkozik. Az sokaságot alkotó elemek nagy száma miatt egy-egy elemre vonatkozóan kevés kijelentés tehető, a sokaság átlagos viselkedése azonban leírható. A sokaság viselkedésében valószínűségi jelleggel érvényesülő statisztikus törvények, ugyanolyan objektív természeti törvénynek tekinthetők, mint a klasszikus fizika determinisztikus törvényei.

A MODERN FIZIKA: A TERMÉSZETI JELENSÉGEK ÚJ MEGKÖZELÍTÉSE

Kvantum-elmélet

A mikrovilág mérettartományában a klasszikus fizika fogalomrendszere használhatatlannak bizonyul. Hétköznapi szemléletünk alapján érthetetlen módon az anyag egyaránt rendelkezik korpuszkuláris és hullámtulajdonságokkal. A klasszikus fizikában megkérdőjelezhetetlen determinisztikus elvek helyére valószínűségi törvények lépnek. A mikroobjektumok jellemzésére és kölcsönhatásaiknak értelmezésére kevésbé szemléletes, de annál hatékonyabbnak bizonyuló matematikai módszerek adnak használható eredményeket.

MODERN FIZIKA TEMATIKUS FEJEZETEI

- Relativitáselmélet
- Statisztikus fizika (komplex rendszerek)
- Kvantummechanika
 - Héjfizika, Magfizika
 - Részecskefizika
- Szilárdtestfizika-Anyagtudomány
- Kozmológia

- **Kiegészítések a fizika klasszikus fejezeteihez:**
 - nem lineáris jelenségek
 - computerfizika
 - kaosz, fraktálok
 - félvezetők, mikroelektronika
 - modern elektronikai eszközök
 - szupravezetés
 - lézer-optika
 - termodinamika +
 - nanofizika

A KLASSZIKUS ÉS A MODERN FIZIKA NEM ÁLL ELLENTÉTBEN

**A modern fizika szemléletrendszerébe
beleilleszkedik a klasszikus fizika**

**Az érvényességi határok ismerete mellett a klasszikus fizika
változatlanul eredményesen használható!**

A XX-XXI. Században modern fizikát kell tanítani !!!

Megválaszolandó alapkérdések :

- **Kiknek?**
- **Mit?**
- **Mikor?**
- **Hogyan?**

A válaszok megtalálásához pedagógiai, pszichológiai, szaktudományos szempontokat kell figyelembe venni.

A TUDÓSOK A TANULÁSRÓL

*„A gyerek feje nem „edény”, amit teletölthetünk tudománnyal,
de „fáklya”, amit ha meggyújtunk tovább ég és világít. „*

(N. F. Mott)

A *kognitív pszichológia* a tanulásról:

**„A tudás megszerzéséhez a diák aktív befogadása
szükséges!!”**

Prof. Freund Tamás agykutató:

(<http://fiztan.phd.elte.hu/letolt/konfkotet2011.pdf> -110 o)

