

Fogalmak különböző szintű bevezetésének jelentősége a 6. osztályos fizikaoktatásban

Az ismeretek hasznosításának fontos feltétele a fogalmak helyes, egyértelmű, biztonságosan alkalmazni kész tudása. A tanulóktól csak akkor várhatjuk el a fogalmak ilyen tudását, ha a fogalomkialakítás folyamata is teljesíti az előbb felsorolt igényeket. Az egymást erősítő és teljessé tevő fogalmak különböző szintű tárgyalása is ezt a törekvést tükrözi.

A 6. osztályos tananyag két, domináns fizikai fogalma a *kölcsönhatás* és az *energia*. Ahhoz, hogy ezeket a fizika szempontjából oly jelentős alapfogalmakat megfelelően alakítsuk ki, szükség van számos, a tananyag egészét illetően kisebb jelentőséggel bíró fogalom bevezetésére is. Nevezhetjük ezeket járulékos fogalmaknak. Tárgyalásuk azonban csak az általános iskolai tananyag viszonylatában kisebb jelentőségű, mert a fizikai szemléletformálás tekintetében, s legtöbbször a szaktudomány nézőpontjából is igen jelentős szerepet játszhatnak.

A következőkben két példán mutatjuk be a domináns fogalmak és járulékos fogalmak összeépülését, utalva a járulékos fogalom tárgyalásából adódó egyéb előnyökre.

A kölcsönhatás fogalomjegyeinek teljes értékű tárgyalásához a következő járulékos fogalmak ismerete szükséges: hőmérséklet; mozgásállapot és ezek változásai, valamint a mező fogalma. Ezek között van, amelyet prefizikális ismeretként hoznak magukkal a tanulók, tehát csak további finomítás, pontosítás a feladatunk. Ilyen pl. a hőmérséklet fogalma. Más fogalmat, pl. a mező fogalmát az oktatás folyamatában kell kialakítani. Arra természetesen nincs lehetőség, de nincs is szükség, hogy ezeket a járulékos fogalmakat az oktatás során teljes mélységükben és körükben megismerjék a tanulók. Ezen fogalmakat csak annyira kell megismertetnünk velük, amennyire ezt a domináns fogalom kialakítása igényli. Egy domináns fogalom kialakításához szükséges járulékos fogalmak és a hozzájuk kapcsolódó domináns fogalom az oktatás folyamán úgynevezett fogalmi struktúrába, skémába épül össze. Az ilyen skémának két fő funkciója van: egyrészt integrálja a már meglévő tudást, másrészt szellemi eszközként szolgál az új tudás elsajátításakor. Bizonyos skémák hiánya nagy mértékben megnehezíti az ismeretszerzés folyamatát.

A kölcsönhatással összeépülő fogalmak közül a mező fogalma jól példázza a járulékos fogalmakra elmondottakat. Mivel a kölcsönhatás az új koncepciójú fizikaoktatás egyik domináns fogalma, szükséges – az adott életkori szintnek megfelelően, két-partneres kölcsönhatásra szorítkozva – valamennyi fogalomjegyének tisztázása.

1. A kölcsönhatás anyagnak – anyagra gyakorolt közvetlen hatása, amelyben
2. mindkét résztvevő állapota változik.
3. Kölcsönhatás csak alkalmas körülmények között jöhet létre.
4. Változás mindig kölcsönhatás eredménye.
5. Egy test egyidőben több kölcsönhatásban is részt vehet, ilyenkor a test állapotának megváltozását a többi partner együttes hatása okozza.
6. Különböző kölcsönhatásokban egy testet érő hatások le is ronthatják egymást.

A mező fogalmának ismerete nélkül az 1., 2., 4. megállapítások nem bizonyulnának minden esetben igaznak, tehát a fogalomnak nem lehetnének ismertető jegyei. Ha viszont megtartjuk a kölcsönhatás ismertető jegyeit, akkor – a mező mint kölcsön-

ható partner hiányában – ellentmondásra jutnánk a leghétköznapibb jelenségek elemzésekor. A szabadon eső test mozgását vagy a legegyszerűbb elektromos és mágneses jelenségeket vizsgálva a kölcsönható partner hiányoznék.

