

A tehetség gondozás lehetőségei fizikából

GÉNIUSZ KÖNYVEK

A Géniusz Könyvtár a Magyar Tehetségsegítő Szervezetek Szövetsége által koordinált Magyar Géniusz Program keretében megjelentetett kötetek alkotják. A sorozat célja, hogy széles körű, átfogó segítséget és eligazítást adjon a tehetséggondozás ügyében tevékenykedő szakembereknek és segítőknak.

A SOROZAT KÖTETEI

M. Nádasi Mária: Adaptív nevelés és oktatás

Revákné Markóczi Ibolya–Futóné Monori Edit–Balogh László: Tehetségfejlesztés a biológiatudományban

Vancsuráné Sárközi Angéla: Drámapedagógia a tehetséggondozásban

Szivák Judit: A reflektív gondolkodás fejlesztése

Czimer Györgyi–Balogh László: Az irodalmi alkotótevékenység fejlesztése

M. Nádasi Mária: A projektoktatás elmélete és gyakorlata

Balogh László–Mező Ferenc: Tehetségpontok létrehozása, akkreditációja

Orosz Róbert: A sporttehetség felismerésének és fejlesztésének pszichológiai alapjai

Mező Ferenc–Kiss Papp Csilla–Subicz István: Képzőművész tehetségek gondozása

Turmezeyné Heller Erika: A zenei tehetség felismerése és fejlesztése

Kirsch Éva–Dudics Pál–Balogh László: A tehetséggondozás lehetőségei fizikából

Bohdaneczkyne Schág Judit–Balogh László: Tehetséggondozás a közoktatásban a kémia tudományban

Kovács Gábor–Balogh László: A matematikai tehetség fejlesztése

Inántsý-Pap Judit–Orosz Róbert–Pék Győző–Nagy Tamás: Tehetség és személyiségfejlesztés

Csernoch Mária–Balogh László: Algoritmusok és táblázatkezelés – Tehetséggondozás a közoktatásban az informatika területén

Gyarmathy Éva: Hátrányban az előny – A szocio-kulturálisan hátrányos tehetségesek

Bodnár Gabriella–Takács Ildikó–Balogh Ákos: Tehetségmenedzsment a felsőoktatásban

Kirsch Éva–Dudics Pál–Balogh László

A TEHETSÉGGONDOZÁS LEHETŐSÉGEI FIZIKÁBÓL



Magyar Tehetségsegítő Szervezetek Szövetsége, 2010

Készült a „Magyar Géniusz Integrált Tehetségsegítő Program – Országos Tehetségsegítő Hálózat Kialakítása” (TÁMOP 3.4.4-A/08/1-2009-0001) című projekt keretében.

A projekt az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.



A szakmai tartalomért a szerzők felelősek.

© Kirsch Éva, Dudics Pál, Balogh László 2010

Tartalom

I. ÁLTALÁNOS ALAPFOGALMAK (Balogh László)	7
1. A tehetség fogalma	9
1.1. Az első lépések a tehetség értelmezéséhez	9
1.2. Joseph Renzulli 'háromkörös' tehetségkonceptiója	10
1.3. Abraham Tannenbaum csillagmodellje	12
1.4. Franz Mönks többtényezős tehetségmodellje	13
1.5. Czeizel Endre $2 \times 4 + 1$ faktoros modellje	14
1.6. Jane Piirto piramismodellje	15
1.7. Robert Sternberg információfeldolgozási modellje	17
1.8. François Gagné modellje a szunnyadó és a megvalósult tehetségről	18
2. Az iskolai tehetséggondozás főbb módszerei	20
2.1. Gazdagítás, dústítás	20
2.2. Gyorsítás	34
2.3. Hatékony differenciálás a tehetséggondozásban	36
Irodalom	43
II. A TEHETSÉGGONDOZÁS LEHETŐSÉGEI FIZIKÁBÓL (Kirsch Éva–Dudics Pál)	49
1. Tehetségről a fizika mentén	51
1.1. A tehetségfogalom fizika tantárgyra vonatkozó aspektusai	51
1.2. A tanár szerepe	53
2. Tehetségek a fizikában	54
2.1. A tanulásban tehetségesek	54
2.2. A gondolkodásban tehetségesek	55
2.3. Matematikai képességekben tehetségesek	56
2.4. Gyakorlati tevékenységben tehetségesek	58
2.5. Az eszközkészítésben tehetségesek	59

3. Kik a tehetséges tanítványaink?	61
3.1. A hétköznapok technikái	62
3.2. Az elméletben tehetségesek azonosítása	64
3.3. Gyakorlati tevékenységben tehetségesek azonosítása	65
3.4. A modell működtetése	67
4. Hogyan foglalkozunk tehetséges tanítványainkkal?	70
4.1. Feltételek	70
4.2. Komplexitás	73
4.3. A tehetségfejlesztés keretei, célja, tervezése	74
4.4. Stratégiák, technikák a fizikában	76
4.5. A tanulásban jók fejlesztése	77
4.6. Gondolkodásban tehetségesek fejlesztése	79
4.7. A matematikában tehetségesek fejlesztése	80
4.8. Eszközhasználatban tehetségesek	81
4.9. Ami esetleg túlmutat rajtunk	83
5. Az egyensúly	85
6. Feladatsorozatok	86
6.1. Az átlagos sebesség témaköre	86
6.2. A körmozgás kinematikai és dinamikai problémái	89
6.3. Az elektromágneses indukcióról	92
7. Feladatcsoportok	93
7.1. Gondolkodtató kérdések	94
7.1.1. Kérdések az elektromosság és mágnesség témaköréből	94
7.1.2. Kérdések a mechanika témaköréből	96
7.1.3. Kérdések a fénytán témaköréből	98
7.1.4. Kérdések a hőtan témaköréből	99
7.2. Problémamegoldó feladatok	99
7.3. Hagyományos, ún. numerikus feladatok	102
7.4. Becslési feladatok	107
7.5. Kísérleti feladatok	107
7.6. Összetett versenyfeladatok	110
7.7. Szélsőérték-számítással kapcsolatos feladatok	111
Irodalom	113

Balogh László

I.

ÁLTALÁNOS ALAPFOGALMAK

1. A TEHETSÉG FOGALMA

A múlt század hetvenes éveitől kezdve világszerte az érdeklődés középpontjába került a tehetségtemakör. Azt megelőzően is próbálták feltárni a tehetség fogalmát, keresték a fejlődés gyökereit, de a gyakorlati fejlesztő munkához igazán az elmúlt négy évtizedben fogalmazták meg átfogó elméleteiket a kutatók. Most ezen eredményekből egy szűk áttekintésben foglaljuk össze a tehetség értelmezéséhez, fejlesztéséhez szükséges alapvető pszichológiai és pedagógiai ismereteket.

Az alábbiakban számos fontos kutatót és elméletet találunk, akik és amik a tehetség fogalmának, jelentésének és tartalmának tisztázásához hozzájárultak. Ez az áttekintés bővebb is lehetne (vö. Balogh 2006; Gyarmathy 2006; Tóth L. 2003), de a hangsúly itt azokon a fő gondolatokon van, amelyek a tehetség sokszínű fogalmának megértéséhez elengedhetetlenek. Nincs mindenki által egységesen elfogadott tehetségfogalom, de több olyan elmélet, modell született, amelyek mindegyike gyakran közel is áll egymáshoz, s egyben különbségeikkel ráirányítják figyelmünket a komplex tehetségfogalom árnyalt értelmezésére. Ezek közül tekintünk át az alábbiakban egy csokorra valót.

1.1. Az első lépések a tehetség értelmezéséhez

A 19. századtól kezdve az intelligencia- és tehetségkutatás néhány előfutára arra törekedett, hogy az emberi agy funkcióit elkülönítse, hogy így a több vagy kevesebb tehetséggel rendelkező egyének közötti különbségeket jobban megértsék. Ezen kutatók közül néhányan igen figyelemreméltóak, hiszen őket tekintjük a későbbi intelligencia-, majd az ebből kinövő tehetségkutatás előfutárainak.

Charles Darwin unokaöccse, Francis Galton (1822–1911) meg volt róla győződve, hogy a világon minden mérhető, és az agy körmérete standardjaként a koponya méreteit alkalmazta. Egyik francia kortársa, Paul Broca sebész és antropológus (1824–1880) azokról az elméleteiről volt híres, miszerint összefüggés van az agy súlya és körmérete, valamint az intelligencia között.

Galton és Broca elméleteit Alfred Binet színrekerülésével kezdték megkérdőjelezni, majd elvetni. Binet a Sorbonne pszichológiai laboratóriumának volt az igazgatója, ahol egyik asszisztense Piaget volt. Binet elvetette azt az elméletet, miszerint az agy mérete és az intelligencia között összefüggés lenne, és egy pszi-

chológiailag megalapozott megközelítést keresett az intelligencia jelenségének értelmezésére. Jelentős mennyiségben gyűjtött olyan adatokat, amelyek az előző elméletekkel nem voltak összhangban. Tanítványa, Theodore Simon segítette Binet-t kutatásaiban. 1904-ben a francia Közoktatási Minisztérium felkérte Binet-t és Simont, hogy vizsgáljanak meg olyan gyerekeket, akik gyengén teljesítettek az iskolában, és akik tanulási nehézségekkel küzdöttek. Binet és Simon sok 3–11 éves gyereket vizsgált egy olyan skála segítségével, amit 30 teszt alapján állítottak össze. Ez a skála azt határozta meg, hogy a 30 teszt közül melyiket tudják megoldani a 3–11 éves átlagos képességű gyerekek az egyes korcsoportokra lebontva.

Ugyanekkor egy német pszichológusnak, William Sternnek (1871–1938) a hamburgi egyetemen jobb ötlete támadt. Egy olyan matematikai formulát javasolt, amiben a gyerek mentális korát a biológiai korával osztotta, majd az eredményt százzal szorozta. Ez a formula vezetett a közismert intelligencia-kvócienshez (IQ).

Az intelligenciakutatások intenzíven folytak a 20. században, s több kiváló kutató: Ch. Spearman (1904), L. L. Thurstone (1938), R. B. Cattell (1943), L. M. Terman és M. H. Oden (1954), J. P. Guilford (1967) vizsgálati eredményei jelentősen elősegítették, hogy kialakuljanak a tehetség értelmezésének – nemcsak az intelligenciát magába foglaló – úgynevezett többtényezős modelljei. Ezek már közelebb visznek bennünket a tehetség korrekt értelmezéséhez. Tekintsük át ezek közül a legfontosabbakat!

1.2. Joseph Renzulli 'háromkörös' tehetségkonceptiója

A modern tehetségkutatás egyik legjelentősebb állomását az amerikai Joseph Renzulli jelentette a Connecticuti Egyetemen 1977-ben. Háromkörös tehetségkonceptiójával rakta le a ma is világszerte alkalmazott elméleteinek alapját. „What makes giftedness?” (Miből áll a tehetség?) c. cikke (Renzulli 1978) hosszan tartó hatással volt a szakterületre. Renzulli (1978 és 1985) azt állítja, hogy az őt megelőző tehetségkutatásnak köszönhetően egyértelművé vált, hogy a tehetséget nem lehet egyetlen kritérium alapján meghatározni.

Renzulli elmélete három, a kreatív/produktív embereket jellemző tulajdonságra épül. Ez a három tulajdonság vagy komponens a következő:

- Átlagon felüli képességek.
- Feladat iránti elkötelezettség.
- Kreativitás.

Az átlagon felüli képességek az általános és a specifikus képességeket egyaránt magukba foglalják. Úgy kell őket értelmezni, mint az elérhető legmagasabb tel-

jesítményszintet egy adott témában. A feladat iránti elkötelezettség a motivációhoz hasonlítható, de annál szűkebb értelmezésben. Pontosan azt jelenti, hogy az illető lelkesedik a feladatért, az vonzza őt. A kreativitás egy olyan átfogóbb fogalom, amit máshol zseniként, eminensként is neveznek.



Általános teljesítményterületek

Matematika • Képzőművészet • Természetan • Filozófia • Társadalomtudományok • Jog • Vallás • Nyelvek • Zene • Élettudományok • Mozgásművészet

Specifikus teljesítményterületek

Karikatúra • Csillagászat • Közvélemény-kutatás • Ékszertervezés • Térképkészítés • Koreográfia • Életrajz • Filmkészítés • Statisztika • Helytörténet • Elektronika • Komponálás • Kertépítészet • Kémia • Demográfia • Mikro-fényképezés • Várostervezés • Légszennyezés korlátozása • Költészet • Divattervezés • Szöveg • Drámaírás • Reklám • Jelmeztervezés • Meteorológia • Bábozás • Marketing • Játéktervezés • Újságírás • Elektronikus zene • Gyermekgondozás • Fogyasztóvédelem • Főzés • Ornitológia • Bútortervezés • Navigáció • Genealógia • Szobrászat • Vadvilág kezelése • Mezőgazdasági kutatás • Állati tanulás • Filmkritika

1. ábra. Renzulli háromkörös modellje

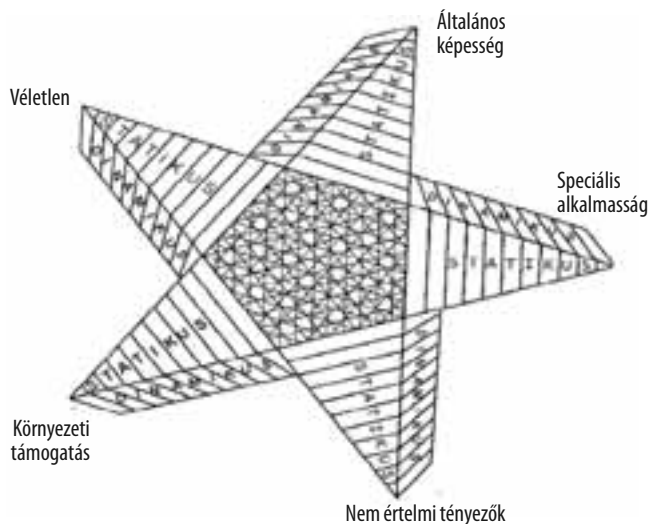
Renzulli szerint ezek közül egyik elem önálló jelenléte sem jelenti önmagában, hogy valaki tehetséges. A három elem interakciója vezet a tehetséges viselkedéshez (amint azt az 1. ábrán a három kör interakciójába eső sötétített terület is jelöli). Minden tulajdonság szükséges, és egyenlő szerepet játszik. Ebből következik, hogy az intelligencia nem az egyetlen feltétele a tehetségnek.

Renzulli a következőképpen foglalta össze álláspontját (Renzulli–Reis 1985, p. 28): „A tehetség olyan viselkedésformákból áll, amik az emberi vonások három alapszoportjának interakcióját tükrözik. Ez a három alapszoport az átlagon felüli általános és/vagy specifikus képességek, magasfokú feladat iránti elkötelezettség és kreativitás. A tehetséges viselkedést felmutató embereket azok, akik ezekkel a jegyekkel rendelkeznek, vagy ki tudják őket fejleszteni, és azokat az emberi teljesítmény bármilyen potenciálisan értékes területén hasznosítják. Azok az egyének, akik rendelkeznek ilyen interakcióval vagy képesek annak ki-

alakítására a három terület között, az oktatási lehetőségeknek és szolgáltatásoknak széles skáláját igénylik, és ez utóbbiak gyakran hiányoznak a normál iskolai programból.”

1.3. Abraham Tannenbaum csillagmodellje

Tehetségelméletében *Tannenbaum* (1983) azt állítja, hogy mind a belső (személyes), mind a külső (környezeti) tényezőkre szükség van. E tényezőket egy csillagdiagramban ábrázolja (2. ábra), ahol a tehetséget grafikusan a csillag öt ágának metszete jelöli.



2. ábra. Tannenbaum csillagmodellje

Véleménye szerint a tehetség fejlődése során az alábbi öt elem hat egymásra:

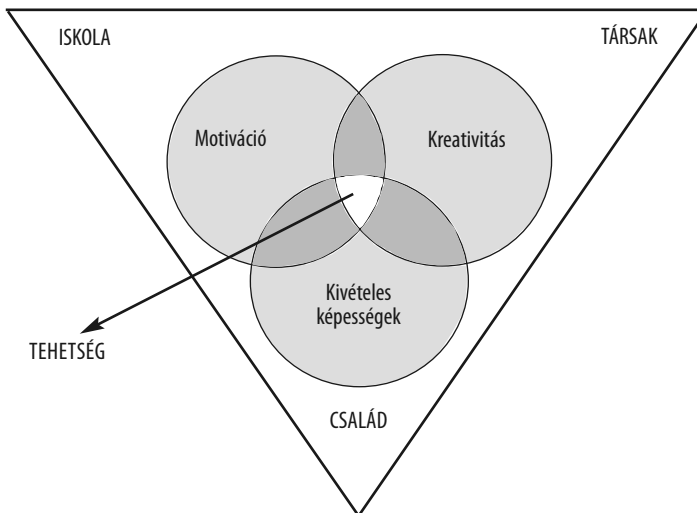
- **Általános képességek:** ez a G-faktor megfelelője, azé az általános intelligenciáé, amit az IQ-tesztekkel mérnek.
- **Speciális alkalmasság:** olyan speciális tehetség, amivel a személy rendelkezik és amiért környezete nagyra becsüli, mert az kivételes, speciális.
- **Nem értelmi tényezők:** ezek azok a személyes képességek, amik nem kapcsolhatók az intelligenciához, amik egy személy karakteréhez, egyéni jellemvonásaihoz kötődnek: önkép, motiváció, feladatorientáció stb.

- Környezeti támogatás: pl. a gyerek családja, iskolája, barátai. Gyakran van szükség rájuk a tehetség fejlődésének jó irányba való tereléséhez. Ez a szülők és a tanár részéről is nagyon fontos feladat.
- Véletlenek: ezekről a faktorokról legtöbbször elfeledkezünk, pedig ugyanolyan jelentősek.

Ezek a tényezők definíciójuknál fogva az ember életének legkevésbé kiszámítható eseményeit jelölik, mégis nagy jelentőségük van a tehetség megvalósításában és a potenciálok kifejezésében.

1.4. Franz Mönks többtényezős tehetségmodellje

Az idők során egyre nagyobb empirikus támogatást nyertek azok az elméleti feltevések, amelyek a tehetséghez szükséges faktorok interakcióját vizsgálták. Ez vezetett Mönks többtényezős tehetségmodelljéhez. A kivételes képességek, a motiváció és a kreativitás összetevőikön kívül ez a modell a családot, az iskolát és a társakat is bevonja, mint társadalmi pilléreket (3. ábra).



3. ábra. Mönks–Renzulli komplex tehetségmodellje

Mönks a különleges képességek kategóriájába sorolja az intellektuális képeségen túl a motorikus, a társadalmi és a művészi képességeket is. Ez annyit jelent, hogy nem csak a nagyon intelligens emberek esetében beszélünk tehetség-

ről, hanem például Pablo Picassót (művészi) vagy a labdarúgó Johan Cruyft (motorikus) is tehetségnek nevezhetjük.

Ezek a kivételes képességek azonban nem elegendők a tehetség manifesztálásához. A tehetséges személynek igen motiváltnak kell lennie. Más szóval nagy akaraterőre és kitartásra van szüksége ahhoz, hogy egy bizonyos feladatot vagy instrukciót örömmel tudjon kivitelezni (Mönks–Knoers 1997). A kreativitás szintén fontos eleme a személyiségnek. Kreativitásnak azt a képességet nevezük, amelynek segítségével eredeti, inventív módon tudjuk a problémákat megoldani. A függetlenség és a produktív gondolkodás magas szintje a rutinszerű vagy reprodukív gondolkodással helyezhető szembe.

A társadalmi pillérek közül a család játssza a legfontosabb szerepet a tehetség nevelésében, mert biztosítani tudja, hogy a gyermek egészségesen és (lelkileg) kiegyensúlyozottan nőhessen fel. Másrészt arra is van példa, hogy a család nem ismeri fel vagy nem ismeri el a gyermek potenciális tehetségét, és ez negatívan befolyásolhatja a gyermeket. Az iskola szintén fontos pillér. Beleértjük mind a vezetést, mind a tantestületet. A tanárok között van, aki odafigyel a tehetségekre, és van, aki ignorálja őket az osztályában. A szerző véleménye szerint azonban amennyiben az iskolavezetés tisztában van a tehetséggondozással kapcsolatos problémákkal, az az egész iskola légkörére kihat, és pozitív hozzáállást eredményez. Így a tanárok könnyebben állnak elő a tehetséges gyermekek igényeinek kielégítését célzó saját kezdeményezésekkel. A harmadik pillért a társak jelentik. Társaknak azokat a gyerekeket nevezi Mönks, akik hasonló fejlettségi fokon állnak. A nem azonos szinten álló osztálytársak komolyan gátolhatják a tehetséges gyermek intellektuális, de leginkább pszichológiai fejlődését. A tehetséges tanuló gyakran tartják beképzeltnek vagy strébernek, ami aztán alulteljesítéshez és személyiségbeli torzulásokhoz is vezethet (Mönks–Van Boxtel 1985).

Mönks a tehetség fogalmát a következő leírással adja meg: „A tehetség három személyiségjegy interakciójából jön létre. Ennek a három jegynek (motiváció, kreativitás, kivételes képességek) az egészséges fejlődéséhez megértő, támogató társadalmi környezetre van szükség (család, iskola, társak). Más szóval: a hat faktor pozitív interakciója a tehetség megjelenésének előfeltétele” (Mönks–Knoers 1997, p. 192.).

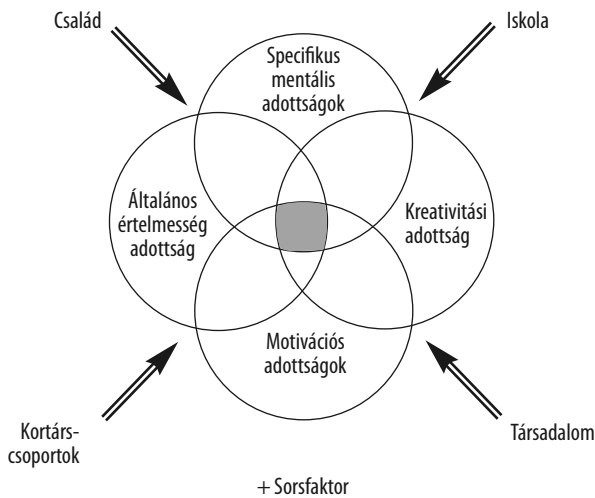
1.5. Czeizel Endre $2 \times 4 + 1$ faktoros modellje

A hazai kutatók közül kiemelésre érdemes Czeizel Endre (1997) $2 \times 4 + 1$ faktoros modellje (4. ábra). Ebben a szerző integrál minden olyan tényezőt, amely a fejlesztő munkában meghatározó szerepet játszik.

A szerző a Renzulli-féle háromkörös modellből indul ki, amikor a tehetség összetevőit meghatározza, azonban az átlagon felüli képességek körében külön-

választja az általános intellektuális és a speciális mentális képességeket, természetesen ő is fontosnak tartja a kreativitást és a motivációs tényezőket.

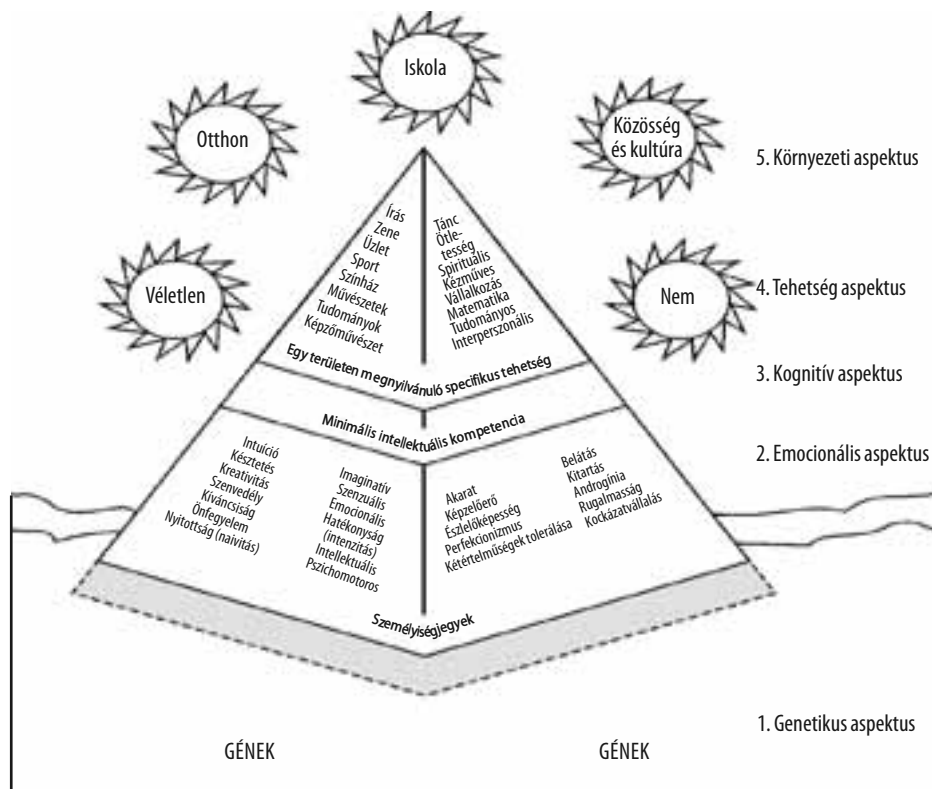
A környezeti tényezők a Mönksnél található háromról ugyancsak négyre módosulnak: Czeizel a társadalom közvetlen szerepét is hangsúlyozza (elvárások, lehetőségek, értékrend stb.) a tehetségesek kibontakozásában a család, az iskola és a kortárs csoportok mellett. Értelmezésében kilencedik faktorként jelenik meg a sors, amely az élet-egészség faktora: a tehetség kibontakozásához szükség van bizonyos élettartamra és megfelelő egészségi állapotra is.



4. ábra. Czeizel $2 \times 4 + 1$ faktoros modellje

1.6. Jane Piirto piramismodellje

Piirto (1999) *tehetség gondozási piramismodelljében* a tehetség összetevői jól rendszerezettek, és a fejlődést befolyásoló tényezők is megjelennek, amint azt az 5. ábrán szemügyre vehetjük.



5. ábra. Piirto tehetség gondozási piramisa

A genetikai alapok egyértelműek. Az emocionális aspektus azokat a személyiségjegyeket összegzi, amelyek általában jellemzik a kiemelkedő teljesítményt nyújtókat. A szerző a legjelesebb tehetségkutatók vizsgálataira építve összegzi ezeket a tulajdonságokat, hozzátéve, hogy a lista nem teljes, s természetesen vannak vitatott pontjai is. Ugyanakkor tényként állapítja meg, hogy a felnőttek hatékonyságukat személyiségüknek köszönhetik, és a sikeres felnőttek ezen jellemzők zömével rendelkeznek. A kognitív aspektusban a minimális intellektuális kompetencia jelenik meg. A tehetség aspektusa a modellben azokat a speciális területeket jelöli meg, amelyeken konkrétan kibontakozhat a gyerek tehetsége a képzőművészettől a sporton és kézművességen át az interperszonális szféráig. Végül a környezeti aspektust a „napocskák” fémjelzik. Döntőnek a szerző a három felső napot (otthon, iskola, közösség és kultúra) jelöli meg, a másik kettő a

gyermek nemére és a véletlen adta lehetőségekre utal. Ezek mindegyike befolyásolja, hogy a tehetség kibontakozik-e vagy elsorvad.

1.7. Robert Sternberg információfeldolgozási modellje

A számítógépek, a mesterséges intelligencia és az emberi intelligencia modellezésének mai korában természetesnek tűnik, hogy az emberi intelligencia információfeldolgozási modellje kialakulhatott. Sternberg munkáját az emberi intelligencia fő, a pszichológiai és pedagógiai világot uraló információfeldolgozási modelljeként tartják számon. Noha a modell konceptuális keretei ezekben a szakmákban meggyőzőek, gyakorlati felhasználásai korlátozottak, mert nem dolgoztak ki megbízható mérési módszert a fogalom alkalmazására. Amíg ki nem dolgoznak egy ilyen mérést, nincs rá mód, hogy a modell hatékonyságát a meglévő megközelítésekkel összevetve felmérhessük.

A Sternberg-modell (1999) hármas alapú intelligenciaszerkezetet javasol, amely három alapvető információfeldolgozási képességből áll: metakomponensekből, teljesítménykomponensekből és ismeretszerzési komponensekből.

A *metakomponensek* nagyban hasonlítanak a metakogníció folyamataira. Tervezésből, ellenőrzésből és értékelési funkciókból állnak. Ezek az alfunkciók a következőkből tevődnek össze: (1) a létező problémák felismerése, (2) a problémák természetének tisztázása, (3) a problémamegoldás megtervezése, (4) a megoldási stratégia kiválasztása, (5) a megoldási folyamat mentális reprezentálása, (6) a tevékenység mentális erőforrásainak összehívása, (7) a megoldási folyamat ellenőrzése, és (8) a problémamegoldó sorozat végén a sikeresség elbírálása.

A *teljesítménykomponensek* azok a mentális folyamatok, amelyek a metakomponensi tevékenységeket viszik véghez. Ezek a készségek vagy képességek ismeretterületenként változnak. Alacsonyabb szintű mentális operációkként tartjuk őket számon, és természetükből kifolyólag automatikusabbak, mint a nagyban kognitív metakomponensek.

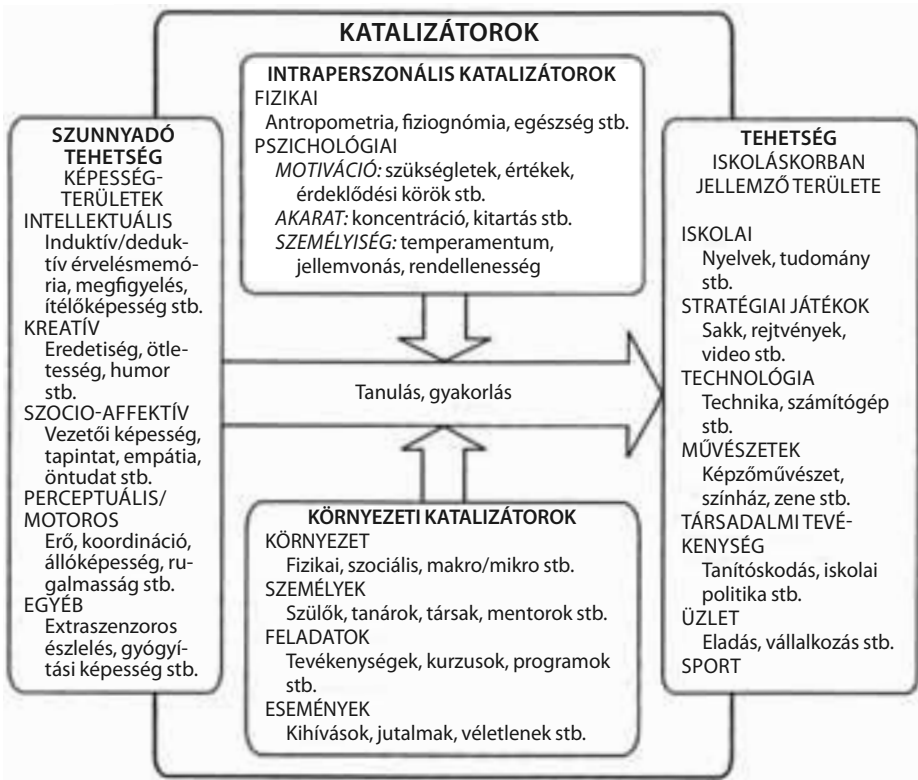
Az *ismeretszerzési komponensekbe* a szelektív kódolás, a szelektív kombináció és a szelektív összehasonlítás tartozik. A szelektív kódolás az a képesség, amivel a lényeges információt azonosítjuk, azt a hosszú távú memóriában tároljuk, és a lényegtelen információt kiselejtezzük. A *szelektív kombináció* az információnak sémákká, gestalttá, fogalommá, ötletté stb. való átalakításának a folyamata. (A hosszú távú memória könnyebben elérhető és használható, ha az információt megfelelően rendezzük egymáshoz kapcsolódó tömbökbe.) A *szelektív összehasonlítás* az a képesség, amivel a jelen és a múltbeli információk közötti összefüggéseket feltárjuk, és egy adott információnak az épp aktuális problémákhoz viszonyított jelentőségét felismerjük.

Sternberg körültekintő módon hívta fel arra a figyelmet, hogy az intelligens viselkedés kontextusfüggő. Azaz jobban viselkedhetünk olyan környezetekben, amiket megszoktunk, amiket igényeink szerint átalakíthatunk, vagy amiket mint számunkra legmegfelelőbbeket magunk választhatunk. Így egy adott iskolában, osztályban, tanmenetben, adott tanár vagy osztálytársak jelenlétében felállított feltételek és állapotok nem biztos, hogy a tehetséges tanuló számára is az ideális környezetet jelentik. Van olyan tanár, aki nem tanít természettudományokat, a természettudományosan tehetséges tanulók nagy bánatára. Egy másik osztályban vagy iskolában lehet, hogy az osztálytársak lesznek negatív hatással a felismert tehetséges gyerekekre. Tudnak-e ilyen környezetben a tehetséges tanulók intelligensen viselkedni? Sternberg elmélete szerint nem. Sternberg azt tanította meg nekünk, hogy az intelligenciáknak sok aspektusa van, és hogy azoktól a kontextusoktól függenek, amiben a gyerekek magukat naponta találják.