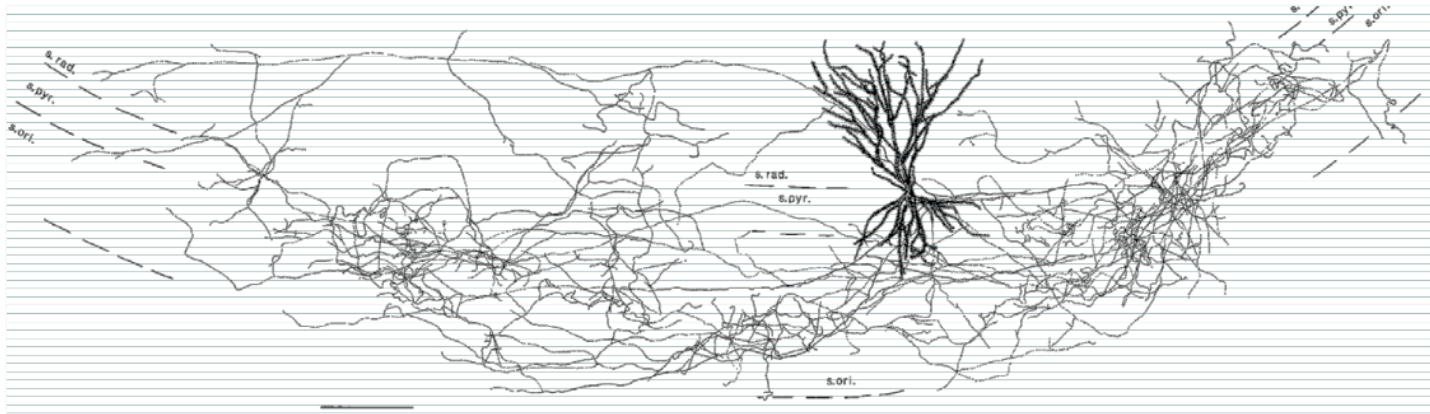
Mi a tanulás lényege ???

A tanulás lényege:

A külső hatások által az agyban keletkező memórianyomok bekapcsolása az agykéreg már kialakult funkcionális szerkezetrendszerének működésébe.



Az agykéreg: 100 milliárd idegsejt bonyolult, változó kapcsolatrendszerre



Egy sejt 15-20 ezer másiktól tud fogadni ingerületet
30-40 ezernek adhat át ingerületet

A sejtek kapcsolatrendszerre változhat,

**Tanulás sejtszintű alapja:
kialakuló és megerősített kapcsolatrendszer**

Az aktív kapcsolat titka a msec pontosságú szinkronizálás!

A szinkronizálást a kéreg alatti sejtek („belső világunk”) szabályozza

Háttérmechanizmusa:

A „belső világ” impulzusainak társítása a külső információcsomagokkal a tárolás során

A „belső világ”: emocionális háttér – motiváció
(gazdagítják a művészetek)

A tanuláshoz fejlett „belső világ” és idő kell !

A diák nem „üres lap” !

- Van „evolúciós alapú” tudása
- Vannak köznapi tapasztalatai
- Sokat hallott erről-arról

Az ezekből álló belső „mozaik-kép”

nem koherens rendszer! → egyéni tévképzetek

Az iskolában a korábbi és az új tudáselemeknek össze kell épülniük!

Ez a nehéz!!

Alkalmazható tudásrendszer felépítését a környezeti hatások (iskola , család) motiválhatják, segíthetik, de a feladat érdemi részét magunknak kell elvégeznünk!

**„Az a szó, ami mögött nincs *kép* -
képtelen szó”**

(Kontra György)

**Az a fizikai fogalom, ami mögött nincs
„kép” (értelmezés) –
képtelen (használatatlan) fogalom !**

MODERN FIZIKA TANÍTÁSÁNAK ALAPPROBLÉMÁJA

Károlyházy Frigyes fizikus:

„A tudományos gondolkodás a XX. sz. elejére kinőtte az idegrendszer ösztönös (evolúciós) tudását”

Fizikai Szemle 2007/11. 367.o.



„Ami lehetetlen, az nem a megértés, hanem csupán az új ismeretek beillesztése a velünk született (millió év alatt megszokott) szemlélet keretei közé!”

Fizikai Szemle 2007/11. 367.o.

„Az alkalmazások hatalmas birodalmának kapujában hétfejű sárkányként őrködik az atomi részecskék, elsősorban az elektron „*felfoghatatlan*” szemléletellenes térbeli viselkedése. Az igazi megértés útja csak rajta keresztül vezet”

(K.F.: *Igaz varázslat* 1976)

„ az út a sárkányon keresztül vezet... , de ma már nem hiábavaló elosonni a sárkány mellett, sőt , ez a helyes tennivaló”

(K.F.: *Fiz. Sz.* 2007)



Miért? Mi változott?

