FIRKA

2003
1
2004

Fizika
Informatika
Kémia

FIRKA

Fizika
InfoRmatika
Kémia
Alapok

Az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság kiadványa

Megjelenik kéthavonta (tanévenként 6 szám)

13. évfolyam
1. szám

Levélcím
400750 Cluj, C. P. 1/140

* * *

Megjelenik a

Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériuma;

Nemzeti Kulturális Alapprogram;

Communitas Alapítvány;

Illyés Közalapítvány;

Ministerul Educaţiei şi Cercetării

támogatásával.

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság
Kolozsvár, 1989. december 21. sugárút (Magyar u.) 116. sz.
Levélcím: RO–400750 Cluj, C.P 1–140
Telefon: 40-264-590825, Tel./fax: 40-264-594042
E–mail: emt@emt.ro; Web–oldal: http://www.emt.ro
Bankszámlaszám: Societatea Maghiară Tehnico-Ştiinţifică din Transilvania
2511.1-815.1/ROL BCR Suc. Cluj
SV 7971871300/ROL BRD Suc. Cluj

Tanévkezdésre

A FIRKA már 13 éve azt a célt tűzte ki, hogy kedvcsináló, segédeszköz legyen a középiskolás diákok kezében a természettudományok és számítástechnika többoldalú megismerésében, változatos tartalmával hozzájáruljon ezek vonzóvá tételéhez, megszerettetéséhez, szerepet vállaljon a tehetséggondozásban. Folyóiratunk rovatai a tananyagok tárgyát képező kérdések különböző szempontú tárgyalásával, történelmi fejlődésében mutatják be az egyes tudományágakat. A tudományos eredmények sokrétű alkalmazhatóságának ismertetésével gondolkodásfejlesztő, információszolgáltató szerepet tölt be.

Az emberi tudatos lény egyik jellemzője, hogy létének, a valóságnak megismerésére törekszik. Ennek fő módjai a köznapi, a művészeti, a tudományos és a vallásos megismerés.

A tudományos (természettudományos) gondolkozásunk azon a szilárd meggyőződésen alapul, hogy a világ bizonyos törvényszerűségek alapján működik, amelyek általánosíthatók. A törvényszerűségek a matematika nyelvén képletekkel leírhatók, nem függnek a megismerő személyétől, tehát nem szubjektív jellegűek (ellentétben a művészeti és vallásos megismeréssel). Egy törvényszerűség, egy képlet ugyanazt jelenti a tudományhoz értő különböző emberek számára.

A tudás megszerzésének folyamatában több szakasz különböztethető meg:

- véletlen észlelés (egyszeri jelenség alkalomszerű észlelése, nem szándékos tevékenység)
- ismételt észlelés (a jelenségek hasonlóságának és ismétlődésének észlelése)
- felismerés (ismételt észlelések összekapcsolt sorozata, a jelenség szándékos kiváltására tett kísérlet)
- megfigyelés (felismerések gyűjtése, szándékos és rendszeres észlelésekkel, kísérletekkel)
- jártasság (többszörös válogatott megfigyeléssel nyert ismeret)
- vélemény (ok és okozat megismerése alapján kialakult elképzelés a jelenség magyarázatáról)
- elmélet (a jelenség pontos meghatározása, osztályozása és általánosítása különböző vélemények ütköztetése után)
- tudás (az elmélet tudatos megismerése és felhasználása).

Amint az az előbbi felsorolásból is következtethető, a tudományos megismerésben alapvető a megismételhetőség megkövetelése. A tudományos megismerésnek nem tárgyai az emberi élet azon részei, amelyekről közvetlen, vagy közvetett ismeret nem szerezhető. Bármely tudományos tétel elvethető, ha az új ismeret értelmében nem, vagy nem teljesen állja ki a valóság próbáját.

A megismerés folyamatában jelentős szerepe van az információszerzésnek. Információ alatt értjük mindazt, ami kódolható és megfelelő csatornán továbbítható. A matematikai információelmélet szerint az információ számmal mérhető. Első közelítésben egy adott dologban foglalt információ mennyisége azon barkochba-kérdések számának kettes alapú logaritmusával egyenlő, amennyi optimális kérdezés mellett minimálisan szükséges a dolog kitalálásához. Így pl. a magyar kártyából egy eldugott lapban hordott információ $\log_2 32=5$ bit (Bar Kochba a Római Birodalom ellen felkelt zsidó nép szabadságharcának vezére, aki kémet küldött az ellenség táborába. A kémet a rómaiak elfogták, nyelvét kivágták, s visszaküldték vezéréhez, akinek megfelelő kérdéseire szeme intésével igennel és nemmel válaszolni tudott).

Az emberi társadalom fejlődése során a megismerés folyamatában az információhalmaz rohamosan nő. Míg a Föld népessége 40–50 év alatt kétszereződik meg, a tudománnyal kapcsolatos jellemzők (tudósok, tudományos dolgozatok, szakfolyóiratok, felfedezések száma, a tudományra fordított pénz) megkétszereződésére csak 10 – 20 év szükséges.

A XX. század közepétől az Amerikai Egyesült Államokban kezdetét vette az információs társadalom kialakulása, amelyre jellemző, hogy a műszaki, vezetői, adminisztrációs dolgozók száma nagyobb a fizikai dolgozók számánál. Ez az arány folyamatosan nő, és az Európai országokra is kezd jellemző lenni. A ma iskolás gyermeknek már nálunk is ilyen társadalmi elvárásoknak kell megfelelnie. Ennek a korosztálynak tagjai sokkal nagyobb arányban tevékenykedhetnek majd elméleti kutatóként, mérnökként, orvosként, gazdasági szakemberként egyetemi végzettséget igénylő pályákon, mint az előző generációkból. Szükséges, hogy ebben a felgyorsuló társadalmi fejlődésben alkotóképes, az információbőséget kezelni képes, minél gazdaságosabban használni tudó ifjak kerüljenek ki az oktatási rendszerből. Ebben a folyamatban szeretne részt vállalni a FIRKA is.

A 2003/2004-es tanévben használjátok a FIRKÁ-t a természet, a technika csodáinak megismerésében, oldjátokok a kitűzött feladatokat, végezzétek el az ajánlott kísérleteket, amelyekből vonjátok le a lehetséges következtetéseket. Kérdéseiteket, kételyeiteket küldjétek el a szerkesztőségünkbe, hozzáértők válaszolni fognak rájuk.

Eredményes munkát, sok sikert kíván az új tanévre a FIRKA szerkesztősége nevében:

Máthé Enikő

Ismerd meg!

A digitális fényképezőgép

III. rész

3. A fényképezőgépek általános felépítése

A fényképezőgép gyűjtő lencserendszerrel felszerelt sötétkamra. A lencserendszert *objektív*nek nevezik és a tárgyakról a sötétkamra hátsó fala előtt levő képfelvevőn valódi, fordított állású, kicsinyített képet állít elő. A digitális és a hagyományos fényképezőgép közötti eltérés főleg a képfelvételi és képrögzítési elvből adódik. A hagyományos fényképezőgépnél a kép felvétele és rögzítése egy fényérzékeny anyagra történik. A digitális fényképezőgépeknél a képet egy elektronikus képérzékelő veszi fel és a rögzítés, vagyis a tárolás a gép memóriájában történik. A két géptípus alapvető és közös szerkezeti alkotóelemeit az 1. ábrán látható leegyszerűsített keresztmetszet szemlélteti.

A fényképezőgépek objektívjei – az egészen olcsó gépek objektívjeinek kivételével – két, vagy több lencséből összetett lencserendszerek, ugyanis egy egyszerű gyűjtőlencse nem képes tökéletesen leképezni a valóságot. Az ideálistól eltérő kép tulajdonságait *leképzési-* vagy *lencsehibák*nak nevezik, és több lencséből álló lencserendszerrel küszöbölik ki. Mivel minden lencserendszert egy ún. *egyenértékű lencsé*vel lehet helyettesíteni, ezért akár-hány tagból is álljon az objektív és bármilyen rendszerű is legyen, mindig egy *egytagú gyűjtőlencsé*nek tekintjük. Az objektív *f* gyújtótávolsága, vagy fókusztávolsága állandó (a változtatható gyújtótávolságú objektívek kivételével), ezért fényképezés előtt az objektívet a távolságtörvény szerint olyan távolságra kell a képfelvevő síkjától beállítani, hogy ezen a tárgyról éles kép keletkezzen. Az objektívet sohasem csúsztatjuk közvetlenül előre vagy hátra, mert így az élességet nem tudnánk finoman beállítani, hanem egy menetes gyűrűs szerkezet segítségével, közvetve állítjuk. Az élességállítási lehetőség az objektív szerkezeti tulajdonságainak függvénye. Általában 1 m-től végtelenig terjedhet, de a különleges objektívek ennél sokkal közelebb levő tárgyat is képesek élesen leképezni.

