

LEGO robotok

I. rész

Bevezető

A *robot* egy elektromechanikai szerkezet, amely előzetes programozás alapján képes különböző feladatok végrehajtására.

A robotok lehetnek közvetlen emberi irányítás alatt, vagy önállóan is végezhetik munkájukat, többnyire egy számítógép felügyeletére bízva.

A *robot* szó a szláv *robota* szóból ered, amelynek jelentése: *szolgamunka, munka*. A robot szót Karel Čapek használta először az 1921-ben megjelent *R.U.R.* című játékában.

A robotokkal rendszerint olyan munkákat végeztetnek, amelyek túl veszélyesek vagy túl nehézek az ember számára vagy egyszerűen túl monoton, de nagy pontossággal végrehajtandó feladat, ezért egy robot sokkal nagyobb biztonsággal képes elvégezni, mint az emberek. Ezeket kívül robotokat szoktak felhasználni katonai célokra is.

A modern robotok általában öt fő alkotóelemmel rendelkeznek: egy *mozgatható váz*, egy *motorrendszer*, egy *érzékelőrendszer*, egy *energiaforrás*, és egy *számítógépes „agy”*.

A mozgatható váz részeit motorok irányítják, ezek lehetnek villanymotorok, vagy akár hidraulikus vagy pneumatikus rendszerek.

A motorok működtetéséhez energiaforrásra van szükség, ezt elemről, akkuról vagy hálózatról kaphatják a robotok.

A motorokat, s így a robot mozgását egy számítógépes „agy” irányítja. A legtöbb robot újraprogramozható, viselkedése megváltoztatható egy új program megírásával.

A fejlettebb robotok saját érzékelőrendszerrel, szenzorokkal rendelkeznek. A leggyakoribb szenzor a mozgásérzékelő, melynek segítségével a robot képes saját mozgását nyomon követni.

A robotok nem a modern kor találmányai. Tarentumi Arkhüasz már i.e. 2500 évvel egy repülni tudó fagylambot épített. II. Ptolemaiosz egyiptomi fáraónak i.e. 200-ban volt egy *andrioidja* (ember alakját utánozó, emberszabású robot). Egyes leírások szerint az alexandriai Héron egy éneklő madarat, és vele egy szerkezetben elhelyezve, a zajra mérgesen hátraforduló baglyot készített. Az 1200-as években élt német tudós, Albertus Magnus egy fémből, vaszból, bőrből és üvegből készült mechanikus ember feltételezett alkotója.

Mátyás király udvari csillagásza, Regiomontanus egy mű sást készített, amely a nürnbergi városkapu felett szárnycsattogtatással és fűhajtással üdvözölte az odaérkező Miksa császárt. Kempelen Farkas magyar tudós elsőként készített beszélő gépet 1770 tájékán. Jacques de Vaucanson fizikus, gyártulajdonos és feltaláló két életnagyságú teremtményt alkotott: a fuvolajátékost és a fuvola-dob virtuózt. Ebben az időben a svájci Pierre Jaquet-Droz három életnagyságú automatát készített. A *Művész* például négy különböző arckép megrajzolására volt képes.

A XX. században a technikai fejlődés ugrásszerűen megnövekedett. Ennek nagy hatása volt a robotokra is. Híres volt R. J. Wensley mérnök androidja, melyet füttyjelekkel lehetett irányítani, vagy Harry May 1932-ben gyártott kéttonnás robotja, amely revolverrel lőtt célba, és 20 méterről minden golyóval beletalált egy almába.

1956-ban alapította George Devol és Joseph Engelberger az első ipari robotokra specializálódott céget, 4 évvel később pedig az MIT Servomechanisms Laboratory bemutatta a számítógép-vezérelt gyártást.

Az UNIMATE, az első ipari robot a 60-as évek elején állt munkába a General Motors-nál.

A jelenben robotokat használunk az időjárás előrejelzéséhez, kommunikációs feladatok elvégzésére, a hadászatban, a tűzszerészetben, az űrkutatásban, de jelen vannak utazásoknál, a konyhában és sok más területen is.

Most, a modern korban, a robotika jövőjét a mesterséges intelligenciával rendelkező emberszabású robotok fejlesztése képezi.

I. A LEGO Mindstorms EV3-ről

A LEGO Mindstorms EV3 harmadik generációs LEGO robot. 2013 szeptemberében a termékcsalád megjelenítésével ünnepelte a népszerű Mindstorms játék- és oktatóeszköz tizenötödik születésnapját a LEGO.