- A modern fizika mély alapozásából lehet engedni amikor érdekes alkalmazásokról beszélünk
- Sok modern fizikai jelenség jelen van a hétköznapjainkban, ezek részleges magyarázata kölcsönösen erősítheti egymást, (és gyakorlati hasznossága) **élményt ad.**
- De a fizika nem zülhet le „mesedélutáná”!!!
- Ennek garanciája a fizika „felfogható” részének korrekt tanítása!

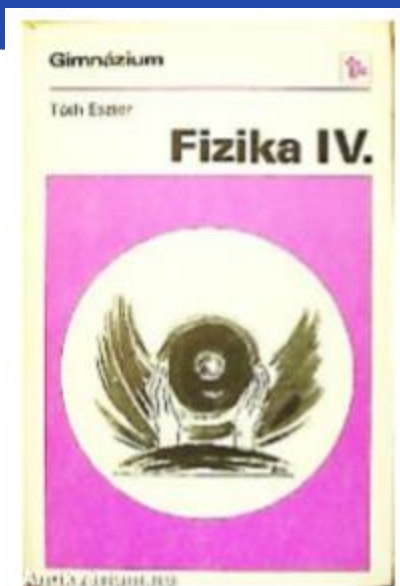
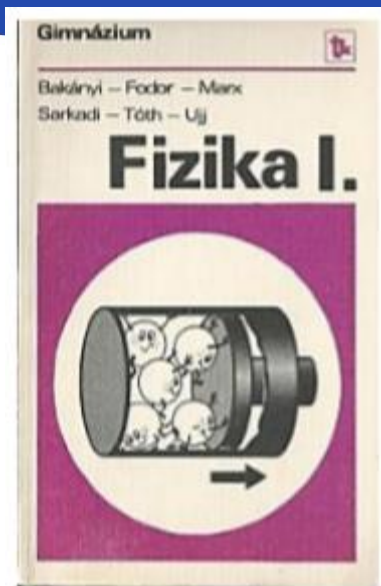
Mit tehetünk ?

- A természet „megértésének” **élményét** megadni ahol még lehet.
(*A közvetlenül megtapasztalható klasszikus fizikában*)
- Kísérletekkel, érthető számításokkal , a hagyományos szemlélettel hozzáférhető részeknél precíz gondolkodással hitelessé tenni a fizikát.
(és tekintélyt szerezni a fizikatanárnak.....)
- Ezután jöhet csak a „felfoghatatlan” csillogtatása !

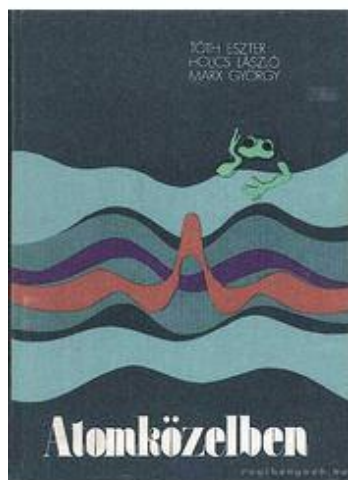
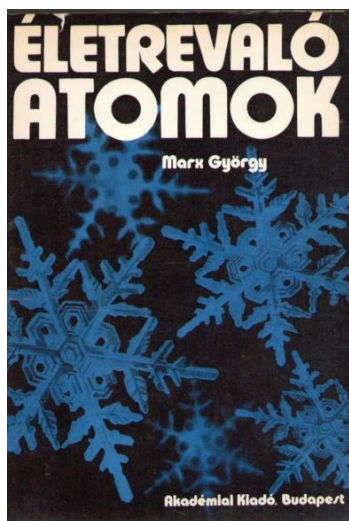
A MODERN FIZIKA TANTERVI BEILLESZTÉSE

- **KIKNEK?**
 - Mindenkinek, de differenciált tartalmakkal és módszerekkel
- **MIT?**
 - Relativitás-elmélet
 - Statisztikus fizika
 - Kvantumelmélet
 - + gyakorlati alkalmazások, érdekességek
- **MIKOR?**
 - A lényegi megértéshez magas absztrakció szükséges, ezért csak a tanulmányok végén van esélyünk
 - Gyakorlati ismerkedés egy-egy problémával – ahol lehet (pl. félvezetők, lézer, ultrahang, stb.)
- **HOGYAN?**
 - NINCS KIRÁLYI ÚT !!!