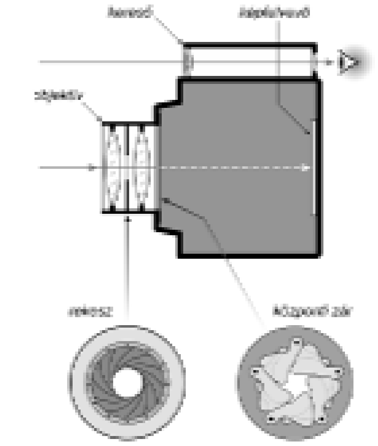
A korszerű fényképezőgépek, kivéve az olcsó amatőr gépeket, automatikus élességállítási lehetőséggel is rendelkeznek. Az objektív élességállító gyűrűjére fogaskereket szerelnek, amelyet egy miniatűr szervomotor mozgat. A motor meghajtását a fényképezőgépben levő mikroprocesszoros élességállító elektronikus áramköre végzi. Egy igen elterjedt élességállító rendszer azon alapszik, hogy egy éles képnek mindig nagyobb a kontrasztértéke, mint ugyanannak a képnek életlenül. Ezért szabályozáskor az automatikus rendszer a kontrasztot figyeli és ennek változása függvényében állítja az élességet. Egy másik elv ultrahangos- vagy infravörös távolságmérésen alapszik. Az automatikus élességállításnak általában két üzemmódja van: egyobjektumos és többobjektumos. Az egyobjektumos módban a kép közepén levő tárgyat állítja élesre, míg a többobjektumos módban a gép megnézi a kereső több pontján a tárgyak távolságát, majd ezeket átlagolva állítja be az élességet. Megtörténik, különösen a művészi fényképészetben, hogy az élességállítást a mélységélességi határok figyelembevételével kell végezni és nem a fényképezendő téma szerint. Ilyenkor az automatikus állítást ki kell kapcsolni és kézire kell átváltani.

3.1. Expozíció

Expozíció alatt azt a fénymennyiséget értjük, amely fényképezéskor a fényképezőgépben levő képfelvevőt éri, legyen ez fényérzékeny film vagy elektronikus képérzékelő. Jó minőségű, kiegyensúlyozott tonalitású és a valóságot részlethűen tükröző felvételt csak akkor készíthetünk, ha a képfelvevőre bocsátott fénymennyiség értéke bizonyos határok között mozog. Ez az ún. *optimális-* vagy *helyes expozíció*hoz szükséges fénymennyiség és a képfelvevő fényérzékenységével fordítottan arányos. Minél érzékenyebb a képfelvevő, az optimális expozíció annál kevesebb fénymennyiséget igényel. Ha a képfelvevőt érő fénymennyiség túl kevés, akkor *alulexponálás*ról beszélünk, ha pedig túl sok, akkor *túlexponálás*ról. Mivel a fénymennyiség egyenesen arányos a fényerősség és a megvilágítási idő szorzatával, ezért a helyes expozíciót a *fényerősség* és a *megvilágítási idő* (*expozíciós idő*) együttesével állíthatjuk be. A fényerősséget *fényrekesszel* és az expozíciós időt pedig *zárszerkezettel* lehet állítani. Mielőtt a fényképezőgépeknél a helyes expozíció állítási lehetőségeit részleteznénk, a következőkben a filmek és a képérzékelők fényérzékenységével kapcsolatos néhány alapvető fogalmat fogunk tisztázni.

3.1.1. A filmek fényérzékenysége

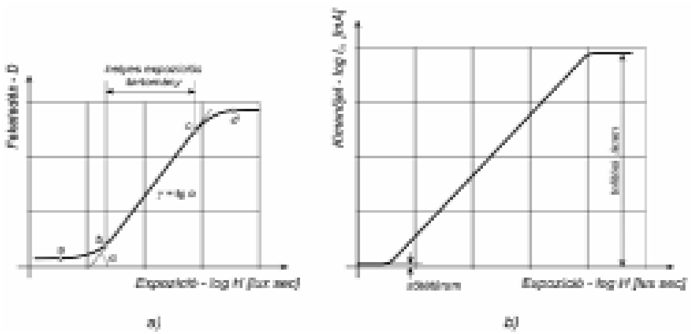
Ha a filmek keresztmetszetét erős nagyításban megvizsgáljuk, akkor láthatjuk, hogy több vékony rétegből áll. A film mechanikai szilárdságát a hordozó biztosítja, amelynek a vastagsága 0,1 - 0,15 mm. A normálfilmek hordozójának alapanyaga régebben nitro-cellulóz vagy acetil-cellulóz volt, újabban műanyag. A hordozóra viszik fel a film legfontosabb rétegét, a *fényérzékeny réteg*et (*emulzió*). A színes filmeknél több fényérzékeny réteget találunk. A fényérzékeny réteget egy kötőréteg tartja a hordozórétegen. Felülről a fényérzékeny réteget egy védőréteg borítja, amely a sérülésektől megóvja. A hordozó hátoldalát egy fényudvar-mentesítő réteggel vonják be. Ez a réteg a hordozó hátoldaláról visszaverődő fényt nyeli el.



1. ábra
A fényképezőgép vázlatos keresztmetszete

A fényérzékeny réteg zselatinba ágyazott, mikroszkopikus méretű ezüsthalogén kristály-szemcséket tartalmaz. Felvételkor a fény hatására a fényérzékeny rétegben láthatatlan kémiai változás jön létre. Ez a változás hordozza a filmre exponált képet és *rejtett-*, vagy *látens kép*nek nevezik. A látens képet tulajdonképpen az ezüstsó kristályokból kiváló csekély, szemcsénként 5-10 atomnyi fémezüst alkotja. Előhívás után a kép láthatóvá válik. Az előhívás egy olyan kémiai folyamat, amelynek során a megvilágított ezüsthalogén szemcsékben levő ezüst katalizátorként hat és az egész szemcse tiszta ezüstté redukálódik. Az ezüst ilyen finom eloszlásban feketének látszik. A képalkotásban részt nem vevő, nem megvilágított ezüst-szemcsék, vagyis azok, amelyek előhívás után nem redukálódtak, fehéres-pirosas színükkel zavarják a filmen levő képet és ezenkívül igen könnyen el is bomlanak (nem stabilak). Ezeket a szemcséket rögzítéssel és mosással távolítják el. Az ezüstszemcsék felületi sűrűsége egyenesen arányos a fényérzékeny réteget érő fénymenyiséggel, vagyis az expozícióval. Az expozíció és a fényérzékeny réteg feketedése közötti összefüggést a feketedési, ill. *gradációs görbe* ábrázolja (2. a. ábra). Mivel a gyakorlatban nagy megvilágítási különbségek fordulhatnak elő (több ezerszeres értékek is lehetnek), ezért célszerűbb az abszcisszatengelyt az expozíció logaritmusai szerint beosztani. Az ordinátatengelyre a feketedésnek ugyancsak logaritmikus értékei kerülnek. A feketedési görbén több jellegzetes szakaszt különíthetünk el. Így, ha az *a* pontnak megfelelő fénymennyiségnél kevesebb éri a filmet, akkor azon nem okoz változást. Ebben a tartományban a feketedés csak az alapfátyolnak felel meg. Az *ab* zónában az expozíció fokozza a feketedést, de az összefüggés nem lineáris. A következő *bc* szakasz közel egyenes, a hozzá tartozó expozíciós tartomány és a megfelelő feketedési intervallum a film fontos jellemzője. A *bc* szakaszt határoló feketedési értékek hányadosából következtetni lehet az árnyalatok azon szélső értékeire, amelyeket még torzítás nélkül ad vissza a film, vagyis a legeslegvilágosabb és a legeslegsötétebb tárgyrészek megvilágítottságának arányára. Ez az arány a helyes expozíciós tartomány dinamikáját fejezi ki A filmek dinamikája tipikusan 100:1 körül mozog. A *bc* szakasz meredekségét az α szög tangense fejezi ki, amelyet γ-val jelölnek és a fényérzékeny anyag *gradációjá*t jelenti. A gradáció értéke a fényérzékeny anyagok egyik jellemzője. A gradáció bizonyos mértékben függ az előhívótól, az előhívás idejétől, valamint a hőmérsékletétől is. A feketedési görbe következő, *cd* szakaszán a növekvő fénymennyiséggel a feketedés alig növekszik. Végül is a *d* pont utáni telítődési szakasz mentén már egyáltalán nem nő, mivel az összes ezüsthalogén szemcse ezüstté alakult át. Fényképezésnél a fényérzékeny réteget fénymennyiségek sorozata éri. A réteg különböző felületi részeit érő fénymennyiség a filmre vetített kép különböző fényerősségi értékeinek függvénye. A gradációs görbéből megállapítható, hogy a kérdéses helyeken milyen feketedés jön létre. A filmen kialakuló kép a tárgy világosabb részeinél sötétebb és a tárgy sötétebb részeinél pedig világosabb. Ezt a fordított tónusú képet *negatív*nak nevezik. A valóságnak megfelelő képet, az ún. *pozitív* képet a negatívnak fényérzékeny papírra való átmásolásával, vagy felnagyításával kapjuk meg. A felvétel minőségét elsősorban az szabja meg, hogy a feketedési görbén a tárgy fényárnyalatainak sorozata hová kerül. Helyes expozíció esetén a lényeges részek a karakterisztika egyenes részére kerülnek és az árnyalatok torzításmentesek. Túlexpozíciónál a tárgy fényárnyalatai a feketedési görbe felső *cd* görbületére kerülnek, a világosabb részei pedig az utána következő telítődési részre. Ennek következtében az egész negatív kép nagyon sötét és a részletek feketedési szintjei alig különböznek egymástól. Alulexponálásnál a tárgy fényárnyalatai a feketedési görbe alsó *ab* szakaszára kerülnek és a sötétebb részei pedig az *a* pont előtti fátyolszinti szakaszra. Ezért a negatív nagyon világos, a sötétségbeli árnyalatok torzítottak és a sötétebb részek részletei teljesen hiányoznak a képről.