1.8. François Gagné modellje a szunnyadó és a megvalósult tehetségről

François Gagné, kanadai pszichológus a szunnyadó tehetséget az adottságokkal asszociálja. Ezen a veleszületett emberi képességeket érti. Heller–Mönks–Paszow (1993, p. 27) szerint „A szunnyadó tehetség olyan kompetencia, amely az emberi adottságok valamilyen területén vagy területein jelentősen felülmúlja az átlagot.” Gagné következőképpen definiálja a megvalósult tehetséget (1990, p. 22): „különböző adottságok és interperszonális, valamint környezeti katalizátorok interakciójának fejlődési terméke.”

Gagné differenciált modellje (6. ábra) ábrázolja, hogy a talentum különböző adottságok alkalmazása az adott területen szerzett ismeretekre és képességekre. Ez a folyamat környezeti katalizátorok (család, iskola, közösség), valamint interperszonális katalizátorok (többek között motiváció, önbizalom) segítségével jön létre. Természetesen az adottságoknak talentummá való átalakulásában nagy szerepe van a rendszeres tanulásnak, a gyakorlásnak és a képzésnek is. Gagné modelljét következőképp lehet egy konkrét példán értelmezni: Mozartnak jó kreatív és zenei képessége volt (aptitude). Ha nem lett volna elég motivációja és önbizalma (intrapersonális katalizátor), hogy ötévesen zongorázzon, hegedüljön és zenét szerezzen, akkor nem lett volna akkora zenei talentum belőle. Ezen túl a családja (környezeti katalizátor) biztosította, hogy ezt az adottságát tanulással és gyakorlással jól ki tudja fejleszteni. A tényezők ezen interakciója volt a biztosíték rá, hogy Mozart azzá a zenei zsenivé vált, akit mindnyájan ismerünk.



6. ábra. F. Gagné tehetségfejlődési modellje

2. AZ ISKOLAI TEHETSÉGGONDOZÁS FŐBB MÓDSZEREI

Amióta iskola létezik, a tehetséges tanulókra mindig is figyeltek a pedagógusok; évszázadokra visszamenő sikeres tehetséggondozó munkáról vannak adataink. Ugyanakkor az utóbbi évtizedekben a kutatók és a gyakorlati szakemberek sok olyan eszközt, módszert dolgoztak ki, amelyek a korábbiaknál hatékonyabbá tehetik az iskolai tehetséggondozást. Ezek közül három alkalmazása elengedhetetlen a sikeres tehetséggondozó munkához: a gazdagítás, a gyorsítás és az egyéni differenciálás. Ezek az alapjai a hatékony tehetséggondozásnak. A következőkben áttekintjük ezek fontosabb kérdésköreit, amelyek a gyakorlati tehetségfejlesztő munkához támpontul szolgálhatnak.

2.1. Gazdagítás, dúsítás

Tartalmi szempontból a tehetséggondozásnak a legfőbb alapelve a gazdagítás (dúsítás). Célja alapvetően az ismeretek és a műveletekre épülő képességek kötelező tananyagot túllépő fejlesztése, e nélkül nincs érdemi tehetségfejlesztés.

Passow (1958) a gazdagításnak *négy fajtáját* különítette el egymástól, ezek ugyancsak támpontul szolgálnak a sikeres, differenciált gyakorlati megvalósításhoz (idézi: Páskuné 2000, p. 200):

- *Mélységben történő gazdagítás.* Ennek során több lehetőséget kínálunk a tehetséges gyerekeknek tudásuk és képességeik alkalmazására, mint általában a tanulóknak.
- A „*tartalmi gazdagítás*” azt jelenti, hogy a tananyagot a tanulókra érzékenyen szerkesztjük meg, figyelembe véve érdeklődésüket, szükségleteiket, s ezeket közben fejlesztjük.
- A „*feldolgozási képességek gazdagítása*” elsősorban a kreatív és kritikus gondolkodás fejlesztését jelenti felfedező, illetve interdiszciplináris tevékenység közben.
- A „*tempóban történő gazdagítás*” a tehetséges gyerekek átlagosnál gyorsabb munkájára épül: ugyanannyi idő alatt többet képesek feldolgozni társaiknál, így kiegészítő elemeket is bevonhatunk a tanulási folyamatba.

2.1.1. Gazdagítási modellek

Számos szisztematikus gazdagító programmodellt ismerünk, mint például a Renzulli és Reis (1986) által kifejlesztett Gazdagító Triád/Forgóajtó Modellt, Treffinger (1986) Egyénre Szabott Programtervezési Modelljét (Individualized Program Planning Model – IPPM), a Feldhusen és Kolloff (1979, 1986), valamint Moon és Feldhusen (1991) által támogatott Purdue Háromlépcsős Modellt, a Renzulli (1994) és Feldhusen (1995) által bemutatott tehetségfejlesztési modelleket, valamint a Betts (1986) által bemutatott Autonóm Tanuló Modellt (Autonomous Learner Model). E modellek mindegyike viszonylag átfogó tervet ad a tehetséges gyermekek azonosítására és a számukra készített programszolgáltatásokra, amelyek alapvetően gazdagító természetűek. Ezek közül mi most hármat mutatunk be vázlatosan, ezek a legelterjedtebbek a pedagógiai gyakorlatban.

A Renzulli-modell talán a legátfogóbb az azonosítás, adminisztráció, tanárképzés és programmegvalósítási struktúra kiterjedt kezelésével (Renzulli 1994; Renzulli–Reis 1986). Három típusú programélmény különíthető el.

1. Az első típusú gazdagítás általános felfedező élményeket foglal magába, amely „az ismeretnek a hagyományos tantervben nem szereplő, új és izgalmas témáival, ötleteivel és területeivel” ismerteti meg a diákokat (Renzulli–Reis, 1986, p. 237).
2. A második típusú gazdagítás, a csoportos-képzés gyakorlatok, olyan tevékenységekből állnak, amelyeket a kognitív és affektív folyamatok fejlesztésére terveztek. A tevékenységeket nem csupán a tehetségesek számára, hanem minden gyermek számára lehet kínálni.
3. A harmadik típusú gazdagítás valós problémák egyéni és kis csoportos vizsgálatát követeli meg. Speciális azonosítási eljárásokat alkalmaznak a gyermekek kiválasztásához a harmadik típusú gazdagításra – különösen a gyermek nyílt viselkedésének megfigyelésén keresztül, amely tükrözi egy konkrét témához vagy projekthez kapcsolódó aktuális érdeklődését, motivációját vagy viselkedését.

A Treffinger-féle (1986) Egyénre Szabott Programtervezési Modell (Individualized Program Planning Model) hangsúlyozza az azonosítási folyamat során összegyűjtött információ intenzív használatát a tehetségesek erősségeire és érdeklődésére épülő, egyénre szabott tanulmányi programok tervezésében. A modell arra is törekvést tesz, hogy fejlessze az önállóság és az önirányítás készségeit a tehetségesekben. Arra fordítja a figyelmet, hogyan kell kezelni és ellátni a tehetségeket egy általános osztályban.

A Betts (1986) által kifejlesztett Autonóm Tanuló Modell (Autonomous Learner Model) arra tesz kísérletet, hogy eleget tegyen a tehetségesek tanulmányi, szociális és emocionális szükségleteinek, miközben az önállóság vagy autonómia célját tűzi ki maga elé, hogy a tanulók felelőssé váljanak saját tanulmányaikért. A modell biztosítja, hogy a tanuló

1. figyelmet fordítson önmagára mint tehetséges egyénre, valamint a programlehetőségekre;
2. gazdagító gyakorlatokban vegyen részt, például vizsgálatokban, kulturális tevékenységekben és terepgyakorlatokon;
3. szemináriumokat látogasson a futurizmusról, problémákról és vitás kérdésekről;
4. a tanulási készségeket, pályaválasztási ismereteket és interperszonális képességeit egyénileg fejlessze;
5. mélyreható vizsgálatokat folytasson csoportos projektek és mentorálás keretében. Ez a modell különösen erősen összpontosít a tehetséges diákok egyéni fejlődésére.

A Feldhusen és Kolloff (1979, 1986) által kifejlesztett Purdue Háromlépcsős Modell (Purdue Three-Stage Model) alapvetően egy gazdagító modell, és leggyakrabban gyorsító programként – ezt a fogalmat részletesen később elemezzük – valósul meg. A háromlépcsős modellt számos iskolában alkalmazzák mint Tanulmányi és Kreatív Gazdagító Programot (Program for Academic and Creative Enrichment – PACE). A modellt kis létszámú osztályokban vetik be, ahol 8–15 tehetséges gyermek tanul. Az első állomás során a gyermekek egy olyan tantervet követnek, amely a gondolkodási készségekre és az alapvető tantárgyi ismeretekre összpontosít, legalább két órájuk van egy héten, és lehetőség szerint egy héten egyszer egy teljes napot együtt töltenek. A gondolkodási készségeket és a tartalmat magas szinten és gyors ütemben tanulják, amely megfelel a tehetségeseknek. A második állomás során szélesebb és konkrétabb stratégiákat tanulnak. Ezek közé tartoznak a könyvtári ismeretek, a kreatív problémamegoldás, a jövőbeli tanulmányok és a kutatási készségek – ezek mindegyike a harmadik állomás gyakorlatait készíti elő, amelyek projektorientált alkalmazások a diákok személyes érdeklődési területein. A harmadik állomás során a diákok kutatási projekteken dolgoznak, fejlődési feladatokat kapnak, és ezek a törekvések prezentációkat, produktumokat vagy előadásokat eredményeznek. A harmadik lépcsőfok a valós élet kreatív produktivitását szimulálja.

2.1.2. A gazdagítás kerete: a tehetséggondozás komplex célrendszere

Sokan foglalkoztak a tehetséggondozó programok tervezésének kérdéseivel (vö. Heller–Mönks–Sternberg–Subotnik 2000; Tóth L. 2008), azonban a gyakorlatot leginkább segítő elmélet Feger munkásságából származik (vö. Balogh–Polonkai–Tóth 1997). Az általa megfogalmazott célok – a gyermek fejlődésének szempontjára építve – teljes körűvé teszik az iskolai tehetséggondozó programokat. A szerző nézeteit a következőkben foglalhatjuk össze.

Tehetséggondozó programok nagy számának elemzése vezetett ahhoz a következtetéshez, hogy a tehetséggondozó intézkedések négy variánsa között a következő különbséget határozzuk meg:

1. a tehetséges gyermek erős oldalának támogatása,
2. a tehetséges gyermek gyenge oldalainak fejlesztése,
3. „megelőzés, légkörjavítás, foglalkoztatási terápia”,
4. olyan területek támogatása, amelyek közvetve befolyásolják a tehetség kibontakozását.

Részletesebben:

1. *A tehetséges gyermek erős oldalának támogatása.* Ezen belül azokat a szempontokat veszik figyelembe, amelyek tipikusan a különleges adottságokat fejezik ki: a gyors felfogóképességet, a jó emlékezőtehetséget, a tanulás valamely területén az intenzív és gyors elmélyülést, illetve speciális képességeket (pl.: művészetek, sport, matematika stb.).
2. *A tehetséges gyermek (tehetséggel összefüggő) gyenge oldalának kiegyenlítése.* Ezalatt „hiányosságokat” kell értenünk, amelyek a tehetség fejlődését megnehezítik, vagy éppenséggel megakadályozzák. A gyenge oldalak – általános intellektuális tehetség esetében – valamiféle kiegyensúlyozatlan tehetségprofilban nyilvánulnak meg; például egy intelligenciateszt csaknem minden résztesztjében kiemelkedő teljesítményt nyújt a tanuló, és az egész teszt gyenge eredménye egy részteszt következménye. Vagy az iskolában összességében kiemelkedő teljesítmény mellett egyetlen tantárgyban súlyos hiányok mutatkoznak. Problémák adódhatnak azonban a tanulási és a munkamódszerek vagy a motiváció területén is (Mező–Mező 2007). A gyenge oldalak származhatnak továbbá a kedvezőtlen környezeti feltételekből; az ilyen gyenge olda-

lak kiegyenlítésére alkalmazott segítő intézkedéseket például az ún. kompenzációs nevelés keretében hajtják végre.

További csoportot képeznek a tehetséges „alulteljesítők”. Mindenesetre az „alulteljesítés” csupán egy szimptóma; meg kell állapítani, mely tényezők okozzák az alulteljesítést (Mező–Miléné 2004). Az okfeltárás azt mutatja, hogy e variáns programja számára résztvevőket felderíteni és megnyerni áldozatosabb munkát jelent, mint a tehetségesek erős oldalainak fejlesztése. A gyenge oldalakat pótlólag diagnosztizálni kell, hiszen a gyenge oldalaknak olyan sok fajtája fordulhat elő, amelyek mindegyike különböző bánásmódot igényel. Ennek alapján az a program, amely a tehetséggel kapcsolatos gyenge oldalakat akarja megszüntetni, többnyire terápiai orientáltságú és inkább pszichológiai bázisú; sőt, gyakrabban egyedi segítségnyújtásban nyilvánul meg. Fontos szerepet játszanak e problémák megoldásában a tehetség kérdésével foglalkozó tanácsadó állomások.

3. *„Megelőzés, légkörjavítás, foglalkoztatási terápia.”* A „megelőzés” a tehetséges tanulóra irányul, és azt kell megakadályoznia, hogy a kedvét elveszítse, és hogy az alulkövetelés alapján aszociális magatartásmód fejlődjön ki benne. A „légkörjavítás” összességében az osztályban uralkodó szituációra vonatkozik, és azt akarja elérni, hogy az átlagot meghaladó tanuló a maga gyors és többnyire helyes válaszaival nehogy elbátortalanítsa a többieket, vagy a tanárt bosszantsa azáltal, hogy a didaktikai koncepcióját túl gyorsan átlátta valaki.
4. *Olyan területek támogatása, amelyek közvetlenül nem hatnak a gyermek tehetségének fejlesztésére.* Itt ismét egy olyan csoport található, amelyet valamely ismertetőjegy alapján (mint magas intellektuális képesség, zenei adottság, sportbeli képesség) hoztak létre, ezt követően azonban a gondozás olyan területeken történik, amelyekben a csoportalakító ismertetőjegyek jelentéktelenek. Például a kiemelkedő intellektuális képességekkel rendelkező gyermekeket festészetben, táncban vagy sífutásban „támogatják”. Ilyesfajta tehetséggondozást találunk gyakran a szülői egyesületek tevékenységében.

2.1.3. A gazdagítás gyakorlati fogásai az oktatásban

Amint azt az előzőekben kifejtettük, a gazdagítás a tehetséges tanulók számára elsősorban a megszerzett ismeretek átgondoltabb, magasabb szintű feldolgozására, a gyakorlati alkalmazására való előkészítést jelenti, a korábban bemutatott modellek egyértelműen megfogalmazzák ezeket. A magyar iskoláknak pedig éppen ezekben van pótolnivalójuk, ezért a következőkben olyan kérdésköröket

tekintünk át, amelyek segítik a gyakorló pedagógusoknak a gazdagítás tanórai megvalósítását.

2.1.3.1. A tanulók irányítása a problémamegoldó technikák alkalmazása során

Ha nem volnának megoldásra váró problémák, az élet sokkal könnyebb volna a modern társadalomban, de egyben végtelenül unalmas, és kihívások nélküli is lenne. Tanítványaink rengeteg problémával fogják szembetalálni magukat: részben a mindennapi megélhetés személyes gondjaival, részben társadalmiakkal, amelyek így vagy úgy folyton hatással vannak ránk, és természetesen olyan problémákkal is, amelyek többé-kevésbé együtt járnak minden foglalkozással.

A pedagógusok feladata az, hogy segítsék a tanulókat tudásuk, jártasságuk és a helyes élethez, a társadalomban végzett hatékony munkához elengedhetetlen attitűdök fejlesztésében. Az egyik legfontosabb dolog, amit a diákoknak el kell sajátítaniuk, hogy miként oldjanak meg önállóan egy-egy problémát – azért, hogy később képesek legyenek a legkülönbözőbb helyzetekre szabott problémamegoldó technikákat alkalmazni a személyes és a munkahelyi életükben.

A problémák megoldása nem egyszerű vagy természetes folyamat, nincs a génjeinkbe írva, és nem is csupán a „józan ész” használatának kérdése. A hatékony problémamegoldó technikák megtanulhatók, következésképpen taníthatók is. Ha minden kérdésre egyszerűen a helyes válaszokat adjuk meg a diákjainknak, vagy egy minden problémára alkalmazható, könnyű győzelmet ígérő megoldással látjuk el őket, nem adjuk meg nekik az alkalmat arra, hogy tanuljanak és gyakorolják a problémamegoldó fogásokat. Ha új problémával vagy döntéshelyzettel szembesülnek, nem fogják tudni, hogyan közelítsenek hozzá, vagy hogy hogyan jussanak ésszerű következtetésre.

Az élet számos helyzete problémákat vet fel, amiket meg kell oldani. A probléma bármilyen szituációban jelentkezik, feszültséget vagy bizonytalanságot kelt, és ez valamilyen kreatív vagy logikus megoldást igényel. Ahhoz, hogy a feladatokkal meg tudjunk birkózni, egy racionális és tervszerű megközelítés szükséges – olyan, amely megoldásokat ad ezekre a problémákra.

Az egyik általánosan használt technikát, amelyet ilyen problémák esetén alkalmaznak, problémamegoldásnak hívják. Ez az eljárás az információk összegyűjtését, hasznosítását és ellenőrzését kívánja meg a célból, hogy meghatározhassuk a megfelelő megoldást egy létező problémára. A problémamegoldó megközelítés egy szisztematikus folyamat, amely a következő alaplépéseket foglalja magában:

1. A probléma pontos és világos megfogalmazása.
2. A tárgyhöz kapcsolódó tényezők felismerése.

3. A szükséges információ összegyűjtése.
4. A lehetséges megoldások megvizsgálása.
5. Próbamegoldások kiválasztása.
6. A javasolt megoldások kipróbálása, ellenőrzése.
7. Eredmények értékelése.

A problémamegoldás használata mint iránymutató eljárás számtalan előnyvel szolgál a pedagógus számára. Fejlesztheti a tanulási motivációt úgy, hogy a tanulókat a probléma önálló megoldására készíti, vagy olyan problémák felvételével, amelyek őket érdeklik. Serkentheti a tanulókat arra, hogy saját tudásukat és képességeiket használják. A legtöbb feladat a tanulók képességeinek és tudásának széles körét veszi igénybe. Ehhez a tanulóknak tapasztalatokkal kell rendelkezniük arról, hogyan alkalmazzák tudásukat az új problémákkal kapcsolatban.

A problémamegoldó technikák csoportos használata bátoríthatja a tanulók aktív részvételét, és fejlesztheti a hatékony tanár–diák munkakapcsolatot. Hasznos lehet a tanulók tudásszintjéhez igazodó beszélgetések kezdeményezéséhez. Az aktív részvételt biztosító közös csoportos megbeszélések, amelyek során a tanulók a tanárt a csoport tagjaként szólítják meg, segíthetik a tanulókat a probléma megfogalmazásában.

2.1.3.2. Szóbeli kérdezési technikák

„Jól kérdezni annyi, mint jól tanítani.” Szókratész egyetértett volna ezzel az állítással. Szókratész a kérdezésen kívül más eljárást nem használt. A tanításban ma, bármennyire megismertük, a szóbeli kérdezés egy a néhány lényeges tanítási eljárás közül. A szóbeli kérdezés egy eredményes út ahhoz, hogy ösztönözzük a tanuló motivációját és részvételét. A kérdezés támpontot ad a tanulók érdekltségéhez. Ráadásul, erre összpontosíthatjuk a tanuló figyelmét és fejleszthetjük érdeklődését és kíváncsiságát.

A szóbeli kérdezési technikák eredményes használata lehetőséget nyújt a tanulóknak az önkifejezés gyakorlására, ugyanakkor megengedi változatok hozzáadását a tanítási órához. A logikai sorrendben feltett kérdések ösztönzik a logikus és kritikus gondolkodást, és gondolkodási képességhez vezetnek. A kérdések alkalmazása a tudás különböző szintjeinek megfelelően a tanulókat a gondolkodás más-más szintjeire vezeti.

Egy fontos eredménye a kérdések alkalmazásának az, hogy felfedezhetjük az egyes tanulók speciális képességeit és érdeklődési körét. A tanulók gyakran tesz-

nek szert speciális tudásra és képességekre a hobbijukon, munkatapasztalatukon vagy családi tevékenységükön keresztül. Tudnunk kell használni ezeket a speciális képességeket és érdeklődéseket mint további eszközöket a tanulás elősegítésére.

A szóbeli kérdezési technikákat az alábbi célokra kell tudnunk használni:

- Bevezetni, összegezni vagy újratekinteni egy leckét.
- Az előzők eredményét tisztázni.
- Felfedezni a hiányosságokat.
- A központba állítani az olvasottakat.
- Fejlesztani a tanulók éleslátását.
- Elősegíteni a tanulók megértését.
- Fejlesztani a tanulók értékeit és szemléletét.
- Megtanítani a diákoknak, hogy használják saját elképzeléseiket ahelyett, hogy memorizálnák a dolgokat.

A szóbeli kérdések köre lényeges kiértékelési információt tud nyújtani. Tesztelhető a tanuló felkészültsége a tananyagból (kérdéseken keresztül meg tudjuk állapítani, hogy elolvasta-e és megértette-e az anyagot). A kérdések során a lecke bevezetése, ismertetése előzetes tesztként szolgálhat a tanulók tudásának felméréséhez.

A kérdések használata közben a leckék egyben azonnali visszajelzést szolgáltathatnak arról, hogy a tanulók hogyan fejlődnek. Bejegyezve a kérdéseket a lecke összefoglalójába, majd az újranézés adhat egy részleges értékelést a tanulók által teljesített tanulmányi célokról.

2.1.3.3. Gazdagítási lehetőségek a „brainstorming”, „buzz-csoport” és „kérdésdoboz” segítségével

Ezeket a technikákat a csoportos tanulás, feladatmegoldás megkönnyítésére tervezték. E módszerek azáltal, hogy aktivizálják, illetve involválják a diákokat, elősegítik a kreatív gondolkozás képességének fejlesztését.

Brainstorming

A brainstorming technikája a kreativitást, illetve a diákok bevonását segíti elő a tanulási helyzetben. Gyakran használják tervezési technikaként. A diákok először is a brainstorming segítségével alternatív javaslatokat tesznek, amit aztán a tanulási helyzetek megtervezésénél lehet felhasználni. Akkor a leghatékonyabb, ha a csoport nem túl nagy (12–15 fő a legelőnyösebb), így mindenkinek lehetősége nyílik, hogy azonos mértékben vegyen részt a rövid idő során (kb. 10-15 perc).

A brainstormingot egy *vezetőnek* kell irányítania. Ezek lehetünk mi, a tanár, vagy a csoport által kiválasztott diák. Továbbá szükség van egy *jegyzőre*, aki a javasolt alternatívákat jegyzi le. Ezt a személyt mi vagy a csoporttagok választják ki.

Igyekezzünk minél specifikusabb témát választani a brainstorming-ülés számára. Ez segíteni fogja a diákokat a téma szétfolyásának megakadályozásában. Ugyanakkor meg kell győződni arról, hogy a téma elég érthető a diákok számára ahhoz, hogy meg tudjanak birkózni vele. Bármilyen témát választunk, a brainstorming-ülés előtt alaposan el kell magyarázni a diákoknak. A kezdeti brainstorming-ülés célja nem egy komplex probléma megoldása, hanem olyan friss ötletek összegyűjtése, amelyekből a későbbi tervezés táplálkozhat.

A brainstorming alatt az értékelés és a kritika nem megengedett. Az ötletek elbírálására később kerül sor. Minden, témához tartozó ötletet szívesen fogadjunk. Az alternatív válaszok sokszínűsége a hatékonyabb tervezést segíti elő. A résztvevőket megkérjük arra, hogy minél spontánabb módon reagáljanak, a válaszaik „minőségét” ne nagyon mérlegeljék.

A diákoknak el kell magyarázni a brainstorming célját, és hogy az aktuális ülés hogyan működik. Természetesen a könnyebb megértés kedvéért lehet egy próbát is tenni. Figyelmeztethetjük őket az esetleges kelepccékre is. Mások javaslatának leszólása és a bekiabált kritikák alááshatják a brainstorming folyamatát, és elvehetik mások önbizalmát.

A vezető felelőssége az aktuális brainstorming-ülés figyelemmel kísérése. A vezetőnek amennyire csak lehet, a háttérben kell maradnia, de ha kell, ötletekkel kell serkentenie a gondolkodást és a válaszokat. Vigyázni kell, hogy minél kevesebb negatív vagy értékelő közbeszólás hangozzon el.

A diákok megfelelő ráhangolása a brainstorming folyamatára elősegíti, hogy az ülés ne csússzon ki a kezünkből.

Elősegíti, hogy (1) a diákok komolyan vegyék a témát, (2) a diákok ne téveszék össze a spontaneitást ostobaságokkal (képtelenségekkel), (3) és hogy ne csak pár diák domináljon az ülés alatt. Ha csak pár ember ontja magából az ötleteket, néha egy-két biztató pillantás is aktivizálhatja a csendesebb diákokat.

A jegyzőnek az a feladata, hogy a brainstorming-ülés alatt elhangzó javaslatokat lejegyezze. Általában a táblára szokták feljegyezni az ötleteket, hogy mindenki számára látható legyen, illetve a későbbi értékelés során legyen mire támaszkodni.

Miután vége a brainstorming-ülésnek, megkérjük a jegyzőt, hogy számoljon be az elhangzott javaslatokról. Ez történhet írásban és szóban is.

A brainstorming technikának vannak korlátai, de ezek körülményektől függően és vezetéssel könnyen leküzdhetők. A folyamat eredményessége attól függ, hogy a diákok hogyan voltak orientálva az adott folyamatra és témára.

A brainstorming technikának a résztvevőkre gyakorolt stimuláló hatása sokszor fontosabb, mint azok az ötletek, amelyeket e módszer segítségével kapunk.

„Buzz-csoport”

Az egyik leggyakrabban használt, tanulást segítő technika a „buzz-csoport”. Ezt a módszert eredetileg a Philips cég fejlesztette ki, ezért azóta gyakran „Philips 66” módszerként emlegetik, ugyanis alkalmazásakor 6 percre és egy 6 tagú csoportra van szükség.

Ahhoz, hogy a diákokat minél jobban bevonjuk a megbeszélésbe, illetve minél többen tanuljanak az elhangzott javaslatokból, az osztályt 6 fős csoportokra lehet osztani. Először is el kell magyarázni a csoportnak a kérdést, amelyet majd meg kell válaszolniuk. Fontos, hogy meggyőződjünk arról, mindenki megértette a megvitatandó kérdést. Ha nem mindenki értette meg, akkor ebből a továbbiakban még sok probléma származhat.

Ha például a diákok bizonytalanok abban, hogy a vita tárgya az, hogy milyen legyen az iskolai egyenruha, vagy hogy van-e joga az iskolának egyenruha viselését előírni, akkor a legtöbb idő arra megy el, hogy eldöntsék, egyáltalán melyik kérdést kell megvitatni, ahelyett, hogy magával a témával foglalkoznának.

A választott témának jól behatárolhatónak kell lennie ahhoz, hogy minden aspektusát meg lehessen vizsgálni. Ugyanakkor egyszerűnek kell lennie, hogy a rendelkezésre álló rövid idő elegendő legyen a diákoknak a téma megvitatására.

Meg kell kérni minden csoportot, hogy válasszon egy vezetőt és egy jegyzőt.

A diákok értékes tapasztalatot nyerhetnek egy kompetens vezető és jegyző kiválasztásával, ami ugyanakkor felelősség is. Lehetnek azonban olyan esetek is, amikor nekünk kell közbelépni. Például vannak olyan gyerekek az osztályban, akiket sohasem választanak vezetőnek. Mi viszont megadhatjuk ezeknek a diákoknak a lehetőséget arra, hogy fejlesszék vezetői potenciáljukat, vagy gyakorolják a csoporthoz való beszéd képességét.

A diákoknak előzetesen fel kell hívni a figyelmét a vezető és a jegyző felelősségteljes munkájára. Meg kell érteniük, hogy a vezető feladata, hogy a csoport a témánál maradjon, illetve minden csoporttag részt vegyen a vitában. Ugyanakkor ki kell emelni a jegyző munkájának fontosságát is, ami a megvitatott kulcspontok és a meghozott döntés pontos lejegyzéséből, illetve ezen információk egész csoportnak való felolvasásával jár.

A vitának az előzetesen megbeszélt rövid idő alatt kell lezajlania.

A vezetőnek biztatnia kell a kevésbé agresszív diákokat, hogy vegyenek részt a vitában, nehogy néhány, jó verbális képességekkel rendelkező diák átvegye az irányítást a vitában, és így megakadályozza a csoportinterakciót.

A vita alatt jó, ha körbejárunk a csoportokon és figyeljük a folyamatot. Ha szükséges, egy-két szóval biztathatjuk a vezetőt, hogy figyeljen oda minden

csoporttag részvételére, vagy hogy irányítsa vissza az eredeti témához a csoportot.

Miután lezárjuk az ülést, megkérjük a csoportok jegyzőit, hogy összegezzék csoportjuk vitáját az egész osztály számára. A „buzz-csoport” jó módszer arra, hogy az egyéni részvételt és a kreatív gondolkodást serkentsük minden egyes csoporttagban, illetve a diákok közötti interakciót fejlesszük.

Kérdésdoboz

A kérdésdoboz érdeklődést stimuláló technika, amelynek több alkalmazási lehetősége van, mint azt általában gondolnánk. Viszonylag könnyen alkalmazható eszköz, amelyet egy kreatív tanár különböző szituációkhoz igazítva variálhat.

A diákokat arra biztatjuk, hogy írják le egy bizonyos témával kapcsolatos kérdéseiket, és helyezték el egy dobozban egy meghatározott időben. Ez a technika különösen akkor hasznos, amikor egy későbbi vitához akarunk kérdéseket gyűjteni és kevés időnk van, illetve a diákoknak időre van szükségük kérdéseik átgondolásához.

Ugyanakkor a kérdésdoboz technika lehetőséget ad a diákoknak arra, ha névtelenül kívánnak közreműködni. Így nem kell zavarba jönniük a javaslataik miatt, vagy hogy a csoport előtt kell beszélniük. Egy meghatározott időben a válaszokat összegyűjtik és rendezik a további felhasználáshoz.

Amikor a kérdésdoboz technikát használjuk, fontos, hogy a diákok megértésük, miért tesznek fel kérdéseket (milyen célok elérésében segíti őket ez a technika) és mit kell tenniük. Ha nincsenek megfelelően tájékoztatva, lehet, hogy egyáltalán nem válaszolnak, vagy esetleg a tárgyhoz nem kapcsolódó kérdéseket tesznek fel. Például lehet, hogy állításokat írnak fel, amikor kérdéseket kellett volna feltenniük a megfelelő embernek.

A kérdésdobozt a következő formákban használhatjuk:

- A diákok feltett kérdéseit a későbbiekben egy szakember fogja megválaszolni. A kérdéseket csoportosítva átadjuk a válaszadónak, aki így hatékonyabban tervezheti meg válaszait.
- A névtelenül leírt álláspontokat később kezdő lépésként egy vitában felhasználhatjuk.
- A diákok válaszaikat két dobozban is elhelyezhetik: egyikbe a „mellette”, a másikba az „ellene” szóló megjegyzéseket tehetik. Ez megkönnyíti az összegzést, illetve gondolkodásra és döntésre ösztönzi a diákokat a válaszadás előtt.

2.1.4. Tantervkészítés tehetségeseknek

A tehetségesek számára megfelelő tanterv összeállításának lehetőségét vizsgálva számos kérdést érdemes feltenni. Ezeket a kérdéseket alaposan meg kell fontolni, mielőtt továbblépünk a tanterv kialakításában (Polonkai 1999; VanTassel-Baska 1993):

1. Mi legyen a tehetségesek számára összeállított tanterv *tartalma*? Anyagában is másnak kell-e lennie a többi tanuló tantervéénél, vagy csupán más-képp kell felépíteni? A tehetségesek tantervének összeállítását a nemzeti szabványnak kell-e befolyásolnia, vagy ettől eltérő úton kell haladnia?
2. Hogyan kezeljük a kritikus és a kreatív gondolkodást, a problémamegoldást és a döntéshozatalt – mint önmagukban álló tartalmakat, vagy mint a már meglévő tartalmi területek fedőrétegét?
3. Meg tudjuk-e határozni kellő pontossággal és egyértelműen, hogy mit értünk a tehetségesek számára összeállított tanterv „megkülönböztetésén”?
4. A tanulók mely csoportjának tervezzük a tantervet – csupán a magas szinten teljesítők számára, vagy a diákok egy szélesebb skálájának, akik annyira eltérőek lehetnek profiljukban, hogy az élmények egy megtervezett csoportja esetleg nem megfelelő a szükségleteiknek?
5. Hogyan állíthatjuk sorba a tanterv élményeit úgy, hogy azok maximális tanulást biztosítsanak a tanulók számára?
6. Hogyan tudjuk a lehető leghatékonyabb változtatásokat végrehajtani a tehetségesek tantervében – új tanterv kifejlesztésével és alkalmazásával, képzéssel, vagy a tanterv alkalmazásának megfigyelésével?

A tehetséges tanulók számára megfelelő tanterv készítéséhez holisztikusan kell foglalkozni az elméleti alapelvek megfelelő gyakorlatba történő átültetésének kérdésével, vagyis, hogy a tehetségesek oktatása teljes, ne töredezett legyen. Ezt akkor érhetjük el, ha az alábbi legfontosabb elemekre összpontosítunk:

1. A tehetséges gyermekek a többi gyermektől eltérő ütemben tanulnak, és ennek az ütemnek az összehangolása kulcsfontosságú a fejlődésük szempontjából (Keating 1991). Továbbá, az ütem vagy a haladási sebesség eltérései olyan nagyok lehetnek, hogy megkülönböztetést tesznek szükségesé a képzés típusában és fokában is.

2. A tehetséges gyermekek a tanulás kulcsterületein *mélységre* vágnak. A pedagógusok ezt a szükségletet az „ismeretgyarapítással” elégítették ki, amely általában a tanterv egy felületes kelléke. A mélység kérdését nem lehet ebből a megközelítésből megoldani. Azonban meg lehet oldani úgy, ha a tanulás kulcsfontosságú területeit megvizsgáljuk lényegük, magjuk és hozzátartozó fogalmaik tekintetében, és a tehetséges gyermekekkel együtt szókratészi eszközökkel feltárjuk, hogy melyek ezek a kulcsfogalmak, és hogyan kapcsolódnak a tanulás területeihez. A tehetséges gyermekeknek szükségük van arra a kihívásra és ösztönzésre, hogy együtt töltsék minden iskolai nap legalább egy részét, olyan elvárási szintekkel, amelyek elég magasak ahhoz, hogy potenciális képességeiket próbára téve megpróbáljanak eleget tenni azoknak. A magas elvárási szint nem azt jelenti, hogy több munkát várnak el alacsonyabb nehézségi szinten, hanem inkább vég nélküli munkát a működés összetett szintjein. Ebben az értelemben a tehetségesek számára az értelmes feladat az, amely egyre több feltárára váró kérdést vet fel, és folyamatos vizsgálathoz vezet egyéni vagy kis csoportos foglalkozásban. Ezeket az elvárásokat csak olyan környezetben lehet felállítani és működtetni, ahol a gyermekek hasonló képesség- és megértési szinten vannak. Így tehát a tehetséges gyermekek csoportosítása kulcsfontosságúvá válik.

A tehetséges gyermekeknek iskolai éveik alatt végig szükségük van programokra és szolgáltatásokra. Tehetségük gyakran már hároméves korban megnyilvánul, és folyamatos ápolást igényel ettől az időtől kezdve.

VanTassel-Baska (1993) megalkotta a tantervalapelvek listáját, amelyek közül néhány általános, néhány a tehetségesek számára megfelelőnek ítélt konkrét tantervi megfontolásokat tükröz.

A tehetségprogramok kidolgozásához használatos tantervi alapelvek listája

Általános alapelvek

1. Folytonosság – a tanulási tevékenységek egy jól körülhatárolt csoportja, amely megerősíti a konkretizált tantervi célt.
2. Sokféleség – egy konkretizált tantervi kereten belül meghatározott célok elérésére szolgáló alternatív eszközök kínálata.
3. Integráció – minden képesség integrált alkalmazása, beleértve a kogníciót, az érzelmeket és az intuíciót.

4. Lényegi tanulás – a tanuló és a tantárgy szempontjából lényeges anyag, készségek, eredmények és tudatosság befoglalása.
5. A jó tanítási/tanulási metodológiákkal való egyezés – különböző tanítási gyakorlatok befoglalása, amelyek figyelembe veszik a motivációt, a gyakorlatot, a képzés átirányítását és a visszajelzést.
6. A társakkal és fontos egyénekekkel való kölcsönhatás – lehetőség az olyan emberekkel való találkozásra, vagy a róluk való tanulásra, akik ugyanazzal vagy más tehetséggel rendelkeznek.
7. Értérendszer – állandó lehetőség biztosítása a személyes és a szociális értékek kialakítására és vizsgálatára, valamint a személyes értérendszer kialakítására.
8. Kommunikációs készségek – verbális és nem verbális rendszerek és készségek kifejlesztése az elképzelések megvitatására, megosztására és kicserélésére.
9. Többszörös erőforrás – változatos anyagi és emberi erőforrások biztosítása a tanulási folyamat részeként.

A tehetségesek tantervének speciális alapelvei

1. Testreszabottság – a tehetséges diákok képességeinek, érdeklődésének, szükségleteinek és tanulási stílusának felmérésére épülő tanterv.
2. Nyitottság – az előre felállított elvárások megszüntetése, amelyek korlátozzák a tanulást a tantervi kereteken belül.
3. Függetlenség – lehetőség bizonyos típusú önálló irányítású tanulásra.
4. Komplexitás – lehetőség ismeretrendszerek, mögöttük meghúzódó alapelvek és fogalmak, valamint a diákok tanulmányaihoz szorosan kapcsolódó kulcsfontosságú elméletek megismerésére.
5. Tárgyak között átívelő tanulás – lehetőség a tanulás más tudásterületekre, új helyzetekre stb. történő átirányítására.
6. Döntéshozatal – segítség a diákok számára megfelelő/releváns döntések meghozatalához, a tanulandó dolgokra és a tanulás módjára vonatkozóan.

7. Alkotás/újraalkotás – segítség a kreatív folyamatok alkalmazásában a már megszületett alkotások fejlesztésére és módosítására, valamint a fennálló elképzelések megkérdőjelezésére és megfelelőbb megoldások találására.
8. Időzítés – a tanulási tevékenységre szánt idő rövidebb/hosszabb szakaszokra való felosztása, amely megfelel a tehetséges tanuló tulajdonságainak.
9. A tartalom akcelerált/haladó ütemezése – lehetőség a tehetséges diákok gyorsaságának és rátermettségének kibontakozására az új anyag elsajátításában.
10. Gazdaságosság – a tananyag összesűrített és modern megszervezése, hogy megfelelő legyen a tehetséges diákok kapacitásának.
11. Kihívás – magas szintű tanulási élmény biztosítása, amely megköveteli a tehetséges diákoktól, hogy kiterjesszék megértésüket.

2.2. Gyorsítás

Már a gazdagítás Passow által kidolgozott és fentebb bemutatott rendszerében feltűnt a „tempóban történő gazdagítás”, amely arra épül, hogy a tehetséges tanulók gyorsabban, többet képesek feldolgozni, teljesíteni. Ezt a szempontot kiterjesztették a tehetséggondozás egész rendszerére, s így jött létre a *gyorsítás* fogalma. Ennek lényege, hogy a tehetséges tanulók általában gyorsabban fejlődnek, mint társaik, s ezért biztosítani kell részükre azokat a kereteket, amelyek lehetővé teszik az egyéni tempóban (gyorsabban) való haladást. Sokféle formája alakult ki a gyorsításnak, itt a legfontosabbakat soroljuk fel *Feger (1997)* összegzése alapján.

- *Korábbi iskolakezdés.* Nagy különbségek lehetnek a fejlődésben már a gyerekkorban, s ez alapján nemegyszer előfordul, hogy az általánosan szokásos életkor (6–7 éves kor) előtt elkezd a gyerek iskolai tanulmányait. Természetesen körültekintő iskolaérettségi vizsgálatok jelentik a garanciát a tévedés elkerüléséhez.
- *Osztályátléptetés.* A gyorsabb fejlődés és az ehhez kapcsolódó nagyobb teljesítmény az iskolai évek alatt is jellemezhetik a tehetséges tanulókat. Ha ez minden tantárgyban jellemzi a diákot, és idő előtt képes a követelményeket teljesíteni, akkor élni kell ezzel a lehetőséggel is.
- *D-típusú osztályok.* Ezek lényege, hogy összeválogatott tehetséges gyerekekkel rövidebb idő alatt (például négy év helyett három év alatt) teljesítik

az általános iskola felső tagozatának tantárgyi követelményeit (vö. Nagy 2000).

- *Tanulmányi idő lerövidítése.* A tehetséges diák folyamatos magas szintű teljesítménye lehetővé teszi azt is, hogy az egész iskolai időt (8 év, 12 év) rövidebb idő alatt teljesítse.
- *Egyetemi tanulmányok idő előtti elkezdése.* Ez két formában is lehetséges. Az egyik, hogy a tanuló tanulmányi ideje lerövidítésével a szokásos életkor előtt teljesíti a középiskolai követelményeket, s így hamarabb felvételt nyerhet a felsőoktatásba. A másik lehetőség, hogy egy-egy speciális szakterületen (pl. matematika, zene) a középiskolai tanulmányok mellett már folytatja az egyetemi tanulmányait is.

A tehetséggondozás hatékonyságának növeléséhez nagyobb gondot kell fordítani ezekre a formákra is, hiszen ellenkező esetben akadályozzuk a tehetség kibontakozását. A gyorsítás egyszerűen az az elhatározás, hogy ne a kor legyen az a kritérium, amely meghatározza, hogy egy egyén mikor férhet hozzá a konkrét tantervi vagy tanulmányi tapasztalatokhoz. Ezt az alapvetet helyeslik és megkérdőjelezhetetlenül alkalmazzák is a művészetek és a sport területén. Nagyon kevés zongoraóra vagy síoktatás szól például csupán nyolcéveseknek. A kor szerinti oktatási csoportosításról ezeken a területeken nem is hallottak. Ehelyett az oktatók megpróbálnak rájönni, hogy a gyermek mit tud, és mit nem, majd ezek után kezdenek el dolgozni velük olyan szinten, amely egy picivel meghaladja tudásszintjüket; azon a szinten, amelyen az oktatási és fejlődépszichológia területén végzett kutatások szerint az emberek a legjobban képesek tanulni (Benbow 1991). Ezeken a területeken nem hallhatunk aggodalmas hangokat a képesség szerinti csoportosítás miatt. Akkor miért aggódunk annyit a kompetencia alapján történő csoportosítás miatt, amikor a szóban forgó terület az olvasás vagy a matematika? Minden hasonló korú gyermeket egy olvasáscsoportba tenni hasonló ahhoz, mint amikor ugyanolyan méretű cipőt veszünk minden hasonló korú diáknak. Az emberek nem ennyire egyformák. Minden korban nagymértékben különbözünk egymástól méretben, fizikai és szellemi fejlődésben, érettségben stb. Ha azt akarjuk, hogy az oktatás hatékony legyen, a pedagógusoknak reagálniuk kell ezekre a különbségekre (Benbow–Lubinski 1994; Lubinski–Benbow 1995).

2.3. Hatékony differenciálás a tehetséggondozásban

A differenciálás magától értetődően alapvető aspektusa a hatékony tehetséggondozásnak (Polonkai 2002). A jó képességű gyerekek is igényelnek módosítást a standard tantervhez képest, a kiemelkedő képességűeknek pedig a normától lényegesen eltérő feladatokra is szükségük van. Az óraterv készítésekor a tanárnak érdemes az órán nyújtott különböző teljesítményre is felkészülnie a különböző adottságok és képességek függvényében. A feladatok kialakításával ösztönöznie kell a gyerekeket minél jobb teljesítményre. Ennek a módszernek azért van különös jelentősége, mert vannak olyan osztályok, ahol arra fektetik a hangsúlyt, hogy minden gyerek egy minimumszintet teljesítsen, ezért a legtehetségesebbek is ugyanilyen alacsony szinten teljesítenek. A differenciálás sok figyelmet kap az oktatás világában, és lényegében az egyéni különbségek felismerésére való törekvést és olyan szervezeti stratégiák keresését, alkalmazását jelenti, amelyek szem előtt tartják az egyéni különbségeket a fejlesztési folyamatban, ugyanakkor az integráció fejlesztési elvére is tekintettel vannak (Turmezeyné 2008). A napjainkban elterjedt új fogalom, az adaptív oktatás is erre épül. Ahogy ezt M. Nádasi Mária (2001), a szakterület kiváló hazai kutatója megfogalmazta: „A differenciálás és az egyéni sajátosságokra tekintettel szervezett egységes oktatás együttes alkalmazása közös terminológiával adaptív oktatásnak nevezhető.” (i. m., p. 40).

2.3.1. A differenciálás alapjai a tanulói személyiségben

Minden tanuló másfajta személyiség, így valójában minden személyiségjellemzőt figyelembe kellene vennünk a differenciált képességfejlesztéshez. Ez azonban a gyakorlatban kivitelezhetetlen, így *célszerű a személyiségelemek szűkebb körét megjelölni*. Természetesen azokat, amelyek *kellő kapaszkodókat jelenthetnek a differenciáláshoz a tanítási-tanulási folyamatban* (vö. M. Nádasi 2001).

A) *Az új ismeretek feldolgozásához vagy az ismeretek alkalmazásához szükséges tudás, műveleti képességek színvonala*. Bizony itt széles a skála. Egyik oldalon vannak azok a tanulók, akik megfelelő ismeretekkel és műveleti készséggel rendelkeznek. A másik végpontot azok jelentik, akiknek komoly hiányosságaik vannak, olyannyira, hogy az önálló feldolgozás útján elindulni sem képesek. A kettő között további csoportok találhatóak – a hiányosságok mértékétől függően. *A gyakorlatban ez a szempont érvényesül a legtöbbször*, további lényeges elemek már kevésbé felismerhetők.

B) *A tanulásra való készenlét sajátosságai*. Óriási különbség van a tanulók között abból a szempontból, hogy mennyire készek részt venni a tanítási-tanulási folyamatban. A tanulók egy része motivált a tanulásra, de sokan vannak, akik-

ben alig van hajlandóság e munkára. Ez utóbbinak sokféle oka lehet. Bár ezekkel most nem foglalkozunk részletesen, mégsem szabad e tényezőt figyelmen kívül hagyni. *Biztos, hogy nem lehet sikeres a képességfejlesztés, ha nincs meg a tanulóban a tanuláshoz való megfelelő viszony.* Nincs más megoldás, mint a nehezen aktivizálhatóknál fokozni az egyedi érzékenységet, motiváltságot (Balogh 2004, 2006).

C) *Az önálló munkavégzéshez szükséges feltételek megléte a tanulóban.* Nagyon fontos szempont ez a differenciáláshoz, hiszen *hiába akarjuk önállóan dolgoztatni a gyereket – bár ez a differenciálás egyik legfőbb munkaformája –, ha hiányoznak ehhez a feltételek.*

Természetesen itt is széles a skála az önálló munkára képesek csoportjától a rendszeres segítségre szorulóig. Melyek a *főbb paraméterek ezen szempont megítéléséhez?*

- Feladatértési képességek szintje.
- Feladatmegoldó műveleti képességek fejlettsége.
- Jártasság a munkaeszközök használatában.
- Problémahelyzetben hogyan viselkedik a tanuló?
- Törekszik-e a gyerek a javasolt munkamenet megtartására?
- Egyéni munkatempó.

Ezeket a jellemzőket az előzetes iskolai tapasztalat döntően befolyásolja, ettől függ elsősorban a fejlettségük. Ez a tény arra is felhívja figyelmünket, hogy *nemcsak bemérni, hanem folyamatosan fejleszteni is kell ezeket a személyiségjellemzőket a tanítási-tanulási folyamatban.*

D) *Fejlettség az együttműködés terén, a társas helyzet jellemzői.* A differenciálás lehetőségeit – különösen annak csoportos formáit – az is befolyásolja, hogy milyen fejlettek a tanuló szociális képességei, és hogy hol helyezkedik el az osztály szociometriai struktúrájában. Ezzel összhangban célszerű megválogatni a differenciálás formáit, eszközeit.

2.3.2. A differenciálás általános eszközei

A tanítási-tanulási folyamatban alkalmazható eszközöknek, módszereknek gazdag a tárháza, s ezeknek ma is jól hasznosítható összefoglalását adja Petriné és Mészölyné (1982) a „Differenciált osztálymunka, optimális elsajátítás a gyakorlatban” című könyvben. Az *1. táblázatban* bemutatott differenciálási formák a tanulók minden rétegénél jól használhatók a hatékony fejlesztéshez; természetesen vannak a tehetségesek számára kitüntetett formák, ezekkel a későbbiekben részletesen is foglalkozunk.

1. táblázat. A differenciálás általános eszközei

DIFFERENCIÁLÁSI MÓDOK, ESZKÖZÖK															
Rétegmunka	Differenciált csoportmunka		Individualizált munka a tanítási órán	Differenciált házi feladat	Differenciált motiváció	Segítségadás más tanulóknak	Feladat: információhordozó készítése	Korrepetálás a tanórán kívül	Vezető a csoportmunkában	Differenciált értékelés (M = min.; 0 = opt.)	Információhordozók – eszközök				
	heterogén csoport	homogén									Könyvtár, könyv	Gyűjtőmunka	Feladatlap	Diák, képek	Magneto fon
1. Ha kiváló a tantárgyból:															
X		X	X	X		X	X		X	0	X	X			
2. Ha gyenge a tantárgyból és negatív munkaképességű:															
X	X	X	X	X	X			X		M		X	X	X	
3. Ha valamely alapképesség színvonala alacsony (pl. olvasás, írás, beszéd stb.):															
		X	X	X	X			X				X		X	
4. Ha kreatív tanuló:															
				X	X		X								
5. Ha jó képességű, hiányos munkaképesség-színvonalú:															
			X	X	X	X		X	0	X	X				
6. Ha gyengébb képességű, szorgalmas:															
	X		X	X	X			X		M		X		X	
7. Ha tanulási problémával küzdő:															
	X		X		X			X				X	X	X	
8. Ha más tantárgyból kiváló (pl. rajz, földrajz stb.):															
			X	X		X					X				
9. Ha szociális környezete problémás:															
	X			X						X					
10. Ha speciális területen van hiányossága (pl. figyelem, emlékezet stb.):															
		X	X									X		X	

Megjegyzés: a Petriné és Mészölyné (1982) kutatásaiból átvett táblázatot formailag módosította Mező (2004).

2.3.3. A tehetségesek differenciált fejlesztésének problémái

A tehetségesek differenciálásának vitatémáját a szakmában és azon kívül dolgozó oktatók nagyon különbözőképpen fogják fel. A fogalom egyik gyakori félreértése, hogy a tehetséges tanuló a többi diáktól teljesen eltérő programban részesül. Ezen félreértés szerint azt hiszik, hogy az átlagos tanuló tantárgyi kurzusokat tanul, míg a tehetséges gyerek valamilyen magasabb rendű képességeket. Ebből egyből következik az is, hogy a tehetségeseknek nincs szükségük tartalomra, és az átlagos tanulóknak nincs szükségük magasabb szintű képességekre. Természetesen ez hibás feltevés annak tekintetében, hogy miből is áll a differenciálás. Állandók a témával kapcsolatos nézeteltérések. Bizonyos kutatók számára a differenciált gyakorlat lényege abban áll, hogy a tanulók egyéni projektmunkákon dolgozzanak (Renzulli 1986). Mások szerint a differenciálást az általános tanóra keretében egyéni megközelítésekkel elégíthetjük ki legjobban (Treffinger 1993). Megint mások értelmezésében a differenciálás olyan integratív és átfogó tapasztalatsorozatot igényel, amit az azonos szellemi szinten levő társakból álló támogató környezetben élnek át a gyerekek (VanTassel-Baska 1995).

Sok területen van tehát eltérés a nézetekben a tehetségesek differenciálásában, azonban a legfőbb kérdés ezek közül: integrált osztályban (heterogén csoportban) vagy „válogatott” osztályban (homogén csoport) folyhat-e hatékonyan a tehetséggondozás az iskolában? Erre a kérdésre többféle megközelítésből többféle választ adnak a kutatók és gyakorló szakemberek. Célszerű ezeket áttekinteni, hogy korrekt felhasználási formákat alakíthassunk ki a pedagógiai gyakorlatban.

Az integráció az oktatásbeli egyenlőség metaforájává vált. Az integrált osztályok általában olyan osztályfelosztásra utalnak, ahol sokféle képességű tanuló együtt tanul. Abból indul ki, hogy minden diák számára az a legelőnyösebb, ha azonos osztályban tanulnak, hogy ilyen felállásban minden tanuló magasabb szinten teljesít, és hogy a tanár az egyénenként lényegesen eltérő képességű tanulók számára értelmet tud adni a tanulásnak. Mi a baj ezzel a gyakorlatban?

A tehetséggondozás és a speciális oktatás kutatásaira alapozva joggal lehetünk szkeptikusok azzal kapcsolatban, hogy mennyire működik jól az integráció olyan tanulóknál, akik jelentősen eltérnek az osztály normáitól. Néhány tehetségevelési tanulmány zavaró jelenségeket hozott napvilágra. Az olyan iskolák általános osztálybeli oktatása, ahol formális tehetségprogramok működnek, általában hasonlít a formális tehetségprogram nélkül működő iskolák oktatására. A változtatások jelentéktelenek voltak a tehetséges tanulók tanmenetében (Archambault és mtsai 1993). A kutatás kimutatta, hogy az általános osztályokban kevés differenciálásban részesültek a tehetséges diákok. Olyannyira, hogy az

egyik tanulmány szerint a megfigyelt tanulók az általuk végzett iskolai tevékenység 84%-ában nem részesültek tanmeneti differenciálásban (Westberg és mtsai 1993).

A kiválóság és az egyenlőség vitája az egyik legproblémásabb feszültség, amely átjárja világszerte az iskolákat. A gyakorlatban létfontosságú, hogy az iskolák az egyenlőség és a kiválóság elvére egyaránt összpontosítsanak. A hátrányos helyzetű, kisebbségi, belvárosi iskolákba járó gyermekek környezete nagyon megnehezíti számukra a tanulást. Az ilyen környezetben iskolába járni kénytelen gyermekek esetében nem az a kérdés, hogy miért nem tanulnak, hanem az, hogy hogyan képesek tanulni az útjukban álló akadályok ellenére. Ezen túl, a fejlődési fogyatékossággal rendelkező gyermekek, vagy azok, akik kevésbé készek a tanulásra, további segítségre szorulnak. Ez a legkevesebb, amit adhatunk nekik. Következésképpen, nagy figyelem irányul arra a kérdésre, hogy hogyan lehet a hátrányos helyzetű családokból származó vagy fogyatékossággal rendelkező gyermekeket tanítani.

Ugyanakkor a társadalom fejlődése azon múlik, biztosítjuk-e, hogy az oktatási források egyenlően legyenek elosztva, és a kiválóságot segítsék elő. Fontos komolyan venni a kérdéskör átgondolásához Silverman (1994, p. 3) kijelentését: „a legokosabb diákok visszatartása nem fogja varázslatos módon segíteni a lassabbakat”. Ma gyakran az oktatási eredmények egyformaságára törekszünk ahelyett, hogy egyforma lehetőségeket biztosítsanánk a különböző rejtett képességek kibontakozásához.

Az egyéni eltérésekre való reagálás, valamint az eltérő eredmények megengedése nem hoz létre elitizmust, amely gyakori vád a tehetséges diákok számára indított programokkal szemben. Valójában ennek épp az ellenkezője igaz (Allan 1991). Ezen túl, ha a tehetséges diákok megfelelő programban részesülnek, akkor megerősödik bennük a kortársaikkal való kapcsolattartás képessége. A hatékony tanítás továbbá magában hordozza az „optimális párosítást” (Robinson–Robinson 1982), vagyis olyan problémák kitűzését a diák számára, amelyek szintje észrevehetően meghaladja azt a szintet, amellyel a diák már megbirkózott. A túl könnyű feladatok unalomhoz vezetnek, a túlságosan nehéz feladatok frusztrációhoz. Egyik sem segíti elő az optimális tanulást, vagy motivál a tanulásra. Minden gyermeknek egyformán meg kell adnunk a lehetőséget, hogy tanuljon, és kiteljesítse potenciálját. Az „egyméretű” oktatási rendszer nem hatékony, és így nem tesz eleget az egyenlőség elvének. Az egyenlőséget úgy kell tekinteni, mint egyfajta hozzáférési lehetőséget a megfelelő oktatáshoz. Sirotnik (1983, p. 26) szavaival: „Az iskolázás minősége nem csupán a feladattal eltöltött időt jelenti, hanem a hasznosan eltöltött időt is.” És, ahogy Gardner (1991, p. 92) kijelentette: „A jó társadalom nem az, amelyik figyelmen kívül hagyja az egyéni eltéréseket, hanem az, amelyik bölcsen és emberségesen kezeli azokat.” A diffe-

renciált tehetségfejlesztés az egyik módja a tanulási képességben jelentkező egyéni eltérésekre való reagálásnak (Mező 2004).

A homogén csoportosítás már több mint 100 éve jelen van. Kezdetben a csoportokat informálisan alkották, és olyan diákok jártak egy csoportba, akik a tantervnek körülbelül ugyanolyan szintjén álltak, és ugyanolyan ütemben voltak képesek tanulni. Milyen érvek szólnak a képesség szerinti csoportosítás mellett? A képesség és teljesítmény szerinti csoportosítás a kor szerinti csoportosítással szemben hatékony, mert

1. megfelelőbb párosítást nyújt a tehetséges diák fejlődési készenléte és igényei, valamint a képzés között;
2. az eltérő képességekkel rendelkező diákok eltérően reagálnak a különböző oktatási stratégiákra és tanítási módszerekre;
3. a diákok jobban tanulnak, amikor olyan diákokkal vannak együtt, akiknek a kompetenciája az ő szintjükkel megegyező vagy annál egy picivel magasabb;
4. a csoportosítás kihívást jelent a diákok számára, hogy kitűnjenek vagy előretörjenek (Benbow 1997).

Fontos kiemelni azt is, hogy az intellektuálisan fejlett diákoknak nagyobb előnyük származik az olyan képzésből, amely nagymértékű felelősséget ruház rájuk az órákon szerzett információ rendszerezésében és értelmezésében. A kevésbé jó képességű gyermekek ezzel szemben konkrétabb és kevésbé elvont prezentációkat igényelnek, ahol kevesebb információmennyiséget kell befogadniuk (Snow 1986).

A képesség szerinti csoportosítás jobb szociális környezetet is biztosít a gyermekek, legalábbis a tehetséges gyermekek számára; a nap egy részét olyan gyermekek társaságában töltik, akik tanulmányi szempontból hozzájuk hasonlóak, és akik jobban megértik igényeiket, humorukat és szókincsüket (Lubinski–Benbow 1995). A képesség szerinti csoportosítás programjában való részvétel csökkenti a szándékos alulteljesítést a tehetségesek körében; egy ilyen csoportban kevesebb szükségét érzi annak, hogy eltitkolják képességeiket annak érdekében, hogy társaik elfogadják őket. Nincs senki a csoportban, aki kigúnyolná őket.

2.3.4. Összegzés: változatosság a szervezeti keretekben

Hagyományosan a *tanóra* a terepe a tehetség felismerésének és fejlesztésének, azonban a gyakorlat bizonyította, hogy csak ebben a szervezeti keretben nem lehet megoldani a hatékony iskolai tehetséggondozást. Leginkább azért nem, mert

a tanóra kevésbé teszi lehetővé a teljes egyéni differenciálást, mint a *tanórán és iskolán kívüli* szervezeti formák. A lényeg itt is az, hogy rendszerben tud hatékonyan működni a tehetséggondozás, s ennek a legfőbb elemei a következők (Balogh–Koncz 2008; Endrődiné 2003; Fodorné 2008; Fűkőné 2008; Herskovits 2000; Koncz 2003; Kormos 2003, Kormos–Sarka 2008; Sarka 2003; Titkó 2008; Tóth T. 2008):

- a tanórai differenciálás különféle formái (minél több kis csoportos, nívócsoportos és egyénre szabott munka!),
- speciális osztály,
- fakultáció,
- délutáni foglalkozások (szakkör, blokk, önképzőkör stb.),
- hétvégi programok,
- nyári kurzusok,
- mentorprogram stb.

Ezek mindegyike hatékony lehet: a célkitűzésekkel, a programmal, a tanulók jellemzőivel összhangban kell közülük választani.

Természetesen fontos, hogy a tanórai és tanórán (iskolán) kívüli formákat összekapcsoljuk a hatékonyság érdekében, ebben a tekintetben is csak *egységes rendszerben* lehet sikeres a tehetséggondozás. Nyilvánvalóan más kiemelt funkciói, jellemzői vannak a tanórának és a tanórán kívüli formáknak. Az órai tehetségfejlesztés során az érdemi differenciált munka elengedhetetlen a sikerhez, emellett középpontba kell állítani az egyéni tanulási stratégiák fejlesztését, s folyamatosan biztosítani kell a tanulók számára a valódi kihívásokat. A tanórán kívüli tevékenységeket elsősorban az egyéni érdeklődésre kell építeni, a minőségi gazdagítás elveit kell megvalósítani, valamint változatos szervezeti formákat kell kialakítani, lehetőleg túllépve az iskola falain is (vö. Balogh 2000). A tanórai foglalkozásokon, egyéb keretekben is akkor hatékony a tehetségfejlesztés, ha a differenciálás elve következetesen érvényesül.

IRODALOM

- Allan, S. (1991): Ability-grouping research reviews: What do they say about grouping and the gifted? *Educational Leadership*, 48 (6), 60–65.
- Archambault, F. X.–Westberg, K. L.–Brown, S. W.–Hallmark, B. W.–Zhang, W.–Emmons, C. L. (1993): Classroom practices used with gifted third and fourth grade students. *Journal for the Education of the Gifted*, 16 (2), 103–119.
- Balogh L. (szerk.) (2000): *Tehetség és iskola*. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen.
- Balogh L. (2004): *Iskolai tehetséggondozás*. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen.
- Balogh L. (2006): *Pedagógiai pszichológia az iskolai gyakorlatban*. Mesterek mesterei. Urbis Könyvkiadó, Budapest.
- Balogh L.–Koncz I. (szerk.) (2008): *Kiterjesztett tehetséggondozás*. Professzorok az Európai Magyarorszáért, Budapest.
- Balogh L.–Polonkai M.–Tóth L. (szerk.) (1997): *Tehetség és fejlesztő programok*. A Magyar Tehetséggondozó Társaság és a KLTE Pedagógiai-Pszichológiai Tanszék közös kiadványa, Debrecen.
- Benbow, C. P. (1991): Meeting the needs of gifted students through acceleration. A neglected resource. In Wang, M. C.–Reynolds, M. C.–Walberg, H. J. (eds): *Handbook of Special Education*, Vol. 4. Pergamon, Elmsford, NY, 23–36.
- Benbow, C. P. (1997): Grouping intellectually advanced students for instruction. In VanTassel-Baska, J. (ed.): *Gifted and Talented Learners*. Love, Denver, 261–278.
- Benbow, C. P.–Lubinski, D. (1994): Individual differences among the gifted: How can we best meet their educational needs? In Colangelo, N.–Assouline, S. G.–Ambrosion, D. L. (eds): *Talent Development*, Vol 2. Ohio Psychology Press, Dayton, OH, 83–100.
- Betts, G. T. (1986): *The Autonomous Learner Model for the Gifted and Talented*. Creative Learning Press, Mansfield Center, CT.
- Cattell, R. B. (1943): The Measurement of adult intelligence. *Psychological Bulletin*, 40, 153–193.
- Czeizel E. (1997): *Sors és tehetség*. Minerva Kiadó, Budapest.
- Endrődi Zoltánné (2003): Tehetséggondozás a Koroknay Dániel Általános Iskolában. In Balogh L.–Koppány L. (szerk.): *15 év a tehetségekért: elmélet és gyakorlat*. Mád, 185–199.

- Feger, B. (1997): Tehetséggondozó programok. In Balogh L.–Polonkai M.–Tóth L. (szerk.): *Tehetség és fejlesztő programok*. A Magyar Tehetséggondozó Társaság és a KLTE Pedagógiai-Pszichológiai Tanszék közös kiadványa, Debrecen, 47–57.
- Feldhusen, J. F. (1995): Talent-development: the new direction in gifted education. *Roeper Review*, 18 (2), 10.
- Feldhusen, J. F.–Kolloff, P. B. (1979): An approach to career education for gifted. *Roeper Review*, 2 (2), 13–17.
- Feldhusen, J. F.–Kolloff, P. B. (1986): The Purdue Three-Stage Model for gifted education at the elementary level. In Renzulli, J. S. (ed.): *Systems and Models for Developing Programs for the Gifted and Talented*. Creative Learning Press, Mansfield Center, CT, 126–152.
- Fodor Istvánné (2008): Valóságterkép az iskolai tehetséggondozásról. In Balogh L.–Koncz I. (szerk.): *Kiterjesztett tehetséggondozás*. Professzorok az Európai Magyarorszáért, Budapest, 243–252.
- Fűkőné Szatmári Melinda (2008): Tehetséggondozás a taktaharkányi Apáczai Csere János Általános Iskolában. In Balogh L.–Koncz I. (szerk.): *Kiterjesztett tehetséggondozás*. Professzorok az Európai Magyarorszáért, Budapest, 235–242.
- Gagné, F. (1990): Giftedness and talent: reexamining a reexamination of the definitions. *Gifted Child Quarterly*, 3, 17–25.
- Gardner, H. (1991): *The Unschooled Mind*. Fontana Press, London.
- Guilford, J. P. (1967): *The Nature of Human Intelligence*. McGraw-Hill, New York.
- Gyarmathy Éva (2006): *A tehetség (fogalma, összetevői, típusai, azonosítása)*. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- Heller, K. A.–Mönks, F. J.–Passow, H. (1993): *International Handbook of Research and Development of Giftedness and Talent*. Pergamon, Oxford, p. 27.
- Heller, K. A.–Mönks, F. J.–Sternberg, R. J.–Subotnik, R. (eds) (2000): *International Handbook of Giftedness and Talent*. Pergamon, Amsterdam – New York.
- Herskovits Mária (2000): A tehetségfejlesztés különböző útjai – nemzetközi körkép. In Balogh L.–Herskovits M.–Tóth L. (szerk.): *A tehetségfejlesztés pszichológiája*. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 129–142.
- Keating, D. (1991): *Intellectual Talent: Research and Development*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- Koncz I. (2003): A kiterjesztett tehetséggondozás rendszere és tartalmi elemei. In Balogh L.–Koppány L. (szerk.): *15 év a tehetségekért: elmélet és gyakorlat*. Mád, 56–61.
- Kormos D. (2003): A tehetséggondozás térségi hálózati programja BAZ megyében. In Balogh L.–Koppány L. (szerk.): *15 év a tehetségekért: elmélet és gyakorlat*. Mád, 18–34.

- Kormos D.–Sarka F. (2008): Átfogó megyei hálózati program a tehetség gondozására: Borsod-Abaúj-Zemplén megye. In Balogh L.–Koncz I. (szerk.): *Kiterjesztett tehetség gondozás*. Professzorok az Európai Magyarorszáért, Budapest, 277–292.
- Lubinski, D.–Benbow, C. P. (1995): Optimal development of talent: respond educationally to individual differences in personality. *Educational Forum*, 59, 381–392.
- Mező F. (2004): *A tehetség tanácsadás kézikönyve*. Kocka Kör TKE, Debrecen.
- Mező Ferenc–Mező Katalin (2007): *Tanulási stratégiák fejlesztése az IPOO-moddell alapján*. Kocka Kör, Debrecen.
- Mező F.–Miléné Kisházi Edit (2004): *Iskolai alulteljesítés tanulásmódszertani aspektusból*. Borsod-Abaúj-Zemplén megyei Pedagógiai és Szakmai Szolgáltató Intézet, Miskolc.
- Moon, S. M.–Feldhusen, J. F. (1991): Identification procedures: bridging theory and practice. *Gifted Child Today*, 14 (1), 30–36.
- Mönks, F. J.–Knoers, A. M. P. (1997): *Ontwikkelingspsychologie*. (7. kiadás) Assen, Van Gorcum.
- Mönks, F. J.–Van Boxtel, H. W. (1985): Gifted adolescents: a developmental perspective. In Freeman, J. (ed.): *The Psychology of Gifted Children*. Wiley, Chichester, 275–295.
- M. Nádasi Mária (2001): *Adaptivitas az oktatásban*. Comenius Bt., Pécs.
- Nagy K. (2000): Tehetségfejlesztő program a törökszentmiklósi Bethlen Gábor Református Általános és Szakiskola, Kollégiumban. In Balogh L. (szerk.): *Tehetség és iskola*. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 215–218.
- Passow, A. H. (1958): Enrichment of education for the gifted. In Henry, N. B. (ed.): *Education for the Gifted*. Fifty-seventh Yearbook of the National Society for the Study of Education. University of Chicago Press, Chicago.
- Páskuné Kiss Judit (2000): *A másodoktatás szerepe a képességek fejlesztésében – különös tekintettel a tehesség gondozásra*. PhD-értekezés, Debreceni Egyetem Pedagógiai-Pszichológiai Tanszéke, Debrecen.
- Petriné Feyér Judit–Mészölyné Fehér Katalin (1982): *Differenciált osztálymunka, optimális elsajátítás a gyakorlatban*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Piirto, J. (1999): *Talented Children and Adults*. Upper Saddle River, Columbus, Ohio.
- Polonkai Mária (1999): Tehetségfejlesztő iskolai programok készítésének szempontjai. In Balogh L. (szerk.): *Tehetség és iskola*. KLTE, Debrecen, 178–214.
- Polonkai Mária (2002): Differenciálás a tanulás szervezésben. In Balogh L.–Koncz I.–Tóth L. (szerk.): *Pedagógiai pszichológia a tanárképzésben*. FITT Image–Debreceni Egyetem, Budapest, 125–152.

- Renzulli, J. S. (1978): What makes giftedness? Reexamining a definition. *Phi Delta Kappa*, 60, 180–184.
- Renzulli, J. S. (1994): *Schools for Talent Development*. Creative Learning Press, Mensfield Center, CT.
- Renzulli, J. S. (ed.) (1986): *Systems and Models for Developing Programs for the Gifted and Talented*. Creative Learning Press, Mensfield Center, CT.
- Renzulli, J. S.–Reis, S. M. (1985): *The Schoolwide Enrichment Model: a Comprehensive Plan for Educational Excellence*. Creative Learning Press, Mensfield Center, CT.
- Renzulli, J. S.–Reis, S. M. (1986): The Enrichment Triad / Revolving Door Model: a schoolwide plan for the development of creative productivity. In Renzulli, J. S. (ed.): *Systems and Models for Developing Programs for the Gifted and Talented*. Creative Learning Press, Mensfield Center, CT, 216–266.
- Robinson, N. M.–Robinson, H. B. (1982): *The Optimal Match: Devising the Best Compromise the Highly Gifted Student*. Jossey-Bass, San Francisco.
- Sarka F. (2003): Új kihívások a tehetséggondozásban. In Balogh L.–Koppány L. (szerk.): *15 év a tehetségekért: elmélet és gyakorlat*. Mád, 106–116.
- Silverman, L. K. (1994): *Gifted Education: an Endangered Species. Empowering Partnerships Fulfilling Potential*. Indiana Association for the Gifted.
- Sirotnik, K. A. (1983): What you see is what you get: consistency, persistency and mediocrity in classrooms. *Harvard Educational Review*, 53, 16–31.
- Snow, R. E. (1986): Individual differences and the design of educational programs. *American Psychologist*, 41, 1029–1034.
- Spearman, C. (1904): General intelligence, objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 15, 201–293.
- Sternberg, R. J. (1999): The theory of successful intelligence. *Review of General Psychology*, 3, 292–316.
- Tannenbaum, A. J. (1983): *Gifted Children: Psychological and Educational Perspectives*. Macmillan, New York.
- Terman, L. M.–Oden, M. H. (1954): The gifted child grows up: twenty-five years' follow-up of a superior group. In *Genetic Studies of Genius*. Stanford University Press, Stanford, CA.
- Thurstone, L. L. (1938): *Primary Mental Abilities*. University of Chicago Press, Chicago.
- Titkó I. (2008): Tehetséggondozás a Debreceni Egyetem Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziumában. In Balogh L.–Koncz I. (szerk.): *Kiterjesztett tehetséggondozás*. Professzorok az Európai Magyarorszáért, Budapest, 265–276.
- Tóth L. (2003): *A tehetségfejlesztés kisenciklopédiája*. Pedellus Tankönyvkiadó, Debrecen.

- Tóth L. (2008): A tanórán kívüli (iskolai és iskolán kívüli) fejlesztés: gazdagítás, gyorsítás, individualizáció. In Balogh L.–Koncz I. (szerk.): *Kiterjesztett tehetséggondozás*. Professzorok az Európai Magyarorszáért, Budapest, 79–96.
- Tóth T. (2008): Tehetséggondozás az Árpád Vezér Gimnázium és Kollégiumban. In Balogh L.–Koncz I. (szerk.): *Kiterjesztett tehetséggondozás*. Professzorok az Európai Magyarorszáért, Budapest, 253–264.
- Treffinger, D. J. (1986): Fostering effective, independent learning through individualized Programming. In Renzulli, J. S. (ed.): *Systems and Models for Developing Programs for the Gifted and Talented*. Creative Learning Press, Mansfield Center, CT, 429–460.
- Treffinger, D. J. (1993): Stimulating creativity: issues and future directions. In Isaksen, S. G.–Murdock, M. C.–Firestein, R. L. (eds): *Nurturing and Developing Creativity: The Emergence of Discipline*. Ablex, Norwood, NJ, 8–27.
- Turmezeyné Heller Erika (2008): Integráció és differenciálás egyszerre a tehetséggondozásban – kooperatív tanulás. In Balogh L.–Koncz I. (szerk.): *Kiterjesztett tehetséggondozás*. Professzorok az Európai Magyarorszáért, Budapest, 67–78.
- VanTassel-Baska, J. (1993): *Comprehensive Curriculum for Gifted Learners*. Allyn and Bacon, Boston.
- VanTassel-Baska, J. (1995): *Planning and Implementing Curriculum for the Gifted*. Love, Denver, CO.
- Westberg, K. L.–Archambault, F. X.–Dobyns, S. M.–Salvin, T. J. (1993): *An observational study of instructional and curricular practices used with gifted and talented students in regular classrooms*. National Research Center on Gifted and Talented, Storrs, CT.

Kirsch Éva–Dudics Pál

A TEHETSÉGGONDOZÁS LEHETŐSÉGEI
FIZIKÁBÓL

1. TEHETSÉGRŐL A FIZIKA MENTÉN

Ez a továbbképzési segédanyag nem vállalkozik a tehetséggondozás minden területének lefedésére még a fizika tantárgy vonatkozásában sem. Az iskolai szintű rendszerekkel egyáltalán nem kíván foglalkozni, az osztálybeli lehetőségekkel csak keveset; a hangsúly a tanórán kívüli formákon van.

1.1. A tehetségfogalom fizika tantárgyra vonatkozó aspektusai

Ha a „Ki a tehetséges?” kérdésre nagynevű kutatók különböző válaszokat adnak, eltérő megközelítéseket alkalmaznak, akkor arra a kérdésre, hogy ki a fizikából tehetséges, talán válaszolni sem lehet. Nehezíti az elméleti megközelítést, hogy a gyakorlat oldaláról a helyzetek egyszerre látszanak sokkal egyszerűbbnek és egyben bonyolultabbnak is. Sarkítva úgy is fogalmazhatunk, hogy tehetséggondozás alanyává az válik, akit fizikatanárként tehetségesnek látunk, és sikerül együttműködésre bírunk, vagy az, aki annyira motivált, hogy magától jelentkez, még ha a mi megítélésünk szerint nem is annyira kiváló.

A tehetségek felismerésére szolgáló eljárások folyamatosan alakulnak, szélesednek, strukturálódnak a tehetségfogalom finomodásával, a róla folyó szakmai vita során. A Gardnerhez köthető felfogás szerint az intellektuális képességek sokféle területre terjedhetnek ki, és nem egyforma intenzitással, ezért egy egysíkú vagy nem elég sok szempontú felmérés alapján a tehetségesek egy része kívül maradna az azonosítottak körén. A fizikatudomány terén való tehetség nyilván kapcsolatba hozható az általános tehetséggel, de speciális gondolkodási képességeket feltételez. Ezek a tehetségek általános értelmi képességek (verbális/figuratív) mérése alapján nem szűrhetők ki. Különösen nem a korai méréseknél, ugyanis a speciális képességek később alakulnak ki. Azonosításukhoz flexibilis, gyakorlatias, életszagú megközelítés szükséges.

A tanári gyakorlatban a kérdés talán a másik pólus oldaláról is megközelíthető. Sok diák nem szereti a fizikát. Miért? Mert nehéz – válaszolják többnyire. Miért találják nehéznek a tanulók a fizika tantárgyat? Néhány idézet tanulók válaszaiból: nehéz megérteni; nem elég a fogalmakat tudni; egymásra épülnek az ismeretek; nagy szerepet játszik a logika; sok a jel és az összefüggés; száraz, bonyolult, elvont; sok idő kell hozzá; sok a számolás; olykor csavar van a feladatban; az anyag tudásán túl nagyon figyelni kell, összetett, logikus gondolkodást igényel.

Ezek alapján a fizika széles spektrumú, szigorú logikát követel, ötletek nélkül nem alkalmazható, sok egyéb eszközt is mozgósítani kell (matematikai számolások, becslések, fantázia, absztrakció), gyakran kap szerepet az intuíció, és bizonyos rutinra is szükség van a tantárgyi sikerhez. Tehát jó (lehet) fizikából az, aki a fenti kritériumokat teljesíteni tudja. Ezt a primitív képet néhány dologgal kiegészítve mondhatjuk, hogy fizikából tehetséges az, aki (érdeklődés birtokában)

- megfelelő tanulási technikával rendelkeznek,
- tud logikusan gondolkodni,
- tud elvontan gondolkodni,
- képes a rendszerszemléletre,
- következetes alkalmazó, ugyanakkor
- kreatív,
- divergens gondolkodásra is képes,
- intuitív,
- jó a számolási készsége,
- tud koncentrálni,
- türelmes, kitartó.

A tantárgy társadalmi és diákközegbeli megítélése miatt fontos még, hogy

- nem zavarja, ha kisebbségben van.

Az általános ismérvek közül hozzátehetünk még néhányat:

- gyors gondolkodású,
- kíváncsi,
- tájékozott,
- fantáziadús,
- önálló,
- szereti a kihívást,
- van önbizalma,
- jó a memóriája,
- elmélyülten képes dolgozni.

Ebből a felsorolásból érezhetően kimaradtak a gyakorlati tevékenységre vonatkozó momentumok. Ennek két oka van. Az egyik, hogy a jelenlegi tanórai keretek között a tanulók mérési, kísérletezési tevékenysége háttérbe szorult, nem szerves része a fizika tantárgynak. A másik ok az, hogy ha sor kerül rá, azt érde-

kesnek találják, ugyanakkor nem gyűjtenek annyi tapasztalatot, hogy annak nehézségeit azonosítani tudnák.

1.2. A tanár szerepe

A bevezetőben már felbukkant a tanári vélemény fontosságának gondolata. Ez a momentum akár külön fejezetet is érdemelne. A tapasztalatok szerint kevesebb arra érdemes tanuló marad ki az azonosításból, ha az objektív és a szubjektív eljárásokat vegyesen alkalmazzuk. A tanulóval napi kapcsolatban lévő tanár olyan momentumokat vehet észre, amit a tesztek képtelenek érzékelni. A tanár konkrét tapasztalataira támaszkodik, és kétféle összehasonlítást alkalmazhat. Az aktuálisan értékelendő tanulót az általa fontosnak tartott tulajdonságokból összegyűrt ideális tehetséghez hasonlítja, vagy a pályafutása során megismert, „befutott” tehetségekhez. Ez utóbbi nagyon differenciált válogatást tesz lehetővé, a rejtőzködő tehetség is felismerésre kerülhet, ha a pedagógus gyakorlatában előfordult már.

A tanárnak még egy fontos szerepe van: katalizálja a Pygmalion-effektust. Hozzáállásával, kimutatott fejlesztési szándékával segíti a tanulót. Nem egy vizsgálat igazolta, hogy a leghatékonyabban az a csoport fejlődik, amely az azt tanító pedagógus szerint tehetséges, függetlenül attól, hogy a tesztek mit mutatnak.

A tanári szubjektivizmusnak veszélye is van. Kérdőívek kitöltése során a pedagógusok a tehetség ismérvei közé sok olyan helytálló tulajdonságot is felsorolnak, melyeket a valóságban nem pozitívan ítélnék meg. A nagy létszámú osztályokhoz szokott tanár számára az ideális diák első közelítésben az, aki nem okoz túl sok gondot. Ebbe a körbe a nonkonform, önérvényesítő, tanagyagtól eltérő dolgokkal foglalkozó, nem szorgalmas, figyelmetlen, írni nem akaró tanuló nem feltétlenül tartozik bele, ezért a tehetségjegyek felismerésére esetleg alkalom sem kínálkozik, és az ellenkező irányú Pygmalion-hatás jut érvényre.

A tanulók szociokulturális környezete oly mértékben is különbözhet, hogy néhány esetben láthatatlanná tesz képességeket. Ha egy tanulónak otthon sosem volt alkalma kreatív játékokkal játszani, akkor az ilyen jellegű iskolai tevékenység során ügyetlennek bizonyulhat.

A fizika tantárgyra vonatkozóan különösen helytálló tehát az a megközelítés, hogy a tehetségfejlesztést terjesszük ki minden olyan tanulóra, akit erre meg akarunk és tudunk nyerni, illetve aki csatlakozni szeretne. Ebben a vonatkozásban Ranschburg Jenő (2004) álláspontját követve „műszereinket úgy kell kalibrálnunk, hogy a túl magas – vagy túl merev – kritériumszint ne idézhesse elő rátermett gyerekek kiszűrését a tehetségesnek minősülő populációból”. A szerző további gondolatával azonosulva a tehetségfejlesztés során nyert tapasztalatokat az átlagcsoportok képzésének javítására lehet felhasználni.

2. TEHETSÉGEK A FIZIKÁBAN

A fizikatudományban valóban sikeres tehetségek egy igazán komplex képességrendszernek vannak (kell, hogy legyenek) a birtokában. A fizika tantárgyat a tudomány előszobájának tekintve egyszerűsíthető a képlet. Témánk az iskolai tehetséggondozás, általános esetben ez a 7–12. évfolyamig terjedő korosztályt jelenti. Ebben az időszakban tanórán szinte csak az alapok lerakására kerül sor. A hetedikeseknek még a nyelvezet is új, a látásmód a témakörök feldolgozása során alakul – folyamatosan. Csak néhány év elteltével reális az analógiák, formai, tartalmi hasonlóságok felfedezése, komplexebb problémák tárgyalása. Az elemzés alkalmazásához szükséges eszköztár (pl. matematikai eljárások) párhuzamosan épül fel, más tanórákon, ezért indokolt, hogy a tehetség ismerveit akár korosztályonként újrafogalmazzuk. A 13–14 évesek tantárgyi ismeretei még szűkek, más területeken mutatott erényeik alapján azonosíthatók tehetségesként. A fizika belső logikája még a szakembereket is két jelzővel illeti: van elméleti és kísérleti fizikus. Az elméleten belül a gondolati, teoretikus megközelítés és a számolásokkal megsejtett vagy alátámasztott megközelítés jelent kicsit más aspektust. A kísérleti fizikában van, aki végzi és elemzi, értékeli a tapasztalatot, de más kondíciókkal rendelkezik az, aki az ehhez szükséges eljárásokat, eszközöket kitalálja, elkészíti.

Ez a funkcionális tagoltság indokolja, hogy a fizikából tehetségesek esetében sajátos részterületekhez rendeljük azokat a képességeket, melyek definiálják. Természetesen a határok nem meghúzhatók, csak a tárgyalást könnyítik meg, a valódi tehetséghez mindegyik szeletnek elég erőteljesnek kell lennie.

2.1. A tanulásban tehetségesek

Legelőször és legtöbbször olyan tanulókkal találkozunk tehetségkereső tevékenységünk során, akik a tanulásban mutatnak jó eredményeket. Jellemzőjük, hogy általában minden tantárgyból kiváló eredményt produkálnak, mert

- szorgalmasak,
- jó a memóriájuk,
- jó stratégiával tanulnak,
- logikusan gondolkodnak,

- szívesen dolgoznak,
- motiváltak a sikerre,
- van önbizalmuk.

Ezek a tulajdonságok jó alapot adnak ahhoz, hogy valaki fizikából is tehetségesnek mutakozzon, ám nem feltétlenül szükségesek, és biztosan nem elegendők. A fizikából tehetséges diák „több” és „kevesebb” is ennél. Lehetséges, hogy szorgalma, motivációja, önbizalma csak a későbbiekben alakul ki, viszont a tantárgyi sikerességhez a felsoroltakon túl még további momentumok kellene.

Mit várhatunk egy tanulásban tehetséges tanulótól? A tanórai tananyag feldolgozásában folyamatosan segítségünkre lesz. Kiválaszthatjuk olyan csoport vezetésére, mely önállóan dolgozik. Számíthatunk rá órán kívüli tevékenységben. Ha van benne a fizikatudománnyal kapcsolatos ambíció, akkor aktív tagja a szakkörnek, tisztelen helytáll a versenyeken, valószínűleg kipróbálja magát a kutatómunka területén is, szép eredményeket produkálva. Ha továbbtanulási szándéka ebbe az irányba viszi, megbízható, jó szakember válik belőle. Hálás alanya az iskolai tehetséggondozásnak, mert odafigyelést, irányítást igényel, de különösebb küzdelem nélkül hozza az eredményeket. Mivel más területeken is sikeres, kiegyensúlyozott személyiség, teljesítménye egyenletes mindaddig, amíg nem koncentrálódik az érdeklődése egy tantárgyra vagy műveltségi területre, ahol a további előrelépéshez a speciálisabb képességek szükségesek.

2.2. A gondolkodásban tehetségesek

A fizika tantárgy, illetve tudomány struktúrája többszintű. Leíró tudomány lévén alapvető a fogalmi szint. A szakmai terminológia használata elengedhetetlen feltétele a mondanivaló megfogalmazásában. A fizika részterületekre tagolódik, melyeknek közös bázisa néhány általános alaptörvény, és erre épülnek a speciális elméletek. A tudomány kezdeteitől fogva tetten érhető az a törekvés, hogy a természet törvényeit egységes keretbe foglalják. Folyamatos tehát a közös lényeg keresése, fontos szerepe van az analógiának, a felismert és alkalmazott törvények formai és tartalmi hasonlóságának. Az újabb eredmények sok esetben megoldatlan problémákból erednek: tapasztalatok felhalmozása és modellek, elméletek kipróbálása együttesen szüli meg azokat. A tudománytörténet tanulsága szerint az elméletek zömmel nem megdőlnék, hanem módosulnak, finomodnak, érvényességi területük korlátozódik. A tudományterület tagozódásának egyik oka az egyre mélyebb ismeretek halmaza. A mai kutatómunka nagyon speciális tudást, ugyanakkor globális látásmódot igényel.

A fizikai gondolkodásban tehetségesnek tekinthetjük tehát azokat a tanulókat, akikre jellemző, hogy

- jó az elemzőképességük,
- lényeglátóak,
- logikusan gondolkodnak, érvelnek,
- képesek a komplex látásmódra,
- képesek a rendszerszemléletű megközelítésre,
- fegyelmezett, ugyanakkor flexibilis a gondolkodásuk,
- egyéni megoldásokat keresnek,
- fogékonyak a párhuzamokra,
- jó az absztrakciós képességük,
- gazdag a képzelőerejük,
- jó a tér- és formalátásuk.

Az ilyen tulajdonságokkal rendelkező tanulótól elvárhatjuk, hogy jól alkalmazza ismereteit, felismerje a vizsgált jelenség lényeges mozzanatait és az ismert törvények megnyilvánulásait, tudjon következtetéseket levonni. Azonosítsa a benne rejlő új vonásokat, és tudjon kérdéseket feltenni. Ismerjen ellenőrzési módokat, technikákat, kiszűrje a hibás válaszokat. Sikeresen szerepeljen olyan versenyeken, ahol problémaelemzés, jelenségmagyarázat, érvelés a feladat. Ilyen versenyek például az Öveges-verseny, a megyei versenyek jó része, a Mikola-verseny és az érettségi egyes feladatai. Természetesen ehhez a verbális kifejezőképességnek is megfelelő szintűnek kell lennie. Az ilyen tanuló érdemben tud megbirkózni egy nyílt végű problémával. Ha egy tanulóban a fenti tulajdonságok kitarással, elkötelezettséggel, kíváncsisággal párosulnak, kiválóan alkalmas kutatómunkára. Ez lehet elméleti jellegű, például önképzőkori keretekben önállóan vagy társakkal, lehet mentori irányítású önálló tevékenység, de lehet konkrét laboratóriumi csapatmunka is. Kiemelkedő teljesítmény várható tőle középiskolásoknak kiírt pályázatokon, konferenciákon. Felnőttként tudományos kutatóként is eredményes lehet.

2.3. Matematikai képességekben tehetségesek

A fizikatudomány segédnyelve a matematika. Természetes, hogy a mennyiségi kapcsolatok egyenletek, egyenlőtlenségek formájában fogalmazódnak meg, de az elméletek esetében is gyakran formulák hordozzák a tartalmi mondanivalót (lásd Maxwell-egyenletek, Lorenz-transzformáció stb.). A jelenségek egy része paraméterfüggő. Bizonyos mennyiségek, fogalmak a középiskolások számára ismeretlen matematikai eszköztár elemeiként jelennek meg: tenzorok, mátrixok, operátorok. A kutatási tevékenységnek vannak olyan aspektusai, melyben mért adatok feldolgozása zajlik, illetve számolások útján történik valaminek az igazolása.

A fizika alkalmazott tudomány, szorosan kapcsolódik a mérnöki tevékenységhez, a technika és technológia kérdéseire, ami konkrét értékek meghatározását igényli. A matematika használata a fizika művelésének elidegeníthetetlen része. Kívülálló számára ez leginkább képletek használatának tűnik, de mi, szakmán belüliek nagyon jól tudjuk, hogy sokkal többről van szó. Szemléletmódot, problémakezelési technikát, kapaszkodót, kiindulópontot, vezérfonalat és eszközt jelent. A fizika előrehaladása gyakran gerjesztette matematikai elméletek létrejöttét, s az új matematikai elméletek új fizikai gondolatokat, felfedezéseket provokáltak, jósoltak.

Az általános és középiskolában használt matematikai eszköztár nem lép ilyen mélységekbe, de hasonlóan gátja vagy lényegi segítőtje az ezen a szinten jelentkező fizikai problémák megoldásának. Ha egy tanuló számára a paraméterek használata gondot jelent, akkor általános megoldásokra nem képes. Ha nem tud biztonságosan kétismeretlenes egyenletrendszer megoldani, akkor egy síkbeli mozgás dinamikai elemzése nem sikerülhet kielégítően. Ha az előjelek világa vagy a vektormennyiségek kapcsolata nem letisztult ismeret számára, akkor a formális műveleti alkalmazás hamis eredményekre vezet. Ha két mennyiség kapcsolatában csak az egyenes és fordított arányosságot tudja elképzelni, akkor esélytelen a nem ismert jelenségek vizsgálatában. Nem egyszerűen csak arról van szó, hogy ha ezeket a technikákat megtanulja matematikaórán, akkor elboldogul az előbb említett esetekben. Gyakori tapasztalat, hogy a matematikaórán jól tudott ismeret nem kerül azonosításra fizikaórán, mert a diák nem ismeri fel a situációt a más jelölésrendszer vagy megfogalmazás miatt. Például a fizikai látásmód szempontjából talán az egyik legfontosabb részterület a függvénytan, ami a tanulók számára általában az egyik legnehezebb anyag rész. Matematikaórán is nehezen birkóznak meg vele, az alkalmazás pedig ténylegesen egy magasabb szint. Az eszköztárat kreatívan, változatosan, gyakorlottan kell használni, a fizikai ismeretek közé ékelve, annak alárendelve. Ez sokkal összetettebb gondolkodási művelet, mint tudni a matematikát. Nem ritka az olyan fizikai gondolkodásban tehetséges tanuló, aki azért sikertelen egy versenyen, mert nincs ötlete a szélsőérték megtalálásához vagy sejtésének igazolásához. Van fordított irányú tapasztalat is. A fizikaversenyek döntőjében feltűnően nagy számban találunk matematika tagozatos diákokat. Nem azért, mert a másik kiemelt tantárgyuk a fizika, hanem mert a probléma felvázolásához szükséges fizikai ismeretanyag a rendelkezésükre áll – hiszen mégiscsak reáliák terén tehetséges diákokról van szó –, a megoldáshoz pedig tisztán matematikai úton jutnak el. Fizikai tudásuk aztán a kapott eredmény értelmezésére újra kiválóan alkalmas.

A matematikai eszköztár használatában tehetségesek képességei részben intellektuálisak, részben pszichomotorosak. A legfontosabbak jellemzők:

- logikus gondolkodás,
- absztrakciós képesség,
- térlátás,
- számolási készség,
- a jó becslés képessége,
- intuíció,
- türelem,
- koncentráció képessége,
- konvergencia gondolkodás,
- független gondolkodás,
- vizuális képzelőerő,
- formalizált gondolkodás.

A fizika szakmai tananyag megtanulásával ezeknél a diákoknál nem lesz meglepő, ha a tanórán új következtetéseket vonnak le, új kapcsolatokat ismernek fel. Aktív tagjai a klasszikus verseny-előkészítő szakkörnek, és sikeresen szerepelnek a feladatmegoldó versenyeken (például Mikola-verseny). Jól boldogulnak a problémamegoldás terén is; ilyen tanulók esélyesek az OKTV-n, Eötös-versenyen való kiváló szereplésre.

2.4. Gyakorlati tevékenységben tehetségesek

A fizikát megtanulni, az ismereteket elméletileg alkalmazni – összetett gondolkodási művelet. A fizikát a gyakorlatban művelni, azaz az elméletet a gyakorlat szolgálatába állítani, vagy a mérés, kísérletezés útján elméleti megállapításokra jutni – összetett gondolkodási és manuális művelet. A legegyszerűbb esetben is a kísérletet össze kell állítani, el kell végezni, használni kell a mérőműszereket, meg kell mérni az adatokat, azokat fel kell dolgozni, és az elmélettel a kívánt szempontból kapcsolatba hozni. Ez az egyszerű modellje a gyakorlati kutatásoknak is.

A tehetségkeresés kérdéskörében ennek a folyamatnak három szegmenséről lehet beszélni: a szükséges eszközök elkészítése, a végrehajtás és a kiértékelés. Az utóbbi kettő nehezen szétválasztható, ha iskolai szintben gondolkodunk, de a fizikatörténet tele van olyan esetekkel, amikor a laborban dolgozó segítők, asszisztensek végzik a manuális munkát, a kutató feladata a tervezés és a kiértékelés.

Nem érdektelen tehát annak vizsgálata, hogy milyen ismérvei vannak a mérésben, kísérletelvézésben mutatkozó tehetségnek. Általános jó intellektuális adottságok mellett talán a leglényegesebbek:

- precíz munkavégző,
- türelmes,
- jó megfigyelő,
- jól tud koncentrálni,
- rendezett, fegyelmezett gondolkodású,
- ügyel a részletekre,
- jó a lényeglátása,
- jó a kez ügyessége,
- jó a térlátása,
- ötletes,
- képes megosztani a figyelmét,
- kíváncsi.

Ilyen tanuló esetében bízhatunk abban, hogy az eszközöket rendeltetésszerűen használja, így azok nem mennek tönkre, a végrehajtás a leírásnak megfelelően történik, az észlelési hibák minimálisak, a mért adatok szisztematikus eljárásban születtek, és rendezett formában állnak rendelkezésre. Kevés olyan helyzet van, mely pusztán ezt a tevékenységet igényli, inkább olyan adódik, ahol nagyobb hangsúlyt kap. Ilyen például a sárospataki becslési verseny, a kazincbarcikai Dr. Nagy László-verseny vagy a mérőtáborok.

Egy kísérletező felfedezés során ezek nem nélkülözhető kellékei a folyamatnak, de a tervezés és kiértékelés tölti meg élettel ezt a tevékenységet. Ezért önmagában a fenti tulajdonságlista nem fogalmazható meg a kísérletező tehetség kritériumaként. Társulnia kell hozzá mindannak a képességnek, amit a gondolkodásban tehetségesek kapcsán felsoroltunk. A két momentum összekapcsolódása az adott tanulóban egy másfajta motivációt is feltételez. Kíváncsiságnak, a bizonyítás, kipróbálás igényének lehetne talán nevezni. Ezek azok a tanulók, akik a kutatómunkában iskolás korukban és a későbbiekben is élenjárhatnak, esélyük van tényleges tudományos eredményekre. A tanulmányi versenyek egy része is méri a tanulókat ilyen szempontból. Ez esetben általában a döntő tartalmaz mérési feladatot, melynek eredménye többnyire hozzáadódik az elméleti megmérettetésen kapott pontokhoz – mintegy rábólintva arra.

2.5. Az eszközkészítésben tehetségesek

A gyakorlati tevékenységhez kapcsolódóan egy másik tehetség szeletről kell még szót ejtenünk. Eszközt készíteni megint csak más képességeket igénylő feladat. Pedagógusi tevékenységünk során alapvetően két esettel találkozhatunk. Az egyik végeredménye egy adott cél eléréséhez szükséges szerkezet, elrendezés, a másik célja maga a működés. Két konkrét példával szemléltetve: az egyik eset-

ben a tanuló a sűrűségméréshez készít céleszközt, vagy a súrlódási együttható mérési elrendezését állítja össze konyhai használati tárgyakból, a másik esetben rakétát alkot. Határozottan innovatív gondolkodást igényel mindkettő. Tervezési, elkészítési és kipróbálási vagy kalibrálási szakaszokra bontható a folyamat. Komoly szinten az ehhez szükséges képességek, tulajdonságok részben a gondolkodásban, részben a kísérletezésben tehetségesekéből rakható össze, de attól több, hangsúlyjaiban más. A következőket tartjuk kiemelésre érdemesnek:

- ötletesség, szemfülesség,
- műszaki érzék és jártasság,
- kezűgyesség,
- türelem,
- alaposság,
- problémamegoldó képesség,
- lényeglátás,
- a koncentráció képessége,
- önbizalom,
- felelősségérzet,
- eltökéltség, kitartás.

Az ilyen tanulókat lehet hogy barkácsszakkörörről kell átcsábítani a fizikára. Várhatóan kiválóan szerepelnek a műszaki és innovációs versenyeken, belőlük lehet a jövő feltalálója.

Olyan diákot, aki a fejezetben felsorolt minden tulajdonsággal rendelkezik, nem is érdemes keresni. A felvázolt összetettség csak tükröződése a fizika tudományterület komplexitásának. Tudjuk azonban, hogy nincs is szükség ilyen komplex képességrendszerre a valós életbeli eredményességhez, másrészt filozófiánk szerint a kaput szélesre tártuk, s diákjaink a tehetségfejlesztésben a kritériumok részleges teljesülése esetén is, illetve saját döntésük alapján is résztvevők lehetnek.

3. KIK A TEHETSÉGES TANÍTVÁNYAINK?

Fizikatanárként elég sok ilyen jellegű könyvet, írást tanulmányozva is megállapíthatjuk: nem csak a tantárgyból tehetségesek felismerésének szűk a szakirodalma, de még a természettudományban tehetségesek azonosításának is. Konkrét eljárás szinte sehol sem található.

Az előző fejezetben tárgyalt adottságok, képességek, tulajdonságok – mintegy potenciális energiaként – a lehetőséget jelentik. A tehetségfogalom tárgyalásakor a szerzők többnyire átlagon felüli képességekről és kreativitásról szólnak. A részletesebb felsorolásoknál is többnyire csak a számolási képesség jelenik meg konkrétumként. A tehetség manifesztálódása, azaz eredményben való megnyilvánulása – Renzulli elnevezése alapján – a teljesítményövezetbe tartozik. Az általános teljesítményövezetek felsorolásában már szerepel a fizikai tudomány (Habermann 1989, p. 177).

Gyakorló pedagógusként mankót kaphatunk a tehetségazonosítás általános eljárásainak ismeretéből. Ennek két gyenge pontja van: a képességfelmérő tesztet arra kiképzett szakemberek vehetik fel, illetve értékelhetik ki, másrészt ezek a technikák komplex tehetséggondozó programokra való kiválasztást céloznak. Ilyen esetben a folyamat még követéses vizsgálatot és értékelést is magában foglal.

A fizikatanár hétköznapijai több okból is mások. Nem vállalkozhatunk teszt-készítésre az előbbi értelemben, mert többnyire csak a szakmánkhoz értünk. Másrészt a tanulók mindössze 2–4, esetleg 6 évig tartoznak hozzánk. De a középiskola utolsó két évében a továbbtanulási irányok kiválasztása után leszűkülnek a lehetőségeink, és a megmaradó tanulók céljai is konkretizálódnak. Ha nem speciális osztályról van szó, akkor esetleg évről évre változó összetételű csoportban kell gondolkodnunk.

Ahhoz azonban, hogy aktuálisan és változatosan technikát tudjunk választani, nem érdektelen áttekinteni az elfogadott tehetségazonosítási eljárásokat. Ezek egy része mérésen alapul, másik része szubjektív. Általánosan elfogadott nézet, hogy a kettő kombinációja megbízhatóbb, mint külön-külön.

A mérések több szempont szerint besorolhatók (Habermann 1989, 186–200). Az egy-egy tényezőt mérni kívánók is valójában többtényezősök. Az egy szempontú kiválasztást minden szakember elégtelennek tartja. Nagy veszély volt, fő-

leg korábban, hogy az intelligenciatesztek döntik el, ki a tehetséges. Ma már sokkal szélesebb skálával dolgoznak.

Ismertek kognitív tesztek és nemkognitív eljárások. A kognitívakkal mérhető területek: intelligencia, kreativitás, nyelvi képességek, tanulóképesség, tanulási stílus, vizuális művészetek képessége, és vannak tantárgyi tesztek. Ez utóbbiakra később még visszatérünk. A speciális képességeket vizsgáló nemzetközi publikációkból ismert eljárások között van egy fizikával rokonítható, a térszemléletet és műszaki érzéket felmérő teszt. A magas szintű műszaki tervezői, építészeti munkára való alkalmasságot méri, de csak az általános intelligencia megfelelő szintjével együtt bír diagnosztikai jelentéssel. Érdekes megállapítás, hogy ezek a teszteredmények nem feltétlenül korrelálnak a középiskolai matematika- és fizikajegyekkel.

A nemkognitív kérdőívek az énképet, a motivációt, az érdeklődési irányokat és a hajlamokat, fogékonyságot mérik fel.

A nem tesztjellegű eljárások többnyire tanárok és szülők véleményét kérik. Bár az is történhet mérésre alkalmas kérdőívvel; többnyire a tanuló egész személyiségét igyekeznek feltérképezni, és a szubjektív megítélésnek is teret adnak.

3.1. A hétköznapi technikái

Egy magyarországi felmérés (Balogh–Koncz 2008, 16–17) megállapította, hogy az iskolák tehetségkiválasztó gyakorlatában a komplex információgyűjtés, a tantárgytesztek és a tanulóképesség vizsgálata dominál, feleolyan gyakori a kreativitás, még kevesebb az intelligencia mérése, és csak elvétve fordul elő énképvagy tanulási stratégiák vizsgálata.

A megvalósítás formáit tekintve történhet

- adott populáció szűrésével,
- felvételi vizsgával,
- meghallgatás, elbeszélgetés alkalmával,
- jelentkezés útján, vagy
- szülői, tanári jelölés alapján.

Konkrét programokra való kiválasztásban meghatározó elemek a tudás-szint-, illetve a képességszint, valamint a tanulmányi eredmény. Csak néhány esetben lehet találkozni pszichológiai módszerekkel.

A továbbiakban speciálisan a fizika tantárgy területére térünk át. A kirajzolódó lehetőségeket látva kézenfekvő, hogy hétköznapi gyakorlatunkban elsősorban azokat az eszközöket és alkalmakat használjuk, melyek közvetlenül elérhetők.

A fentebb felsorolt formák közül a felvételi vizsga nem releváns, ugyanis még speciális osztály esetén is ritkán felvételi tantárgy a fizika. Az viszont igaz, hogy akármi is a felvételi tárgy, annak eredménye információt jelenthet számunkra is. Ugyanígy egy felvételt helyettesítő elbeszélgetés, meghallgatás során is kaphatunk képet a tanuló általános intellektusáról.

A szűrést elsősorban a saját tanóráinkon tehetjük meg. Nem jellemző ugyanis, hogy egy középiskola általános iskolások körében végezze illet, hogy aztán az alapján hívjon vagy vegyen fel tanulókat. Valami hasonló azonban megvalósulhat, ha egy középiskola nyílt szakkört vagy programokat hirdet, s annak keretében eleve olyan tanulókkal ismerkedhet meg, akik már legalább motivációval rendelkeznek. A többi forma természetesen adódó lehetőség a fizikatanár számára is.

A tehetségesek kiválasztására, azonosítására a konkrét szempontjaink a következők lehetnek:

- a tanórán mutatott képességek,
- tanulási technika,
- *dolgozatok eredménye,*
- *tantárgyi tesztek eredménye,*
- *versenyeken való eredményesség,*
- személyiségjegyek,
- motiváció,
- érdeklődés.

A dőlt betűvel szedettek minősülhetnek valamelyest objektív eszköznek. A többi is mérhető lenne, de a valóságban többnyire szubjektív megítélés alá esnek.

Két dologra kell ügyelnünk. Egyrészt, hogy a kiválasztás viszonylag széles skálájú legyen, hogy ne maradjanak ki az arra érdemesek. Legyünk tisztában azal, hogy ha egy tanuló csak a kritériumok egy részével rendelkezik, annak lehet oka az, hogy rejtőzködő tehetség, vagy egyszerűen később érik. Éppen a fejlesztés eredménye lehet a többi készség megerősödése, vagy esetleg a hiányzó személyiségvonások kialakulása, a belső hajtóerő megszületése.

A másik fontos dolog, hogy ha mérőeljárás mellett döntünk, akkor a mérésértékelés alapvető szabályait be kell tartanunk. A tesztnek megbízhatónak, érvényesnek és objektívnek kell lennie. A megbízhatósági kritérium azt jelenti, hogy a kapott eredmény megegyezik egy ugyanezt mérő másik teszt eredményével. A központi feladatsorok esetén ezt a tesztek bemérésével, a standardizálással biztosítják. A napi gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a mégoly gondosan összeállított feladatsor sem feltétlenül felel meg ennek, tehát felelőtlenség teljes mérték-

ben megbízni az eredményében. Az érvényességi kritérium azt írja elő, hogy a feladatsor valóban azt mérje, amire készült. Egy-két példán keresztül ez jól szemléltethető. Ha egy feladat túl hosszú, esetleg bonyolult szöveggel megfogalmazott, akkor elsődleges lépésként a szövegértést méri, nem a tartalmi megoldás helyességét. Ha egy feladat részei egymásra épülnek, az első elakadás utáni kérdésekre akkor sem születhet válasz, ha egyébként a tanuló tudná a megoldást. Ha egy táblázat kitöltését várjuk el például az Ohm-törvény alapján, akkor egy-két sor után már nem a törvény ismeretét mérjük, hanem a számolási készséget. Az érvényességet az adott ismeret több oldalról történő megközelítésével, több típusú feladat alkalmazásával viszonylag jó szinten biztosíthatjuk.

Az objektivitás akkor teljesül, ha a résztvevők azonos feltételek mellett dolgozhatnak, azonos információk alapján, és azonos módon értékelik ki a munkájukat.

Minden kritérium teljesülése csak szakember által készített, bemért tesztől várható el. Ha házi használatra készítünk feladatsort, akkor ezeket a hiányosságokat figyelembe kell venni a következtetések levonásakor. Elég arra a tapasztalatra hivatkozni, hogy egy dolgozatot a kicsit figyelmetlen, ám kimagaslóan tehetséges tanuló és az anyagot jól tudó szorgalmas is 96%-ra írhatja. A különbség az, hogy az előbbi az ennél jóval nehezebbet is ilyen szinten írta meg, ez viszont nem derül ki.

Segítségünkre lehetnének a standardizált mérések, de Magyarországon még nem jellemző a tantárgyra vagy tudományterületre vonatkozó ilyen általános célú tesztek elérhetősége. Az elkészült mérőlapok leginkább az elért tudást mérik, nem a képességeket. Ilyenek a felvételi, érettségi és versenyfeladatok. Jobb híján ezek is alkalmasak egy azonosítási szempont érvényesítésére.

A szakemberek óvnak attól, hogy a tantárgyi teszt legyen a kiválasztás egyedüli módja. Azok ugyanis többnyire lexikális tudást mérnek, az oktatott tananyaghoz erősen kötődnek. Az a tanuló, aki az iskola által preferált képességstruktúrát nem tartja értékesnek, a kontraszelekció útján kimarad az azonosításból, pedig elutasítása, függetlensége tehetségprofiljának a része.

3.2. Az elméletben tehetségesek azonosítása

Láthatjuk, hogy a fizikából tehetségesek azonosításának kérdései sem egyszerűek, de akkor kerülünk igazán nehéz helyzetbe, ha a tehetségeket az előző fejezetben felsorolt részterületek szerinti akarjuk kiválasztani.

Erre azonban nincs is szükség. Tényleges megkülönböztetést csak az elméletben és az eszközkészítésben tehetségesek között érdemes tenni. Az ennél részletesebb felosztás valójában csak arra alkalmas, hogy a rostánk, amivel válogatunk, megfelelően sűrű szövésű legyen. Támasszuk ezt alá egy elméleti megkö-

zelítéssel! Tegyük fel, hogy a fizikai tehetséget 20 kritérium alapján ki lehet szűrni, amiből 12 elméleti, 8 gyakorlati képesség. Megállapodás szerint a fejlesztendő csoportba az kerül, aki 60%-ban teljesíti ezt. Tehetséges-e az a tanuló, aki mind a 8 gyakorlati és csak 2 elméleti szempontból kiváló? Érezzük, hogy hibát követnénk el, ha kihagynánk.

Mivel e jegyzet által tárgyalt keretek között az azonosítási folyamatban a számszerű határhúzás nem realitás, a területekre osztás nem annyira az eljárás megválasztásában jelent különbséget, hanem a mérlegelésben. Ez megvalósítható, hiszen minden képességmérő eljárás, sőt a felvett tudást mérő tesztek is több-tényezősek.

A *tanulásban tehetségesek* – mivel a legtöbb területen megnyilvánul ez a képességük – minden célú kiválasztásban meghatározó bázist alkotnak. Az ő azonosításuk tehát a legegyszerűbb, mert a leggyakoribb eljárások bármelyik kombinációja alkalmas a kiszűrésükre.

A *fizikai gondolkodásban tehetségeseket* az általános intellektusuk felmérésén túl olyan tantárgyi tesztekben nyújtott teljesítményük alapján ismerhetjük fel, melyeknek feladatai zömmel gondolkodtató, logikai jellegűek. Ha az elérhető standardizált tesztekben gondolkodunk, akkor az Öveges-verseny vagy az érettségi feladatsorok tesztkérdései, jelenségmagyarázó feladatai ilyen jellegűek. Válogathatunk a hazai vagy nemzetközi kompetenciamérések, PISA-felmérések ilyen kérdései közül is, de egyenként kiragadva, csak szubjektív benyomások megszerzése céljából. Ha emellett a tanuló kérdez, olykor akadékoskodik, érvelve megkérdőjelez állításokat, „és mi történik, ha ...” kezdetű felvetéseket fogalmaz meg, akkor biztosak lehetünk benne, hogy tehetségfejlesztésre érdemes.

Értelemszerűen a *matematikai eszközök használatában tehetségesek* felismeréséhez a számolási készséget azonosító eljárások mellett azok a fizika tantárgyi tesztek alkalmasak, melyekben a feladatok zöme hosszabb-rövidebb számolást igényel. Szubjektív benyomásainkat a tanuló gyors végeredmény-bemondásaira, grafikus közelítéseire alapozhatjuk, vagy arra, hogy válaszait numerikus formában igyekeznek megadni.

3.3. Gyakorlati tevékenységben tehetségesek azonosítása

Találó megközelítése a kérdésnek az a mondás, hogy a „puding próbája az evés”. A kísérletezésben tehetségesek képességei csak a konkrét folyamat során azonosíthatók. Eszközt kell a tanulók kezébe adni. Mit kezd vele, hogyan fogja, mire tudja használni? Talán a mérés kivitelezésének technikája az, ami leginkább tanítható, legközvetlenebb módon fejleszhető. Kis túlzással azt mondhatjuk, hogy ha nem áll fenn valamilyen fizikai korlát (kézremegés, fogyatékoság ...), akkor gyakorlással minden tanuló megfelelő szintre hozható a manuális tevékenység-

ben. A tényleges kísérletező, kutatómunkához fontosabb feltétel a gondolkodási oldal erőssége. Az ilyen szempontú azonosításról már volt szó.

Az eszközkészítés egyértelműen alkotási tevékenység, bizonyos szinten a művészeti képességekkel rokonítható – nem intellektuális háttérben, hanem a belső motiváció vonatkozásában. Az eredetiség, a fantázia, az ötletesség a legfontosabb jegyek. Ezekről a momentumokról a kreativitás mérésével kaphatunk képet. A valódi megnyilvánulás azonban az, amikor az első saját ötlet testet ölt, terv vagy eszköz formájában. A tanuló ezt megelőzően valószínűleg kérdéseket tesz fel, melyek nem elméleti jellegűek, inkább gyakorlati kivitelezésre, adatokra, alkatrészek beszerezhetőségére vonatkoznak. Ezekre felfigyelhetünk. Szakközépiskolában várhatóan nagyobb számban találhatunk ilyen tanulókat, mint gimnáziumban, az általános iskolásoknál pedig korosztályra jellemző érdeklődés is lehet, emiatt átmeneti jellegű.

Tanárként leginkább abba a csapdába eshetünk, hogy a jó tanulót azonosítjuk a tehetséggel. A megkülönböztetéshez támpontul Gyarmathy Éva szavait használhatjuk: „Az iskolai vagy leketanuló tehetség könnyen mérhető, akár az osztályzatok is mutatják. Ezek a gyerekek az információ tárolásában és visszaadásában kiválóak, míg a kreatív–produktív tehetség új, eredeti alkotásokra képes. Gondolkodása a kutatóéhoz, felfedezőéhez, művészéhez hasonló. Tudását új produktum létrehozására használja, az előbbi típus viszont a meglévőből hasznosít.” (Gyarmathy 2006, p. 87.)

A tantárgy helyzetét belülről látva még azzal egészíthetjük ki, hogy a fizika népszerűtlen volta a tanárokat indirekt módon kényszeríti arra, hogy (a tananyag-feldolgozás változatossága mellett) az ellenőrzésnek, a mérésnek sokféle módját használják. Látjuk a tanulókat projektben, csoportban dolgozni, tartanak kiselőadásokat, végeznek forrásfeldolgozást, méréseket hajtanak végre. Ezáltal a tanulókról kialakuló kép sokkal komplexebb, mint az egyszerű tantárgyi felmérés esetében. Bátran támaszkodhatunk a szubjektív véleményünkre is, mert számos adat bizonyítja, hogy a pedagógusok egy része a tesztnél is biztosabban azonosítja a tehetségeseket.

A bázis még azzal is szélesedik, hogy a fizikatanárok egy része a tehetséggondozást (olykor joggal) tantárgymentésként éli meg. Azaz minden tanuló, aki érdeklődést mutat, hajlandó dolgozni, alanya lesz a tehetséggondozásnak.

A fentebb leírtak hasonlóak ahhoz, ahogy néhol a sportolótehetségek kiválasztása is zajlik. Az edzők elmennek az iskolába, megnézik a gyerekeket mozgás közben. Akiben látnak valamit megcsillanni, azt edzésre fogják. A későbbiekben elvállik, ki milyen eredményig jut el. Ha ez a kiválasztás az adott populációnak kb. 20%-át érinti, akkor jó eséllyel bekerülnek a valóban tehetségesek is. A párhuzam azon a ponton sántít, hogy a fizikatanárnak egyszerre kell foglalkoznia a

tömegsporttal – azaz az egész osztállyal –, és az élsporttal – azaz a tehetségesekkel.

A szakirodalom egy tehetségfejlesztésre kijelölt csoport esetén a követéses vizsgálatot szorgalmazza. A fizika tantárgy esetében az osztálykereteken kívüli formákban a gyakorlat kényszeríti, hogy ezt rugalmasan kezeljük. Leginkább azért, mert a csoport összetétele személyekben és adottságokban is folyamatosan változhat. Ennek egyik oka az egyéni ambíciók, iskolai lehetőségek változása. Másrészt köztudott, hogy fiatal korban a tehetségpotenciál olykor csak a korosztályból való kiemelkedést jelenti, azaz a tanuló mentális életkora megelőzi a biológiaiit. Felnőtté érése során ez megmaradhat, eltűnhet vagy fokozódhat, és alkotótevékenységet eredményezhet. Egyénileg másként lezajló folyamatról van szó, mely leginkább a kaoszelméletből vett példával szemléltethető: azonos kiindulópont esetén is exponenciálisan távolodhatnak a pályák. Ezért a rendszer nyitott marad, és a tanulók azonosítása, bekapcsolása a munkába folyamatos.

3.4. A modell működtetése

E ponton – mintegy szintetizálási szándékkal – érdemes az ismert tehetségmodelleket és tapasztalatainkat egymáshoz illeszteni. Az alap lehetne az első fejezetben tárgyalt, nagyon kompakt, átlátható Renzulli–Mönks-féle komplex tehetségmodell, de Czeizel Endre $2 \times 4 + 1$ faktoros modelljét az alkalmazott kibővítés aktuálisabbá teszi.

A tehetség egyik tényezőjét az *átlagon felüli képességek* adják. Az általános intellektuális adottságokon túl ez most speciálisakat jelent. Egy fizikatanár számára ez logikus okfejtésekben, gyors munkavégzésben, terhelhetőségben, megbízható számolásban, tartalmas, lényeglátó megfogalmazásokban, meglepő észrevételekben, távol eső jelenségek összekapcsolásában, olykor kötözködésnek tűnő kérdésekben nyilvánul meg. Nem feltétlenül jár együtt az általános jó tanulói státusszal, sokszor még a jó tantárgyi jegyekkel sem.

A *kreativitás* a meghökkeneteni akaró válaszokból, ötletes megoldásokból ismerhető fel. Az a tanuló is mutatja ezt a tulajdonságot, aki folyton kiegészíti a válaszokat, nem csak ismételve azokat, vagy szándékosan más módon számolja ki a végeredményt. Érdemes figyelni azokra, akik lerázva magukról a következetes törvényhasználatot, megérzéseikre támaszkodnak, és a „mert így van”, vagy „így kell lennie” típusú indoklásokat alkalmazzák. Figyelemre méltó az a diák is, aki látszólag mással foglalkozva váratlan módon kapcsolódik be, nagyon jó asszociációval, mondjuk a példák felsorolásába.

A *feladat iránti elkötelezettség* könnyen azonosítható annál, aki egy témába az iskolai követelményeket messze túlhaladóan ássa be magát, mert az a hobbija, és annál is, aki elmélyülten tud dolgozni, küzd a válasz megtalálásáért, hajlandó

többletmunkára tanórán és a délutánjából időt áldozni. Ideális esetben a mentortanár kell, hogy pihenni küldje a tanulót, vagy magának lélegzethez jutásra időt kérnie.

A befolyásoló külső tényezők közül a *család* több szerepben is megjelenhet. Pozitív hatását, ha a tudáshoz általában értékelő, kulturális háttérrel biztosít, és támogatja a tanulót a fizika tantárggyal kapcsolatos céljaiban, akár annak ellenére is, hogy szeretné, ha népszerűbb, anyagilag kecsegtetőbb területen érvényesülne. A családnak hinnie, bízni kell a tanulóban, erősítenie kell reális alapú önbizalmát. A szülő szakember is lehet, aki tényleges szakmai segítséget adhat. Ha ez az iskolai tevékenységgel összehangolva történik, kölcsönösen erősítik egymás hatását. A problémák megközelítésében jelentkező különbség inkább fejleszti a tehetséges tanulót. Például dinamikai probléma esetén az eredő erő meghatározásával vagy az erők komponensfelbontásával történő megoldás az eszköztárat bővíti, és a rálátást erősíti. Fontos azonban, hogy a kettő kapcsolata világosan kiderüljön. Az összhang hiányának negatív következménye is lehet.

Az *iskola* mint külső tényező akkor jelent pozitív hatást, ha a fizika a helyén kezelt tantárgy, és megfelelő lehetőséget kap. Nyilvánvalóan egy zeneművészeti szakközépiskolában más a tantárgy helyzete, mint egy általános képzésű, netán reáltagozatos középiskolában. Nem tagadható az a tény, hogy a heti óraszám a tanulók számára jelzésértékű. Amelyik tárgyból sok óra van, az fontos. Az iskolában minden kollégának felelőssége van ebben a kérdésben, mert verbális vagy nonverbális állásfoglalásuk a saját vagy más tantárgyak megítélésében üzenet és minta a diákságnak. Sajnos e tekintetben a fizika nincs irigylésre méltó helyzetben. Az iskolavezetés a szakkörök lehetőségével, az anyagi források eszközigényt is figyelembe vevő elosztásával segítheti a tehetségfejlesztést.

Az iskolás korosztály fő élettere az osztály. Bár egy-egy osztálynak lehet sajátos szellemisége, a kortársak szerepe nehezen választható el az intézményi légkörtől. Egy tudást tisztelő közegben pozitív élmény „fizikát szerető csodabogárnak” lenni. Ha ez nem is teljesül maradéktalanul, a tanórán kívüli keretbe összegyűjtött csoport ilyen szempontú homogenitása megteremti az inspiráló környezetet. Ha a diákjainkat versenyre, táborba, külső szakkörbe küldjük, szélesedik ez a bázis.

A *társadalom* a fizikatehetségek érvényesülése szempontjából jelen pillanatban kettős arcot mutat. A természettudományos tárgyak, ismeretek rangja az érzékelhető osztársadalmi megítélés szerint elég alacsony, nem szégyen járátlanak lenni e területen. Ugyanakkor deklarált gazdasági, politikai és szakmai cél az ilyen típusú képzés támogatása, a közép- és kutatószintű szakemberek számának növelése. Pedagógusként még a társadalmi erővonalak ellenében is támogatnunk kellene tanítványainkat abban, hogy ha fizikából tehetségesek, akkor éljenek ezzel a lehetőséggel. Jelen helyzetben pedig feladatunk annak a hitnek az

erősítése, hogy a társadalom közvéleménye is követi az ész és az érdek által kijelölt utat.

Ha a *kilencedik faktort* is nevesíteni akarjuk, az talán a rendelkezésünkre álló 2–4–6 év alatti egyéni életpálya. Meghatározó ebben, hogy az adott tanuló mentális éréseinek mely szakasza esik erre az időre. Fontos, hogy biológiai éréseinek, kamaszkorának problémái mennyire meghatározók, és érzelmileg mennyire stabil.

Az optimális helyzetért az iskola tanáraként, fizikatanárként, a szülő partnereként és tanítványát szerető emberként egyaránt sokat tehetünk.

Összegzésképpen a tehetségek kiválasztásában a filozófiánk két (másoktól vett) gondolat köré építhető:

1. Mindenki tehetséges valamiben. Hátha fizikában?
2. „A leghatékonyabb tehetségazonosítás a tehetségek fejlesztése.”
(Dr. Gyarmathy Éva)

Ez utóbbi gondolatra építve térjünk át a fejlesztés kérdéseire.

4. HOGYAN FOGLALKOZZUNK TEHETSÉGES TANÍTVÁNYAINKKAL?

4.1. Feltételek

A tehetségfejlesztés szereplői a tanuló(k) és a mentor(ok). Az utóbbi nem feltétlenül fizikatanár, mert például a szakkörvezető lehet egyetemi oktató is, vagy a diákot irányíthatja egy már kutatásban dolgozó személy is.

A sikeres folyamathoz bizonyos pszichológiai momentumoknak is megfelelőnek kell lennie.

A mentornak szakmailag kompetensnek, emberileg hitelesnek, elfogadónak és megértőnek kell lennie (Klein–Farkas 1989, 224–235). A tanulók lelkiállapota is figyelni kell. Ha elkeseríti őket a kudarc, biztatni kell őket. Ha hullámvölgyben van a munkakedvük, türelmesnek kell lenni. Tisztában kell lennünk azzal a ténnyel, hogy a fejlődés nem egyenletes, a készségeknek össze kell érniük. Sok esetben „sorból kilógó” tanulóval kell dolgozni.

Bizonyára mindnyájan tapasztaltuk már, meg is fogalmaztunk ilyen véleményeket tanítványainkról: „vág az esze”, „remekül számol”, „gyorsan átlátja a problémát”, „azonnal kapcsol” stb. Mindezek az átlagosnál jobb tanulókra vonatkoznak.

Az igazán tehetséges tanuló általában nem a jó tanuló szinonimája. Ő az, aki általában nem kitűnő tanuló, általában nem példás magatartású, nem is mindig könnyű vele bánni. Ő az, aki sokat kérdez, kérdéseivel néha zavarba hozhatja a tanárt. Ő az, aki nem könnyű eset, küzdeni kell vele.

A tehetségre jellemző viselkedés a három alapvető tulajdonságcsoporthoz – átlag feletti képesség, feladatalkötelezettség és kreativitás – integrációját mutatja. Ezek közül talán a kreativitás a legfontosabb.

A kreativitás (alkotóképesség) egy folyamat, mely négy szakaszra osztható: előkészítés, lappangás, megvilágosodás, igazolás.

A kreativitás szintjei:

- kifejező kreativitás,
- produktív kreativitás,
- feltaláló (inventív) kreativitás,
- újító (innovatív) kreativitás,
- teremtő kreativitás.

A lappangó kreativitást a legnehezebb tetten érni. Ha mégis sikerül felfedeznünk, akkor hagyjuk érlelődni az adott problémát a tanulóban. Többnyire látványosan váratlanul jön a megvilágosodás. Erre jó példa a KöMaL vagy más levelezős feladatmegoldó verseny.

A kreatív tanuló azonban odafigyelést, néha „gondot” jelent. Nem a szófogadó kislányokból és kisfiúkból lesznek az ötletelők, az újítók. A kreatív személyiségre a divergens gondolkodás jellemző, ezért sokszor az ilyen tanulók nem tanárkedvencek. Vannak pedagógusok, akik rosszul tűrik a kreatív tanulók megnyilvánulásait. Nem ritka, hogy a kreatív megnyilvánulásokat fegyelmezetlenségnek minősítik. Valljuk be, nem könnyű azzal szembesülnünk, hogy tanítványunk jobb ötlettel áll elő, mint ami nekünk eszünkbe jutott. Tehát lehet a kreativitást dicsérni és módszeresen visszafogni is.

A kreativitást elősegítő bátorító tanári magatartás:

- kívár,
- a gyermek gondolkodására koncentrálnak,
- az önállóságot hangsúlyozza,
- aktívan figyel,
- mindenről úgy gondolja, hogy kivitelezhető,
- arra biztatja a tanulót, hogy új ötleteket próbáljon ki,
- elfogadja a tanuló döntéseit,
- hagyja, hogy a tanuló érdeklődése legyen az iránymutató,
- elérhető, ha segíteni kell,
- nyitott kérdéseket használ,
- értékeli a kreatív ötleteket,
- bátorítja a játékosságot,
- a tévedésekben a tanulást látja,
- egyenlőként bánik a tanulókkal,
- együtt találgat a tanulókkal,
- valódi érdeklődést mutat,
- optimista az eredményt illetően.

Ezzel szemben a szorongást keltő tanári magatartás:

- figyelmetlen,
- erőszakos,
- a függőséget hirdeti,
- helytelenítő,
- kigúnyolja a tanulót,
- elutasítja az új ötleteket,

- döntéseket erőltet a tanulóra,
- türelmetlen,
- nem ad visszajelzést,
- beavatkozik,
- nem fogad el javaslatot,
- nincs benne érdeklődés,
- előre eldönti, milyen választ vár,
- feljebbvalóként viselkedik,
- pesszimista.

Nemcsak szót kell tudni érteni velük, hanem tudni kell adni is valamit. Tudni kell úgy helyreigazítani, hogy az ne kudarc legyen. Tudni kell észreveteni a különbséget az eredetiség és a különység között, határt szabni az ötletgyűjtögetés és a tódítás között.

Elengedhetetlen, hogy a tanuló is akarja a fejlesztést. Motiválatlan tanuló esetén meg kell próbálnunk felébreszteni benne a szándékot. Ez is kihívás.

A tanuló fejlesztéséért a szülő is, tanár is felelős. Az ő együttműködésük, közös szándékuk alapvető feltétel. Szerencsés, ha ebben a témában személyes beszélgetésre is sor kerül, és javasolt a folyamatos kapcsolattartás. Tisztán kell látnunk, hogy az otthoni környezet mennyi segítséget tud adni a tanulónak: milyen elfoglaltságai vannak, otthon elérhető-e számára információk kérdésekre adott válaszok formájában, könyvekben vagy interneten, esetleg a szülők munkahelye egy labor.

Fontos látni a tanuló motivációs hátterét. A legoptimálisabb az, ha a tanuló a Maslow-piramis felső szintje szerint motivált, azaz az önmegvalósítás szándéka vezérli. De találkozhatunk olyan tanulóval is, akit a biztonságérzet vagy a valahová tartozás igénye hajt. A miért kérdésre ezek a gyerekek például úgy válaszolnak, hogy „mert apukám szeretné”, „mert a nővérem/barátom is ezt csinálja”. Ez a típusú motiváció törekeny, és sérülékenyebbé teszi a diákot, meg kell próbálnunk magasabb szintre emelni.

Tehetséges tanulóknak tehetséges fejlesztő tud igazán utat mutatni. Szaknárként biztos talajon állva, pedagóguslélekkel gondolkodva, elkötelezettséggel felvértezve, a tevékenységre időt, energiát áldozva sikeresek lehetünk. Azt is fel kell ismernünk, ha tanítványunk érdeklődési területe, tudásának, tevékenységének szintje túlmutat a mi kompetenciánkon. Olyan helyre, személyhez kell irányítanunk, aki érdemben biztosíthatja a továbbhaladását.

Van egy zsákutca, amibe a tehetséggondozást segítő programok belefuthatnak. Ez az aránytalanság. Ha sok idő, pénz és energia megy el a tehetségek azonosítására, a körülmények ideálissá tételére, a programban részt vevők kiválasztására, kiképzésére, akkor a forrásokból kevés jut az érdemi munkára.

Ezt a csapdát úgy kerülhetjük el leginkább, ha fizikatanárként rögtön cselekszünk. Egy reál- vagy fakultációs csoport oktatójává válva – az adminisztrációs kötelezettségektől függetlenül – így tervezzük a tanmenetet, a tananyag-feldolgozást, illetve egy arra alkalmas tanulót meglátva, megbeszéljük vele a terveinket, meghívjuk abba a keretbe, ahol foglalkozni tudunk vele, és kezébe adjuk az első feladatsort, vagy elkezdjük az ismeretei bővítését.

A befektetett munka mindig megtérül. Találkozhattunk olyan, a 4–6 év alatt „nem teljesítő” tanulóval, aki kiválóan érettségizik, vagy egyetemi évei alatt bonthatozik ki. Talán mert pszichésen akkorra érett meg. A fejlesztés során megismert technikák akkorra kamatoznak, kapaszkodókat jelentenek, melyek mentén önállóan tovább építi magát.

4.2. Komplexitás

A tehetségfejlesztés kérdései több metszet mentén vizsgálhatók. Csak példaként néhány:

- stratégia,
- konkrét technikai megvalósítás,
- a foglalkozás kerete,
- egy-egy feladat, gyakorlat.