HAZAI ELŐZMÉNYEK AZ ISKOLÁBAN ÉS AZ ISKOLÁN KÍVÜL



Marx György vezette MTA oktatási kísérlet, 1978-tól kötelező tanterv



Német, angol iskolai gyakorlat:

- **alapszinten :**

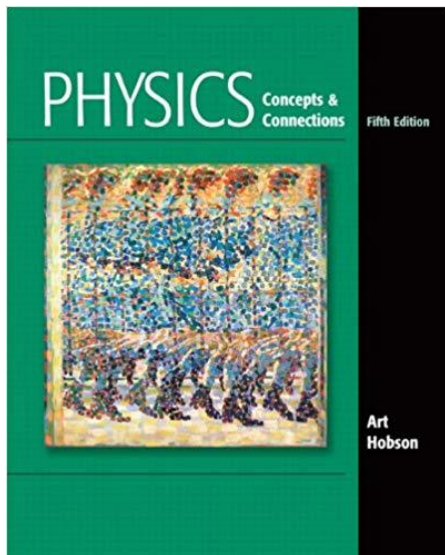
Klasszikus előzményekre épülő közlés szintű ismeretek, vizualizációk, + színes alkalmazások

- **emelt (érettségi) szint:**

Alapszint + klasszikus előzményekre épülő kísérletek, mérések, animációk, elemi rész-számítások, feladatok

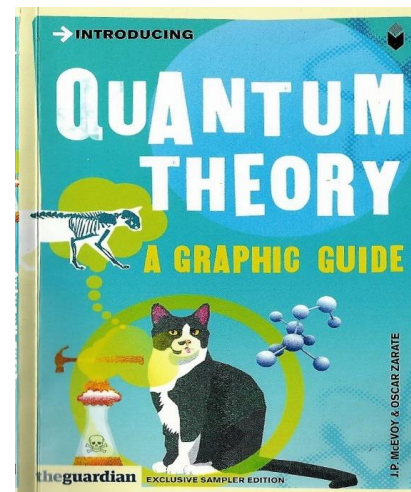
A MODERN FIZIKA - ISMERETTERJESZTÉSKÉNT

Modern fizika (nem fizika szakosoknak)



Válogatott klasszikus ismeretek után a hangsúlyt a post-Newtoni univerzumképre (benne relativitás és kozmológia) és a kvantumelméletre helyezi.

Ismeretterjesztő képregény mindenkinek



A kvantumfizika történeti kialakulását mutatja be klasszikus alapoktól indulva a Bohr-modellig. Rajzokkal és színvonalas magyarázó szöveggel.

A MODERN FIZIKA TANTERVI BEILLESZTÉSE

- A modern fizikát a klasszikus fizika készítette elő
- A modern fizika tanítása a klasszikus fizika *megfelelően célirányos* tanítására épülhet

(mechanikai- és elektromágneses rezgések, hullámok hullámoptika)
Kémiai anyagszerkezeti ismeretek

Nincs királyi út !!!