A fotokémiában az ezüsthalogén vegyületek közül az ezüstbromid ($AgBr$), ezüstklorid ($AgCl$) és az ezüstjodid (AgJ) szerepel. Az ezüstbromid legérzékenyebb a fényre, ezért ez a filmek (negatívok) emulziójának fő hatóanyaga. Az ezüstklorid a legkisebb érzékenységű, ezért az előhívópapírok (pozitívok) hatóanyaga. Az ezüstbromid és az ezüstklorid együtt szerepel a közepes és nagy érzékenységű nagyítópapírok emulziójában. Az ezüstjodid majdnem minden fényérzékeny emulzióban megtalálható, mert ez az emulziók érzékenységét befolyásolja és tartósságát elősegíti.



2. ábra

A fényérzékeny anyagok (a) és az elektronikus képérzékelők (b) tipikus gamma görbéje

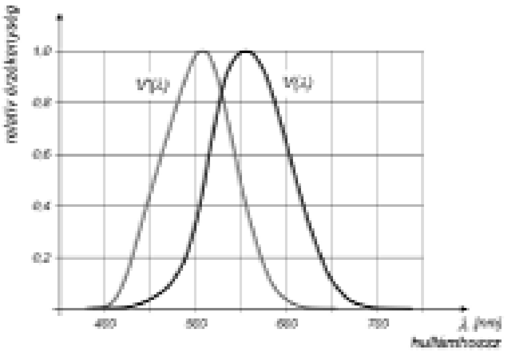
A színes fényérzékeny anyagoknak legalább három fényérzékeny rétegük van. Ezek a vörös, a zöld és a kék alapszínre érzékenyek. A rétegek hatóanyagát ugyancsak az ezüsthalogén vegyületek képezik. Színes előhívásánál az ezüst kiválásával együtt színes festékanyag, ún. színezék is képződik. Az ezüstöt előhívás után kioldják és a képet a hátramaradt színezékek képezik. A színes negatívon az eredeti színek ellentétes, komplementer színeit kapjuk. A valóságnak megfelelő színes képet a negatívnak színes fényérzékeny papírra való átmásolásával, vagy felnagyításával kapjuk. A színes filmek feketedési görbéinek felvételekor külön-külön értékelik ki a vörös, zöld és a kék réteg fedettségét. A helyes színvisszaadást egybeeső görbék biztosítják. A helyes színvisszaadás másik igen fontos paramétere a fényérzékeny anyag spektrális érzékenysége. Ez minél jobban kell illeszkedjen a szem spektrális érzékenységéhez.

A szemünk nem egyformán érzékeny az egyenlő teljesítményű, de különböző színű (hullámhosszúságú) fényre. Pontosabban a látható színkép különböző tartományából származó, de azonos megvilágítást keltő fényhez tartozó fizikai inger, a hullámhossztól függően eltérő erősségű. A Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság (CIE – Comission Internationale d'Éclairage) a nappali megvilágítás, valamint a sötétségi körülményeknek megfelelő átlagos „láthatósági" függvényeket szabványosította, és ezeket a visibility szó kezdőbetűje alapján a világosban látás (fotópos látás) *V(λ)*-függvénynek, ill. a sötétben látás (szkotópos látás) *V'(λ)*-függvénynek nevezte (3. ábra). A két görbe eltérő, a világosban a szemünk a λ=555 nm hullámhosszúságú (sárgás-zöld színű) fényre a legérzékenyebb, míg a sötétben a maximum eltolódik a λ=507 nm hulláhosszúságú (kékes-zöld színű) fény felé.

A feketedési görbéből nemcsak a fényérzékeny anyag gradációja, hanem az *érzékenység*e is megállapítható. Az érzékenység a fényérzékeny anyagok másik igen fontos jellemzője és ennek mértékéről a helyes expozíciós tartománynak az abszcissza tengelyen levő helyzete tájékoztat. Annál érzékenyebb egy film, minél kisebb expozíciós értékek felé helyezkedik el a gradációs görbe lineáris szakasza. Az érzékenységet számszerűleg érzékenységi rendszerekben fejezik ki. Ezek közül a legelterjedtebb a német DIN (*D*eutsche *I*ndustrie *N*orm), az amerikai ASA (*A*merican *S*tandards *A*ssociation) valamint a nemzetközi ISO (*I*nternational *S*tandard *O*rganisation). A DIN szabvány szerint a film érzékenysége 3 DIN fokonként duplázódik meg, vagyis a helyes expozíció kétszer kevesebb fénymennyiséget igényel. Az ASA szabvány sokkal gyakorlatiasabb, itt a film érzékenysége egyenesen arányos az érzékenységi fokkal. A DIN és az ASA fokok közötti összefüggést az 1. táblázatban foglaltuk össze. Az ISO szabvány szerinti érték a DIN és az ASA szabvány értékeit is magában foglalja, így például: ISO 100/21°. Az érzékenységet jelző számértéket a filmek csomagolásán mindig feltüntetik.

Érzékenység :	← kis →				← közepes →						← nagy →				
DIN	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ASA	40	50	64	80	100	125	160	200	250	320	400	500	650	800	1000

1. táblázat *A filmek érzékenységét kifejező DIN és ASA fokok közötti összefüggés*



3. ábra
A szem spektrális érzékenysége

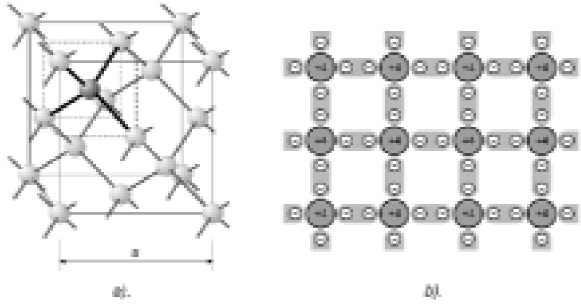
világosban – fotópos látásnál: V(λ)
sötétben – szkotópos látásnál: V'(λ)

A film érzékenységét a felvételi cél, valamint a fényviszonyok szerint kell megválasztani. Minél gyengébb a téma megvilágítása, annál érzékenyebb filmet kell használjnunk. Az érzékenységgel viszont növekszik a felvétel szemcsézettsége. Minél kevésbé érzékeny a film, annál finomabb a szemcsézettsége, nagyobb az élesség és annál jobb a színek telítettsége. Gyakorlati szempontból a filmek érzékenységét kis, közepes és nagy érzékenységi csoportba lehet sorolni. Az ISO 100/21° és ISO 200/24° közepes érzékenységű filmek többnyire megfelelnek az általános amatőr igényeknek.