A Mindstorms EV3 a korábbi modellnél gyorsabb processzort (egy ARM9 alapú 32 bites RISC processzort, amin *Linux* fut) és nagyobb memóriát kapott, így a rendszer lelkét képező *tégla* (brick) előre megírt programok segítségével komolyabb feladatok is bízhatók. A LEGO Mindstorms EV3 robot önálló életet élhet, elszakadhat a programozásához használt számítógéptől, így fontos szerephez jut a mobil kommunikációs eszközökkel való szorosabb együttműködés. Természetesen a LEGO Mindstorms EV3 modell legfontosabb eleme az intelligens, programozható *tégla*.



1. ábra: Az EV3 programozható tégla

Ez az 1. ábrán látható tégla az 1. táblázatban szereplő paraméterekkel rendelkezik.

Kijelző	Monokróm LCD, felbontás: 178×128 pixel
Processzor	300 MHz, Texas Instruments, Sitara AM1808 (ARM9 core)
Memória	64 MB RAM, 16 MB Flash, microSDHC általi kiterjeszthetőség
USB-port	Igen
WiFi	Opcionális az USB-porton keresztül
Bluetooth	Igen
Apple eszközök	Kompatibilis az Apple eszközökkel

1. táblázat: Az EV3 programozható tégla technikai jellemzői

A *Linux* alapú firmware-nek, az SD kártyaolvasónak és az USB-portnak köszönhetően a LEGO Mindstorms EV3 tégla tetszőlegesen újraprogramozható, így a bővíthetőségnek és az alakíthatóságnak szinte csak a fantázia szab határt.

Ha termékként nézzük, a Mindstorms doboz szinte minden eleme megújult. Kereskedelmi forgalomba két kiegészítésben került a termék:

- *EV3 Home* (kódja: 31313), illetve
- *Education EV3 Core Set* (kódja: 45544)

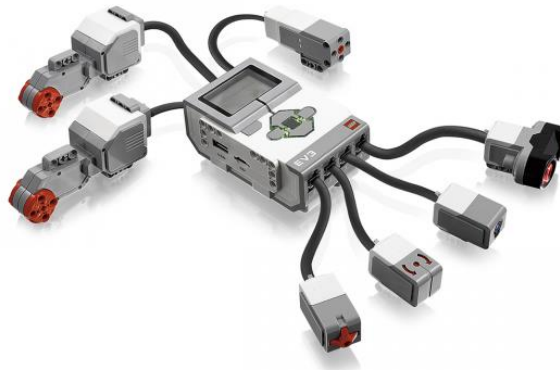
Az *EV3 Home* doboz tartalma:

- 1 EV3 programozható tégla,
- 2 nagy motor,
- 1 közepes motor,
- 1 érintésérzékelő,
- 1 színérzékelő,
- 1 infravörös érzékelő,
- 1 távirányító,
- 8 kábel,
- 1 USB-kábel,
- valamint 585 LEGO TECHNIC elem.

Az *Education EV3 Core Set* doboz tartalma:

- 1 EV3 programozható tégla,
- 2 nagy motor,
- 1 közepes motor,
- 2 érintésérzékelő,
- 1 giroszkópikus érzékelő,
- 1 ultrahang érzékelő,
- kábelek,
- 1 USB-kábel,
- 1 újratölthető elemkészlet,
- valamint LEGO TECHNIC elemek.






Az egyik legfontosabb újdonság a továbbfejlesztett infravörös érzékelő, ami minden korábbinál nagyobb kontrollt tesz lehetővé az EV3 robot működése felett.



2. ábra: Az EV3 tégla motorokkal és érzékelőkkel

I.1. Érzékelők



A 2. táblázat a LEGO Mindstorms EV3 érzékelőinek adatait tartalmazza.

Név	Kép	Adatok, tulajdonságok
<i>Infravörös érzékelő</i> 45509 IR Sensor		<ul style="list-style-type: none"> A robot környezetének detektálása (50–70 cm), Infravörös távirányítás érzékelése (2 m), Jelcsatornák, Parancsok.
<i>Ultrahangos érzékelő</i> 45504 Ultrasonic Sensor		<ul style="list-style-type: none"> 1 és 250 cm közötti távolságmérés, +/- 1 cm pontosság, Jeladás közben folyamatosan világító, vétel közben villogó LED, Érték visszatérítése, ha más ultrahang-jelt detektál.
<i>Gyroszkópikus érzékelő</i> 45505 Gyro Sensor		<ul style="list-style-type: none"> Szögmérés +/- 3 fokos pontossággal, 440 fok/másodperc sebességgel kimenetek generálása, 1 kHz mintavételezési frekvencia.
<i>Színérzékelő</i> 45506 Color Sensor		<ul style="list-style-type: none"> Méri a visszavert vörös fény és a környezeti fény intenzitását a sötétől a csillogó napsütésig (0–100 skálán), 7 szint ismer fel. Különbséget tud tenni a fehér, fekete, kék, zöld, sárga, piros, barna között, illetve ismeri a „nincs szín” állapotot, 1 kHz mintavételezési frekvencia.
<i>Érintésérzékelő</i> 45507 Touch Sensor		<ul style="list-style-type: none"> Érzékeli, ha a gomb meg volt nyomva, vagy el volt engedve, Különbséget tud tenni az egyszeri és a többszöri megnyomás között.

