

Analitikus megközelítés a fizika feladatok megoldásához

Tanítványaink problémamegoldó készségeinek fejlesztése az iskolában tanított-tanult ismeretek gyakorlati alkalmazása (a legáltalánosabb értelemben vett feladatmegoldás), a felkészítés hatékonysága az oktatás-tanulás minőségének alapvető feltétele. A magyar közoktatás helyzetével, de még külön-külön az egyes tantárgyak módszertani kérdéseivel foglalkozó közlemények is valamilyen vonatkozásban mind érintik az oktatás, a nevelés minőségét, hatékonyságát. Mindez nem véletlen, hiszen a kilencvenes évek magyar valóságának sorsdöntő kérdése, hogy sikerül-e munkánk hatékonyságán elegendő mértékben javítanunk. Néhányszor már előfordult, hogy valamely szemlélet érvényesítésének sürgető parancsát felismerve, azt – neofitaként – más területen is szeretnénk volna megvalósítani. Most viszont korántsem ez a helyzet. Minden, ami a jelenben működő iskolában történik – vagy nem történik, az a jövő ígérete – vagy elvetélt reménye.

Tanítványainknak későbbi életpályájukon való sikeres önmegvalósítása rugalmas gondolkodást és rugalmas, jól működő ismereteket igényel a tanulók részéről. Ezt leginkább a tanulók ismereteinek formális jellege akadályozza, mely lényegében az ismeretek felidézése és gyakorlatban való alkalmazása közötti szakadékot jelenti.

A feladatmegoldó készség szerepe körünkben már vitathatatlanul fontosabb, mint a nagy mennyiségben tárolt ismeretanyag és annak reprodukálási készsége. Így a fizika középfokú tanításában fontos szerepe van a feladatok megoldásának, amelynek jelentőségét több szempont is indokolja:

a) a feladatok megoldása közben világosabbá és pontosabbakká válnak a fizikai fogalmak;

b) a tanulók emlékezetében jobban rögzítődnek a felhasznált összefüggések, biztosan épülnek be a gondolkodásukba;

c) feladatokkal a tananyag jól kiegészíthető, egyre inkább csökkentve annak formális jegyeit;

d) a feladatok rendszeres megoldása megvilágítja, mire használhatók az elsajátított törvények, összefüggések; gyakorlás révén érthetőbbé válnak a fizika törvényei;

e) a feladatokban szereplő gyakorlati problémák segítenek tudatosítani a fizikai

törvények érvényesülését környezetünk számtalan jelenségében;

f) az önálló feladatmegoldás a gondolkodási készség fejlesztésének alapvető eszköze.

A fizikai feladatok sikeres megoldása a gondolkodás – módszertani kulturáltság – függvénye, bár a tanulók feladatmegoldásaiban tudatosan alkalmazott módszerekkel ritkán találkozhatunk.

Valamely fizikai feladat megoldásához szükséges ismeretanyag birtoklása, sőt aktualizálása önmagában nem biztosítja a feladatmegoldás sikerét. Itt szándékosan használjuk „az ismeretek aktualizálása” kifejezést, mert különbséget szándékozunk tenni az ismeretek aktualizálása és pusztán felidézése között. Ugyanis az ismeretek egyszerű felidézése során a tanulók a tananyagot az elsajátítás sorrendjében adják vissza. Az ismeretek aktualizálása ettől annyiban különbözik, hogy az ismeretek felidézését nem a bevésés módja, hanem a megoldandó feladat sajátosságai határozzák meg. Sajnos a szilárd és biztos ismeretek önmagukban még nem jelentik azt, hogy a tanulók gondolkodni is tudnak, hogy ezeket az ismereteket fel is használják.

Természetesen problémát megoldani (gondolkodni) csak ismeretek alapján lehet. Az ismeretek jellege pedig kihát a gondolkodás sajátosságaira. Ezért fontos,

hogy minél magasabb legyen az ismeretek általánosíthatóságának a színvonala, mert annál sikeresebben alakíthatók ki a feladatmegoldás általános módszerei is.

A fizikai feladat általánosságban mint probléma jelentkezik. A problémák megoldásánál alkalmazott gondolkodás-módszertani eljárások összességét, azaz a feladatmegoldásokban követett módszereket rendszerezni igyekvő tudományágot heurisztikának nevezzük.

A feladatmegoldások gondolkodás-módszertanának első rendszerezője az i. e. 300 körül élt görög matematikus, *Papposz* volt, aki a *Collectiones* című művében a heurisztika megalapozóiként *Eukleidészt*, a *Pergai Apolloioszt* és az idősebb *Artisztaeuszt* említi. A leghíresebb kísérletek a heurisztika rendszeres felépítésére *Descartes* és *Leibniz* nevéhez fűződnek. A modern heurisztika legeredményesebb művelőjének, *Pólya György* professzornak a feladatmegoldások gondolkodás-módszertanának általános elméletével és a matematikai problémák megoldási módszereivel foglalkozó munkáinál használt terminológiát, a problémamegoldás négy szakaszra bontását az analitikus megközelítés ismeretetésénél is követjük. Konkrétan: a feladatok megoldásában négy szakaszt különböztetünk meg, melyek a feladat megértése, a megoldás tervének elkészítése, a megoldás végrehajtása, a megoldás vizsgálata.