3.1.2. A képérzékelők fényérzékenysége

Az elektronikus képérzékelőt nagyon sok, igen kis méretű fényérzékeny cella alkotja. A cellákat mátrix-szerűen elrendezve egy aránylag nagy méretű szilícium *félvezető* lapkára integrálják. A félvezetők elektromos vezetőképessége, amint az elnevezésük is mutatja, a vezetők (fémek) és a szigetelők között található. Az ismert félvezetők közül az áramköri elemek gyártásához a periódusos táblázat IV. főcsoportjához tartozó *germánium* (Ge) és *szilícium* (Si) bizonyult a legmegfelelőbbnek. A szilícium egyik legelterjedtebb elem a Földön, amelyet a homokban valamint a kvarcban (SiO_2 – szilícium-dioxid) is megtalálunk. A germánium sokkal ritkábban előforduló elem. Jelenleg az áramköri alkotóelemek gyártáshoz a szilíciumot használják.

A szilícium atom négy vegyértékelektronja minden egyes atomot négy szomszédos atommal kapcsol össze az ún. *kovalens kötés*sel. A kovalens kötést elektronpár-képzésnek is nevezik, és abban áll, hogy két szomszédos atom egymáshoz kapcsolódó vegyértékelektronjai együtt keringenek. Így az atomok egy szabályos elrendezésű atomrácsot alakítanak ki, amelyet szabályossága miatt kristályrácsnak is neveznek (4. ábra).



4. ábra
A félvezetők kristályszerkezete

a). térbeli ábrázolás
rácsállandó
a = 0,542 nm szilíciumnál
a = 0,562 nm germániumnál
b). egyszerűsített síkbeli ábrázolás

A nagy tisztaságú félvezetőben nagyon alacsony hőmérsékleten – az abszolút nulla fok közelében – mind a négy vegyértékelektron kötött, vagyis úgy viselkedik, mint egy szigetelő. Nagyobb hőmérsékleten egyes elektronok a hőmozgás következtében akkora energiára tesznek szert, hogy kilépnek a kovalens kötésből, szabad elektronokká válnak. Az elektronok nemcsak a hőenergia hatására válhatnak szabaddá, hanem a fényenergia hatására is. A beeső fotonok energiája révén a félvezető atomok külső elektronhéjában keringő elektronok akkora energiára tesznek szert, hogy szabad elektronokká válnak – ez az ún. *belső fényelektromos hatás*. Így a fényérzékelő cella félvezetőrétegére eső fény töltéshordozókat gerjeszt és a gerjesztett töltésmennyiség a cellát érő besugárzási energiával, vagyis a fénymennyiséggel arányos. Adott exponálási idő után a cellákban összegyűlt töltés nagyságát megmérve következtethetünk a cellát ért fényerősségre. A töltés megméréséhez az elektronok által szolgáltatott áramot el kell juttatni egy kiolvasó egységhez. Az egység kimenetén megjelenő feszültség egyenesen arányos a cellában keletkezett töltésmennyiséggel, tehát a cellát ért expozícióval. A cella árama ill. a kiolvasó egység kimeneti feszültsége az expozícióval lineárisan növekszik (2. b. ábra). Ez a görbe a filmek feketedési görbéjének a megfelelője. Az alapfátyolnak a *sötétáram* felel meg. A sötétáram megvilágítatlan cellában a hő hatására gerjesztett töltések által jön létre, értéke erősen függ a hőmérséklettől, cellánkénti eloszlása teljesen véletlenszerű. Az expozíció növekedésével a cella árama lineárisan növekszik, egészen addig, amíg eléri a telítési szintet. Ezen túl nem növekszik tovább, ugyanis a cellában véges számú töltéshordozó gerjeszthető. A képalkotásnál torzításmentesen visszaadott sötét és világos árnyalatok szélső értékeit a sötét- és a telítési áram által határolt expozíciós értékek határozzák meg. Tehát a lineáris zóna dinamikáját a telítési áram és sötétáram aránya fejezi ki. Egy közepes minőségű érzékelőnek a dinamikája 1000:1 körül mozog. A professzionális gépekben használt érzékelők még nagyobb dinamikával rendelkeznek, túlléphetik a 100000:1 értéket is.

Amint láthatjuk, a képérzékelők dinamikája a filmek dinamikájánál legalább egy nagyságrenddel nagyobb. A professzionális képérzékelőkkel igen nagy fényességkülönbségek jeleníthetők meg intenzitáshelyesen. Például, egy hegesztési eljárás, vagy egy lézeres interferenciakép esetében a fényes részek „beégés” nélkül láthatók a halványabb részekkel együtt. Az alulexponált képérzékelő celláiban gerjesztett töltésmennyiség túl kevés és a digitális kép nagyon sötét lesz. A túlexponált képérzékelő celláiban nagyon sok töltésmennyiség halmozódik fel és a kép pedig túlságosan világos lesz. Mind a két esetben részletszegény, kontraszt nélküli felvételt kapunk.

Fényképezéskor, ha csak a szemünk által látható jelenségeket akarjuk megörökíteni, kb. 10 milliószoros fényerő megvilágítás-eltéréshez kell igazodnunk. Érzékszerveink megközelítőleg logaritmikus érzékelése folytán azonban a fenti fényerőtartományt csak mintegy 16-szoros változásként észleljük. Ilyen a fényerő különbség a Hold nélküli, borult éjszaka és a nyári, déli tengerpart között. Szemünk ezt az átfogást a pupilla átmérőjének a változtatásával és a látóbíbor (rodopszin) termelés arányával valósítja meg. A felvétel készítésekor a képfelvevő érzékenységének változtatásával, vagy a megfelelő érzékenységű film kiválasztásával, valamint a rekesznyílás és az expozíciós idő beállításával alkalmazkodunk. A képérzékelő, vagy a film érzékenysége kb. 50-szeres (ISO 25/15°-től ISO 33/1600°-ig) változást tesz lehetővé, a rekesznyílás állítása pedig további 100-szorosat. A hiányzó 2000-szeres átfogás a képérzékelő megvilágítási idejének, vagyis az expozíciós időnek a változtatásával érhető el.

Irodalom

1] *Dékán I.:* Fotótechniai alapok; Fotóvilág, http://www.fotovilag.com

2] *Etchells, D.:* Fuji announces CCD dynamic range breakthrough!; Imaging Resource, http://www.imaging-resource.com/NEWS/

3] *Holló D. – Kun M., – Vásárhelyi I.:* Amatőrfilmes zsebkönyv; Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1972

4] *Megyesi L.:* Hagyományos fényképezés; ELTE TTK Oktatástechnika Csoport – UNESCO Információtechnológiai Pedagógiai Központ, http://felis.elte.hu/dept/hu
5] *Pethő B. – Sümegi A.:* Digitális fényképezés; ELTE TTK Oktatástechnika Csoport – UNESCO Információtechnológiai Pedagógiai Központ, http://felis.elte.hu/dept/hu
6] *Polster A. – Lentz N.:* Száz fotórecept, 3. átdolgozott kiadás; Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1962
7] *Schanda J.:* Az optikai sugárzás érzékelése, Radiometria, fotometria, színmérés; University of Veszprém
8] *Szalay B.:* Fizika; Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1982
9] *Vas A.:* Fotográfia távoktatási modul fejlesztése: III. Modultankönyv, 2000, Dunaújvárosi Főiskola; http://indy.poliod.hu/program/fotografia/tankonyv.htm
10] ****:* CCD Cameras: Dynamic Range, Dark Current Noise, Saturation and Blooming; Roper Scientific GmbH, Digital Imaging and Spectroscopy, http://www.roperscientific.de
11] ****:* General Curve Regions; Kodak – Student Filmakers, http://www.kodak.com/US/en/motion/students/handbook
12] ****:* Logical Approach to the Photo Quality, Typical CCD image vs Photo Quality Image, http://www.asahi-net.or.jp

Kaucsár Márton

Fekete lyukak

Évszázadokon át törték a fejüket a természettudósok azon a kérdésen, hogy vajon a fény is eleget tesz-e a nehézkedés törvényeinek. A tisztán látást több körülmény is hátráltatta ebben a kérdésben. Az egyik a fény igen nagy terjedési sebessége. Ennek következtében egy vonzó test közelében elhaladó fénysugár oly gyorsan távolodik el ismét, hogy az eltelt idő alatt még akkor is csak észrevehetetlen mértékben zuhan a vonzó központ felé, ha valóban érvényesek rá a tömegvonzás törvényei. A másik gondot az okozta, hogy sokáig nem sikerült eldönteni, hogy a fény részecske- vagy hullámtermészetű-e. Az utóbbi esetben nem látszott kényszerítő oknak az, hogy a fény elhajlik a testek gravitációs erőterében.