Ha megdörzsölt műanyag vonalzót apró papírszeletkékhöz közelítünk, akkor a papírdarabkákon mozgásállapot-változást észleltünk, anélkül, hogy azok a vonalzóval közvetlenül érintkeztek volna.

Az észlelt mozgásállapot-változás oka erőhatás, amely csak egy másik anyagi objektumtól származhat, olyantól, amellyel az elmozduló test közvetlenül érintkezett. Ez az anyagi objektum az elektromos mező.

Az elektromos mező fogalmának bevezetése tehát elkerülhetetlen, ellenkező esetben a tapasztalt jelenségnél távolhatást kellene feltételeznünk, s ez ellentmondana mind fizikai, mind filozófiai ismereteinknek.

Mivel a tanulók a mező-test kölcsönhatásokban először találkoznak olyan jelenségekkel, melyeknél csak az egyik résztvevő viselkedését, a rajta létrejött változásokat tudják megfigyelni, a másik kölcsönható partner és változása érzékszerveikkel közvetlenül nem megfigyelhető, szükséges egy olyan speciális tárgyalásmód alkalmazása, melynek segítségével a közvetve észlelt jelenségek is helyesen értelmezhetők. Nevezhetjük ezt indukciós módszernek. Ennek jellemzője, hogy a szemléletes test-test kölcsönhatásokat megfigyeltetve a kölcsönhatás fogalom kívánt fogalomjegyeit kialakítjuk, és ezeket a fogalomjegyeket a test–mező kölcsönhatásokra analóg módon elfogadtatjuk. Ezen elfogadtatás megkönnyítése céljából a direkt módon meg nem figyelhető változások demonstrálására modelleket alkalmazunk. A mágnes, illetve az elektromosan töltött test sajátos környezetét erővonalrendszerekkel reprezentáljuk. A mágnes környezetében jellegzetesen elhelyezkedő vasreszelék szemlélteti pl.: a mágneses mezőt, amely a behelyezett vastárggyal kölcsönhatásba kerülve annak mozgásállapotát megváltoztatja, miközben az erővonalrendszer is deformálódik, tehát a mező is változik.

A kölcsönhatás közben mind a mágneses, mind az elektromos mezőben létrejött változást ilyen módon érzékeltetjük, a gravitációs mezőre pedig analóg módon elfogadtatjuk. (Megjegyezzük: hogy az elektromágneses és gravitációs mezők szigorúan véve csak a kölcsönhatások tekintetében mutatnak hasonlóságot.)

Bár a mező fogalmát járulékos fogalomnak tekintjük, szemléletformáló hatását mégis ki kell emelnünk. A mező fogalma révén megismerik a tanulók, hogy a mező

- létező valóság,
- kölcsönhatásra képes,
- kölcsönhatás közben megváltozik.

Ezeknek az ismereteknek elsajátíttatásával nagy lépést teszünk materialista világnézetük fejlesztése irányába.

A másik fogalomhalmaz, amely a mező fogalmához hasonló szerepet tölt be, a korpuszkuláris anyagszerkezeti ismeretekkel kapcsolatos fogalmak halmaza. Ezek a fogalmak az energia domináns fogalmának kialakításához szükségesek. Ez esetben is bizonyos szkémákat kell kialakítanunk, megfontolva, hogy a fogalomjegyek közül melyek ismerete szükséges és elégséges a domináns fogalom megkívánt mélységű kimunkálásához.