2. táblázat: Az EV3 érzékelői

I.2. Motorok



A 3. táblázat a LEGO Mindstorms EV3 motorainak adatait tartalmazza.

Név	Kép	Adatok, tulajdonságok
<i>Nagy motor</i> 45502 Large Servo Motor		<ul style="list-style-type: none">• 1 fok pontosságú tacho-visszacsatolás,• 160–170 RPM (fordulatszám percenként),• 20 N/cm üzemi nyomaték,• 40 N/cm maximális nyomaték.
<i>Közepes motor</i> 45503 Medium Servo Motor		<ul style="list-style-type: none">• 1 fok pontosságú tacho-visszacsatolás,• 240–250 RPM (fordulatszám percenként),• 8 N/cm üzemi nyomaték,• 12 N/cm maximális nyomaték.

3. táblázat: *Az EV3 motorok*

I.3. Más eszközök

A 4. táblázat a LEGO Mindstorms EV3 más eszközeinek, kellékeinek adatait tartalmazza.

Név	Kép	Adatok, tulajdonságok
<i>Távírányító</i> 45508 IR Beacon		<ul style="list-style-type: none">• 4 csatorna,• 1 váltógomb,• 4 gomb,• zöld LED jelzi az aktivitást,• 2 AAA elem,• Egy óra inaktivitás után kikapcsol.
<i>Kábelek</i> 45514 Cable Pack		<ul style="list-style-type: none">• 4 db. 25 cm hosszú,• 2 db. 35 cm hosszú,• 1 db. 50 cm hosszú kábel.

4. táblázat: *Az EV3 eszközök*

1.4. Robotok

A LEGO a Mindstorms EV3 mellé tizenhét különböző robot felépítéséhez kínál részletes leírást, útbaigazítást és előre megírt programot.

Az előbbiekből 5 robot, EV3RSTORM, GRIPP3R, R3PTAR, SPIK3R és TRACK3R, útmutatója megtalálható az alapsomagban, 12 továbbié, ROBODOZ3R, BANNER PRINT3R, EV3MEG, BOBB3E, MR-B3AM, RAC3 TRUCK, KRAZ3, EV3D4, EL3CTRIC GUITAR, DINOR3X, WACK3M valamint EV3GAME, pedig a LEGO honlapjáról (www.lego.com) tölthető le.

Most először a robothoz háromdimenziós összeépítési segédlet is jár, ezen az összezerelés lépéseit bemutató ábrák térben forgathatók és nagyíthatók.



3. ábra: GRIPP3R



4. ábra: R3PTAR

1.5. Az intelligens tégl (45500)

A LEGO Mindstorms EV3 robotok „agya” az intelligens tégl.

A központi egység 6 gombos világító vezérlője színváltozásával jelzi az egység aktív állapotát. A központi egység nagyfelbontású fekete-fehér kijelzője, hangszórója, USB portja, mini SD kártyaolvasója, 4–4 ki/bemeneti csatlakozója mutatja sokoldalúságát. A tégl számítógéppel való kommunikációs lehetőségei pedig: USB, Bluetooth és WiFi. Ezen felsorolt kommunikációs csatornákon keresztül nyílik lehetőség az intelligens tégl programozására, vagy az adatok kinyerésére, adatkommunikációra. Kompatibilis mobil eszközökkel, a működéséhez szükséges energiát pedig 6db AA (ceruza) elem biztosítja, vagy lehetőség van az EV3 DC akkumulátoráról való működtetésre is.

Az intelligens tégl (központi egység) főbb jellemzői:

- Processzora: ARM 9 Linux-alapú operációs rendszerrel
- Négy bemeneti csatlakozó 1000/sec mintavételezési sebességgel
- Négy kimeneti csatlakozó a parancsok végrehajtásához
- Programok tárolására belső memóriája: 16 MB Flash memória és 64 MB RAM
- Mini SDHC kártyaolvasó 32 GB kapacitású kártyák olvasására

- 3 színben világító 6 gombos kezelőfelület (az egység állapotának kijelzésére)
- Nagyfelbontású 178×128 (képpont) kijelző grafikon, grafika és az adatok megjelenítésére.
- Kiváló minőségű beépített hangszóró
- A központi egység programozhatósága/adatátvitel (mérési adatok kinyerése) EV3 szoftver segítségével
- Számítógép-intelligens téglák kommunikációs kapcsolat lehetősége USB-n, Bluetooth-on, WiFi-n keresztül
- Az USB-n keresztül lehetőség van a téglák láncszerű összekapcsolására, WiFi kommunikációjára, pendrive stb. csatlakoztatásra.
- Tápellátása 6 darab AA elemmel biztosítható, vagy az EV3 tölthető (2050 mAh) akkumulátorokkal

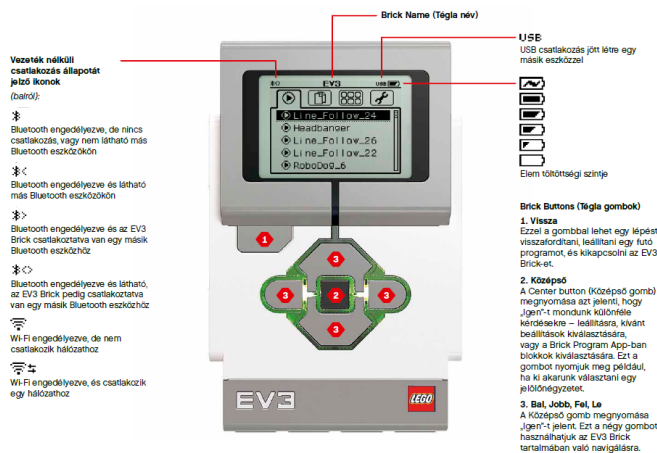
Az 5. ábrán az EV3 téglát látjuk felülnézetből. Az eléggé nagy felbontású (178×128 pixel) kijelző az előlap felső részét foglalja el, alatta 6 darab nyomógomb helyezkedik el, esztétikus design követve.

A gombokat három csoportba oszthatjuk:

1. *Vissza*: Ezzel a gombbal lehet egy lépést visszafordítani, leállítani egy futó programot, és kikapcsolni az EV3 téglát.

2. *Középső*: A középső gomb megnyomása azt jelenti, hogy „Igen”-t mondunk különféle kérdésekre – leállításra, kívánt beállítások kiválasztására, vagy a Brick Program App-ban blokkok kiválasztására. Ezt a gombot nyomjuk meg például, ha ki akarunk választani egy jelölőnégyzetet.

3. *Bal, Jobb, Fel, Le*: Ezt a négy gombot használhatjuk az EV3 téglák tartalmában való navigálásra.



5. ábra: Az EV3 téglák előlapja

Az úgynevezett *Brick Status Light*, a tégla állapotát jelző fény, amely körülveszi a gombokat tájékoztat az EV3 tégla aktuális állapotáról:

- *Piros*: Indítás, Frissítés, Leállítás
- *Villogó piros*: Foglalt
- *Narancsszínű*: Figyelmeztetés, Kész
- *Villogó narancsszínű*: Figyelmeztetés, Működés
- *Zöld*: Kész
- *Villogó zöld*: Programfutás



6. ábra: Az EV3 tégla oldallapjai

A 6. ábrán látható oldallapokon kaptak helyet a Ki/Bemeneti csatlakozó portok, a hangfal, valamint a microSD kártya helye is.

Az 1-es, 2-es, 3-as és 4-es bemeneti portokon keresztül érzékelőket csatlakoztathatunk az EV3-téglához.

Az **A**, **B**, **C** és **D** kimeneti portokon keresztül motorok csatlakoztathatók az EV3-téglához.

A Mini-USB PC port a D port mellett található, és ezzel csatlakoztathatjuk az EV3-téglát a számítógéphez.

Az USB gazda portot felhasználhatjuk például egy USB WiFi hardverkulcs hozzáadására, hogy vezeték nélküli hálózathoz csatlakozhassunk, vagy akár négy EV3-téglát is összekapcsolhassunk lánckapcsolással.

Az SD kártya port lehetőséget ad arra, hogy egy SD kártyával megnöveljük az EV3-tégla felhasználható memóriáját maximum 32 GB-tal.

