

## Marx György: A természet játéka

### Tenyésztőreaktor<sup>1</sup>

*Cél.* Az atomreaktorban U-235 és U-238 izotópok vannak. Előbbi neutron befogásakor hasadhat. Utóbbiból neutron befogásával U-239 keletkezik, amely bétabomlással előbb Np-239-cé (neptunium), majd Pu-239-cé (plutónium) bomlik. A Pu-239 magot viszont újabb neutron hasítani képes. Ennek a komplex helyzetnek a bemutatására *J. L. Roeder* amerikai középiskolai tanár kifejlesztett egy kockajátékot, amely a tanulókat elvezetheti a tenyésztő-reaktor elvének felfedezéséhez. Itt a játék hazai változatát mutatjuk be.

*Játék.* Gombok jelképezik a neutronokat, tízfilléres az energiát, U-235, U-238, Pu-239 feliratú négyzetek a megfelelő atommagokat. A játékot ketten vagy többen is játszhatják. Induláskor mindenki 1 forintot kap. Ezért vásárolhat hasadóanyagot: egy U-235 ára 12 fillér, egy Pu-239 ára 20 fillér; nem hasadó anyagot: egy U-238 ára 2 fillér; és neutronokat: egy neutron ára 2 fillér. Minden játékos legjobb belátása szerint befekteti forintját, majd indul a játék. Mindenki kitesz egy neutrongombot és dob egy kockával.

Ha a kocka 1-est mutat, a neutront elnyeli a hűtőfolyadék. A gomb elveszett.

Ha a kocka 2-est mutat, a neutron megszökik a felületen át. A gomb elveszett.

Ha a kocka 3-ast vagy 4-est mutat, a neutront egy U-238 mag nyeli el, amiből Pu-239 képződik. A gomb elveszett, de a játékos egy U-238 atommagját Pu-239 atommagra cserélheti be. Ha nincs ilyen magja, a dobás nem vezet változásra, a játékos visszaveheti a gombot.

Ha a kocka 5-öst vagy 6-ost mutat, a neutront elnyeli egy hasadó mag és elhasad. A játékos lead egy U-235 vagy Pu-239 négyzetet, és leadja a gombot. Az elvett gomb helyett 3 neutron-gombot és egy energia-tízfillérest kap. Ha elfognak a neutronok vagy a hasadó magok, a játékos kiszáll a játékból. Az jár jól, akinek megtérül a befektetett pénze, sőt nyeresége is van.

A játékosok különböző stratégiákat választanak. Nem érdemes Pu-239-et venni, az U-235 olcsóbb. De ezzel viszonylag kevés energiát nyerünk. (A kiadás: egy U-235 és egy neutron = 14 fillér, a bevétel: 3 neutron + az energia = 16 fillér.) Érdemes U-238-at is vásárolni. A játékosok hamar felfedezik a tenyésztőreaktor elvét, mint az energiatermelés leggazdaságosabb módját.

```
13  Let F=0
20  PRINT "U-235 DARABJA 12 FILLER,"
21  PRINT "2 FILLER, PU-239 DARABJA 20 FILLER,"
22  PRINT "EGY NEUTRON 2 FILLER. EGY FORINTOD VAN."
23  PRINT "MENNYI U-235, U-238, PU-239 MAGOT VE-"
24  PRINT "SZEL?"
30  INPUT U5
31  INPUT U8
32  INPUT P9
40  LET N=(100-12xU5-2xU8-20xP9)/2
50  PRINT "N=";N
60  IF N<=0 THEN 220
70  IF U5+U8+P9=0 THEN 240
80  LET K=INT(3xRND)
90  IF K=1 THEN 130
100 IF K=2 THEN 160
110 LET N=N-1
120 GOTO 50
130 IF U8=0 THEN 50
140 LET N=N-1
150 LET U8=U8-1
151 LET P9=P9+1
152 GOTO 50
160 IF U5=0 THEN 190
170 LET U5=U5-1
171 LET F=F+.1
180 GOTO 50
190 IF P9=0 THEN 50
200 LET P9=P9-1
```

<sup>1</sup>A szerzőnek a Tudományos- és Informatikai Intézet kiadványaként megjelenő könyvéből közlünk most és a következő két számban egy-egy fejezetet. Az iskolaszámítógépek megjelenésével lehetővé vált, hogy az osztályteremben lehessen modellezni, vizsgálni olyan természeti jelenségeket, melyek vagy igen bonyolultak, vagy megvalósításukhoz ipari méretű berendezés szükséges. Ehhez nyújt segítséget a könyv, melynek 30 fejezetében sok természeti jelenség modellje található – főleg a képzeletet, aktivitást mozgósító szimulációs és játék modellek – az ezeket megvalósító számító- és számológépes programokkal együtt. A könyvet mind a tanároknak, mind a diákoknak melegen ajánljuk. – *A Szerk.*

```
201 LET N=N+2
202 LET F=F+.1
210 GOTO 50
220 PRINT "HA NINCS NEUTRON, NEM MEGY A REAKTOR."
221 PRINT "MARADT";U5+U8+P9;" HASADOMAG."
230 GOTO 250
240 PRINT "KIFOGYOTT A HASADOANYAG."
250 PRINT "A KERESLETED";F" FORINT."
```

*Számítógép.* Játszva izgalmasabb, de a gép gyorsabban tájékoztat az eredményről. Az előző oldalon található program ZX – 81 számítógépre készült. A 80-as utasítás megfelelő módosításával a program fut az ABC–80 valamint a HT–1080 Z iskolaszámítógépeken is.

*Irodalom:* J. L. Roeder: Throwing Dice in the Classroom, I–II–III, The Physics Teacher (1977 október) 428, (1980 április) 303.