JAVASLAT

A MODERN FIZIKA TANTERVI BEILLESZTÉSÉRE

- **Relativitás-elmélet**
- **Statisztikus fizika**
- **Kvantumelmélet**

Szabadon választható részletek, fakultatív feldolgozása:

pl. félvezetők, mikroelektronika, lézer,
anyagtudományi érdekességek,
számítógép-fizika,
nem lineáris jelenségek,
fraktálok, kaosz,
asztrofizika,
nanofizika

RELATIVITÁSELMÉLET

Speciális relativitáselmélet

Előkészítés : mozgások grafikus ábrázolása , klasszikus dinamika

A relativitás elve:

Az inerciarendszerek teljesen egyenértékűek a természeti jelenségek leírásának szempontjából. (nincs abszolút vonatkoztatási rendszer)

A fénysebesség minden inerciarendszerben (minden irányban) ugyanaz a c konstans érték (határsebesség)

(Galilei transzformáció nem érvényes!)

A fénysebességet közelítő mozgásoknál - Lorentz-transzformáció érvényes

relativisztikus tömeg(növekedés)
$$M = \frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

relativisztikus energia
$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$v = 0 \quad E_0 = mc^2$$

Érdekességek „Minkovszki - térkép” Téridő, esemény, világvonal, a mozgó óra késik, a mozgó méterrúd rövidül, iker-paradoxon

Kísérleti bizonyítékok: - GPS, - μ -mezonok, - tömegdefektus

RELATIVITÁSELMÉLET

Általános relativitáselmélet

Előkészítés : klasszikus dinamika

Eötvös-kísérlet: gravitáló és a tehetetlen tömeg egyezése

A gravitáció és a tehetetlenségi erők hatása megkülönböztethetetlen,
a gravitáció hatására a téridő görbült - a mozgó testek világvonala görbe -
(oka az anyag energiatartalma, impulzusa)

Kísérleti bizonyíték:

A görbült téridő Einstein-egyenletei visszaadják Newton gravitációs törvényét

A Nap gravitációs hatására a fény útja meggörbül

Gravitációs hullámok létezése

JAVASLAT A MODERN FIZIKA TANTERVI BEILLESZTÉSÉRE

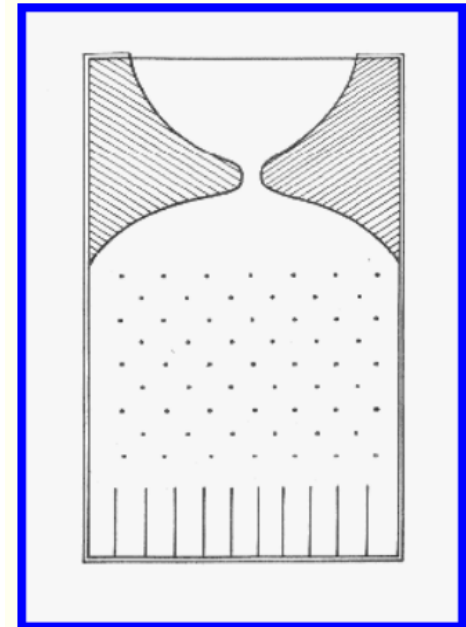
Statisztikus fizika

A termodinamikához kapcsolva, a kinetikus gázelmélet folytatásaként

Előzmény: gáztörvények, kinetikus gázmodell
valószínűségszámítás

A statisztikus törvények szemléltetése
kocka-játékokkal
Galton-deszkával

A magfizikához kapcsolva
radioaktív bomlás,
rizikó



KVANTUM-FIZIKA

Előzmények: klasszikus atomfizika (kémia)

Kísérleti alapok:

a hőszugárzás energiája kvantált

fotoeffektus - a fény energiája kvantált (foton)

De Broglie hipotézis: az atomi részecskékhöz hullám rendelhető $\lambda = h/p$

Devisson-Germer kísérlet: elektroninterferencia – az elektron hullám

kétréses elektron interferencia

Heisenberg határozatlansági reláció

a szabad részecske leírása: *hullámcsomag*

az atomban kötött elektron: állóhullám

Bohr-féle atommodell

a hullámfüggvény és a megtalálási valószínűség

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

SZÉCHENYI  2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE