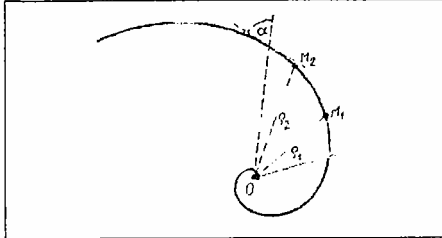


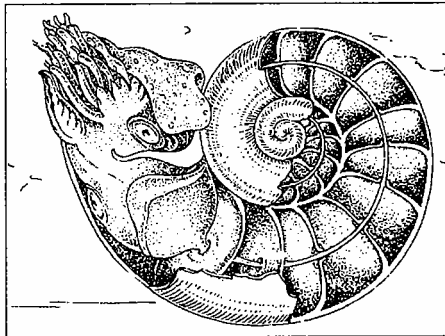
aranymetszési szám. A Fibonacci-számok sorozatának bármely eleme az előző két elem összege 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, ... (3) A logaritmikus spirális görbe úgy tekeredik, hogy közben minden pontjának a középponttól mért távolsága, a sugár egyre nő, s a görbe bármely pontjához húzott érintő a sugárral ugyanakkora szöveget zár be. (4. ábra)



4. ábra. A logaritmikus spirális

Külön érdekes szakköri feladat lehet a fent említett matematikai fogalmak, a Fibonacci-számok, az aranymetszési szám s a logaritmikus spirális közötti kapcsolat megkeresése, amelyhez matematikus kollégák együttműködése is hasznos. (3)

A csigáspolip házának belsejében kamrák vannak, az állat a legkülső kamrában lakik. Kamráit gázzal tölti meg. Egy fejlett példánynak akár 30 kamrája is lehet. A polip fejlődése során házát szinte szakadatlanul építi, nagyobbítja, a már „kinőtt” helyiséget lefalazza. Kamráival összeköttetésben a spirál kezdőpontjánál lévő kamrához csatlakozó szifonján keresztül van. (5. ábra) (6) A lezárt kamra térfogata arányos megnövekedett testtömegével, így mindig

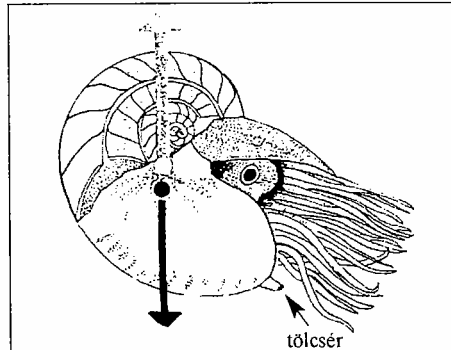


5. ábra. A csigáspolip hosszmetése

képes lebegni. Nem olyan régen váltak ismertté az „építkezés” finom részletei, hogy miként hoznak létre a tengeri élőlények a tengervíz oldott kalcium-karbonát tartalmát beépítve gyönyörű, bonyolult és meglehetősen nagy szilárdságú szerkezeteket. A házat alkotó kalcit- és aragonit kristályok növekedését egy különleges alakú fehérje úgy irányítja, hogy a kristálykák – a téglafal építéséhez hasonló módon – meghatározott dőlési szöggel lapolják át egymást, kirajzolva a spirális formát.

Élettér

Az állat a legkülső kamrában él, sajátos, jól záró izomgyűrűvel tapad a kamrafalhoz, így a gáz a kamrából nem tud megszökni. Az állat lebeg, mert testének és a gázzal töltött kamráknak az együttes súlya éppen megegyezik a felhajtóerővel. A ház állandó pozícióját az biztosítja, hogy a nehézségi erő támadáspontja a felhajtóerő támadáspontja alatt van. (6. ábra) (6) Ha az állat kibillenne ebből a helyzetből, akkor a megjelenő erőpár forgatónyomatéka – mint egy fizikai ingát – azonnal visszabillentí eredeti helyzetébe. Nem leng hosszan, mert a vízben a közegellenállásos csillapítás miatt a lengés kitérése exponenciálisan csökken, tehát hamar lecsillapodik.