Hangszóró: minden hang innen érkezik, beleértve a hangeffektusokat is, amelyeket a robotok programozásában használunk. Ha a hangminőség fontos, próbáljuk meg úgy megtervezni a robotot, hogy a hangszóró ne legyen takarva.

Az EV3-tégla bekapcsolásához a középső gombot (2) kell megnyomni, ezután a tégla állapotjelző fénye piros színűre vált és megjelenik a kezdőképernyő. Amikor a fény zöld színűre vált át, az EV3-tégla működésre kész.

Az EV3-tégla kikapcsolásához nyomjuk a vissza gombot (1) addig, amíg a lekapcsolás képernyő meg nem jelenik. Ezen már ki lesz választva a *megszakítás*-t jelentő X. Ha ezt választjuk, a kikapcsolási folyamat leáll. Válasszuk ki az *elfogad*-ot jelentő jelölőnégyzetet a jobb gombbal, majd nyugtázzuk ezt a középső gomb megnyomásával. Az EV3-tégla le fog így állni.

Az EV3-tégla felhasználói felülete eléggé egyszerű. Igazából négy ablakból áll:

- Legutóbbi futtatás (Run recent)
- Állomány navigáció (File Navigation)
- Tégla appok (Brick Apps)
- Beállítások (Settings)

A *Legutóbbi futtatás* ablakban mindaddig nincsenek elemek, amíg nem kezdünk el programokat letölteni és futtatni. Itt a legutóbb futtatott programok lesznek láthatók. A listában legfelül lévő program, amely alapértelmezés szerint ki van választva, a legutóbb futott program.

Az *Állomány navigáció* ablakban érhetjük el és kezelhetjük az EV3 téglán lévő összes állományt, beleértve az SD kártyán tárolt állományokat is. Az állományok úgynevezett *projektmappák*ba kerülnek, amelyek a tényleges programállományok mellett az egyes projektekben felhasznált hangokat és képeket is tartalmazzák. Itt áthelyezhetjük és törölhetjük az állományokat. A tégla *program app* felhasználásával készített programok tárolása külön, a *BrkPrm_Save* mappában történik.

A *Tégla appok* ablak már bonyolultabb, több lehetőséget kínál.

Az EV3-téglára négy alkalmazást telepítettek gyárilag és használatra készen. Ezek a következők:

- Port nézet (Port View)
- Motorvezérlés (Motor Control)
- IR vezérlés (IR Control)
- Tégla program (Brick Program)

A *Port nézet* ablakán könnyen áttekinthetjük azt, hogy melyik porthoz vannak érzékelők vagy motorok csatlakoztatva. Az EV3-tégla gombjaival navigálhatunk a portokhoz, s itt megtalálhatjuk az érzékelőről vagy a motorról visszaküldött aktuális értéket.

A *Motorvezérlés* segítségével irányíthatjuk azon motorok előre vagy hátra mozgását, amelyek csatlakoztatva vannak a négy kimeneti port valamelyikéhez. Együtt irányíthatjuk azokat a motorokat, amelyek az A portra (a Fel és Le gombokat használva) és a D portra (a Bal és a Jobb gombokat használva) vannak csatlakoztatva, illetve a B porthoz (a Fel és Le gombokat használva) és a C porthoz (a Bal és a Jobb gombokat használva) csatlakoztatott motorokat.

Az *IR vezérlés* a távirányítót adóként, az infravörös érzékelőt pedig vevőként használva, lehetőséget biztosít a négy kimeneti port egyikéhez csatlakoztatott motor előre, hátra mozgására.

A *Tégla program* pont segítségével a számítógépre telepítetthez hasonló, ám leegyszerűsített tervezőprogramot indíthatunk el. Itt lehetőségünk van vezérlő blokkok hozzáadására és programozására, törlésére, programok futtatására, mentésére, megnyitására. Ezt a lehetőséget részletesen *A LEGO Mindstorms EV3 programozása* című fejezetben fogjuk letárgyalni.

A *Beállítások* ablak lehetővé teszi, hogy megtekintsük és módosítsuk a tégla különféle általános beállításait:

- *Hangerő*: az EV3 hangszóróról érkező hang hangerejének beállítása. A Jobb és a Bal gombbal módosíthatjuk a hangerőt, amelynek beállítása a 0% és 100% közötti tartományban lehetséges.