1801-ben Soldner kiszámította, hogy mekkora elhajlást szenved a fény, ha azt a newtoni mechanika törvényei alapján mozgó részecskének tekintjük. A napkorong mellett elhaladó csillagfényre mintegy fél ívmásodpercnyi értéket kapott. Ezt megelőzően, 1784-ben az angol John Michell tiszteletes már arra a meggyőződésre jutott, hogy a legnagyobb tömegű csillagok gravitációs vonzásköréből még a saját fényük sem képes kiszabadulni. Így ezek a csillagok sötétek maradnak az égbolton. A „fekete csillagokról" 1795-ben a francia Laplace is említést tesz könyvében.

Ezekre az évszázados kérdésekre csak a XX. században sikerült határozott választ adni. Ekkorra példátlan kifinomodáson mentek át mind a természettudományos ismeretek, mind pedig a megfigyelő módszerek alapját képező műszaki feltételek. Ebben a rövid összefoglalóban nem térhetünk ki annak részletes taglalására, hogy mely körülmények játszottak közre e fejlődésben. Arra szeretnék csupán rámutatni, hogy a keresztény kultúra több évszázadon át tartó erjesztő hatást fejtett ki a társadalmi fejlődésre. Ez a csekély többlet a kereskedelem és az ipar fejlődésének serkentésében egyre gyorsuló mértékben eredményezte a keresztény kultúrkörbe tartozó társadalmak kiemelkedését mind az ókori birodalmakhoz, mind pedig a kortárs, de eltérő kultúrkörbe tartozó népekhez viszonyítva.

A XX. század első negyedében vált világossá, hogy az anyag minden megjelenési formája – így a fény is – mind hullámtermészetű, mind pedig részecsketulajdonságokat mutat. Az abszolút fekete testek hősugárzásának hőmérsékletfüggése és az atomok emissziós színképvonalainak törvényszerűségei vezették el a kutatókat az új fizikai törványekhez, a kvantumfizikához. A korábbi gondolkodás számára alig felfogható világképet szinte rákényszeríttette a természet az emberi gondolkodásra.

Alig néhány évvel előzte meg a kvantumfizika létrejöttét a tér és az idő természetének mélyenszántó új magyarázata, Einstein relativitáselmélete. A fény terjedési tulajdonságai ebben az új világképben nyerik el igazi jelentőségüket. Einstein ahhoz a felismeréshez jutott el, hogy nem lehetséges gyorsabban utazni a fény sebességénél. Mi akadályoz meg bennünket abban, hogy minden sebességhatáron túl gyorsuló járműveket hozzunk létre? A magyarázatot Einstein az energia és a tömeg egyenértékűségében találta meg. Ha felgyorsítjuk a járművet, akkor energiát közlünk vele. Ez mindenképpen szükséges ahhoz, hogy megnöveljük a mozgási energiáját. De ezzel a hozzáadott energiával tömeget is hozzáadunk a gyorsuló járműhöz. A XX. században csak olyan járművek közlekedtek, amelyekre a szükséges energiatöbblet parányi.

De ha ismét gyorsítjuk az anyagot, akkor már a hozzáadott tömeget is gyorsítanunk kell. A jármű ellenállása fokozatosan nő a gyorsítással szemben. A fénysebességhez közeledve mind jelentékenyebbé válik ez a tehetetlenség.

A relativitáselmélet másik fontos alapgondolata az, hogy a tömegvonzás az anyag minden megjelenési formájára egyaránt vonatkozik. Galilei, majd a XX. században Eötvös Loránd kísérletei egyre pontosabban kimutatták, hogy a nehézkedés egyetemes törvényei nem függnek a testek kémiai összetételétől sem. Einstein mindebből arra következtetett, hogy a szabadon eső testek tulajdonképpen erőmentes mozgást végeznek a tér és az idő előre kialakított hepehupáin. Ezeket a hepehupákat is az anyag hozza létre. Így például a földgolyó körül a tér és az idő görbültségre tesz szert. Ez a görbültség a Földhöz képest nyugalomban van és gömbszimmetrikus. A szabadon mozgó testeket – a fényt is – ez a görbültség olyan mozgásra kényszeríti, amelyet szabadesésként észlelünk.

Einstein elméletét alig négy év múltán, 1919-ben már pontos megfigyelésekkel sikerült alátámasztani. A. Eddington expedíciót indított Principe szigetére, hogy megfigyeljék a csillagok fényének elhajlását az elsötétült napkorong peremén egy teljes napfogyatkozás alkalmával. A megfigyelések megegyeztek Einstein jóslatával, amely éppen kétszerese Soldner eredményének.

A relativitáselmélet szellemes matematikai módszert használ a görbült tér és az idő tulajdonságainak matematikai leírásához. Ennek megértéséhez idézzük fel, hogyan mérjük a távolságot a tér két pontja között az euklidészi geometriában. Használjunk derékszögű koordinátákat a három dimenziós térben. Legyenek a p pont koordinátái (x, y, z). Felveszünk egy másik q pontot is az (x+dx, y+dy, z+dz) koordinátákkal. Ha például p és q pont közel van egymáshoz, akkor a dx, dy és dz koordinátakülönbségek kicsinyek. A p és q pont ds távolságát úgy számítjuk ki, hogy derékszögű háromszögeket veszünk fel a térben és ezekre alkalmazzuk a pitagorász-tételt:

$$ds^2 = dx^2 + dz^2 + dz^2. \tag{1}$$

Voltaképpen a koordinátáknak nincsen döntő szerepük a fizikai törvényekben, és választhatunk más koordinátarendszert is a geometriai viszonyok leírásához. Így például a polár koordinátarendszerben a pontnak a kezdőponttól mért r távolságát, az irányvektorának a z tengellyel bezárt θ szögét és a z=0 koordinátasíkban mért φ szöget használjuk:

$$x = r \sin\theta\cos\varphi$$
$$y = r \sin\theta\sin\varphi$$
$$z = r \cos\theta\ .$$

A szomszédos p és q pontok távolságát kifejező pitagorászi képlet polárkoordinátákban így módosul:

$$ds^2 = dr^2 + r^2 (d\theta 2+ \sin 2\theta \, d\varphi^2 \qquad (2).$$

Ennek az összefüggésnek a szerepe a koordinátakülönbségek és a két pont távolsága között a járművek rugózásához hasonlítható. Itt a jármű kerekei felelnek meg a koordinátakülönbségeknek. A kerekek szorosan követik a pálya domborulatait. A kocsiszekrény – amelynek szerepét a ds „ívhosszúságéval” hasonlítjuk össze – viszont zökkenőmentesen halad előre. Ezt az összefüggést az alábbi általános alakban írhatjuk fel:

$$ds^2 = g_{ik} \, dx^i \, dx^k . \qquad (3)$$

Ebben a koordinátakülönbségeket összefoglalóan így jelöljük: $dx^1 = dr$, $dx^2 = d\theta$, $dx^3 = d\varphi$. Köztük és a ds ívhosszúság közt a „rugózást” a g_{ik} együtthatók biztosítják. Itt tehát az i és k indexek értéke 1, 2 és 3 közül választható, és a megismételt indexpárokban Einstein ötlete nyomán összegzést is végrehajtunk.

A relativitáselméletben a három dimenziós tér és a *t* idő egyetlen négy dimenziós világgá egyesül. Ebben az egyesített téridőben, anyag távollétében két szomszédos pont távolsága:

$$ds^2 = c^2 \, dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2.$$

Itt c a fény sebessége. Ismét használhatunk tetszőleges más koordinátákat is, és a „kipárnázást” a koordinátakülönbségek és a ds ívhossz között ismét biztosítják a g_{ik} együtthatók. A téridőben azonban az indexeknek négy különböző értéket tulajdonítunk.