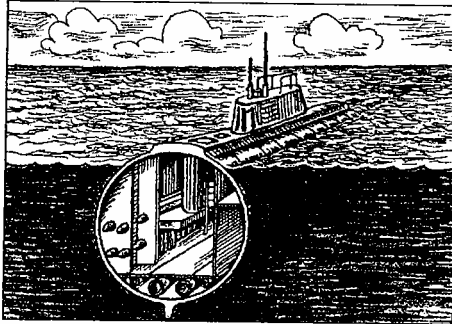


6. ábra. A csigáspolipra ható nehézségi erő

A Nautilus „élő tengeralattjáró”

A csigaházaspolip szívesen tartózkodik akár 400 méter mélyen, de előfordulhat közvetlenül a vízfelszín alatt is. A merü-

léshez sajátos automatikát használ. *Robert Hooke* már 1696-ban felhívta a figyelmet arra, hogy a csigáspolip képes a kamráinak töltésére és ürítésére. Mivel a ház térfogata s emiatt a felhajtóerő a mélységtől függetlenül mindig ugyanakkora, a függőleges helyváltoztatáshoz tömegét kell változtatnia. Süllyedéskor kamráiba vizet enged, az átlagsűrűsége megnő, a nehézségi erő a felhajtóerőnél nagyobbá válik, lemerül. Felemelkedéshez pedig az általa termelt nagy nyomású gázzal a vizet a kamrák egy részéből kiszorítja. A csökkenő átlagsűrűség miatt a felhajtóerő a nehézségi erőnél nagyobb lesz, felemelkedik. Házában az adott mélységnek megfelelő túlnyomásnak kell lennie, ellenkező esetben gyöngyházból készült építménye a nagy külső nyomás (a nyomás 10 méterenként kb. 100 kPa-lal nő) miatt összeroppanna. A csigáspolip tökéletesebb, mint a pontosan ezen az elven működő tengeralattjáró, hiszen a gázt maga termeli. A tengeralattjáró ugyanis a víz kiszorításához használt sűrített levegőt többsúlyként magával viszi. (7. ábra)



7. ábra. Tengeralattjáró

Sugárhajtással halad

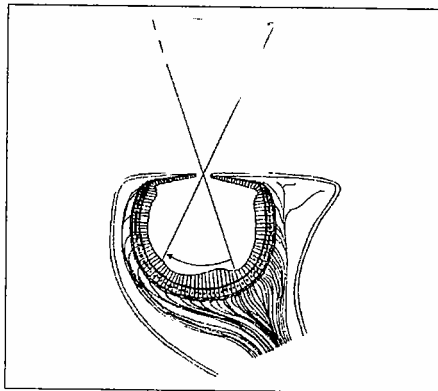
A rakéta-meghajtás elméletét *Ciolkovszkij* a 19. század végén dolgozta ki. A rakétákat az üzemanyaguk elégetésekor keletkező „hátrafelé” kiáramló gázok reakcióereje hajtja előre. A polipok, kalmárok, tintahalak, amelyek igen aktív vadászok, helyváltoztatáshoz a vízszugár-meghajtást már sokkal régebben használják. Meneküléskor a testük nagy hányadát elfoglaló kö-

penyüregükbe vizet szivattyúznak, s azt tölcserré alakult szervükön keresztül kilövellik, s ők az impulzus-megmaradás törvényének megfelelően az ellenkező irányba elmozdulnak. A tölcserét az állat izomzatával görbítetheti, amellyel az irányváltást is megoldja. (lásd 6. ábra)

A csigáspolipok szeme egyszerű lyukkamera

A lyukkamera, a sötétkamra, a camera obscura (latin) szinonimák. A sötétkamra működése a fény egyenes vonalú terjedésének egyik bizonyítéka. A külvilágban lévő tárgyakról fény a kamrába az egyik falon lévő piciny nyíláson át jut, a szemközti falon a tárgy fordított állású, fényes képe figyelhető meg. Minél kisebb a lyuk mérete, a kép ugyan fényesegény, de annál élesebb. Egy bizonyos lyukméretnél újra elmosódottság tapasztalható, amelynek magyarázata a fény hullámtulajdonságával (fényelhajlás) kapcsolatos.

A nautilus kehelyszeme is sötétkamra, amelynek alján található látósejtek. (8. ábra) A látósejtek a környezettől annál tökéletesebben vannak elszigetelve, minél mélyebb a kehely, és minél kisebb nyíláson jut be a fény. E két körülmény azt eredményezi, hogy az ideghártyán ugyan éles kép jelenik meg, de a kép nagyon fényesegény.