A feladat megértése a probléma megoldásának alapvető fázisa, melynek kihagyásával feladatot megoldani még olyan esetben sem lehet, amikor a tanulónak különösen jó ötlete támad (ennek ugyanis feltétele a feladat megértése) és minden előkészítést átugorva produkálja a megoldást. A feladat megértése nélkül nem szabad a tanulónak hozzáfogniuk a számoláshoz. Célszerű az adott vagy ismertnek tekinthető adatok összegyűjtése, a kérdés több oldalról való megfogalmazása, valamint a kikötések vizsgálata. Ahol szükséges, ábrát kell rajzolni, melyen az ismert adatokat és a keresett mennyiségeket feltüntetve alkalmas jelöléseket vezethetünk be.

Fizikai feladatoknál gyakran előfordulhat, hogy bizonyos körülmények, illetve

adatok a feladat szövegében explicite nem szerepelnek, s egyes mellékjelenségektől el kell tekintenünk. A nem szereplő adatokat esetleg máshonnan ismerjük (legalábbis ismernünk kellene), vagy pedig nem lesz rájuk szükség, a feladat ezek ismerete nélkül is megoldható (a megoldás nem függ tőlük, de matematikailag ez a megoldás során egy újabb ismeretlen bevezetést jelenti).

A feladat megoldásának tulajdonképpen a legfontosabb része, a gerince a tervkészítés. A feladat megoldásának terve azt jelenti, hogy legalább vázlatosan tudjuk, milyen számításokat kell elvégeznünk, hogy megkapjuk az ismeretlent. A legnehezebb feladat a fizikai lényeg felismerése, az alkalmazandó fizikai törvény, illetve törvények kiválasztása. Ezért indokolt (a szakirodalomban is szokásos) megkülönböztetni a „felismerési” algoritmust a „megoldási” algoritmustól.

A problematikus helyzetek elemzésének algoritmusait, amelyek a különböző feladattípusok megoldására alkalmas algoritmusok alkalmazhatóságának felismerésére szolgálnak, „felismerési” algoritmusnak szokás nevezni.

A feladatok egy konkrét csoportjának a megoldására alkalmas – a feladat feltételeire alkalmazható – algoritmusok csoportját „megoldási” algoritmusoknak szokás nevezni.

Ez esetben elvonatkoztattunk attól, hogyan tudjuk meg, hogy az adott feladat éppen az adott típushoz tartozik (például egy felismerési algoritmus segítségével). A szakirodalom algoritmusoknak a műveletek olyan szigorú egymásutánját tekinti, amely lehetővé teszi egy bizonyos adott kategória valamennyi feladatának megoldását. Ennek a ténynek a tudatában, a fizikai feladatok megoldási módszertanának viszonylagos kidolgozatlanságát figyelembe véve a kvázi, a majdnem algoritmusokat is örömmel fogadjuk. Még az algoritmusokra érvényes szigorú követelményt többé-kevésbé megközelítő eljárások kidolgozása is vitathatatlanul gazdagítja a fizika szakmódszertanát.

Természetesen tudatában vagyunk annak a ténynek, hogy nem mindenféle fel-

adatot lehet algoritmikusan megoldani, azaz nem mindenféle feladatra lehet előzetesen olyan műveleti rendszert megadni, amely annak megoldására vezet. (Az ilyen feladat természetesen a fenti ténytől függetlenül megoldható lehet.)

A következőkben összefoglalt módszer, melyet analitikus megközelítésnek fogunk nevezni, a felismerési és a megoldási algoritmusok tulajdonságaival is rendelkezik, mert a jelenség (a feladatban vizsgált) fizikai lényegének megragadása, a megfelelő törvény, törvények matematikai alakjának megtalálása (érvényességi feltételekkel) a feladat megoldásának legnehezebb szakasza, amelyen átsegítve a tanulót, joggal bízhatunk a feladat eredményes megoldásában.

A megoldási terv elkészítése a fizikai feladat elemzésével kezdődik, amelynek éppen a sokszínűsége teszi sokszor nehezzé a feladatot (nem lehet ezt a gondolkodási műveletet számolással helyettesíteni, formulákban rögzíteni). Ez a kvalitatív elemzésnek nevezhető művelet az alkalmazandó fizikai törvények kiválasztása, érvényességi feltételeinek tisztázása szempontjából alapvető jelentőségű. A kvalitatív elemzés során célszerű a feladatot meghatározó fizikai mennyiségeket megvizsgálni, hogy milyen más mennyiségektől függenek – és hogyan –, illetve egymással milyen kapcsolatban vannak. Megvizsgálandók a kölcsönhatások a megmaradó fizikai mennyiségek változása, például mechanikai problémák esetén az esetleges mozgást segítő és akadályozó erők, az elhanyagolások szemszögéből. Egyensúly esetén gondolat kísérletet végezhetünk annak eldöntésére, hogy a nyugalmi (stacionárius) helyzetből kimozdított rendszer mely erők

(hatások) bekövetkezése esetén tér vissza nyugalmi helyzetébe. Mindenképpen meghatározandó azon fizikai jelenségek köre, amelyek a feladat tárgyával kapcsolatba hozhatók.