Anyag jelenlétében fellép a téridő görbültsége, és ezért nem lehet olyan koordinátákat találni, amelyekben a ds ívhosszúság a fenti, egyszerű, a sík geometriára jellemző alakot veszi fel. Ebben az általános esetben az ívhosszúságot Einstein gravitációs egyenletei határozzák meg. A gravitációs egyenletek a newtoni mechanika mozgásegyenleteit általánosítják. Azokhoz hasonlóan másodrendű differenciálegyenletek.

Einstein gravitációs egyenletei sokkal nehezebben kezelhetők, mint a newtoni mozgásegyenletek. Mégis úgy alakult a tudomány története, hogy egy év sem telt el az elmélet megalkotása óta, amikor egy német csillagász, Karl Schwarzschild megoldotta az egyenleteket a Földre is vonatkozó gömbszimmetrikus esetben. A testet körülvevő üres térben a megoldás ez az ívhosszúság:

$$ds^2 = (c^2 - \frac{2mG}{r}) \, dt^2 - \frac{dr^2}{1 - \frac{2mG}{c^{2r}}} - r^2 \left(d\theta^2 + \sin^2\theta \, d\varphi^2 \right)$$

Itt m a központi test tömege és G a gravitációs állandó. Ez a kifejezés csak az m tömeget tartalmazó tagokban különbözik a görbületlen téridő ívhosszúságától polár koordinátákban. Ha ezt a téridőt gömb alakú nyugvó test hozza létre, akkor a test belsejében a fenti ívelem nem érvényes. Schwarzschild azonban megtalálta az egyenleteknek a nyugvó test belsejében érvényes megoldását is. Ezek a nagyszerű eredmények alig néhány hónappal azután születtek meg, hogy Schwarzschild visszatért katonai szolgálatából. Az első világháború poklában végzetes betegséget kapott (pemphigust), amiben hamarosan elhunyt.

A Földnél sokkal nagyobb tömegű csillagok nyugodt ragyogását egymással bírkózó fizikai folyamatok egyensúlya biztosítja. A csillag belsejében folyó hőtermelés tartja fenn ott a gáz nyomását. Ha nincs ez a nyomás, akkor a hatalmas anyagtömeg összeroskad a saját gravitációs vonzása folytán. Ez be is következik akkor, amikor a magfúziós folyamatokhoz szükséges elemek elfogynak. Amint a csillag zsugorodik, a fenti, üres térben érvényes ívelem egyre kisebb r értékekre is érvényes lesz. A csillag felszínén egyre nő a gravitációs gyorsulás és a szökési sebesség. Amint a zsugorodásban a sugár eléri az $r_0 = 2\, m\, G/c^2$ határt, a szökési sebesség viszont eléri a fénysebességet. Ez az a pont, ahol a csillag láthatatlanná válik, fekete lyukká alakul.

A fizikusok figyelmét hosszú időn át érdekesebb kérdések kötötték le, mint a fekete lyukak fizikája. Úgy képzelték, hogy a csillagok gömbszimmetrikus összeomlása talán sohasem következik be a természetben. Egyetlen csillag sem egészen pontosan gömbszimmetrikus. Ha másért nem, hát azért, mert a tengelyforgása következtében lapult. Fél évszázad telt el Schwarzschild felfedezései után, amikor a fekete lyukak ismét az érdeklődés középpontjába kerültek.

1962-ben a Texasi Egyetemen az amerikai légierő kutatóközpontot hozott létre, ahová meghívták a relativitáselmélet legtehetségesebb fiatal művelőit. Az itt működő csoport tagjai között volt Roger Penrose és a fiatal új-zélandi Roy Kerr is. Mindketten hozzájárultak a haladáshoz a saját felismeréseikkel. Penrose matematikai tételeket bizonyított be (részben a brit Stephen Hawking együttműködésével), amelyekből kitűnt, hogy a fekete lyukak nemcsak gömbszimmetrikus csillagok összeomlásakor keletkeznek. Ennek nyomán az a kép bontakozott ki ezekről a fizikai folyamatokról, hogy a fekete lyuk minden olyan esetben létrejön, ha a csillag kezdeti tömege meghalad egy bizonyos alsó határt. Ez a határ nagyobb, mint a Nap tömege, de kisebb, mint annak kétszerese.

Kerr megkapta egy kollégája dolgozatát lektorálásra, amely annak bizonyításával foglalkozott, hogy nem léteznek forgó fekete lyukak. Hamarosan hibát talált a bizonyításban. Ekkor (1962-ben) minden más tevékenységet félretéve keresni kezdte a gravitációs egyenletek megoldását erre a forgó esetre. Módszerét a fénynyalábok geometriájának vizsgálatára alapozta. Meg is találta a forgó téridő ívelemét. Ebben az m tömegen kívül a forgás szögsebessége is szabad paraméter. A szögsebesség azonban nem haladhat meg egy bizonyos kritikus értéket, amelyen túl eltűnik a fekete lyuk, és az okság alapvető törvényeit sértő jelenségek lépnek fel. A forgás következtében ez a megoldás nem gömbszimmetrikus, de megőrzi a forgástengely körüli szimmetriát.

A fekete lyukak elmélete jórészt Kerr modelljének tanulmányozásával fejlődött ki. Felfedezését követően Kerr visszatért Új-Zélandba, ahol az egyetem matematikai tanszékét vezette hosszú éveken át. Később Magyarországon is dolgozott egy ideig.

1968-ban W. Israel megfogalmazta azt a sejtést, hogy nincsen más egyensúlyban lévő fekete lyuk, mint amelyet a Kerr-féle ívelem határoz meg. Ez azt jelenti, hogy a fekete lyuk nem vehet fel lényegesen különböző alakokat. Így például nincsenek autógumi alakú fekete lyukak. Israel sejtését csak nehezen, több szakaszban sikerült bebizonyítani. Ezek a bizonyítások bonyolult matematikai azonosságok megtalálására épülnek. A végső lépést 1982-ben tette meg Bunting és Mazur az „unicitástétel” bizonyításában.

Felmerül az a kérdés, hogy miképpen vezethet a változatos felépítésű csillagok összeomlása a mindössze két jellemzővel (tömeg, forgássebesség) megkülönböztethető végső állapothoz. A modellszámítások arra utalnak, hogy az összeomló csillag egyedi jellegzetességei a folyamatot kísérő gravitációs sugárzás útján távoznak el. A létrejövő fekete lyuk nem lesz azonnal a Kerr-ívelem által leírt alakú. Különféle rezgéseket végezhet. Ezeket a rezgéseket is leírják Einstein gravitációs egyenletei. A hangszerek húrjaihoz hasonlóan a rezgő fekete lyuknak is jellemző gravitációs „hangjai” vannak, melyek neve: kvázinormális módus. Ezek idővel csillapodnak.

A fekete lyukak elméleti leírása 1972-re már szinte teljessé vált. Ekkor nemzetközi iskolát rendeztek meg róluk a franciaországi Les Houches-ban, melyen Jacob Bekenstein, Stephen Hawking és e sorok írója is részt vett. Bekenstein azzal a gondolattal állt elő, hogy a fekete lyukaknak – mint minden más testnek is – hőtani tulajdonságai vannak: hőmérsékletük, entrópiájuk, sőt a fekete testre jellemző hőmérsékleti sugárzást is kibocsátanak. Hawking eleinte erősen kételkedett ebben, de egyik délután visszavonult gondolkodni a javaslaton. Másnap azzal lepte meg a kollégáit, hogy utánaszámolt Bekenstein javaslatának, és az helyes. Hawking részletesen kidolgozta a fekete lyukak hősugárzásának elméletét. Azt találta, hogy a fekete lyuk hőmérséklete annál magasabb, minél kisebb a lyuk tömege. A forgás szögsebességétől is függ a hőmérséklet: minél gyorsabb a tengelyforgás, annál alacsonyabb a hőmérséklet. Így nyert hőtani megalapozást az a körülmény, hogy a forgássebesség nem léphet túl egy kritikus értéket. Ez az a forgássebesség, amelyen a lyuk hőmérséklete az abszolút zérus fok. A termodinamika törvényei ismert módon kimondják, hogy az abszolút zérus fokot megközelíteni lehet ugyan, de el nem lehet azt érni.