8. ábra. A csigáspolip szeme lyukkamera

Egyetlen élőlényvel kapcsolatban említettünk meg néhány olyan jelenséget, amelyet jobban megértünk, ha összekap-

csoljuk biológiai ismereteinket a fizika törvényeivel. Érdekes „nyitott szemmel” jární a természetben, s a látottakkal kapcsolatban minél több kérdést feltenni. Ha elgondolkodunk a válaszon, szükségesnek érezzük, hogy minden ismeretünket – függetlenül attól, hogy hol és mikor szereztük azokat – számba vegyük ahhoz, hogy az egységes természet tényeit megértsük.

Jegyzet

(1) Papp Katalin (2001): Ami a számszerű eredmé-

nyek mögött van...”. *Fizikai Szemle*, 51. 26–34
 (2) Lundsgaard, H.: *Mathematics of a Nautilus Shell*.
www.mat.dtu.dk/persons/Hans..._Lundsgaard
 (3) Knott, R.: *Fibonacci Numbers and Nature*.
www.mcs.surrey.ac.uk/personal/R.Knott
 (4) Stewart, Ian (1995): *A természet számai*. Világ-
 Egyetem, Kulturtrade Kiadó, Budapest.
 (5) Weyl, Herman (1982): *Szimmetria*. Gondolat Ki-
 adó, Budapest.
 (6) Greguss Ferenc (1976): *Eleven találmányok*. Móra
 Könyvkiadó, Budapest.

Rajkovits Zsuzsanna

A kémiai fogalmak természete

Számos felmérés és attitűdvizsgálat bizonyítja, hogy a kémiát a tanulók nehéznek találják, és nem szeretik. Az okok között szokták emlegetni a tanulókísérletek háttérbe szorulását, a tananyag túlzottan elméleti és tudományos jellegét, eltávolodását a napi alkalmazásoktól. Újabban azonban egyre több szó esik arról, hogy a nehézségek egyik okát a kémia sajátos, sok szempontból a többi természettudományos tárgyétól eltérő fogalomrendszerében kell keresni.

Az elmúlt évtizedek kutatásai mutat-
 tak rá, hogy a kémia tanítása és tanulása során feltétlenül tekintettel kell lennünk a kémiai fogalmaknak a következő sajátosságaira (Taber, 2001a, 2001b):

- a kémiai fogalmak többsége az ún. tudományos vagy szabályok által meghatározott fogalmak körébe tartozik;
- a kémiai fogalmaknak általában többszintű (makroszintű, szubmikro- vagy részecskeszintű és szimbólumszintű) jelene van;
- számos kémiai fogalom jelentése megváltozott a kémia fejlődése során, de az eredeti jelentéshez kötődő elnevezés megmaradt;
- a kémiai fogalmak egy része nem jól definiált, jelentése kontextus-függő;
- a kémia egész elméleti rendszerére jellemző az egymás mellett élő, egymást kiegészítő úgynevezett többszörös modellek használata.

Spontán (természetes) és szabályok által meghatározott (tudományos) fogalmak

Mint ismeretes, a természettudományos fogalmakat két nagy csoportra oszthatjuk: spontán vagy természetes fogalmakra (például: Föld, erő, élőlény, égés) és tudományos vagy szabályok által meghatározott fogalmakra (például: geoszféra, entropia, plazmolízis, oxidáció). A spontán vagy természetes fogalmakkal az ember a mindennapi életben találkozik először, ezzel szemben a tudományos vagy szabályok által létrehozott fogalmakat elsősorban az iskolai oktatás során ismerjük meg. Az előbbieket ilyen módon szerves részét képezik életünknek, míg az átlagember az utóbbiak ismerete nélkül is elboldogulhat az életben. (Taber, 2001a, 2001b)

Ellentétben a többi természettudománnyal, a kémia legtöbb alapvető fogalma (például kémiai és fizikai változás, ato-

mok és molekulák, elemek és vegyületek) a második csoportba tartozik, vagyis a tanulók ezeknek a fogalmaknak a többségét iskolai tanulmányaik során ismerik meg. (Taber, 2001a, 2001c)