A konkrét tevékenység során ezek átszövik egymást, különválasztva nehezen tárgyalható. Alátámasztásul álljon itt egy feladat. Ismert az a kis műanyag játékszer, ami például béka alakú, aljához egy rugó van erősítve (1. ábra). Ha a rugót összenyomva az asztalhoz szorítjuk, majd elengedjük, felugrik (sikkantásra készítette a gyanútlan szemlélőt).

Vizsgáljuk, elemezzük a mozgást!

Technikailag nyilvánvalóan problémamegoldásról van szó. A feladat szerepelhet órai számolási feladat bevezetőjeként vagy szakköri témaként.

Feldolgozható csoportmunkában, vagy akár projektfeladattá kiterjeszhető. Stratégiailag ismeretgazdagításnak tekinthető, hiszen alkalmazást igényel, vizsgálható dinamikai, kinematikai vagy energetikai szempontból. Számolt adatokkal alátámasztható az érvelés, ami viszont mérést igényel. Differenciálásra alkalmas. Végrehajtása fejleszti a kísérletezőkészséget, csiszolja a mérési technikát, működteti a matematikai eszköztárat, igényli a kreativitást.



1. ábra

A továbbiakban tehát meg sem próbáljuk élesen szétválasztani a tárgyalat témákat, vállalva a gondolatisméltés veszélyét.

4.3. A tehetségfejlesztés keretei, célja, tervezése

Már megfogalmaztuk, hogy ideális esetben a tehetséggondozás kipróbált és bevált technikái az általános csoportok képzésében hasznosulnak. Egyszerűsítve ez azt jelenti, hogy a tanórán is tehetségfejlesztés zajlik. Bár nem szeretnénk összeszemosni a tanítást és a tehetséggondozást, az utóbbi tevékenységünk céljainak vizsgálatánál a fejlesztés lehetséges keretei indokolják a tanórai szintre is kiterjedő differenciálást. Ha figyelembe vesszük azt a korábbi megállapítást, hogy a tantárgyi specializáció csak hetedikes korban kezd aktuálissá válni, először általános értelemben vett tehetségekkel találkozunk, azokkal is többnyire osztálykeretekben. Velük kapcsolatban a célunk az lehet, hogy az elmélyülést, a tényleges kipróbálást a fizika területén is biztosítva, majd bármit választhasson. Ha más területen is tehetséges, és például inkább történelemmel vagy zenével szeretne foglalkozni, akkor fájó szívvel, de el kell engednünk egy-két év múlva.

Egy általános osztályban az órai munka az ismeretanyag szélesítését, egy-egy témakörön belüli mélyítését szolgálja. A tehetséggondozási technikaként leginkább alkalmazott differenciálás az úgynevezett légkörjavítás feladatát látja el. E nélkül ebben a közegben a tehetséges tanuló esetleg unatkozik, kényelmetlenül érzi magát attól, hogy mindig gyorsabb a többiekénél. Nem tervezhető teljes mértékben lineárisan, inkább a tanórára való készülés során aktualizálható, és spontán megoldásokhoz is nyúlhatunk.

Praxisunk során találkozunk sok olyan csoporttal, ahol a továbbtanulási szándék a kohézió. Várhatóan egy ilyen – például fakultációs vagy érettségi-előkészítő – csoportban a fizika iránt fogékony, viszonylag jó előképzettségű, bizonyos jártasságokkal már bíró személyek vannak, akik belső motivációval rendelkeznek, énképük szerint alkalmasak az átlagosnál nagyobb teljesítményre a tantárgyban. Ennek ellenére ezek többnyire inhomogén csoportok, az igazán tehetségesek csak egy részhalmazát alkotják. Ilyen módon az osztálykeretekhez hasonló a szituáció, csak egy magasabb szinten. A csoport munkája során azonban az elsődleges cél a sikeres felvételizés, az eszközöket is ehhez kell igazítani; a tehetségfejlesztés még speciálisabb céljai csak ezek mellett érvényesülnek. A tervezést a tananyag struktúrája.

Bizonyos tekintetben hasonló a tagozatos osztályokban folyó munka. A speciális osztály többnyire csak reálosztály, nem feltétlenül fizika tagozat. Annyiban szellősebbek a lehetőségek, hogy a kimeneti mérés szorítása nem szűkíti a mozgásteret, a tehetségek kibontakoztatása differenciáltabb lehet. Lépcsőzetesen építhetjük fel a tevékenységünket. Kemény alapozásra van szükség az ismeret-

szerzésben és a technikák vonatkozásában is, és fontos elem a folyamatos ellenőrzés.

Az osztálykereten kívüli csoport alatt a továbbiakban szakkört, kurzust vagy akár tábort is érthetünk. (Idekapcsoljuk a teljesség kedvéért említendő egyéni foglalkozást is, hiszen arra ugyanezek érvényesek, csak sokkal interaktívabb formában.) A gyakorlatban ez kínálja az ideális terepet a tehetséggondozásra. A homogén összetétel inspiratív, a második fejezetben felsorolt előnyök valóban érzékelhetők. Nincs jelentősége annak sem, hogy ez egy részben vagy teljesen tömbösített formáció-e, vagy heti egyórás rendszeres alkalom.

Két cél hívhat létre ilyen csoportot: a valahol való megjelenés, szereplés igénye vagy egyszerűen az érdeklődés. Az utóbbi esetben a tervezéskor érdemes egy területet kijelölni. Szerveződhet szakkör fizikatörténeti kutatásokra, egy témakör minél szélesebb vagy minél sokoldalúbb feldolgozására, eszközkészítésre, játékos feladatokra stb. Erős motiváló hatása lehet annak, ha ezeket az eredményeket egy kiállítás vagy prezentáció formájában mások számára is elérhetővé teszi a csoport.

A másik esetben a verseny vagy a tudományos munka világa lehet a megcélzott fórum.

A verseny mint kihívás erősen motiváló hatású, csalétek a diáknak, visszajelzés a tanárnak. Látnunk kell ugyanis, hogy a kiváló helyezés nem önmagában érték, hanem annak a megnyilvánulása, hogy a tanuló a benne rejlő potenciált magas szinten realizálni tudja, hiszen a korosztályával vagy a témakörben versenyzőkkel összehasonlítva nagyobb teljesítményre képes. A verseny-előkészítő szakkör munkatervét is a célja orientálja.

Az Öveges-, a Mikola- vagy a Szilárd Leó-versenyre készülők számára az adott témakörökben való jártasság a cél. Az Öveges- és Jedlik-versenyen szereplőknek adott feladattípusra érdemes edzeniük. Elmélyült és szintetizált ismereteket igényel az OKTV-n és az Eötvös-versenyen vagy a KöMaL levelező versenyén való eredményesség. Határterületeken való jártasságot, globális látásmódot feltételeznek a Bugát Pál-verseny és a komplex természetismereti versenyek.

A tudományos munka valamilyen innovációs fejlesztésbe vagy tudományos kutatásba való bekapcsolódást jelent. Ehhez a legtöbb esetben külső mentori támogató kell, s cél az egyre nagyobb önállóság megszerzése. Tervezését a tudományos célkitűzés vagy pályázati kiírás határozza meg. Az iskolás korosztály számára ez a tehetségfejlesztés legfelsőbb szintje, nemes cél ide eljuttatni a diákokat. Hiszen azért van szükségünk a tehetségekre, és azért van szükség tehetségfejlesztésre, hogy későbbi életük produktuma gazdagítsa a szűkebb-tágabb környezetet.

4.4. Stratégiák, technikák a fizikában

Mit jelent a dúsítás, gyorsítás a fizikaitehetség-fejlesztésben?

Gazdagítást alkalmazunk akkor, amikor a fogalmakat rejtvénybe csomagoljuk, a sebességet vektorként kezeljük, az ok-okozati összefüggéseket kísérleten, mérésen keresztül kutatjuk, ha példákat soroltatunk a jelenségek megnyilvánulásaira, ha egy elv alapján működő eszközt barkácsoltatunk, vagy egy szemléltető animációt készítettünk. Tulajdonképpen bármit idesorolhatnánk, mert a fizikából tehetségesekkel való foglalkozás a leggyakrabban dúsítást takar.

A gyorsítás stratégiája nem jellemző, de a lehetőség törvényileg is biztosított. Fizikából ritka, de előfordulhat, hogy egy tanuló osztályozóvizsgát tesz a be nem fejezett év(ek) anyagából, előrehozott érettségire való jelentkezés céljából. Ekkor valóban rövidebb idő alatt kerül sor bizonyos tananyagmennyiség feldolgozására, de nem továbblépést, hanem befejezést jelent. Ugyanakkor ez lehetőség annak a tehetséges diáknak, aki az így felszabadult idejét a fizika nem középiskolai szinten való művelésére fordíthatja.

A tehetségfejlesztési gyakorlatban házi használatú kifejezéssel látens gyorsításnak nevezhetnénk azt, amikor versenyre készülés vagy pályázati anyag készítése céljából a tananyag egyes témaköreit időben hamarabb tárgyaljuk. A szakirodalom használja a tempóban történő dúsítás kifejezést, de nem pusztán erről van szó. A Jedlik-versenyre készülő hetedik-nyolcadikos gyerekek szembe találhatják magukat egy lejtőn súrlódva lecsúszó test problémájával. Ha intuíciói nem segítik, akkor az erő vektorjellegének tárgyalásával teremthetünk alapot a megoldáshoz. Tehát a hetedikes tanuló a kilencedikes törzsanyagot meghaladó ismeretet kap. Nem azért, mert az odavezető utat megjárta, hanem mert ugrott pár lépcsőfokot. Hasonló szituáció adódhat a KöMaL levelező versenyében való részvétel esetén. A tanulók által szabadon kiválasztott feladatok igényelhetnek extra ismereteket. Ez a fajta gyorsítás tényleges időnyerést nem jelent, de legalább emocionális veszélyeket sem rejt.

A differenciálás a tanítási óra keretein belül fordul elő talán leggyakrabban. Azt a hibát követhetjük el, hogy a tehetséges tanuló számára egyszerűen csak több feladatot jelölünk ki. Pedig nem többre, hanem másra vágyik. Nem kihívás számára, ha kettő helyett öt sorba kapcsolt ellenállással kell megküzdenie. Valószínűleg szívesebben foglalkozna a tényleges összekapcsolással, vagy azzal a problémával, hogy lehetne-e valamilyen kapcsolással a négynek ugyanannyi az ellenállása, mint a kettőnek.

A fizika tananyag órai keretek között is nagyon sok lehetőséget kínál csoportmunkára. Például minden tanulói mérőfeladat alkalmas erre. Alkalmazhatjuk a tényleges méréskor vagy a megadott eredmények kiértékelésekor. Az elektro-

mágnes alkalmazásai, a nyomáskülönbségen alapuló eszközök vagy a gőz energiájának felhasználási módjai: megannyi jó téma a csoportok számára.

A feladatmegoldásról

Gyakran illeti kritika a fizika tanítását abban a vonatkozásban, hogy a feladatok megoldásával elveszi a tanulók kedvét a tantárgytól. Meggyőződésünk, hogy a reguláris keretek között is helye van még a „számolási példának” is – természetesen megfelelő arányban és formában –, a tehetséggondozásban viszont nélkülözhetetlen eszköz. Az ismeretek működtetése egy magasabb gondolkodási szint, ami célja, sőt közbülső lépcsőfoka a fejlesztésnek. Takács Gábor (2006, 3–6) szavai szerint: „A feladatmegoldó készség szerepe korunkban már vitathatatlanul fontosabb, mint a nagy mennyiségben tárolt ismeretanyag és annak reprodukálási képessége. ...Nem felidézés, hanem aktualizálás.”

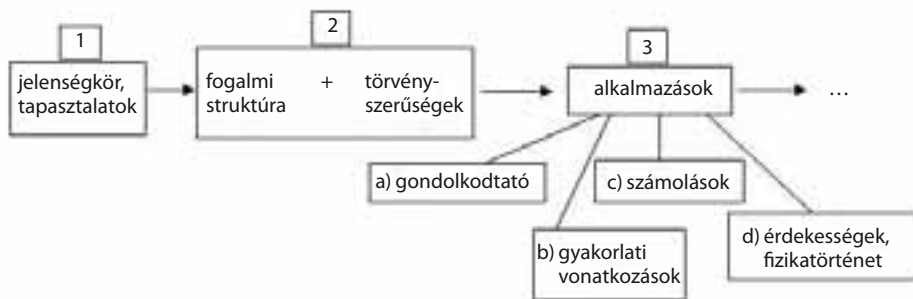
Félreértés adódik abból is, hogy a feladatmegoldás alatt sokan a képletekbe való behelyettesítést értik. (Amerikai módszertani jegyzetekben lehet találni ilyen típusú utasításokat.) A magyar természettudományos oktatás megérdemelt korábbi jó hírét éppen a változatos formák alapozták meg. Feladat alatt problémamegoldó gondolkodást igénylő kérdést kell érteni, amire a válasz lehet egy szó, vagy egy hosszabb-rövidebb elemzés, egy szám vagy matematikai összefüggés.

Ezáltal fejlődik a gondolkodási készség, tudatosodnak a környezet jelenségei, világosabbá válnak a fogalmak, érthetőbbé a törvények, stabilabb a rögzítés.

4.5. A tanulásban jók fejlesztése

A tanulásban tehetségesek nem igazán alkotnak külön csoportot, köztük vannak a fizikából kiemelkedően tehetségesek is. Fejlesztésük az általános képességfejlesztést jelenti, ami minden tanárnak, minden tanulóval szembeni kötelezettsége. Ezért ennek útjai viszonylag általánosan ismertek. Az e témában elmondottak formában és tartalomban egyaránt vonatkoztathatók minden speciálisabb fejlesztésre is.

A fizika tanulásának a titka nagyon sok esetben a precíz fogalmi alapozásra épülő sokoldalú alkalmazás, és gyakorlással bizonyos rutin megszerzése. A tanításnak is valami hasonló strukturális felépítést célszerű tükröznie (2. ábra).



2. ábra

Illusztrálásként válasszuk a halmazállapot-változások témakörét csak egy momentumot felvillantva.

1. Felvezetésként a főzés, a gőzfürdő, az időjárás stb. jelenségeiről beszélhetünk, és megmérhetjük a hőmérséklet változását a jég melegítésekor.
2. Értelmezzük a fázisátalakulásokat, azok hőmérsékleti pontjait és az átalakulási hőt, ezzel összefüggést is tanítva.
3. a) Miért nem jó a Himaláján krumplit főzni? b) Fájdalomcsillapítás meccs közben. c) Mennyi idő alatt fogyna el a lábából a víz, ha...? d) Plazmaállapot, amorf anyagok.

A tehetségesek fejlesztésére nyilván a 3. egység a legalkalmasabb, annál is inkább, mert a kérdéseket változatos formában és sok szinten fogalmazhatjuk meg.

Az absztrakciós, asszociációs készséget is fejlesztjük, ha a megértést analógiákkal segítjük (Zalai 2006; Radnóti 2010). Ez valójában modellalkotás, ami egyébként is bevett eljárás a fizikában (lásd atommodellek, héjmodell stb.). Mi is alkothatunk olyan párokat, ami vagy képi asszociáció útján segít, vagy tartalmi párhuzam által. Előbbire példák: áramkör – vízvezeték vagy folyó; részecskék – játzó vagy pénzt cserélgető gyerekhad; anyag kettős természete – egy henger oldalnézeti és felülnézeti képe. Az utóbbi például a forgómozgás kinematikájának és dinamikájának tárgyalása a haladó mozgás alapján, vagy a gravitációs és elektrosztatikus mező összehasonlítása.

Nem vállalkozunk arra, hogy a milliányi technikát itt példákkal alátámasztva felsoroljuk, inkább néhány esetben a feladatcsoportok részben utalunk majd a feldolgozás, felhasználás lehetőségeire ötletadás céljából.

4.6. Gondolkodásban tehetségesek fejlesztése

A fejlesztésben feladatokat használunk. A feladatok kapcsán kerül sor eddigi ismeretek átismétlésére, a készségek csiszolására, újabb eszközök bemutatására, elméleti kiegészítések megtárgyalására. Röviden tekintsük át a feladatok típusait egyfajta besorolás szerint.

a) *Elméleti kifejtés, írásban esszé*

Idesorolhatjuk azt a szituációt is, amikor egy tanulótól összefüggő feleletet, beszámolót várunk el. A mindennapos szóbeli számonkérések alapozhatják ezt a formát. Van, akinek az esszé meglepő forma a fizika tantárgy vonatkozásában. De a tudományos írásokra gondolva rögtön indokoltta válik az előfordulása. Az emelt szintű érettségien kötelező egy ilyen feladat. A téma lehet egy megtanult elméleti anyag, egy érvelés, vagy önálló kutatás eredményének ismertetése. Lényeglátást igényel, szintézisre kényszerít, fejleszti a verbális készségeket – hogy csak a leglényegesebbeket említsük.

b) *Tesztfeladat*

Döntő többségben állítások logikai értékét kell direkt vagy indirekt formában megadni. Valódi gondolkodásra az a feladat készíti, amelyiknél minden állításról nyilatkozni kell. Ilyenek azok a kérdések, melyeknél nem feltétlenül pontosan egy helyes (vagy helytelen) válasz van, vagy például az Öveges-verseny teszt-feladatai.

c) *Kérdés*

A leggyakrabban használt tanári eszköz. Van, amikor spontán módon használjuk. Jól kérdezni nem könnyű. A kérdés olyan legyen, hogy gondolkodni tanítsa a tanulókat. Ugyanarra a dologra vonatkozó kérdéssorozat a problémamegoldás lépéseit kell, hogy sugallja. Az eldöntendő kérdések nem igazán fejlesztőek. Segítő, de fejlesztés helyett rossz gondolkodásmódot sugalló az a kérdés, hogy: Melyik képletet kell használni?

Van, amikor tervezzük, gyártjuk a kérdést (dolgozatkérdések). A válasz ekkor már az a) pontban tárgyalt kifejtés lesz.

d) *Bemutatott jelenség értelmezése*

Szolgálhatja új ismeret bevezetését vagy meglévő mélyítését, szintetizálását. A váltóáramú körben a tekercssel azonos ágon lévő izzó viselkedését mutatathatjuk az önindukció létének elméleti tárgyalása után. Ekkor igazolásként, demonstrálásként használjuk, megmagyarázása gyakorlás. Ha előtte, akkor gondolatébresztő jelenség, kérdések útján juthatunk az új fogalomhoz. A Cartesius-

bűvár működése látványos, korrekt magyarázata igazi megértést, logikus okfejtést igényel, annak mélysége differenciálásra is alkalmas.

e) „Számolási” feladat

Történhet ténylegesen adatokkal. Célja a valós élethez való kapcsolás lehet. Egy kő esési idejéből az esési magasság kiszámítása egy várkútnál tett kiránduláson is érdekes lehet. Alkalmas a mértékegységek szerepének tudatosítására, a realitászérék fejlesztésére.

A paraméterekkel adott feladat a tanulók nagy részének értelmetlen. Tehát már az fejlesztési cél, hogy a benne rejlő általánosítási lehetőséget észrevetessük, elemzésre való alkalmasságát megmutassuk. Magas szintű absztrakciót igényel.

f) Becslés

Tartozhatna az előző kategóriába is, de több annál. Ha egy ház fűtésének határfokát kell megbecsülni, akkor az első kérdés az, hogy egyáltalán milyen adatokat vegyünk figyelembe, milyen elhanyagolások indokoltak. Ez sokkal inkább komplex problémamegoldás, mint a számolás.

g) Összetett feladat

A fentiek bármilyen kombinációja elképzelhető. Ide csak a legjobbak jutnak el. A részlépésekben való jártasság megszerzésén túl kreativitásra is szükség van.

Az utóbbi három feladattípus valójában már a következő részterületre vonatkozik, a teljesség kedvéért került ide.

4.7. A matematikában tehetségesek fejlesztése

A fizika által használt matematikai ismeretek közül csak a legmarkánsabbakat emeljük ki, fizikai tartalommal alátámasztva. Az érintett korosztályokra nem térünk ki.

számolás, mértékváltások, számológép-használat – minden számolási feladatban szükséges;

egyenletek megoldása – minden számolási feladatban szükséges;

algebrai kifejezések, paraméteres egyenletek – mértékegységek kezeléséhez elengedhetetlen, gondolkodtató kérdésekben segítség lehet;

függvények, diagramok – időbeli folyamatok jellemzése mechanikában, állapotsíkok hőtanban, két vagy több mennyiség kapcsolata bármely témakörben, értelmezés csillagászatban;

vektorok – kinematika, dinamika, mágnességtan;

geometriai alapfogalmak – optika, kinematika;

testek geometriai adatai – hidrosztatika, merev testek, elektromágnes-ség;
statisztika – mérések, részecskemodell.

A matematikából tehetségesekről tudni kell, hogy ez a képesség viszonylag hamar megmutatkozik, és a legintenzívebb fejlődési szakaszuk az ifjúkor. Tehát középiskolás korukban jól terhelhetők. Az ő esetükben fordul elő leginkább a gyorsítás mint fejlesztési stratégia, akkor is, ha csak azt a bizonyos látens formáját alkalmazzuk. A szögfüggvények derékszögű háromszögbeli alkalmazását, másodfokú egyenletek megoldóképletét, a differenciálszámítás szeleteit szinte a tanulók kényszerítik ki, illetve önállóan sajátítják el.

Jellemző rájuk a versenyszellem (ki van hamarabb kész, kinek pontosabb az eredménye), tehát a fejlesztésük során teremthető ilyen szituáció. Egyéni munkások, ezért nem érdemes csoportban dolgoztatni őket. Mindegyikük egyenként igényli a megerősítést, azaz az egyéni foglalkozás hatékonyabb eszköz. Hasznos a levelező versenyekbe való bekapcsolódásuk (KöMaL). Természetesen a mi esetünkben a fizikából kitzűzött feladatokra (F) gondolunk. A rendelkezésre álló idő kedvez az elmélyült munkának, többoldalú megközelítést tesz lehetővé, precízebbé válik a kidolgozás. A leírás követelményei fejlesztik a lényeglátást, az érvelési készséget, erősítik a matematikai formalizmust.

4.8. Eszközhasználatban tehetségesek

Vannak olyan tanulóink, akik nagyon gyorsan és jól használják a mérőeszközöket, pillanatok múlva hallhatjuk tőlük a g 10-hez közeli mért értékét, vagy a 0,26-os súrlódási együttható értékét. Korosztályi jellemző a versenyzési szándék, ami a tudományos munkának ugyan hajtóereje is lehet, de a végeredmény minél hamarabb történő prezentálása a gondosságot és a hitelességet veszélyezteti. Meg kell tanítanunk diákjainkat arra, hogy a mérés, a kísérlet dokumentálása, körbejárása elengedhetetlen része a tevékenységnek. Azaz foglalkoznunk kell a mérési jegyzőkönyv formai és főleg tartalmi követelményeivel, valamint a hibalehetőségek számontartásával, hatásuk becslésével. A bevezető időszakban a mérési jegyzőkönyvet kitöltendő űrlapként kaphatják meg a tanulók. Ez mintaként szolgál a továbbiakban, és instruálja a mérési folyamatot. A jegyzőkönyvírás tanítása nem önmagáért fontos momentum, hanem éppen az utóbbi szerepe miatt: mederben tartja a tevékenységet.

Vegyük sorra az önállóan készítendő jegyzőkönyv legkritikusabb pontjait:

A mérés leírása

A túl nagyvonalú vagy túl részletes leírás egyaránt helytelen. A gyakorlás során különböző technikákat választhatunk:

- ugyanarra a mérésre vonatkozóan versenyeztessük a leírásokat, ahol a tanulók egymást értékelhetik,
- dolgozhatnak csoportban, ahol a sokféle igényesség együtt gyúrja ki a végeredményt,
- lehet az ellenőrzésnek az is módja, hogy az egyikük által írt instrukció alapján a másiknak kell elvégeznie a mérést, a kísérletet. A tapasztalatokat ekkor feltétlenül meg kell beszélni, mert az is kiderülhet, hogy a mérés tökéletes, de nem az történt, ami a feladat volt.

Mérési adatok rögzítése

A mért és számolt adatok megjelenítése gazdaságos és áttekinthető kell hogy legyen. Leggyakrabban a táblázatos forma alkalmazása célszerű. A mérőműszerektől függően a leolvasott skálaértékek, az ebből meghatározott mért adatok és az ezek felhasználásával számolt mennyiségek alkotják a táblázat tartalmi karaktereit. A mérések, azaz rubrikák számát a mérés célja is befolyásolja. A tanulók jól tudják, hogy „egy mérés nem mérés”, de hogy valójában mennyit célszerű, azt nehéz eldönteniük. Más a helyzet, ha azért kell többet mérni, mert átlagolással akarjuk csökkenteni a hibák szerepét, és más, ha két mennyiség kapcsolatát kutatjuk. Az utóbbi esetben a paraméterek vizsgálandó tartományára is rá kell érezni. Ezt a rutint sok, bizonyos értelemben mechanikusan ismételt mérés elvégzésével alakíthatjuk ki bennük. A mérések egyformaságát ötletekkel fedhetjük el. A távolság- és időmérés technikáját csiszolhatjuk ingákkal, pöckölési vagy kilövési versenyekkel. A rugóállandókkal kapcsolatos méréseket fogalmazhatjuk befőttesgumikra, gumikesztyűkre. Hőtani méréseket jelölhetünk ki konyhai eszközökre. Ezek azt a tapasztalatot is segítik, hogy a mérési eredmények nem tisztán az elmélet szerint adódnak, hanem csoportonként különbözhetnek, így kiiktatjuk a tanulókból azt a – sokszor tudat alatti – szándékot, hogy mérési eredményeiket az általuk elvártaknak megfelelően kozmetikázzák.

Értékelés

Csak akkor várható el jó minőségű értékelés, ha a tanulók világosan látják az elvégzett feladat célját. Megfelelő formában feltett kérdésekkel, utasításokkal segíthetjük. Nehézséget okozhat a várt és kapott eredmények különbözőségének értékelése. Mekkora eltérés esetén tekintem még igazoltnak a sejtést, illetve két mennyiség kapcsolatánál a sejtett görbétől mekkora eltérés fogadható el? A válaszok önálló megadására szintén csak a sok elvégzett mérés teremthet alapot.

A kezdeti szakaszban ismert összefüggések igazolásakor mutathatjuk meg, hogy sosem kapunk tökéletes egyezést, hibaszámítással pedig az eltérés tolerálható mértékét sejtethetjük. Az adatok ábrázolásának hibát figyelembe vevő technikáját inkább a nagyobb korosztályoknak, illetve kutatómunkába bekapcsolódóknak célszerű tanítanunk.

4.9. Ami esetleg túlmutat rajtunk

Tehetséges tanulókkal való foglalkozásunk közben saját kereteinket is tisztán kell látnunk. A fizikatanárok egy része inkább az elméleti, mások a gyakorlati megvalósításokban jártasabbak, kivételes az a pedagógus, aki mindkét területet magas szinten képes művelni. Mi a teendő, ha barkácsoló feltalálóként a kvantummechanika iránt érdeklődő tanítványba botlunk, vagy botkezü agytornászként konstruktőr vénájú diákunk akad? Két tennivalónk van. A birtokolt ismereteinkből minél többet átadni, ameddig lehetőségeink engedik együtt gondolkodva irányítani diákunkat, vállalva azt, hogy esetleg ő tanít bennünket. Tapasztalatunk, felelős gondolkodásunk, megközelítéseink ekkor is mintát kínálnak. A másik teendő, hogy megfelelő mentort találjunk mellé.

Az eszközkészítésben tehetséges tanítványok fejlesztése a szerzők számára határterületet jelent. Ám a tervezés is elméleti alapokról indul. A tanuló által felvetett probléma körbejárásában partnerek lehetünk. Milyen elv alapján működne, milyen céllal? Az adott témakörhöz milyen egyéb jelenségek, törvényszerűségek tartoznak? Ezek felkutatása, illetve körbejárása közös feladat. Az egyes effektusok nagyságrendi becslése, konkrét számolások elvégzése szintén együttes gondolkodás eredménye, ahogy a kiküszöbölésük lehetőségének felismerése is. Felelősségünk van a veszélyek, az esetleges balesetet okozó tényezők feltárásában is. A megvalósítás technológiája már lehet, hogy barkácsolásban, anyagismeretben képzetesebb szakembert igényel.

Ugyancsak határterületre esik azokkal a tanulókkal való foglalkozás, akik kutatómunkába kapcsolódnak be. A mentori szerepet felvállalhatjuk, ha a témakörben járatosak vagyunk, és az iskolában megfelelő a technikai felszereltség. Más esetben fogadjuk el, hogy nem lehetünk minden tanítványunk számára mindent tudó mester! Egy egyetemi kutatólaborral és az ott dolgozók által nyújtott lehetőségekkel nem kell versenyezni. De teremtsük meg azt a fórumot, ahol diákjaink bemutatathatják, megvitathatják munkáikat. Egy önképzőkör, egy műhely tanterve maximálisan a tanulók tevékenységére épül. A koordináló, olykor mediátori szerepet játszó tanár vagy a többiek által feltett kérdések, a megfogalmazott vélemények, a konstruktív kritikák fontos kiegészítő tényezői annak a fejlesztésnek, amit a mentor végez. Az iskola közönsége előtt kiállításokon, előadásokon jelenhetnek meg a munkák. Felelősségteljes feladatunk, hogy az isko-

lán kívüli publikációs lehetőségeket számon tartunk. Diákjaink menedzselése tehát az alapok biztosításából, a megfelelő témavezető felkutatásából, az állandó nyomon követésből és a megjelenési lehetőségek biztosításából, illetve felkutatásából áll.

5. AZ EGYENSÚLY

A továbbképzés tematikai tagolása különböző szeletekre osztotta a fizikából mutatókozó tehetséget. Végigvizsgálva a szeleteket, jól látható, hogy olykor ez egy mesterséges szétválasztás.

A valóban tehetséges tanulóban komplexen, egymást kiegészítve és átfonva jelennek meg a képességek. Talán az elméleti és az eszközalkotásbeli tehetség az, ami élesebben elhatárolható egymástól, és a kutatás iránti fogékonyság igényel speciálisabb személyiségvonásokat. Az általános és középiskolai versenyeken való jó szereplés jobbára az elméleti és a gyakorlati oldal kiegyensúlyozottságát igényli. A kevésbé erős oldal fejlesztése a korábbiakban tárgyalt feladattípusok alkalmazásával lehetséges. Önmagában az, hogy az egyik oldal erősebb, nem jelent problémát, de a gyengébb nem maradhat el a másiktól számottevően. A fejlesztés tehát mindig legalább kétfrontú. Az erősebb oldalt azért erősítjük, mert a minél magasabb szint elérése a cél, a gyengébbet pedig azért, mert az egyensúlyközeli állapot stabilabb, és több oldalról megtámasztott ismeretet jelent.

A gondolkodási és a matematikai tehetség azonban egymás nélkül valóban instabil, és magasabb szinten kudarcra ítélt. Tipikusan a matematikai eszköztár gyengesége jellemző. Talán azért, mert azok nagyobb mértékben tanult képességek, készségek, mint a gondolkodási tevékenység. De a probléma éppen emiatt kezelhető. Hiszen a matematikai eszköztár fizikai tartalom nélkül is fejleszthető. A jól gondolkodó tanuló stabil matematikai ismeretek esetén képes lesz a transzformálásra. A javasolt eljárás tehát az, hogy az azonosítható matematikai hiányosságok pótlása után, az összetettebb problémák megoldása során automatikusan együtt izmosíthatjuk a két területet. Ugyanezt alkalmazhatjuk jó matematikai képességek és csiszolásra szoruló gondolkodás esetén is. A gondolkodtató kérdésekkel megfelelő szintre fejlesztve a gondolkodást, a komplexebb formák természetes módon hangolják össze a területeket. Meggyőződésünk szerint tehát a vegyesen alkalmazott feladattípusok és az összetett problémák szolgálják leginkább az egyensúly megteremtését.

6. FELADATSOROZATOK

Kiadványunk következő részében általunk kedvelt, fejlesztésre jól alkalmazható feladatokat gyűjtöttünk csokorba. A válogatás abszolút részleges és szubjektív. Célunk csak valamiféle minta felvillantása. Ebben a fejezetben a feladatok egymásra építhetőségét, a következőben pedig a sokszínűség célirányos kihasználhatóságát szeretnénk demonstrálni.

6.1. Az átlagos sebesség témaköre

A sebesség egyszerűnek tűnő, de tudjuk, hogy nehéz fogalom. Felépítése több lépcsőben szokásos és célszerű, a tanulók absztrakciós szintjéhez igazodva. A km/h mértékegység jelentése ismert, a sebesség első közelítésben a hétköznaphoz csatolva szinte spontán értelmezhető. A kezdő szakaszban mintegy melléteesszük, hogy a sebességnek iránya is van. Még ez is természetesnek tűnik a tanulók számára, bár a későbbi válaszaikból kiderül, hogy a fejükben lévő kép zavaros, mert a test irányáról beszélnek, de valójában az erőhatás irányára gondolnak. A sebesség vektormennyiségként való bevezetése már olyan nagy ugrás, hogy csak a jó képességűeknek sikerül megérteni, és csak a legjobbak tudják használni.

A következő feladatok nem veszik figyelembe a mozgás irányát, a skalárként értelmezett sebesség átlagára vonatkoznak. A feladatsorozat nem igényli a sebességvektorral való kapcsolat tisztázását, ezért egy részük hetedikesekkel, illetve vektorműveletekben járatlanabbakkal is tárgyalható. Az alábbi feladatsorozat azt is mutatja, hogy a gondolkodási és matematikai képességek nem fejleszthetők egymástól elválasztva.