Ezek után célszerű összefüggés vagy összefüggések keresése – mivel kvantitatív, úgynevezett „számításos” feladatokról van szó, itt már megfelelő fizikai törvények matematikai alakjára gondoltunk – az ismeretlen és a megadott adatok között. Az összefüggések közül leginkább megfelel az, amelyik minimális számú új ismeretet tartalmaz és maximálisan felhasználja megadott adatainkat, azon megszorítást figyelembe véve, hogy a feladat fizikai tartalmának megfelelő fizikai jelenségek csoportjától minél kevésbé távolodjunk el. Az összefüggésben esetleg szereplő új ismeretlen, illetve ismeretlen meghatározása új feladatot, feladatot jelent, amelyekhez a fenti megszorítások betartásával

Fizikai feladatoknál gyakran előfordulhat, hogy bizonyos körülmények, illetve adatok a feladat szövegében explicite nem szerepelnek, s egyes mellékjelenségektől el kell tekintenünk. A nem szereplő adatokat esetleg máshonnan ismerjük (legalábbis ismernünk kellene), vagy pedig nem lesz rájuk szükség, a feladat ezek ismerete nélkül is megoldható (a megoldás nem függ tőlük, de matematikailag ez a megoldás során egy újabb ismeretlen bevezetést jelenti).

szintén megkeresendő a megoldás szempontjából legkedvezőbb összefüggés. A módszer ismételt alkalmazásával eljuthatunk a számunkra ideális összefüggésekhez, amelyekben már csak egy ismeretlen van. Az utolsó összefüggéssel kezdve, összefüggéseinket rendre visszafelé alkalmazva, megkapjuk a megoldást. Természetesen az út hosszúsága és kitérőktől mentes volta függ az összefüggések választásától. Esetleg zsákutcába jutunk és valamelyik elágazástól újra kell kezdenünk a gondolatmenetet, ugyanis kevés tárgyi ismerettel nehéz jó ötletre bukkanni, tárgyi ismeret nélkül pedig szinte lehetetlen. Ezen gondolatmenet alkalmazását nagyban segíti az úgynevezett analóg feladatok felismerése, amelyeknek a megoldása könnyebb vagy már

ismert. Természetesen ha jó az analógia, a fenti analitikus megközelítés mellőzhető.

A kapott összefüggéseket a megoldási terv végrehajtása előtt célszerű ellenőrizni abból a szempontból, hogy megfelelnek-e a feladat szövegének; a mértékegység szempontjából helyes összefüggések-e („dimenzió próba”); matematikailag megoldhatók-e?

A megoldási terv végrehajtása, a feladat kidolgozása viszonylag könnyebb része a feladat megoldásának. Főleg türelemre van szükség és lankadtan figyelemre, hogy a megoldás tervének minden részlete hiánytalanul és hibátlanul kerüljön megvalósításra.

Előfordulhat, hogy az analitikus közelítéssel kapott összefüggésekkel általánosságban történő számolás rendkívül bonyolult – több ismeretlen miatt, a párhuzamos elágazások száma zavaró lehet –, ilyenkor helyesebb a részeredmények konkrét kiszámítása.

A megoldás vizsgálata a megoldási terv végrehajtásának rutinszerű ellenőrzésénél sokkal jelentősebb fázisa a feladat megoldásának. A megoldás helyességét megnyugtatóan

csak a kísérlet, a megfigyelési eredményeivel való összehasonlítás alapján lehet ellenőrizni.

Az eredmény megvitatása – a képlet által leírt fizikai folyamatok céltudatos vizsgálata – a hozzá vezető út ismételt átvizsgálása, esetleg másképpen történő levezetése, a feladat bővítése, idealizálása – egyes tényezők megoldásakor való figyelmen kívül hagyása – általánosabb megoldás készítése megszilárdítja a tanulók tudását és fejleszti feladatmegoldó készségüket.

Természetesen hiba lenne a fenti módszert merev sémának tekinteni, vagyis olyanképpen értelmezni, hogy megértésre csak az első szakaszban, ellenőrzésre meg csak a negyedik szakaszban van szükség. Valójában megértésre, ellenőrzésre minden lépésben szükség van. A feladatmegoldás egységes folyamat, melynek azonban különböző szakaszai vannak. Az elnevezések csak az egyes gondolkodási szakaszok legjellemzőbb vonásait jelölik meg.

Takács Gábor