A fekete lyukak megfigyelése érthető módon igen nehéz feladat. A környezetükben az anyag mozgása alig különbözik a csillagok környezetében tapasztalttól. A különbség inkább abban rejlik, ahogyan a befelé hulló anyag viselkedik. A csillag felszínébe csapódó anyagot más jelenségek kísérik, mint a fekete lyuk határán – az eseményhorizonton – áthaladó anyagot. A csillagászok évtizedek óta küzdenek az egyértelmű megfigyelési anyag összegyűjtésén. Ebben egyre kitűnőbb eszközöket képesek felhasználni. A látható fény tartományában a Hubble űrtávcső több értékes felvételt szolgáltatott a galaktikák közepén feltételezett fekete lyukak környezetéről. A hevesen kavargó anyag gammasugárzást is kibocsát. Ezt számos műholdas berendezés figyeli meg. Közöttük kiemelkedő érzékenységű a NASA Chandra műholdja és az európai űrhivatal XMM műholdja. A megfigyelések olyan finom részletekre is kiterjednek már, mint a relativisztikus forgási hatások a színképvonalak alakjára.

Az elmúlt évben az a javaslat is napvilágot látott, hogy a nagy részecskegyorsítókban az ütközések során fekete lyukakat lehetne találni. Ez a javaslat elnyerte az Egyesült Államokban a Gravity Research Foundation nevű alapítvány első díját.

Perjés Zoltán
Központi Fizikai Kutató Intézet, Budapest

Kozmológia

IX. rész

Az átlagsűrűség

Már a huszadik század elején – a galaxisok távolodásának, a Világegyetem tágulásának felfedezésekor – felmerült a kérdés, vajon a tágulás módja változik-e az idő múlásával. A klasszikus fizika fogalmait használva az egymástól távolodó galaxisoknak nő a helyzeti energiájuk egymás gravitációs terében. Az összenergia megmaradását feltételezve eközben a mozgási energiájuknak – vagyis a tágulás sebességének – viszont csökkennie kell. Hasonlóan ahhoz, ahogyan a feldobott kő helyzeti és mozgási energiája változik felfelé haladás közben. Hogyan lassul a tágulás és megáll-e valamikor? Ez az Univerzumban lévő vonzó anyag mennyiségétől, átlagsűrűségétől függ. Kiszámítható, hogy mekkora az a ρ_k kritikus sűrűség, ami mellett éppen végtelen idő alatt áll le a tágulás (azaz a tágulási sebesség határértéke nulla, amikor az idő tart a végtelen felé). Ennél kisebb sűrűség esetén a galaxisok sebessége végtelen idő alatt sem válna nullává (pozitív marad); ennél nagyobb sűrűség pedig kozmológiai tartamú, de véges idő alatt megállítaná és összehúzódásba fordítaná a tágulást. A kritikus sűrűség értéke kapcsolatban van a Hubble-állandóval: $\rho_k = 3H^2/(8\pi G) = 1{,}88\,h^2 \cdot 10^{-29}$ g/cm^3, ahol G a gravitációs állandó. (A H és h állandók jelentéséről például sorozatunk VIII. részében olvashattunk.)

Itt meg kell jegyeznünk, hogy a kritikus sűrűségnek a fentiekben leírt, kitüntetett szerepe csak a legegyszerűbb kozmológiai modellekben áll fenn. Más modellekben, amelyekben a kozmológiai állandó nem nulla, nem ilyen egyszerű a helyzet, de a Hubble-állandó mért értékéből és az univerzális fizikai állandókból kiszámítható kritikus sűrűség ekkor is segít a modell és a megfigyelések összehasonlításában.

A Világegyetem ρ átlagsűrűségét akkor tudjuk kiszámolni, ha ismerjük az extragalaktikus objektumok térfogat-egységenkénti darabszámát (hány galaxis van mondjuk egy köbmegaparszekben), és van adatunk ezeknek az objektumoknak az átlagos tömegére is. A „darabszámsűrűségről" sorozatunk egy előző részében, a homogenitás fogalmának tárgyalásakor már volt szó. A galaxisok és galaxishalmazok tömegének meghatározására pedig különböző elveken alapuló, jól kidolgozott becslési módszerek állnak rendelkezésre. Ha például egy galaxis színképéből megmérhető tengelyforgásának sebességgörbéje, ebből meghatározható a tömege. Másfelől viszont összefüggés van a galaxisok abszolút összfényessége és tömege között is, és ez statisztikai mennyiségű objektum esetén elfogadható pontosságú átlagtömeg-meghatározást tesz lehetővé. Harmadik eljárás a kettős és többszörös galaxisok és galaxishalmazok esetében alkalmazható, a rendszer egyes tagjainak az egymáshoz viszonyított sebességét mérve, a sebességek ismeretében dinamikai megfontolások alapján megbecsülhető a teljes rendszer tömege.

A kozmológiában a sűrűség helyett egy dimenzió nélküli mennyiséget, az ómegát szokás használni, ami azt adja meg, hogy a tényleges sűrűség hogyan arányul a kritikus sűrűséghez: $\Omega = \rho / \rho_k$. Az átlagsűrűség ómegával kifejezve: $\rho = 1{,}88 \cdot 10^{-29} h^2 \Omega$ g/cm^3.

Az Univerzum átlagsűrűségére számos módszerrel rengeteg becslést végeztek már. Ezeket összefoglalva elmondhatjuk, hogy az elektromágneses spektrum teljes tartományában sugárzó („világító") anyag átlagsűrűsége nagyjából $\approx 2 \cdot 10^{-31}$ g/cm^3, vagyis $\Omega_v \approx 0{,}02$. A v index arra utal, hogy itt kizárólag a világító anyagról van szó.

Számos megfigyelés utal azonban arra, hogy a világító anyag mellett jelentős mennyiségű sötét (tehát semmiféle elektromágneses hullámot ki nem bocsátó) anyag is van a galaxisok belsejében, illetve a galaxishalmazok galaxisai közötti térben.

Ez a sötét anyag csakis a gravitációs hatásai alapján vehető észre (pl. a galaxisok forgásából, galaxishalmazok tagjainak mozgásából számolt tömeg sokkal nagyobb, mint a fénykibocsátásuk alapján megállapítható tömeg). A legújabb vizsgálatok azt mutatják, hogy ennek a sötét anyagnak a tömege akár hússzor nagyobb lehet, mint a világító anyagé. A sötét anyag mibenlétére egyelőre inkább feltevések vannak, mint megfigyelések. Lehetséges alkotórészeiként szóba kerülhetnek a barna törpecsillagok, neutroncsillagok, fekete lyukak és a neutrínók, de léteznek egészen különleges elképzelések is. A legfrissebb megfigyelési eredmények szerint (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe, 2003) az Univerzumot alkotó anyagformák részaránya:

- 4,4 ± 0,4% közönséges barionos anyag (azaz atomokból álló anyag);
- 23 ± 0,4% nembarionos sötét anyag (valószínűleg többnyire a fizikusok számára még ismeretlen részecskék). Ez lenne a hideg sötét anyag.
- 73 ± 0,4% „sötét energia" (amelynek mibenlétéről még senkinek sincs még elképzelése sem).

Összefoglalásként megállapítható, hogy az Univerzum anyagának mintegy 95%-a sötét, és csak a többi világít. Ennek alapján $\Omega_ö \approx 0{,}3$. Az ö index azt jelzi, hogy itt az összes anyagot figyelembe vesszük.

A részecskefizikusok az atommagokat alkotó protont és neutront – sok más egzotikus elemi részecskével együtt – barionnak* nevezik. A túlnyomórészt protonokból és neutronokból álló anyagra a továbbiakban barionos vagy nemrelativisztikus anyag elnevezést fogjuk használni. Az utóbbi elnevezés arra utal, hogy a Világegyetem történetének általunk vizsgált korszakában a barionok hőmozgásból adódó sebessége jelentősen kisebb a fénysebességnél, ezért mozgásuk leírására a nemrelativisztikus fizikát lehet alkalmazni. Az Univerzum legkorábbi, rendkívül magas hőmérsékletű korszakaiban persze a barionok is a fénysebességgel összemérhető relativisztikus sebességgel mozogtak, és akkor a barionos anyag is relativisztikus volt. A későbbi korokban – és jelenleg is – a relativisztikus anyag egyetlen ismert képviselője a fotonokból álló kozmikus háttérsugárzás, hiszen a fotonok mindig fénysebességgel mozognak.