Az adott időtartamra vonatkozó átlagos sebességet definiáljuk az időtartam alatt megtett összes út és a közben eltelt idő hányadosaként.

1. Az első (klasszikus) feladat annak a hangsúlyozására alkalmas, hogy nem a sebességek átlagával azonos mennyiségről beszélünk. Külön érdemes odafigyelni arra, hogy a tanulók zömmel csak a számtani közepet ismerik mint átlagértéket, arra is több érték esetén csak az szolgál mintaként, hogy a tanév végi átlageredményüket hogyan határozzák meg. *Egy jármű odafelé úton*

60 km/h, visszafelé úton 40 km/h sebességgel haladt. Mennyi a teljes útra számított átlagos sebessége?

Az egyszerűség kedvéért célszerű megadni a két végpont távolságát (pl. 120 km), hogy a paraméterekkel való számolás csak a következő – matematikai készséget is igénylő és fejlesztő – lépés legyen.

2. Ez az általánosítás kínálja a következő lépcsőt: észre lehet venni, hogy az utak egyenlősége a lényeges momentum, tehát átfogalmazható a feladat úgy, hogy *az út egyik felét, illetve másik felét tette meg az adott sebességgel.*
3. Kézenfekvő a következő bővítés: *Az út kétharmad részében 60 km/h, a maradék részen 40 km/h volt a sebesség. Számoljuk az átlagos értéket!*
4. Természetes szituációként adódik, ha a tanulók közül valaki felveti azt a problémát, hogy számoljuk ki azt az esetet, amikor *az idő első felében halad 60 km/h-val, a második felében 40 km/h-val.* Ezen a ponton az általános levezetéssel megmutathatjuk, hogy a részidőtartamok egyenlősége esetén kapjuk eredményként a részsebességek számtani közepét.
5. Ravaszabb, a tanulók számára is felismerési élményt kínál a feladat ilyen átfogalmazása: *Az út egyik felében a jármű 60 km/h-val haladt. Hogyan haladjon a második felében, hogy az egész útra vonatkozó átlagsebessége 50 km/h legyen?* A megoldásban használhatjuk az előzőleg kapott összefüggést, vagy számolhatunk a definíció szerint újra. Ezeknél a konkrét adatoknál még a számeredmények pontos értékének használata is előtérbe kerülhet. Ha ellenőrzéskor a kerekített értéket helyettesítjük, nem kapunk pontosan 50-et az átlagra. Fontos látniuk, hogy egy eredmény pontatlansága ebből is, de elvi hibából is adódhat. Hiszen a tanulók esetében az első feladat 48 km/h helyes eredményét nagyvonalúan azonosíthatják az általuk kapásból bemondott 50 km/h-val.
6. Ezek után következhet a tanulók „megvezetése”, pontosabban a diszkusszió felé terelése. *A jármű odafelé úton 40 km/h-val haladt. Mennyivel jöjjön visszaúton, hogy a teljes útra vonatkozó átlagos sebesség 90 km/h legyen?* A kreatívak és a jó matekosok rögtön csapdát szimatolnak, és le is lövik a poént, ha nem figyelünk. Konkrét számokkal világíthatjuk meg az adatokban rejlő ellentmondást. Legyen 180 km a kezdő- és célpont távolsága. Ekkor 40 km/h-val haladva 4,5 óra szükséges az odafelé vezető útra. Ha a teljes út 360 km, a 90 km/h átlagsebesség azt jelenti, hogy 4 óra alatt teszi meg a teljes távot. Tehát már odaúton több időt vett igénybe, mint amennyi a rendelkezésére áll. Célszerű szembesíteni a tanulókat a korábbi technika szerinti számolásakor kapott negatív eredménnyel, s az értelmezés kapcsán a szemfülesek is arra nevelni, hogy a „hibakeresés” fontos tanulási epizód.

7. A matematikai készségek fejlesztése céljából általánosan is elemzés alá vehetjük a problémát. Két egyenlő útszakasz egyenletes, de különböző sebességű befutása esetén a teljes útra számolt átlagsebességre a $v_{\text{átlag}} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}$ össze-

függést kapjuk. Elvárt átlagsebesség (u) mellett hogyan függ a második szakasz sebessége az első szakasztól, azaz keressük a v_2 (v_1) függvényt. Átrendezéssel a $v_2 = \frac{uv_1}{2v_1 - u}$ kifejezéshez jutunk. Átalakítva $v_2 = \frac{u}{2} + \frac{u^2}{4\left(v_1 - \frac{u}{2}\right)}$

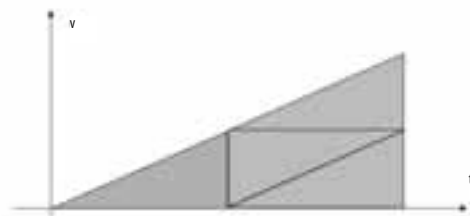
alakot kapjuk. Ábrázolva a függvényt egy olyan hiperbolát kapunk, melynek aszimptotái $u/2$ -vel tolódtak el pozitív irányban. Mivel az alsó bal oldali ágnak pontja az origó, az út első felében 0 és $u/2$ közötti sebességgel haladva a megvalósíthatóság szempontjából értelmetlen érték adódik v_2 -re. Érdekes megvizsgálni a nagyon nagy és az $u/2$ -höz közeli első szakaszbeli sebességek esetét, valamint a függvény első negyedbeli részének $y = x$ egyenesre vonatkozó szimmetriájának jelentését.

Kicsit szélesítsük ki a feladattípust! Az átlagos sebesség nem csak egyenletes (nek feltételezett) mozgások esetén számolandó. A megtett út grafikus meghatározását felhasználva még további fejlesztési lehetőségek adódnak. Az egyenletesen gyorsuló mozgás esetében az adott időtartamra számolható

átlagsebesség $v_{\text{átlag}} = \frac{v_{\text{kezdő}} + v_{\text{vég}}}{2}$ formuláját (többnyire) tanítjuk alapórán is. Ennek grafikus alátámasztását azért érdemes megmutatni, hogy a későbbiekben a sebességgrafikon alatti területek átdarabolásának technikája ismert eszköz legyen.

8. A Moór Ágnes által szerkesztett középiskolai példatár egyik feladatának (99.) általánosítása így hangozhat: *Adott a gyorsulással induló test s utat tesz meg. Mekkora az időtartam első, illetve második felére vonatkozó átlagos sebesség?* Konkrét adatok esetén ez egy rutinszerű számolási folyamattal megadható, bemelegítésképpen ez végig is járható. Ezek után a látásmód kiszélesítését szolgálja a grafikus közelítés.

A sebességet az idő függvényében ábrázolva a 3. ábra alapján jól látható, hogy a második



3. ábra

A sebességet az idő függvényében ábrázolva a 3. ábra alapján jól látható, hogy a második

időtartam alatt megtett út háromszor akkora, tehát az idők egyenlősége miatt az átlagos sebesség is. Az első részben az út a teljes útnak a negyede, az idő az

összesnek a fele, tehát az átlagos sebesség $v_{\text{átlag1}} = \frac{s/4}{t/2} = \frac{s/t}{2}$, ahol $t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$.

Azaz $v_{\text{átlag1}} = \sqrt{\frac{sa}{8}}$. A korábbi megállapításnak megfelelően $v_{\text{átlag2}} = 3\sqrt{\frac{sa}{8}}$.

9. A feladat kis módosítása a hasonlóság matematikai fogalmát igényli, ha a grafikus utat választjuk: *Adott a gyorsulással induló test s utat tesz meg. Mekkora az út első, illetve második felére vonatkozó átlagos sebesség?*

A 4. ábrán látható sebesség-idő grafikonon jelölt háromszögnek és trapéznek egyenlő a területe. A két alakzat együtt egy, a szürke háromszög területénél kétszer nagyobb területű, azzal hasonló háromszöget alkot. A hasonlóság aránya tehát $\sqrt{2}$, ami a teljes és a részidőtartam arányát, valamint a végső és a közbülső sebesség arányát jelenti.

$v_{\text{átlag1}} = \frac{s/2}{t/\sqrt{2}} = \frac{s/t}{\sqrt{2}}$, ahol $t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$. Azaz $v_{\text{átlag1}} = \frac{\sqrt{sa}}{2}$. A második szakasz-

ra ettől bonyolultabb kifejezés adódik $v_{\text{átlag2}} = \frac{s/2}{t\left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right)} = \frac{s/t}{2 - \sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2sa}}{4 - 4\sqrt{2}}$.

10. A magasabb évfolyamokon a feladatsorozat kiterjeszhető a nem 0 kezdősebességű esetekre, illetve az integrálszámítás alkalmazását igénylő, másodlagos gyorsulással rendelkező problémákra.

6.2. A körmozgás kinematikai és dinamikai problémái

A körmozgással kapcsolatban a nehézséget többnyire két momentum okozza. Az egyik a vektormennyiségek érdemi megjelenése, a másik a szögmennyiségekkel való munkálkodás. Alapszinten még az is gondot jelent, hogy egyenletes körmozgás esetén miért is van gyorsulás. Célszerű tehát ezt az építkezést a radián fogalmának stabilizálásával kezdeni. A hétköznapi nyelvben nem fordul



4. ábra

elő, a matematika tananyagot is megelőzi a szükségessége, tehát a bevezetés is a mi dolgunk. Ugyancsak matematikatanárrá kell válnunk a vektorokkal való műveletvégzés készségszintre emelésében → látens gyorsítás.

1. Tisztázó feladatként a kisebb korosztály számára is tálalható a következő probléma: *Egyenletes körmozgást végző test 5 s alatt 10 m ívhosszú félkört tesz meg. Adjuk meg az átlagos sebességét, valamint az átlagsebesség-vektorát erre az időtartamra, valamint 8 kör megtétele esetén. Mennyi a gyorsulásvektor irányváltozása 7,5 s alatt, illetve 12 s alatt?* A megoldás során az arányosság kihasználása mellett a méretarányos szerkesztés eszközét is használhatjuk.
2. Az egyenletes körmozgás dinamikai vizsgálatánál fontos a tanulóknak tisztán látniuk a ténylegesen fellépő erők és a centripetális erő kapcsolatát, még akkor is, ha elfogadjuk, hogy a felírt egyenlet formailag a centripetális erő többi erő közé való besorolását tükrözi. A centrifugális erő használata néhány tanulónak természetesebb, de feltétlenül meg kell beszélni a vonatkoztatási rendszerek és tehetetlenségi erők szerepét. Ne hagyjuk, hogy az eredmény egyezősége miatt a tanulók feleslegesnek érezzék a megkülönböztetést! A dinamikai feladatok egy jó részénél a kényszererők szerepe domináns. Következhetnek azok a feladatok, melyekben a kényszerek határesetei előkerülnek. *Mekkora maximális sebességgel tud egy 15 m sugarú buckán a síelő „repülés nélkül” átkelni?* Ezeknél és például a tapadási problémáknál a tehetségesek esetében törekedjünk az egyenlőtlenések használatára. Többnyire elegendő a határesetek vizsgálata is, de hogy a kapott eredménytől kisebb vagy nagyobb értékek felelnek-e meg a feltételeknek, az nem mindig egyértelmű.
3. Jól illeszkedik ebbe a vizsgálati sorba a kötélén forgatott test problémája, a kötélt terhelésére, elszakadására való tekintettel, és természetes folytatása az a motoros mutatvány, amelyben függőleges síkú körpálya belső ívén fut körbe a vezető. A gravitációs erő körpályán tartó szerepének felismerése energetikai tartalmú feladatokhoz is alapot teremt.
4. A kinematikai adatok és dinamikai feltételek nagyon szoros kapcsolatát tudatosíthatjuk a következő problémával. Célszerű a konkrét megoldás előtt kipróbálni, a valóságban vizsgálni a szituációt. *Egy tölcsér félnyílásszöge 45° . Beleteszünk egy golyót, majd szélesebb nyílásával felfelé forgásba hozzuk. 30 1/min fordulatszám esetén milyen magasan lesz a golyó, ha a súrlódástól eltekintünk?* Ugyancsak ezt a célt szolgálják a mesterséges égitestek mozgására vonatkozó feladatok.

5. Az egyenletes körmozgás megértése után az egyenletesen változó körmozgás kezelése a cél. Kinematikai kapcsolatainak begyakorlására a klasszikus feladatokat választhatjuk (Radnóti 2010). *Egy motorkerékpár álló helyzetből indulva egyenletesen növekvő sebességgel vízszintes körpályán halad. Érintőirányú gyorsulása 2 m/s^2 . Mennyi idő múlva lesz kétszer ekkora a gyorsulása? Mekkora szöveget zár be ekkor a gyorsulás és a sebesség?* A gyorsuláskomponensek pitagoraszi kezelése, a vektorok abszolút és egymáshoz viszonyított elfordulása begyakorolható.
6. Kézenfekvő folytatás a dinamikai feltétel vizsgálata. Az előző feladat kapcsán is kitérhetünk rá. Az eredő erő vektorának nagyság és irány szerinti változása megemésztendő ismeret. Miután tudatosítjuk, hogy pillanatról pillanatra változó szituációról van szó, ahol szinte kötelezően jelen van valamilyen kényszer, lemondhatunk a körmozgás egyenletes vagy egyenletesen változó voltáról.
7. Az energiaviszonyokat figyelembe vevő esetekkel folytathatjuk. Bemelegítésként kezdjük egy egyszerűbbel. Mekkora erővel feszíti a fonalat az alsó helyzetben az az 50 cm fonálhosszúságú inga, melyet vízszintesen kitérített helyzetében engedtünk el?
8. A gravitációs erő korábban említett szerepét kell figyelembe venni a következő problémánál. *Milyen magas lejtőről engedjük súrlódás nélkül lecsúszni a testet, hogy a lejtő aljához csatlakozó függőleges síkú, R sugarú körpályán körbemenjen?* A megoldás során szakaszokra osztva is kezelhetjük a problémát, de a legtehetségesebbek felismerik az energiamegmaradás törvényének azt az előnyét, hogy a közbülső állapotoktól függetlenül alkalmazható.
9. A következő fokozat az elválási probléma lehet. *Egy 1 m sugarú gömb tetejéről súrlódás nélkül lecsúszó test milyen helyzetben hagyja el a gömböt?* Érdekes tapasztalat, hogy az első ötletgyűjtések alkalmával a 90° -os helyzet vetődik fel először, sőt az alatti is elképzelhető néhány tanuló számára. Természetesen itt is a kipróbálással célszerű folytatni a megoldás keresését.
10. Ezzel szinte azonos, de a kezdőhelyzet változtatásával matematikailag intenzívebb fejlesztést szolgáló a következő feladat: *Adott hosszúságú fonálon függő testet érintőirányú kezdősebességgel függőleges pályán indítva milyen helyzetben lazul meg a fonál?*
11. Természetesen a sor még sokféleképpen folytatható és fokozható. Ennek egyik lehetősége, hogy a súrlódást figyelembe kell venni. Ez jó gyakorlás arra, hogy a kölcsönhatás disszipatív jellege tudatosodjon azáltal, hogy az eddig viszonylag könnyedebben kezelhető eseteket észrevehetően bonyolítja.

6.3. Az elektromágneses indukcióról

A mozgatási indukció a jelenségkörnek talán a könnyebbik szelete. Ám az alábbi sor utolsó feladata nehéz probléma, melynek megközelítési lépcsőit a sorozat megelőző tagjai sugallják.

1. Homogén B indukciójú mágneses mezőben az indukcióra merőleges l hosszúságú vezetőt mozgatunk a vezetőre merőleges állandó v sebességgel. Mekkora feszültség indukálódik a vezető két vége között?
2. Homogén B indukciójú mágneses mezőben az indukcióra merőleges l hosszúságú vezető egyik végét tengelyesen rögzítjük (a tengely párhuzamos az indukcióvektorral), majd állandó ω szögsebességgel forgatjuk. Mekkora feszültség indukálódik a vezető két vége között?
3. Homogén B indukciójú mágneses mezőben az indukcióra merőleges d átmérőjű küllőkkel ellátott vezetőből készült kereket forgatunk (a tengely párhuzamos az indukcióvektorral) állandó ω szögsebességgel. Mekkora feszültség indukálódik a kerék pereme (kerülete) és tengelye között?
4. Függ-e az előző feladatban az indukált feszültség a küllők számától? Milyen eredményre jutunk, ha a küllős kereket tömör vezető korongra cseréljük fel?
5. Elhanyagolható ellenállású r_1 sugarú korongot vízszintes tengellyel csapágyaztunk. Tengelyén r_2 sugarú kis korong (csiga) van, amelyről fonálon m tömegű test lóg le. A tengely csapágya és a korong kerületéhez hozzáérő csúszóérintkező közé R ellenállást kapcsolunk. Az egész korong vízszintes irányú homogén B indukciójú mágneses térben van. Mekkora végső szögsebességre áll be a forgó korong? $r_1 = 10$ cm, $r_2 = 2$ cm, $R = 0,01$ Ω , $B = 0,2$ T, $m = 50$ g.
6. Egy fémhenger ω szögsebességgel forog szimmetriatengelye körül. A henger tengelyirányú homogén B indukciójú mágneses mezőben van. Határozzuk meg a töltéssűrűséget a henger belsejében! Milyen szögsebességnél lesz zérus a töltéssűrűség?

7. FELADATCSOPORTOK

Mivel bármelyik kérdést valamilyen probléma, feladat megoldása kapcsán értelmes és érdemes feltenni, a tehetségfejlesztés lehetőségeit olyan fizikai problémák, feladatok felsorakoztatásával mutatjuk be, melyekben a fenti kérdések ott rejlenek. Tesszük ezt több évtizedes szaktanári és verseny-előkészítési gyakorlatunk alapján is. Meggyőződésünk, hogy a fizikából tehetséges tanulók felismerésére és tehetségük kibontakoztatására egyik legjobb módszer a különböző típusú feladatok megoldása. Ezt vallja Bor Pál is, aki több fizikatankönyv írója, és tehetséggondozó szakkör vezetője: „...a tananyag alapos megértéséhez, maradandó elsajátításához és alkalmazhatóvá tételéhez igen jó módszer a feladatmegoldás.” (Kövesdi 1995.) Az utóbbi években a regionális keretekben működő tehetséggondozó, ún. olimpiai szakkörök is ilyen tartalommal működnek.

Az alábbi válogatás vezérfonala az volt, hogy a tehetség fejlesztésének területei egy bizonyos megközelítésben:

- a kreativitás fejlesztése,
- az elemzőkészség fejlesztése,
- a deduktív gondolkodás képességének fejlesztése.

A kreativitás fejlesztésére a következő kérdéstípusok szolgálhatnak:

- Hogyan tudnád megmérni...?
- Hogyan lehet megbecsülni...?
- Mi lenne, ha...?

Az elemzőkészség fejlesztését a következő kérdéstípusok segíthetik elő:

- Vizsgáld meg...!
- Mérlegeld...!
- Döntsd el, hogy igaz-e...!
- Keresd meg a hibát...!

A deduktív gondolkodás fejlesztésében a következő kérdéstípusok segíthetnek:

- Mi lehet a magyarázata...?
- Miért...?
- Mi lehet az oka...?

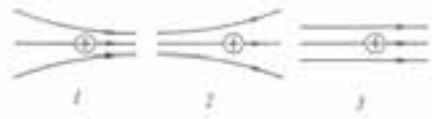
Mivel a jelen kiadvány nem feladatgyűjtemény, ezért sem formai, sem tartalmi vonatkozásban nem törekedhet a teljességre. A feladatok csoportosítása természetesen más elvek szerint is történhetne, mégis, úgy gondoljuk, az alábbi válogatás és összeállítás jól szolgálja a fizikából tehetséges tanulók felismerését, és tehetségük minél több oldalú fejlesztését.

Az alábbi feladatokat az utóbbi évtizedek, az OKTV, az Öveges-, Mikola- és Dr. Nagy László-fizikaversenyek feladataiból, valamint *A fizika tanítása* című folyóiratban megjelentek közül válogattuk.

7.1. Gondolkodtató kérdések

7.1.1. Kérdések az elektromosság és mágnesség témaköréből

1. A különböző elektrosztatikai jelenségek bemutatása télen jobban sikerül, mint nyáron. Hogyan értelmezhető ez a megfigyelés?
2. Milyen alakú az a két, különböző elektromos töltésű test, amelyeknek közeli-tése során a közöttük fellépő vonzóerő zérus értékig csökken?
3. Hogyan viselkedik egy pozitív töltésű gömb az 5. ábrán látható elektromos mezőben? Hogyan viselkedik ugyanezen elektromos mezőben egy töltés nélküli gömb?



5. ábra

4. Egy lemez alakú töltött vezetőt henger alakúra formálunk. Változik-e az elektromos mező térerőssége a vezető felületén?

5. Egy elektron síkkondenzátor lemezei között, levegőben, a 6. ábrán látható módon mozog. A lemezek közötti feszültség értéke U . Hogyan változik az elektron mozgási energiája?



6. ábra

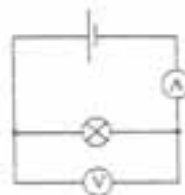
6. A 7. ábrán látható módon négy azonos nagyságú ellenállást kapcsolunk össze. Mekkora az eredő ellenállás értéke az A és B pontok között?



7. ábra

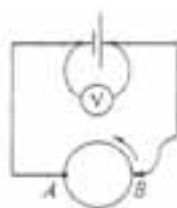
7. Miért nagyobb a kezdeti áramerősség értéke izzólámpa esetén a bekapcsolás pillanatában, mint a későbbi áramerősségnél? (Ezzel analóg kérdés: miért a bekapcsolás pillanatában égnek ki leggyakrabban az izzólámpák?)

8. A 8. ábrán látható áramkörben véletlenül az ampermérőt és a voltmérőt felcserélték. Tönkremennek-e a mérőműszerek?



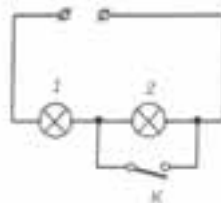
8. ábra

9. Hogyan változik a voltmérő állása, ha a 9. ábrán látható áramkörben a homogén vezetőlél készült gyűrűn mozgatjuk az érintkezőt?



9. ábra

10. A 10. ábrán látható áramkör 40 W-os izzót (1), zseblámpaizzót (2) és egy kapcsolót (K) tartalmaz. Ha az áramkört zárt kapcsolóval a hálózatra kötjük, majd a kapcsolót nyitjuk, azt tapasztaljuk, hogy az izzók normálisan világítanak. Amikor azonban az áramkört nyitott



10. ábra

kapcsolóállás esetén kötjük a hálózatra, a 2-es zseblámpaizzó azonnal kiég. Miért?

11. Egy kifeszített, két végén rögzített vezető közepére terhet akasztunk. A vezetőt áramkörbe kapcsolva azt tapasztaljuk, hogy a teher rezgőmozgást végez. Miért?

12. Változó keresztmetszetű fémcsőben mozog az elektron. Megváltozik-e a sebessége a szűkületen való áthaladás során? (11. ábra)



11. ábra

13. Egyenletesen töltött gyűrű középpontjában olyan ellentétes előjelű ponttöltés helyezkedik el, amelynek a gyűrű tengelyének irányában kezdeti sebességet adunk. Milyen jellegű lesz a ponttöltés mozgása?

14. A mágneses indukció pillanatnyi értéke jobbra haladó elektromágneses hullámban, tőlünk elmutató vektorral ábrázolható a tér adott pontjában. Milyen irányú gyorsulása lesz az e pontban nyugvó elektronnak?

15. A katódsugár részecskéi közül a lassúbb vagy a gyorsabb részecskék térülnek el jobban adott mágneses mezőben?

16. Hogyan viselkedne az a mágnesrúd, amely az elektronnyalábbal párhuzamosan mozogna az elektronokkal megegyező sebességgel?

17. Két azonos repülőgép repül vízszintesen azonos sebességgel, az egyik az Egyenlítőhöz közel, a másik az Északi-sarkon. Melyik repülőgép esetében lép fel nagyobb potenciálkülönbség a szárnyak végei között?

18. Egy függőleges helyzetű tekercsre fémpénzt helyezünk el. Miért melegszik fel a fémpénz, ha a tekercsben váltakozó áram, és miért marad változatlan hőmérsékletű, ha a tekercsben egyenáram folyik?

7.1.2. Kérdések a mechanika témaköréből

1. A 12. ábrán látható inga melyik helyzetében lesz legnagyobb a fonalat húzó erő?

2. Homokkal töltött tölcserűt fonatra felfüggesztünk. Változik-e az ilyen inga periódusideje, miközben kifolyik a homok a tölcserűből?



12. ábra

3. Változik-e az inga periódusideje, ha a hintában egy ember helyett kettő ül?
4. Megmarad-e egy rugóhoz erősített test rezgési állapota, ha az egész rendszer a súlytalanság állapotába kerül?
5. Azt tapasztaljuk, hogy az ingaóránk siet. A helyes működés érdekében hová kell elhelyezni az órát: a földhöz viszonyítva a jelenlegi helyzetéhez képest alacsonyabbra vagy magasabbra?
6. Miért nem változik az elektromosan töltött gömb alakú inga lengésideje, ha a fonál felfüggesztésének helyére ugyanolyan előjelű töltést helyezünk el?
7. A hegedűvonóval keltett hanghullám longitudinális vagy transzverzális?
8. A bendzsó hangja éles, a hárfáé pedig lágy, éneklő. Miért?
9. Az autókerék tömlőjében a levegő nyomására következtetni lehet ama hang alapján, amit a tömlő kibocsát, ha egy fémrúddal megütjük. Hogyan történik ez?
10. Azt tapasztaljuk, hogy hóesés után mindig nagy csönd lesz. Miért?
11. Azok az utcai ablakok, amelyek alatt autók közlekednek, többször megrepednek. Ezt úgy kerülük el sokszor, hogy az ablaküveg közepére egy darabka gyurmát ragasztanak. Mi a magyarázata ennek a jelenségnek?
12. A homok sűrűsége csaknem háromszor nagyobb, mint a vízé. Mi az oka annak, hogy a viszonylag gyenge szél is homokfelhőket sodor a sivatagban, míg a tenger feletti orkánok csak jelentéktelen mennyiségű vízcseppet képesek felemelni a magasba?
13. Egy test egy tóban félig elmerülve úszik. Meddig merülne a vízbe a Holdon?
14. Egy test először A pontból ACB úton, másodszor ADB úton jut a B pontba. Melyik esetben lesz a test sebessége nagyobb a B pontban, ha a súrlódási tényező mindkét úton ugyanakkora? (13. ábra)



13. ábra

15. Gyurmából készítünk egy figurát és annak méretarányos hasonmását, kétszer magasabbat. Mekkora a hasonmás tömege, ha az eredeti tömeg 50 g?
16. A Föld forgástengelye mentén „átfúrjuk” a Földet. Mekkora annak a testnek a legnagyobb sebessége, amely ebben a lyukban a Föld felszínéről kezdősebesség nélkül indulva mozog?

17. Juli azt állítja, hogy a Föld felszíne alatt h mélységben kisebb a táskájára ható gravitációs erő, mint a felszínen. Gergő szerint hamis ez az állítás, mert a felszín alatt közelebb vagyunk a Föld tömegközéppontjához, ezért a gravitációs erőnek növekednie kell. Dönts el, hogy kinek van igaza!

7.1.3. Kérdések a fénytán témaköréből

1. Az ember a síktükör felé 2 m/s sebességgel közeledik. Mekkora sebességgel közeledik saját képéhez?
2. A reflektor fénye a ködben jól, a tiszta, ködmentes levegőben viszont rosszul látszik. Miért?
3. A 14. ábrán látható esetben szerkesszük meg az ember képét a síktükörben!



14. ábra

4. A rövidlátó emberek, hogy jobban lássanak, hunyorogva néznek. Vajon miért?
5. A pontszerű fényforrás és két síktükörrel létrehozott két képe egyenlő oldalú háromszög csúcsain helyezkedik el. Határozzuk meg a tükrök helyzetét a fényforráshoz viszonyítva és a tükrök közötti szöget!
6. Zebracsíkozású fénykép készítése céljából a fényképész fehér felületről készített fényképet oly módon, hogy a fényképezőgép objektívjére fekete csíkozású üveglapot erősített. Mit gondolsz, az elkészült fényképen mi volt látható?
7. A fehér fény az ablaküvegen áthaladva miért nem bomlik színeire?
8. Az izzólámpa színekepe hogyan változik a bekapcsolás pillanatától kezdve?
9. A bekapcsolt izzólámpa előtt két színes üveglemez – vörös és kék – van elhelyezve, amelyekre előzőleg viaszdarabkákat ragasztottak. Melyik üvegről esik le hamarabb a viaszdarabka?
10. A monokromatikus sugárzást kibocsátó nátriumlámpa fényével megvilágított tárgyak milyen színűeknek látszanak?
11. Ha a kerámiából készült tárgyat – melyre világos háttérben sötét képet festettek – magas hőmérsékletű kályhába helyezzük, akkor sötét háttérű világos kép lesz látható. Miért?

12. Milyen színű fényforrás – kék, zöld vagy vörös – figyelhető meg legkevésbé nagy magasságból, például repülőgépről?
13. A spektroszkópia módszereivel lehetséges-e megfigyelni az antivilágot, amelyben az anyagot felépítő atomok magja antiprotonokból és antineutronokból, az atomburok pedig antielektronokból (pozitronokból) áll?

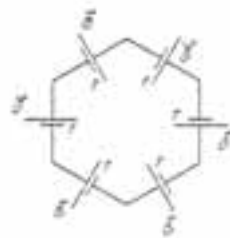
7.1.4. Kérdések a hőtan témaköréből

1. Egy kis mennyiségű meleg és nagyobb mennyiségű hideg vizet keverünk össze. Melyik víznek változik nagyobb mértékben a hőmérséklete? Melyiknek nagyobb az energiaváltozása?
2. Két megegyező méretű, fehérre festett acél- és rézhengert ugyanarra a hőfokra felmelegítünk, majd kiteszük hűlni azokat az asztalra, nem közvetlenül egymás mellé. Azt tapasztaljuk, hogy a rézhenger hamarabb kihűl. Mivel magyarázható a jelenség? (A réz és az acél fajhője és sűrűsége is közel ugyanakkora.)
3. A víz párolgáshője sokkal nagyobb, mint az éteré. Mégis, ha mutatóujjainkat egyszerre éterbe és vízbe dugjuk, majd onnét kivesszük, akkor az éterrel benedvesített ujjunkon erőteljesebb a hidegérzetünk, mint a vízzel benedvesített ujjunkon. Mi lehet a jelenség magyarázata?

7.2. Problémamegoldó feladatok

1. Egy nagyothalló ember házában az elektromos csengő működését egy izzólámpa világítása is jelzi. A csengőt a kerti kapunál és a bejárati ajtónál egyaránt lehet működtetni. Tervezd meg az áramkört, majd a kapcsolási rajz alapján állítsd össze és működtesd!
2. Pisti hobbija a kerékpározás. Nemrég kapott egy többsebességű kerékpárt, amivel barátai segítségével méréseket végzett. Két, egyenként 20 másodperces futamidő végén meghatározták a kerékpár végsebességét és befutott útját. Az első futamban Pisti 10 másodpercig egy kisebb fokozatú áttétellel, a_1 gyorsulással, majd 10 másodpercig egy nagyobb fokozatú áttétellel, a_2 gyorsulással haladt ($a_1 < a_2$). A következő futamban az első 10 másodpercben a_2 -vel gyorsított, a másodikban a_1 -gyel. Volt-e különbség a két futamban elért végsebességek, illetve a megtett utak között?
3. Egy eredetileg 6 cm hosszú rugót 5 cm-re 0,5 J munkával nyomtunk össze. Mennyi munkával tudnánk az eredeti rugót 4 cm-re összenyomni?

4. Egyenlő karú karos mérleg két oldalán egyensúlyt tart egymással egy belül üres, zárt üveggolyó és egy tömör ólomgolyó. Mi történik, ha az egész rendszert víz alá merítjük? Mi történik, ha az egész rendszert üvegburával lefedjük, és a bura alól a levegőt kiszivattyúzzuk? Mi történik, ha az üvegbura alatt a nyomást a légköri nyomás tízszeresére növeljük?
5. Egy folyón felfelé haladó evezős csónakból kiesik a labda. Az evezősök ezen esemény után még negyedóraig haladnak felfelé, majd folyásirányba, lefelé fordulnak. A megfordulás után mennyi idővel érik utol a labdát? A folyó sebessége 2 m/s . A csónak sebessége a parthoz viszonyítva felfelé 1 m/s . Az evezősök felfelé is, lefelé is azonos erő kifejtéssel eveznek. Röviden indokold a megoldásodat!
6. Egy hajóval három különböző próbaúton ugyanazt az AB távolságot teszünk meg oda-vissza
 - a) állóvízben,
 - b) folyóban, a folyó sodrásával párhuzamosan,
 - c) folyóban, a folyó sodrására merőlegesen.
 Milyen reláció van a menetidők között?
7. Egy vízzel félig töltött nagyméretű edényben vékony falú zárt üveggömb úszik. Rendelkezésünkre áll két azonos méretű pohár vízzel teletöltve. Ha az egyik pohár tartalmát beleöntjük az edénybe, azt tapasztaljuk, hogy az üveggömb jobban belemerül a vízbe, ha a másik pohár vizet is beleöntjük az edénybe, az üveggömb újra kevésbé merül a vízbe. Hogyan lehetséges ez?
8. Az ágyúdörrenés hangja az első megfigyelőhöz 3 s , a másik megfigyelőhöz $4,5 \text{ s}$ alatt jut el. Határozzuk meg grafikus úton az ágyú helyét, ha a megfigyelők közötti távolság 1000 m ! A hang terjedési sebessége 330 m/s .
9. A 15. ábrán látható áramkörben az áramkör két tetszőleges pontja között mekkora a potenciálkülönbség?