- *Alvó mód:* Ha módosítani akarjuk a tégla alvó módja előtti inaktív időszakt, akkor a Jobb és a Bal gombbal kiválaszthatunk egy rövidebb vagy hosszabb időtartamot, amely 2 perctől végtelenig (*never*) tarthat.
- *Bluetooth:* A Bluetooth kommunikáció beállításait érhetjük el.
- *Wi-Fi:* Itt engedélyezhetjük a Wi-Fi kommunikációt az EV3-téglán és csatlakozhatunk egy vezeték nélküli hálózathoz.
- *Tégla információk:* Itt találhatóak a tégla aktuális műszaki adatai, a hardware és a firmware verziója, az EV3 operációs rendszerének buildszáma, vagy a szabad memória mérete is.

II. A LEGO Mindstorms története

Az 1990-es évek elején a LEGO építőkocka gyártó cég kidolgozott egy rendszert, melynek segítségével (igénybe véve az addig már létező LEGO építőelemeket, kockákat, fogaskerekeket, rudakat stb.) robotokat lehet tervezni, építeni és programozni, melyek aztán autonóm módon működhetnek.

A rendszer, amit a LEGO elképzelt, nagyon egyszerű. Ahhoz, hogy egy robot egyáltalán programot futtathasson, szüksége van egy központi egységre, amit programozni lehet. Ahhoz hogy mozogjon, motorokra, illetve ahhoz, hogy a környezetéből információkat kapjon, szenzorokra, érzékelőkre. Ezeket kell összekapcsolni egymással, illetve egyéb alkatrészekkel, amelyek a robot vázát alkotják, és működésében segítik. Az összekötőelemek már megvoltak, a többit pedig próbálták úgy megtervezni, hogy a kapott eredmény biztonságos, kicsi, strapabíró és kompatibilis legyen a már létező LEGO építőelemekkel. Végül is sikerült egy olyan terméket készíteniük, amely megfelelt mindezen kritériumoknak és egyben elérhető ára is volt.

Ez a terv kapta a *Mindstorms* kódnevet, melynek ereje a könnyű újraépíthetőség mellett abban áll, hogy a központi chipjét egy asztali számítógépen megírt és lekompilált programmal lehet feltölteni. A névadást *Seymour Aubrey Papert* (sz. 1928. február 29.) 1980-ban megjelent könyve a *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas (Elmeviharok: gyerekek, számítógépek, és erőteljes ötletek)* ihlette.

II.1. Az első generáció

A Mindstorms Robotics Invention termékszett hardver és szoftver gyökere az MIT *Media Lab* által létrehozott programozható tégla, amelyet *Brick Logo* nyelven lehetett programozni.

Az első vizuális programozási környezetet, amelyet 1994-ben hoztak létre a Colorado-i Egyetemen, és amelynek az alapja az *AgentSheets* volt, *LEGOsheets*-nek hívták.

Az eredeti Mindstorms Robotics Invention szett két motort, két érintésérzékelőt és egy fényérzékelőt tartalmazott.



7. ábra: Az RCX

Minden első generációs LEGO robot lelke az RCX (*Robotic Command Explorer*) volt. Hozzá kapcsolódtak a motorok és az érzékelők. Rajta futott a program, amely eldöntötte, hogy mi legyen a következő mozdulat. Az RCX egy infravörös torony segítségével kommunikált a számítógéppel.

Az RCX magja egy 32K RAM-al rendelkező Hitachi H8-as mikrokontroller volt. Ez a chip irányította a három-három ki- és bemenetet illetve a sorosan kötött infravörös kommunikációs portot. A chipen levő 16K-os ROM memóriában egy kis program volt tárolva, amely az első futás alkalmával aktiválódott. Ezt helyettesíthette később egy, a számítógépről letölthető, apró operációs rendszer. Miután felkerült az RCX-re ez a program, a felhasználó programjainak 6K memória maradt. Ez a kis memória csak kisebb alkalmazások tárolására volt alkalmas, ezért komplexebb programokat nem lehetett futtatni a rendszeren.

Ennek az akadálnak az egyik leküzdési módja egy olyan alkalmazás tervezése volt, amely a számítógépen futott, és ott hajtódott végre a számítások nagy része. A számítások eredményét pedig el lehetett küldeni üzenet formájában az RCX-nek, amely lefordította az adatokat a motorok nyelvére, azaz végrehajtotta a megfelelő mozdulatokat.

Így természetesen a kommunikációra fektetődött a nagy hangsúly, de ez a mobilitás kárára ment, hisz az infravörös jel nem fogható, csak behatárolt távolságon belül.





Processzor	8-bit Hitachi H8/3292, 16 Mhz
ROM	16 Kb
SRAM, chip-en	512 byte
SRAM, külső	32 Kb
Kimeneti eszközök	3 motor port, 9V 500 mA
Bemeneti eszközök	3 szenzor port
Kijelző	1 monochrom LCD
Hang	1 hang kijelző egység
Időmérő	4 időmérő (8-bit)
Elemek	6× 1,5V
Kommunikáció	IR port (közvetítő + fogadó)



5. táblázat: Az RCX programozható téglák technikai jellemzői

Az intelligens RCX téglát a következő nyelveken lehetett programozni:

- LEGO által támogatott nyelvek:
 - RCX Code,
 - A LabVIEW alapú ROBOLAB, amelyet a Tufts Egyetem fejlesztett.
- Más népszerű nyelvek:
 - GNAT GPL: Ada alapú,
 - LeJos: Java alapú,
 - Not eXactly C: (NXC), egy nyílt forráskódú C-szerű nyelv,
 - Not Quite C: (NQC),
 - RoboMind: egyszerű didaktikai szkript-nyelv,
 - ROBOTC: C alapú nyelv, programozási környezettel,
 - Simulink: grafikus nyelv,
 - pbFORTH: a Forth kiterjesztése,
 - pbLua: egy Lua-verzió,
 - Visual Basic: COM+ interfész által.

A 6. táblázat a LEGO Mindstorms RCX motorainak, érzékelőinek adatait tartalmazza.

Név	Kép	Adatok, tulajdonságok
<i>Motor</i>		A motor átlagosan teher nélkül 350 RPM forog, és átlagos súly alatt 200/250 RPM-re képes. A motor 9 V-os, kevés energiát fogyaszt. Tud forogni előre, hátra és be lehet állítani a forgási sebességet is.
<i>Érintésérzékelő</i>		Ha megnyomjuk az érintésérzékelő gombját, akkor áram halad át a csatlakoztatón. Az RCX képes ezt érzékelni és tudja, hogy mikor van lenyomva az érintés szenzor gombja és mikor nem.
<i>Fényérzékelő</i>		A fényérzékelő szenzor a fény erősségét adja meg a leolvasás pillanatában. Ez az érték 0 és 100 közötti érték.
<i>Kábelek</i>		A kábelek kötik össze az RCX-et a ki- és bemeneti eszközökkel. Nem mindegy, hogy hogyan kötjük össze a kábeleket a motorokkal vagy a szenzorokkal, hiszen ettől függnek a bemeneti és kimeneti parancsok.

<i>Infravörös torony</i>		Az IR torony USB-n keresztül kapcsolódik a számítógéphez. Az adatok, programok, fény útján, infravörös tartományban jutnak el a toronytól az RCX-hez.
<i>Távírányító</i>		A távirányítóval parancsokat tudunk küldeni az RCX-nek: pl. egy program futása, megadva a program sorszámát; egy program leállítása; egy motor mozgatása előre vagy hátra; üzenetek küldése.

6. táblázat: Az RCX eszközök

Könyvészet

<http://education.lego.com/es-es/products>
http://en.wikipedia.org/wiki/Lego_Mindstorms
<http://hu.wikipedia.org/wiki/Robot>
http://www.geeks.hu/blog/ces_2013/130108_lego_mindstorms_ev3
<http://www.hdidakt.hu/mindstorms.php?csoport=50>
<http://www.lego.com/en-us/mindstorms/support/faq/>
<http://www.legomindstormsrobots.com/lego-mindstorms-ev3/programming-ev3-c-bricxcc/>
<http://www.philohome.com/sort3r/sort3r.htm>
 LEGO Mindstorms Ev3 Felhasználói útmutató (www.lego.com)

Kovács Lehel István

Kémia történeti évfordulók

I. rész

Tanév elején a *Kémia történeti* rovatunkban tisztelettel emlékezünk az elmúlt idők kiemelkedő vegyészeire, akiknek szerepe volt a kémia tudomány alaptörvényeinek felismerésében, a vegyészoktatás színvonalas megszervezésében világszerte, a természetes anyagok minél jobb megismerésében vagy mesterséges előállításában, hogy azok az emberiség hasznára válhassanak, életminőségét javíthassák. Átolvasva ezeket a rövid, vázlatos megemlékezéseket, számos, az előző években tanult természettudományos fogalom, törvényszerűség megalkotásának, a kémiai elemek felfedezésének, a vegyi átalakulások történetének megismerésével feleleveníthetitek ismereteiteket, megkönnyítve továbbtanulásotokat. Ugyanakkor a különböző korok kutatóinak élete, szakmai sikereik elérésének módja példaképpel szolgálhat egy eredményes, sikeres pályaválasztásban is.