Ennek a ténynek nagyon fontos következménye, hogy a kémiai tévképzetek és alternatív keretek elsődleges forrása maga a kémia, annak elméleti rendszere és oktatási módszere. (Taber, 2001c)

Természetesen vannak kivételek, a kémiában is találunk olyan – nem alapvető – fogalmakat, amelyekkel a tanulók az iskolai oktatást megelőzően is találkozhatnak. Ilyen fontos fogalom például az égés. A hétköznapi tapasztalatok alapján kialakult gyermeki értelmező rendszerben az égés mindig valaminek az eltűnéséhez, esetleg hamu képződéséhez vezet. Ezt a flogisztonelmélethez nagyon hasonló értelmezést kell a kémiaórán megváltoztatni. Korábban a fizika feladata volt, a kerettanterv bevezetésével azonban a kémia tárgykörébe került az anyag szerkezetével kapcsolatos részecskeszemlélet kialakítása, annak minden ismert nehézségével együtt. A kémia oktatása során nagyon sok problémát okozhat, hogy bizonyos kémiai fogalmaknak egymástól eltérő köznapi és tudományos jelentése van. Ilyen fogalmak például: csapadék, kristályvíz, sűrű, olvad, forr, vas, levegő, nejlon, szóda, só, hidrogénezés, alkohol, rács. (Tóth, 2000) Ugyanakkor az is megfigyelhető, hogy egyre több olyan kémiai fogalom jelenik meg a hétköznapi nyelvben a tömegkommunikáció, a reklámok és különböző tájékoztatók révén, amelyet korábban csak a tudomány használt (például: pH, molekula, ion, periódusos rendszer).

Többszintű értelmezés

A kémiai fogalmak másik sajátossága azok többszintű (makro-, részecske- és szimbólumszintű) értelmezése. (Tóth, 1999, 2000, 2001) Az anyagok és jelenségek háromszintű leírása, értelmezése különösen nagy gondot okoz azokban az esetekben, amelyekben a makro- és a részecske-szintű értelmezés nem esik egybe. Ez a

probléma nehezíti a kémia egyik alapfogalmának, a kémiai változás fogalmának tanítását, különösen a kémiai tanulmányok kezdetén. A kémiai változás általában új anyag keletkezésével jár. Makroszinten ezen új tulajdonságú anyag, részecskeszinten pedig új kémiai részecske (ion, molekula, atom) megjelenését értjük. Ez a kétféle értelmezés néhány esetben (például: az oldásnál) nem esik egybe. A tanulók gyakran nem érzékelik a különbséget az anyag makroszintű jellemzői és a mikroszintű jellemzők között. Ez leggyakrabban abban nyilvánul meg, hogy a halmaz tulajdonságait azonosítják a részecskék tulajdonságaival (például: „A gáz melegítés hatására kitér, mert a részecskék térfogata megnő.”, „A szén fekete színű, ezért a szénatomok is feketék.” stb.) A kémia jellemző szimbólumrendszerének (vegyjel, képlet, reakcióegyenlet) tanítását pedig megnehezíti az a tény, hogy a tankönyvek általában egyszerre vezetnek be azok makro- és részecskeszintű, illetve minőségi és mennyiségi jelentését, például: az „Fe” vegyjel jelenti a vasat, a vasatomot, 1 mól vasat, 56 g vasat, $6 \cdot 10^{23}$ darab vasatomot. (Tóth, 1999, 2000, 2001)

Eredeti elnevezés – megváltozott jelentés

A legtöbb kémiai fogalom jelentése a tudomány fejlődése során megváltozott, de az elnevezés, amely továbbra is az eredeti, általában a makroszintű értelmezéshez kötődik, megmaradt. Ilyen fogalmak például: az elemek periódusos rendszere, az oxidáció, a relatív atomtömeg, a homogén reakció, az aromás vegyület, a sav, az optikai izomer, a szénhidrát. (Tóth, 2000, 2001)

Ez a tény két problémát vet fel. Az egyik, hogy az elnevezés gyakran megtévesztő lehet. Például nagyon sok diák azt hiszi, hogy a redoxireakciókban mindig valamilyen oxigéntartalmú anyagnak kell szerepelnie. A másik kérdés, amelyet tisztázni kell, hogy a sokféle jelentés közül melyiket célszerű tanítani. (Tóth, 2001) Ezek között a megváltozott jelentésű fogalmak között vannak olyanok, amelyek