15. ábra

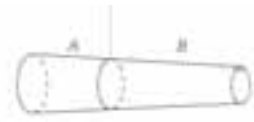
10. Egy tanuló kíváncsi volt, mekkora sebességgel halad házukban a lift az emeletek között. A méréshez fürdőszobamérleget és stoppert használt. Beszállt a földszinten a liftbe, ráállt a mérlegre, és feljegyezte a mérleg által mutatott értéket (50 kg). Ezt követően megnyomta a 4. emeletet jelző gombot, majd megmérte, mennyi ideig, mennyit mutat a mérleg (2 s , 52 kg). A fenti adatokból kiszámította a lift szállítási sebességét. Hogyan?

11. Egy fekete doboznak csupán két kivezetése van. Ha egy középállású ampermérőt és egy elhanyagolható belső ellenállású, 4,5 V feszültségű telepet kapcsolunk a kivezetésre a 16. ábra szerint, akkor az ampermérő 1 A erősségű áramot jelez. Ha a telepet sarkainak felcserélésével kapcsoljuk a dobozhoz, akkor 0,5 A erősségű áramot mérhetünk. Mit rejthet a doboz?



16. ábra

12. Kb. 5 m hosszú zsinór egyik végére fából készült kugligolyót, másik végére vele azonos méretű (térfogatú) vasgolyót erősítünk. Egy toronyból a zsinór függőleges, feszes állapotában úgy ejtjük le a két összekötött golyót, hogy egyszer a vasgolyó van alul, egyszer a fagolyó. A földet érés előtti pillanatban melyik esetben lesz feszes a zsinór, melyikben laza? Miért?
13. A 17. ábrán látható egyenletesen vékonyodó rúd felfüggesztve egyensúlyban van. Az A vagy a B rész lesz-e nagyobb súlyú, ha a rudat a rögzítő zsinórnál kettévágjuk?



17. ábra

14. Egy tekercset középállású mérőműszerrel kapcsolunk össze, és egy rúd mágneset helyezünk el a tekercs felett. Ha a mágneset elengedjük, az függőlegesen átesik a tekercsen. Elemezzük a jelenséget elektromos, mágneses, mechanikai szempontból! Mikor és hogyan tér ki a műszer mutatója, milyen mágneses pólusai lesznek ekkor a tekercsnek, milyen mozgást végez a mágnesrúd?
15. Egy domború lencsétől 30 cm távolságra elhelyezett 12 cm magas ceruzáról a kép a másik oldalon, a lencsétől 20 cm-re keletkezik.
- Rajzolj ábrát a képképzésről!
 - Az ábrát is felhasználva számítással határozd meg a keletkezett kép nagyságát!
 - Mekkora a lencse fókusztávolsága?
(A feladatot leképezési törvény nélkül, általános iskolai ismeretanyagra támaszkodva kell megoldani.)

16. Az A és B gömbök, melyek tömege 9 g, illetve 3 g, fonállal vannak összekötve az O függőleges tengellyel, és vízszintes síkban az O tengely körül forognak állandó szögsebességgel. Milyen AO és BO fonálhosszúság esetén lesznek egyenlők a húzóerők? (18. ábra)



18. ábra

17. Zoli gépkocsijával 72 km/h sebességgel közeledik egy 100 m sugarú vízszintes kanyarhoz. Későn veszi észre a sebesség csökkentésére figyelmeztető táblát, ezért csak a kanyarba érve lép rá a fékpedálra. Az úttest száraz, a tapadási súrlódási tényező 0,4. Vajon sikerül „bevennie” a kanyart?
18. Fából készült csónak úszik a vízen. Esik az eső, a csónak megtelik vízzel. Mi történik, ha lyukat fúrunk csónakunk fenekébe?

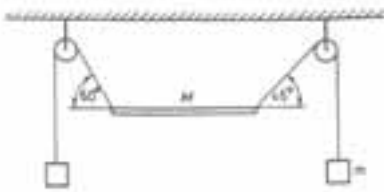
7.3. Hagyományos, ún. numerikus feladatok

1. Egy edényben 5 cm³ alkoholt 5 cm³ vízzel keverünk össze. Egy másik edényben 5 g alkoholt 5 g vízzel keverünk össze. Melyik edényben lesz nagyobb a keverék sűrűsége?
2. Egy $m = 2$ kg tömegű test $h = 1$ m magasságú súrlódásmentes lejtőn csúszik. A lejtő aljától a test vízszintes felületen mozog a C pontig. Ez a szakasz 2 m hosszú, és itt a súrlódási együttható $\mu = 0,2$. A C pont elérése után a test súrlódás nélkül felcsúszik a CD görbe felületen (19. ábra). Határozzuk meg:



19. ábra

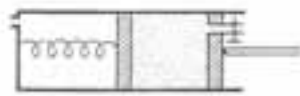
- a) A test sebességét a lejtő aljánál.
 b) A test sebességét a C pontban.
 c) Azt a magasságot, melyre a test felemelkedik a CD felületen.
 d) A B ponthoz képest hol áll meg a test?
3. Valamely – nem homogén anyageloszlású – rúd a 20. ábrán látható helyzetben egyensúlyban van. Határozzuk meg a rúd M tömegét és tömegközéppontjának helyét! A jobb oldali test tömege $m = 10$ kg, a csigák súrlódása és a kötelek tömege elhanyagolható.



20. ábra

4. A 21. ábrán látható hengeres edényben két dugattyú van. Az egyik rugónak támaszkodik, amelynek másik vége az edény falához van rögzítve. Az edény rugó felőli vége lyukas. A másik dugattyú rúd segítségével mozgatható, továbbá van rajta egy csap, amelyet nyitva tartunk addig, amíg a dugattyút be

nem állítjuk úgy, hogy a két dugattyú közötti levegő térfogata 2000 cm^3 legyen. Ekkor a csapot elzárjuk. Mekkora lesz a két dugattyú közötti levegő térfogata, miután a rúddal ellátott dugattyút lassan, állandó hőmérsékleten betoljuk odáig, ahol először a rugós dugattyú állt? A henger keresztmetszete 100 cm^2 , és a rugót 10 N erővel lehet 1 cm -rel összenyomni. A külső légnyomás 10^5 Pa .



21. ábra

5. Az asztalon egy $4,2 \text{ kg}$ -os téglá fekszik, hozzákötve egy olyan rugóhoz, amely 6 N erő hatására 1 cm -t nyúlik meg. A rugó felső végét egyenletesen emeljük 5 cm/s sebességgel.
 - a) Mennyi idő múlva lesz az asztal lapja és a hasáb között 20 cm távolság?
 - b) Mennyi idő alatt végzünk $19,74 \text{ J}$ munkát?
6. Karácsonyfánkat 23 db sorba kötött és ugyanolyan, egyenként 5 W teljesítményű színes izzólámpával díszítettük, majd a 230 V feszültségű hálózatra kapcsoltuk. Néhány perc elteltével a fényfűzér egyik izzója kiégett. Ugyanolyan tartalék izzólámpánk viszont nem volt, de rendelkezésünkre állt egy 5 V feszültségű, $1,25 \text{ W}$ teljesítményű, illetve egy 12 V feszültségű, $7,2 \text{ W}$ teljesítményű izzólámpa. Hogyan keressük meg a meghibásodott izzólámpát? Melyik izzólámpát csavarjuk a meghibásodott helyére a rendelkezésünkre álló két izzólámpa közül, hogy a csere után a fényfűzér újra tartósan világítson? A választ számítással indokold!
7. Egy állócsigán 10 m hosszúságú kötélen van átvetve úgy, hogy mindkét oldalán $5\text{-}5 \text{ m}$ hosszan lóg le. A végeken két egyenlő tömegű majom kapaszkodik. Egyszerre indulnak, és az egyik $v_1 = 2 \text{ m/s}$, a másik $v_2 = 3 \text{ m/s}$ sebességgel mászik felfelé. Melyik ér előbb a csigához? Mennyi ideig mászik?
8. Rendezésünkre áll négy darab $1 \text{ k}\Omega$, $2 \text{ k}\Omega$, $3 \text{ k}\Omega$, $4 \text{ k}\Omega$ ellenállású fogyasztó. Állíts elő e négy ellenállás mindegyikének felhasználásával olyan kapcsolást, melynek eredő ellenállása $1 \text{ k}\Omega$! Rajzold le a kapcsolást!
9. Egy ismeretlen ellenállású fogyasztót egy 200Ω ellenállású fogyasztóval kötünk sorosan, majd párhuzamosan.
 - a) Az ismeretlen fogyasztó milyen ellenállása esetén lesz a sorosan kapcsolt fogyasztók eredő ellenállásának és a párhuzamosan kapcsolt fogyasztók eredő ellenállásának a hányadosa a legkisebb?
 - b) Mekkora ez a legkisebb érték?

10. Egy edény tömege üresen 250 g, vízzel tele 300 g. A vízzel tele edénybe behelyezünk egy 4 g tömegű testet, ami kiszorít bizonyos mennyiségű vizet. Az edény tömege így 302 g lesz. Mennyi a test sűrűsége?
11. Egy vízszintesen eldobott test hajítási távolsága kétszerese az esési magasságnak. Hányszorosára növekszik a test mozgási energiája a mozgás során?
12. Fémgyűrűből kivágták az AB szakaszt. A vízszintes helyzetű, rögzített gyűrű fölött rúd mágnes van fonállal felfüggesztve. A fonál elégetésekor a mágnes szabadon esik át a gyűrűn. Határozzuk meg az A és B pontok azon potenciálkülönbségeinek arányát, amelyek a mágnes északi, illetve déli pólusának az áthaladásakor jelennek meg!
13. Egy kismajom 5 m hosszú lánca a 3 m magasán levő mennyezeti kampóhoz van erősítve, így a majom könnyedén sétál gathat a padlón. Egy alkalommal saját lánacán felmászott a kampóhoz. Mennyi munkát kellett végeznie ezalatt? A lánca teljes tömege 60 kg, a majomé 2 kg.
14. Egy pontszerűnek tekinthető testet bizonyos magasságban vízszintesen $v_0 = 20$ m/s kezdősebességgel eldobunk.
 - a) Milyen magasságban történt az elhajítás, ha a test sebessége leérkezéskor $2v_0$?
 - b) Mennyi a test sebessége a teljes esési idő felénél?
15. Egyik végén rögzített rugó másik végére 2 kg tömegű testet akasztunk. Ebből a függőleges helyzetből a testhez rögzített kötéll segítségével kitérítjük úgy, hogy a vízszintes helyzetű kótélben 20 N erő ébredjen.
 - a) Mennyi ekkor a rugó függőlegessel alkotott szöge?
 - b) Ha a rugóállandó 200 N/m, mennyi a rugó megnyúlása?
 - c) Ha a fonalat elvágjuk, mekkora és milyen irányú gyorsulással indul el a test?
16. Függőlegesen felfelé dobunk egy m tömegű, és alkalmas pillanatban bizonyos magasságból ejtünk egy $2m$ tömegű testet. Az m tömegű test indításától számított 1 s múlva, amikor annak sebessége 20 m/s, a két test rugalmatlanul ütközik, aminek következtében olyan nagyságú sebességgel érkeznek a talajra, amilyennel az m tömegű testet indítottuk.
 - a) Milyen magasságban ejtettük a $2m$ tömegű testet?
 - b) Az m tömegű test indításához képest mikor indítottuk a $2m$ tömegű testet?

17. Egy h magasságú 30° -os hajlásszögű lejtő tökéletesen illeszkedik a vízszintes talajhoz. A lejtő tetejéről nyugalomból induló, súrlódásmentesen lecsúszó pontszerű test a vízszintes talajon a súrlódás miatt s úton megáll. Ha a lejtőt érdecsé tesszük, ugyanabból a magasságból, nyugalomból induló test a vízszintes szakaszon $s/3$ úton áll meg. Mennyi a csúszási súrlódási tényező az érdes lejtő és a test között?
18. Egy elég hosszú, egyik végén zárt üvegcsövet Melde-csőként használva, zárt végénél vízszintes tengely körül forgathatóan rögzítünk. Ha a csövet vízszintes helyzetéig kitérítjük, a 10 cm Hg-oszlop 20 cm levegőoszlopot zár be. Ha a csövet ebből a helyzetéből elengedjük, a függőleges helyzeten való áthaladáskor milyen hosszú lesz a bezárt levegőoszlop? Tételizzük fel, hogy a Hg-oszlop közben nem szakad széjjel, és a bezárt levegő és a cső tömege elhanyagolható! A külső levegő nyomása 10^5 Pa.
19. Függőlegesen álló, mindkét végén zárt hengeres tartályban levő gázt egy súrlódásmentesen mozgó, hőszigetelő dugattyú két egyenlő térfogatú részre oszt. A két részben a gáz hőmérséklete egyenlő, de az alsó részben 1,2-szer több részecske van, mint a felsőben. Ha az edényt 180° -kal megfordítjuk, a most alsó részben levő gázt az eredeti hőmérsékletének hányszorosára kell melegíteni, hogy a dugattyú most is a tartály közepén helyezkedjen el?
20. Egy mindkét végén zárt, 152 cm hosszú üvegcsőben 38 cm hosszú Hg-oszlop úgy osztja két részre a csőben levő gázt, hogy az alsó részben kétszer olyan hosszú a gázoszlop, mint a felsőben. Mekkora a két részben a gáz nyomása, ha a csövet függőlegesen tartva, g gyorsulással fölfelé mozgatva, a Hg-oszlop éppen középre áll be?
21. Vízszintes felületen nyugvó $9 m$ tömegű testnek tökéletesen rugalmatlanul ütközik egy m tömegű, v sebességű test. Az érdes felületen a test d távolság megtétele után megáll. A kísérletet megismételjük, de most az ütközés után $d/2$ távolságban egy ismeretlen, M tömegű testtel történő újabb rugalmatlan ütközés után a testek további $d/5$ út megtétele után állnak meg. Mennyi az ismeretlen test tömege?
22. Egy 125 m magas toronyból egyszerre indítunk két pontszerű testet: egyiket függőlegesen felfelé 30 m/s, másikat vízszintesen 10 m/s sebességgel.
 - a) Mennyi idő múlva lesz a két test sebessége azonos nagyságú?
 - b) Mennyi ez a sebesség?
 - c) Mekkora távolságban van ekkor a két test egymástól?

23. Vízszintes, kissé érdes felületű asztalon egy $4m$ tömegű hasáb felé egy tőle 10 cm -re levő, ugyanolyan anyagi minőségű m tömegű hasábot indítunk 2 m/s sebességgel úgy, hogy a sebesség vektora a két hasábot összekötő egyenesbe esik. A két test tökéletesen rugalmas ütközése után a $4m$ tömegű test szintén 10 cm -t tesz meg, és megáll.
- Határozzuk meg az asztal és a testek közötti csúszási súrlódási tényezőt!
 - Hol áll meg az m tömegű test?
24. Vízszintes síkú, 40 cm sugarú, merev karikára felfűzünk egy 20 dkg tömegű pontszerűnek tekinthető testet, melyet egy adott pillanatban 8 m/s érintőirányú sebességgel meglökünk.
- Mekkora a karika és a test között fellépő nyomóerő egy fél fordulat után, miközben a karika és a test között fellépő súrlódási erő $3,9\text{ J}$ munkát végez?
 - Ha feltételezzük az egyenletes fékeződést, mennyi idő alatt tette meg a test a fél fordulatot?
25. Vízszintes síkú, 50 cm sugarú merev karikára egy m és $2m$ tömegű pontszerű testet (gyöngyöt) fűzünk, majd mindkettőt 10 m/s sebességgel egymással szemben indítva a karika egy pontján ütköztetjük. Feltételezve a súrlódásmentes mozgást és a tökéletesen rugalmas ütközést, az első ütközés után mennyi idő múlva ütköznek másodszor?
26. Egy L hosszúságú, 5 kg tömegű merev rúd egyik végével vízszintes érdes felületre támaszkodik úgy, hogy a vízszintessel 30° -os szöveget zár be. A rúd másik végére olyan, a talajjal párhuzamos hatásvonalú F erő hat, mely a rúdon átfektetett, talajra merőleges síkban van. Ekkor a rúd ebben a síkban maradván állandó nagyságú sebességgel mozog.
- Mekkora nagyságú az F erő?
 - Mekkora a rúd és a talaj közötti csúszási súrlódási tényező?
27. Egy, a környezetétől termikusan elszigetelt gáztartályt súlytalannak tekinthető, súrlódásmentesen mozgó dugattyú úgy oszt két részre, hogy az egyik részben 10 g hidrogéngáz, a másikban 20 g neongáz van normál állapotban.

- a) Melyik gázt, milyen hőmérsékletre kell felmelegíteni – miközben biztosítjuk, hogy a másik gáz állandó hőmérsékleten maradjon –, hogy a dugattyú középre mozduljon?
- b) Mennyi ekkor a gáz nyomása?
- c) Ha a dugattyú hőszigetelése megsérül, milyen egyensúlyi hőmérsékletre áll be a rendszer?
- d) Az a) kérdésben szereplő melegítéshez mennyi hőt kellett közölni a gázzal?

7.4. Becslési feladatok

1. Egy edényt megtöltünk tengervízzel, és minden vízmolekulát „megjelölünk”, majd a vizet visszaöntjük a tengerbe. Bizonyos idő eltelte után – úgy gondolva, hogy a jelzett vízmolekulák egyenletesen elkeveredtek a Föld vízkészletében – újra megtöltjük az edényt tengervízzel. Becsüljük meg az edény térfogatát, ha azt találjuk, hogy az edénybe 1 db jelzett vízmolekula került!
2. A Föld ismert paraméterei segítségével adjunk becslést a légkör tömegére!

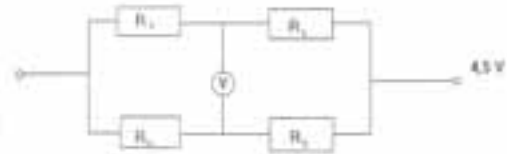
7.5. Kísérleti feladatok

1. Egy átlátszó, színtelen üvegű (PET-palack is lehet) literes edénybe öntsünk kevés vizet, és rázzuk szét a palackban, hogy az oldala is megnedvesedjen, és vízpárával telített legyen a palack. Szívjuk meg hirtelen és erősen a palackot, de úgy, hogy utána ne eresszük vissza a levegőt. Mit figyelhetünk meg? Miért?
2. Gázláng hőmérsékletét szeretnénk meghatározni. Rendelkezésünkre áll: 0,1 kg tömegű tömör vörösréz vagy alumíniumgolyó (melyik a jobb?), adott tömegű (sok vagy kevés legyen?), szobahőmérsékletű víz. Tervezzük meg a mérést, és adjuk meg a kiszámítás menetét!
3. Válaszd külön a mákot és a cukrot a pohárban levő keverékből! (Hamupipőke módszere nem alkalmazható!) Eszközök: pohár víz, borseszégő, szűrő, selyempapír, műanyag vonalzó. Magyarázd eljárásod lényegét!
4. Az asztal egyik végén palástjára fektetett konzervdobozt juttasd az asztal túlsó végére! A dobozt nem érintheted meg! Magyarázd eljárásod lényegét! Eszközök: PVC-cső, selyempapír, mágnesrúd.

5. Anélkül, hogy bármivel is érintenéd a felfüggesztett alumíniumkarikát, érd el, hogy távolodjon tőled, majd közelítsen feléd! Az állványt nem mozdíthatod el! Magyarázd eljárásod lényegét! Eszközök: Al-karika, cérna, állvány, mágnesrúd, PVC-cső, szőrme.
6. Két különböző mértékben vízzel telt pohárba két szívószál segítségével egyszerre fújjunk levegőt! Változtassuk fújás közben a vízszintet, majd végezzük el a kísérletet úgy is, hogy az egyik pohárban konyhasóoldat, illetve borsesz van. Adjunk magyarázatot a tapasztalt jelenségre!
7. Egy víznél nagyobb sűrűségű és vízben nem oldódó test sűrűségét kell meghatározni. Rendelkezésre áll két egyforma mérőhenger, víz, kétkarú mérleg, de súlysorozat nem! Ismertesd és magyarázd a mérési eljárást!
8. Egy hengeres, felső részében elkeskenyedő, zárt palackban bizonyos mennyiségű víz van. Mérd meg a palack térfogatát, ha csupán mérőszalagot használhatsz! (A zárókupakot nem csavarhatod le.)
9. Mérd meg barátod reakcióidejét! Csupán egy méterrudat használhatsz!
10. Két könnyen mozgó, egyenként 0,1 kg tömegű kiskocsira egy 0,25 kg tömegű deszkát helyezünk. Egy játék autót mozgásba hozva erre az úttestre helyezzük. A megfelelő adatok megméréseivel határozzuk meg a játék autó tömegét!
11. A következő feladatban kizárólag vonalzó segítségével kell időt mérni! Az asztal széléről pöccintéssel indítsunk el egy kis darab krétát!
 - a) Határozzuk meg a test esési idejét!
 - b) Mekkora kezdősebességgel indult a test az asztal széléről?
12. A konyharuha könnyen lecsúszik az asztról, ha nem teljes hosszában van rajta, hanem egy része lelóg. Határozzuk meg (kizárólag mérőszalag segítségével) az asztal és a konyharuha közötti tapadási súrlódási együtthatót és a konyharuha sebességét a talajra érkezés pillanatában!
13. Egy kb. 65 cm hosszú deszkalapon kb. 15 db gyertyát helyezünk el, illetve a lap két oldalára egy-egy 20 cm magas lécet erősítettünk. A két léc közé kb. 1,5 cm széles alumíniumfólia-csíkot feszítettünk ki. A gyertyák meggyújtása után figyeljük meg a jelenséget, és a látottak alapján határozzuk meg a külső hőmérséklet megváltozását! Az alumínium lineáris hőtágulási együtthatója $\alpha = 6,6 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$. Csak mérőszalag használható.

14. Határozzuk meg az ismeretlen kapacitású elektrolitkondenzátor kapacitását! Rendelkezésre álló eszközök: 4,5 V feszültségű telep, 4,7 k Ω -os ellenállás, mA-es mérés hatású ampermérő, stopperóra, milliméterpapír. (Feltöltés, kisütés, áramerősség mérése az idő függvényében, ábrázolás.)

15. Rendelkezésre áll a 22. ábrán látható kapcsolási rajz alapján készült összeállítás, melyben 3 izzólámpa és egy 0–100 Ω között változtatható nagyságú R_x ellenállás van vegyes kapcsolásban. Az izzólámpák közül ismert az



22. ábra

$R_1 = 20 \Omega$ és az $R_2 = 7 \Omega$ üzemi ellenállása. A feszültségmérő műszert csak az ábrán látható pontokra kapcsolva határozzuk meg a harmadik izzó R_3 ellenállását! Mennyire megbízható a mérés eredménye?

16. Egyforma méretű, papíryanagú kúpok ejtésével határozzuk meg a kúpok alak tényezőjét! Ismerjük a papírra jellemző tömeg/terület mérőszámot, valamint rendelkezésünkre áll stopperóra és mérőszalag.

17. Mérjük meg, hogy a különböző magasságokból elejtett pingponglabda az első visszapattanásakor energiájának hány százalékát veszíti el! Ábrázoljuk az energiaveszteséget a magasság függvényében! Vizsgáljuk meg az energiaveszteséget a 2., illetve a 3. pattanás esetén! Tekinthesse-e a pingponglabda ütközését tökéletesen rugalmasnak? A méréshez mérőszalag áll rendelkezésre.

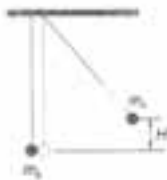
18. Határozzuk meg a két végén rögzített acélhúr rugalmassági modulusát a Hooke-törvény alapján! Felhasználható eszközök: állvány, huzal, mérőszalag, mérőszalag.

19. Határozzuk meg az állócsiga segítségével történő emelés hatásfokát! Különböző tömegek felhasználásával több mérést végezzünk! Ábrázoljuk milliméterpapíron a hatásfokot a mozgatott tömegek függvényében. Eszközök: csiga, fonal, akaszthatós súlyok, rugós erőmérő.

20. Töltsünk egy nagyobb főzőpohárba vagy mérőhengerbe annyi vizet, hogy egy kémcső, melybe megszínesített vizet öntöttünk, függőlegesen ússzon benne! Legyen a kémcsőben levő víz magassága x , a kémcső bemerülésének mélysége y ! Ábrázoljuk, hogyan függ az y az x -től! A mért adatok alapján határozzuk meg a kémcső tömegét! A méréshez tolómérőt, vonalzót, milliméterpapírt és fecskendőt használhatunk.

7.6. Összetett versenyfeladatok

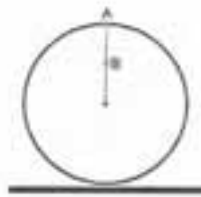
1. Két, egyforma magasságban felfüggesztett rugalmas golyó közül az egyiknek a tömege $m_1 = 0,2$ kg, a másiké m_2 . A 23. ábrán látható helyzetben magára hagyva a rendszert, azt tapasztaljuk, hogy – rugalmas és centrális ütközés után – mindkét golyó azonos magasságba emelkedik. Határozzuk meg a másik golyó tömegét! A golyók ütközés utáni h magassága hányadrésze H -nak?



23. ábra

2. $R = 1$ m sugarú korong egyenletesen, csúszásmentesen gördül vízszintes talajon. Középpontjának sebessége $v = 0,5$ m/s. A $t = 0$ s időpillanatban a legfelső pontja legyen A , a hozzá tartozó sugár felezőpontja B (24. ábra).

- Mennyi idő múlva lesz az A pont sebességének nagysága a B pont sebességének nagyságával először egyenlő?
- Mekkora ez a sebesség?
- Mekkora utat tesz meg eddig a korong közepe?



24. ábra

3. Egy R sugarú, félkör keresztmetszetű pálya fölé M tömegű, R hosszúságú rúd van vízszintes forgástengelyhez rögzítve az ábrán látható módon (25. ábra).

- Hogyan aránylik a rúd tömege a pályán R magasságból induló pontszerű test tömegéhez, ha az a rúddal való rugalmas ütközés következtében megáll?
- Hány fokos szögben lendül ki a rúd? A súrlódás mindenütt elhanyagolható.



25. ábra

4. Egy csónak állóvízben 3 m/s sebességgel képes haladni. Szerkesztéssel határozzuk meg, milyen irányban evezzen a csónakos, hogy egy állandó sebességű, nem kanyarodó folyón a lehető legrovidebb úton érje el a túlpártot, ha

a) a folyó sebessége 2 m/s ,

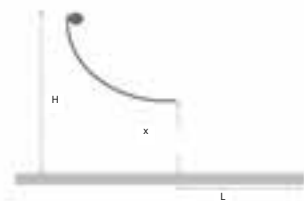
b) a folyó sebessége 4 m/s .

Adjuk meg a két út arányát!

5. Egy fémrúd vízszintes síkra támaszkodik, kezdetben függőleges helyzetű. A rúd eldől. Amikor a rúd 60° -os helyzetet zár be a vízszintessel, csúszni kezd. Határozzuk meg a rúd és a sík közötti súrlódási együtthatót!

7.7. Szélsőérték-számítással kapcsolatos feladatok a fizika különböző területeiről (feladatmegoldási rutinokhoz „jó gyakorlatok”)

- Hogyan kell megválasztani a hengeres konzervdoboz méreteit – adott köbtartalom mellett –, hogy a készítéséhez felhasznált bádoglemez minimális legyen?
- Egy galvánelem elektromotoros ereje U_0 , belső ellenállása R_b . Hogyan válasszuk meg a külső ellenállást, hogy rajta a teljesítmény maximális legyen?
- Vízszintes lapra könnyű kiskocsit helyezünk. A kocsihoz csigán átvett fonalat kötünk, és a fonal lelógó végére könnyű mérlegcsészét helyezünk. 1 kg tömegű apró sörét egyik részét a kocsi alá, másik részét a csészébe helyezzük. Hogyan osszuk el a sörétet, hogy a magára hagyott rendszer mozgása közben a fonalat a lehető legnagyobb erő feszítse?
- Egy 60 kg tömegű ládát a vízszinteshez képest α ($\alpha < 90^\circ$) szögben ható F erővel húzunk. A csúszási súrlódási együttható $0,4$. α mely értéke mellett szükséges a legkisebb húzóerő, és mekkora ez?
- Mekkora szögben kell elhajtani egy tárgyat, hogy adott v_0 kezdősebesség mellett, a lehető legmesszebbre repüljön?
- Hogyan válasszuk meg adott H esetén az x -et, hogy a súrlódásmentes negyed köríven való lecsúszás után L maximális legyen? (26. ábra)



26. ábra

7. Egy fonálingát 45° -os helyzetből elengedünk. Mozgás közben mely helyzetben lesz a legkisebb a gyorsulása?
8. Egy adott mennyiségű N_2 gáz kezdeti minimális hőmérséklete T_0 , maximális hőmérséklete $4T_0$. A gázt először állandó térfogaton melegítjük, majd állandó nyomáson tágulni hagyjuk. Ezután a gázt állandó térfogaton hűtjük, végül állandó nyomáson összenyomjuk. Ekkor a gáz a kiindulási állapotába jut vissza. Legfeljebb mekkora lehet a $\eta = \frac{W_h}{Q_{\text{fel}}}$ körfolyamat hatásfoka?
9. A Q elektromos töltésű, R sugarú vízszintes síkú karika szimmetriatengelyén lévő szigetelőanyagból készült rúdon súrlódás nélkül mozoghatnak gyöngyszemek.
- a) A karika középpontjától lassan mozgatunk lefelé egy q elektromos töltésű gyöngyöt. Mekkora a gyöngy tömege, ha a karika közepétől h_1 távolságra már nem kell tartanunk? Milyen jellegű a gyöngy egyensúlyi helyzete?
- b) Egy másik alkalommal a karika középpontjától lassan mozgatunk felfelé egy másik gyöngyöt, amelynek elektromos töltése szintén q . Mekkora ennek a gyöngynek a tömege, ha a karika közepétől h_2 távolságra már nem kell emelnünk? Milyen jellegű a gyöngy újabb egyensúlyi helyzete?
- c) Az m_3 tömegű, q elektromos töltésű gyöngynek van-e egyensúlyi helyzete a karika szimmetriatengelyén? Ha van, akkor hol? Ha nincs, akkor miért nincs?

Adatok: $Q = 10^{-6}$ C, $R = 10$ cm, $q = 10^{-7}$ C, $h_1 = 10$ cm, $h_2 = 3$ cm, $m_3 = 4$ g.

10. Rendelkezésre áll 300 db galvánelem, mindegyik belső ellenállása $0,3 \Omega$, valamint egy 10Ω -os ellenállás. Hogyan kell csoportosítani a galvánelemeket, hogy az ellenálláson leadott teljesítmény a lehető legnagyobb legyen?

IRODALOM

- Balogh L.–Koncz I. (2008): *Kiterjesztett tehetséggondozás*. PEM-Tanulmányok. VIII. Budapest.
- Bozsoki A.–Bozsoki Z. (1999): *400 érdekes fizika feladat*. Mozaik Oktatási Stúdió. Szeged.
- Ferku I. (1996): *Tehetségnevelés*. OKTESZT Könyvkiadó, Nyíregyháza.
- Gyarmathy É. (2006): *A tehetség*. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- Habermann, M. G. (1989): A „tehetség” értelmezése, a tehetséges tanulók kiválasztásának módszerei. In Ranschburg J. (szerk.): *Tehetséggondozás az iskolában*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Klein S.–Farkas K. (1989): Pedagógusok a tehetségfejlesztés szolgálatában. In Ranschburg J. (szerk.): *Tehetséggondozás az iskolában*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Kövesdi K. (1995): Aranydiplomásaink II. *A fizika tanítása*. Módszertani folyóirat. 3/3, 20–22.
- Moór Á. (1998): *Középszintű fizika példatár*. Cser Kiadó, Budapest.
- Radnóti K. (2010): Analógiák a fizikában és szerepük a fizika oktatásában. *Fizikai Szemle*, 60/4, 131–136.
- Ranschburg J. (2004): *Gepárd-kölykök*. URBIS Könyvkiadó, Budapest.
- Takács G. (2006): Fizika feladatok megoldása analitikus megközelítéssel. *A fizika tanítása*. Módszertani folyóirat. 14/3, 3–6.
- Tóth László (2000): *Pszichológia a tanításban*. Pedellus Tankönyvkiadó, Debrecen.
- Zalai E. (2006): Analógia az oktatásban. *A fizika tanítása*. Módszertani folyóirat. 14/5, 23–28.
- Zátonyi S. (2006): *Fizikai kísérletek környezetünk tárgyaival*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.

Felelős kiadó: Bajor Péter, a Magyar Génius Program projektmenedzsere

Felelős szerkesztő: Polyánszky Piroska

Borítóterv: Kállai-Nagy Krisztina

Nyomdai előkészítés: Jet Set Tipográfiai Műhely

A nyomdai munkálatokat a D-Plus végezte

Felelős vezető: Németh László

Printed in Hungary