Az energiafogalom kialakításakor tisztázzuk, hogy az energia fizikai mennyiség, mellyel anyagi objektumok egyik tulajdonságát, képességét jellemezzük. Az energia mindenkor az anyagi objektum állapotától függ, tehát csak állapotváltozás közben változik. A 6. osztályban kétféle állapotváltozással foglalkozunk, a munkavégzéssel és a termikus kölcsönhatással. A munkavégzést a test részecskéinek rendezett egyirányú mozgásához, a termikus kölcsönhatást pedig a részecskék rendezetlen mozgásá-

hoz kapcsoljuk. A fentiek megértéséhez feltétlenül szükséges bizonyos elemi szintű anyagszerkezeti alapfogalmak kialakítása. Természetesen helytelen lenne atomfizikai fogalmak tanítására gondolni. Elegendő annak tisztázása, hogy minden anyag részecskék sokaságából áll, a részecskék szakadatlan, rendezetlen mozgást végeznek, közöttük erőhatás van. Hangsúlyozzuk, hogy különböző anyagok részecskéi különbözők. Ugyanazon anyagok különböző állapotaiban a részecskék mozgása, s a közöttük működő erőhatások is különbözők.

Ezekkel az elemi ismeretekkel rendelkezve már értelmezhetővé válik a testek belső energiája, valamint ennek különféle módokon bekövetkező változásai is. A test belső energiáját a testet alkotó részecskék energiájának és a részecskék rendszere kölcsönhatási energiájának (a részecskék közötti mező energiájának) összege adja. A belső energia megváltozhat pl. deformáció közben. Ekkor a részecskék egymáshoz viszonyított helyzete, és természetesen ezzel együtt a részecskék rendszeréhez tartozó kölcsönhatási energia is változik. A deformáló erő hatására bekövetkező energiaváltozás mindig makroszkopikus elmozdulással, meghatározott irányú „rendezett” mozgással, tehát munkavégzéssel kapcsolatos.

Változhat egy test belső energiája termikus kölcsönhatás közben is, ez különböző hőmérsékletű testek érintkezésekor jön létre. Amelyik test hűl, részecskéinek átlagos mozgási energiája csökken, amelyik test melegszik, részecskéinek átlagos mozgási energiája nő. Ha a termikus kölcsönhatás halmazállapot-változással jár, akkor a belső energia azért változik, mert változik a részecskék rendszeréhez tartozó kölcsönhatási energia.

Egy test belső energiája változhat súrlódási munkavégzés során is. Ilyenkor ismét a részecskék rendezetlen mozgásához tartozó mozgási energiák összege nő.

Mivel a hőjelenségeknél a legfontosabb változások a test belsejében játszódnak le, anyagszerkezeti ismeretek birtokában lehetővé válik e jelenségek mélyebb értelmezése, túllépve a jelenség szintjén történő magyarázkodáson.

Az anyag korpuszkuláris felépítettségének tanítása más vonatkozásban is nagyon fontos. Mivel a mikrovilág jelenségeinek vizsgálata a mikro objektumok közvetlen megfigyelése nem lehetséges, azért ismertetésüket modellek alkalmazásával könnyítjük meg. Amikor ebben az anyagrészben pl. a folyadék golyómodelljét mutatjuk be, érzékeltejük, hogy a modell egy bonyolult rendszer^o egyszerűsített és áttekinthető reprezentánsa. A modell a modellezett objektumot csak bizonyos sajátjaiban jellemzi. A folyadékot az említett golyómodell pl. az alakváltozás és összenyomhatatlanság szempontjából jól jellemzi, viszont nem mutatja a folyadékrészek mozgását, valamint nem érzékelteti a közöttük levő erőhatásokat. A modell hiányosságait a vizsgált jelenséget igazoló konkrét kísérletekkel pótolhatjuk. Vagyis a modell a kísérletezés sajátos eszközeként léphet fel, ez a természettudományos ismeretszerzési mód kifejlesztésében nagy jelentőségű.

Az elmondottak értelmében tehát megállapíthatjuk, hogy a domináns fogalmak kialakításához szükséges járulékos fogalmak az oktatás egészét illetően kulcsfontosságúak. Tanításukból számtalan előny származik. Ha tudatosan törekszünk arra, hogy a különböző szinten bevezetett fogalmak logikusan összeépüljenek, akkor ezek egymást erősítik, tehát lényegesen fokozhatják oktatásuk hatékonyságát.