260 éve született:

Proust Joseph Louis – 1754. szeptember 26-án Angers-ben (Franciaország). Apja mellett gyógyszerészségédként kezdett dolgozni, majd Párizsban tanult. 1777-ben Spanyolországban telepedett le, ahol kémiát tanított 1777-1791 között (Vergara-, Segovia- és Salamanca-ban), 1808-ig egy madridi laboratóriumban működött, miután visszatért Párizsba. Analitikai módszerek fejlesztésében volt jelentős szerepe. A nehézfémek elválasztására vízben oldódó sóikból bevezette a kénhidrogén használatát oldhatatlan nehézfém-szulfidok formájában. Felismerte a fém-oxidok és hidroxidok közti különbséget. Kimutatta a tenger vízből az ezüstöt. Felfedezte az ón-dioxidot, a réz(I)-oxidot a réz(II)-oxid mellett. Megállapította az arzén-trioxid és a foszfor-pentoxid összetételét. Az arzén oxidált vegyületeiből naszcensz hidrogénnel redukálva hidrogén-arzenitet állított elő. (1798-99). Megállapította a cinóber összetételét, számos fém (vas, nikkell, ezüst, arany, antimon) vegyületét vizsgálta megállapítva összetételüket. Vizsgálta a tanulmányozott vegyületekben az alkotó elemek tömegarányát, felismerve a kémia egyik alaptörvényét, az állandó súlyviszonyok törvényét (1797-1801). Kortársai, így C.L. Bertholett is támadták, de hét éven át folytatott tudományos vitában Proust megvédte állítása helyességét. A szerves anyagokat is tanulmányozta, így a mustból elkülönítette a glükózt és a mannitot. Több növényből elkülönítette a cukrot. 1819-ben felfedezte a leucint. Szülővárosában halt meg 1826. július 5-én.

235 éve született:

Berzelius, Jöns Jacob – 1779. augusztus 20-án Vaversunda Sögard-ban (Svédország). Szülei nagyon korán meghaltak, nehézkes körülmények között tanulhatott. 1793-ban a linköpingi középiskolában a természetrajzot szerette meg, ezért orvosnak készült. 1796-ban az Upszalai Egyetemre iratkozott, ahol (anyag nehézségei miatt megszakításokkal) orvosi diplomát szerzett. Közben A.G.Ekeberg – (kora neves kémikusa, a tantál felfedezője) laboratóriumában a kémiát megszerelve 1800-ban gyógyvíz analíziséből doktori disszertációt írt. 1810-ben a Stockholmi Egyetem kémia tanára lett. Kora legjobb vegyelemzője volt. Gravimetriás módszerrel közel kétezer vegyület összetételét állapította meg. Munkájával igazolta az egyenértékek, az állandó súlyviszony törvényét és Dalton atomelméletét, bár megkérdőjelezte annak egyes kísérleti bizonyítékait. Atomtömeg meghatározásokat végzett számos elemre (viszonyítva az oxigén atomtömegére, amit 100-nak tekintett, táblázatában 41 elem relatív atomtömege található). 1811-ben bevezette az elemekre a ma is használt vegyjelekkel való jelölési módot és a vegyületek jelölésére használt képleteket (a vegyület képletében a vegyjel melletti indexet jobb felső sarokba tette, Liebig vezette be 1834-ben az alsó index jelölést). Elsők között vizsgálta az anyagok viselkedését elektromos áram hatására. Megfigyelései alapján felállította a dualista elméletét (1812), ami szerint minden anyag olyan atomokból vagy gyökökből épül fel, amelyeknek ellentétes elektromos töltésük van. A szerves anyagok estén nem tűnt kielégítőnek elmélete. Munkatársaival végzett kísérletei során számos új elemet (cerium, szelén, cirkonium, szilícium) és vegyületet állított elő. Bevezette a halogén megnevezést, az allotrópia, izoméria, polimer (a glükózt a formaldehid polimerjének tekintette) fogalmát a kémiába, az életerő elmélet vallója volt. Levelekből izolálta a xantofilt és piruv-savat, tanulmányozta a klorofilt. Nagyszámú dolgozatot közölt és híressé vált kézikönyveket írt. 1848. augusztus 7-én halt meg Stockholmban.

215 éve született:

Schönbein, Christian Friedrich – 1799. október 18-án Würtemberg mellett. Tanulmányait Tübingenben és Erlangenben végezte A baseli egyetemen volt professzor