A proton és a neutron tömegének első három számjegye megyegyezik: $1{,}67\cdot10^{-24}$g, az elektron tömege pedig ilyen pontosság mellett elhanyagolható. Ennek alapján az átlagsűrűségből kiszámolható, hogy a világító anyagot egyenletesen szétosztva a térben nagyjából tíz köbméterben lenne egy barion. Ha a sötét anyag is nagyrészt hidrogén volna, akkor a részecskesűrűség egy nagyságrenddel nagyobb lenne. Az átlagos barionsűrűség Ω_B és h segítségével is felírható: $n_B = 1{,}1\cdot10^{-5}\Omega_B h^2\ \mathrm{cm}^{-3}$. A B index a barionokra utal.

Az ómegára kapott érték azonban két okból is bizonytalan. Egyrészt azért, mert nagy a mérési hibája azoknak a megfigyelési módszereknek, amelyeket az átlagsűrűség meghatározására használnak. Másrészt azért, mert az ómega (a h-n keresztül) a Hubble-állandótól is függ, amit szintén elég nagy hibával ismerünk. Az ebből eredő bizonytalanság $h^2 \in (0{,}25; 0{,}60)$ miatt egy kettes szorzó is lehet, ezért $\Omega_ö h^2 \in (0{,}1; 0{,}2)$. A megfigyelések szerint az $\Omega_ö = 1$ érték még nem zárható ki teljesen, de nagyon valószínűtlen.

A mérések szerint elmondható tehát, hogy az Univerzum átlagsűrűsége kisebb a kritikusnál, számértéke $\approx 3\cdot10^{-30}\mathrm{g/cm}^3$, de ebből csak kevesebb, mint 5% a világító anyag.

A kozmológiai állandó

Amikor Einstein – általános relativitáselméletét kidolgozva – megvizsgálta a gravitációs alapegyenletek lehetséges megoldásait, arra a megállapításra jutott, hogy ezek között nincs ott a korábban elfogadott csillagászati világképnek megfelelő, statikus, időben és térben állandó sűrűségű Világegyetem. Abban az időben még nem gondolták, hogy a Világegyetem egészében változik (ez a gondolat csak a vöröseltolódás felfedezése után vált ismertté), ezért Einstein a statikus megoldás elérésére beírt a gravitációs hatást megadó egyenletbe egy olyan állandót, ami általános taszítóerőt eredményez. Ez a kozmológiai állandó, a Λ, amit szokásos betűjele alapján a lambda néven is emlegetnek (nem tévesztendő össze a Hubble-állandóval). A kozmológiai állandóval megadott taszítóerőnek éppen ki kellett volna egyenlítenie a galaxisok között ható vonzóerőt, hogy azok egy helyben maradjanak. Az új állandóhoz persze semmiféle fizikai képet, létező forrást, okot nem lehetett kapcsolni. Az igazi gondot azonban nem ez okozta, hanem az, hogy az így kapott megoldások instabilak vol-

* A barionok az elemi részecskék egyik családját alkotják, három kvarkból vagy három antikvarkból állnak. Legismertebb és (közönséges körülmények között) legstabilabb képviselőik a proton és neutron. Az elemi részecskéket a részecskefizika kezdetén tömegük szerint csoportosították: *foton, leptonok, mezonok, barionok*. Az elnevezések a görög *fény, könnyű, közepes* és *nehéz* szavakból származnak. Az atommagokat is összetartó erős kölcsönhatásban ezek közül csak a mezonok és a barionok vesznek részt, ezeket együtt *hadronoknak* nevezik. A leptonok közé tartozik a neutrínó, a müon, az elektron és a pozitron.

tak. Ha a gravitáció és kozmológiai állandó kényes egyensúlyát valami helyi zavar felborítja, az egész modell-világegyetem összeomlik vagy szétrepül. Az Univerzum tágulásának felfedezése után Einstein a lambda bevezetését élete legnagyobb tévedésének nevezte.

Voltak azonban, akik továbbra is kutatták a kozmológiai állandót tartalmazó megoldásokat és modelleket. A kérdés tehát már vagy nyolc évtized óta kísért, és a tudomány éppen a legutóbbi években jutott el oda, hogy a lambda értékét már csillagászati megfigyelésekből is meg lehet becsülni.

Bármekkorának feltételezzük a kozmológiai állandó értékét, megadhatunk hozzá egy olyan elméleti tömegsűrűséget, amely pontosan ellensúlyozná a lambda taszító hatását. (Negatív lambda esetén persze a taszító gravitációs hatású képzeletbeli anyagot kell számításba venni.) Ehhez a képzeletbeli sűrűséghez pedig ugyanúgy kiszámítható az $\Omega_\Lambda = \Lambda c^2/(3H^2)$ relatív sűrűségérték, mint a Világegyetemben található „valódi" anyag sűrűségéhez.

Ha a kozmológiai állandó nem nulla, akkor csak igen nagy távolságokon játszhat kimutatható szerepet. Az eddigi megfigyeléseket összefoglalva elmondható, hogy ez a távolság nem lehet lényegesen kisebb az 1 000 Mpc nagyságrendnél. Másként mondva kizárható, hogy $|\Omega_\Lambda| \gg 1$. A lambda meghatározásához azt kell megvizsgálni, hogy a nagyon távoli galaxisok távolodása ugyanazt a szabályt követi-e, mint a közelebbieké. Erre viszont olyan távolságmérési módszer kell, amelynek a pontosságát nem rontják fejlődési hatások. A csillagfejlődési modellből arra a következtetésre lehet jutni, hogy az Ia típusú szupernóva-robbanás során felszabaduló energia – és így a szupernóva abszolút fényessége – jól meghatározható érték. Ez a fényesség az évmilliárdokkal ezelőtti galaxisokban is ugyanannyi volt, mint ma, tehát az erre alapozott távolságmérés nagy távolságokig megbízható. Eddig mintegy negyven Ia típusú szupernóvára végezték el a mérést, és az eredmények $\Omega_\Lambda \approx 0{,}7$ értéket valószínűsítenek, de a becslés hibahatára elég nagy.

Az utóbbi években egyre több űrkutatási program részfeladataként szerepelt a kozmológiai állandó értékének minél pontosabb meghatározása.

A lambda ma már nem csak a kozmológusok számára érdekes állandó. Az elméleti fizikusok napjainkban a kozmológiai állandót a vákuum energiasűrűségének jellemzésére is használják és vele kapcsolatban igen érdekes kutatásokat végeznek.

Szenkovits Ferenc

tudománytörténet

Kémiatörténeti évfordulók

2003. június – augusztus

320 éve, 1683. július 11-én a mai Lengyelország területén született a német Caspar NEUMANN. Németországban, Hollandiában és Angliában tanult. A porosz király udvari gyógyszerésze volt, majd a Berlini Orvosi Collegium tanára. A bizmutról kimutatta, hogy az kémiai elem, leírta a cink tulajdonságait, tanulmányozta a kalomelt, kámfort, ópiumot, alkoholt. 1737-ben halt meg.

290 éve, 1713. augusztus 11-én Németországban született Christlieb Ehregott GELLERT. Németországi egyetemeken tanult, majd Szentpéterváron tanított egyidőben a híres matematikussal, Eulerrel. Németországba visszatérve a szaxon bányák és öntödék főfelügyelője volt, s a bányászati akadémián tanított. Tökéletesítette a bányászati eszközöket és olvasztókemencéket. Tapasztalatai alapján állította, hogy bármilyen föld megolvasztható, hogy a keverékek olvadáspontja alacsonyabb, mint az összetevőiké. A nemesfémek kivonására amalgámozási eljárást dolgozott ki (hideg eljárás). Vizsgálta a kapillaritás jelenségét. *Metallurgiai kémia alapjai* címen könyvet írt. 1795-ben halt meg.

260 éve, 1743. augusztus 26-án Párizsban született Antoine Laurent LAVOISIER, a modern kémia egyik megteremtője. Megfogalmazta a kémiai elem fogalmát, bebizonyította, hogy az oxigén és nitrogén elemek. Mennyiségi eljárásokat vezetett be a kémiai gyakorlatba. Elutasította a flogisztonelméletet, s kísérleti eredményei alapján megfogalmazta a *tömegmegmaradás elvét* (1777). Tanulmányozta a levegő összetételét és az égési folyamatokat. Bebizonyította az oxigén szerepét az égésben, az oxigén elnevezése is tőle származik (1778). Tanulmányozta és kísérletekkel igazolta az oxigén szükségességét a növények és állatok légzésében. Meghatározta a víz elemi összetételét (izzó vason vízgőzt vezetve át). Hidrogént állított elő, s nevet adott neki, amelyet máig használunk. Tudós társaival osztályozta az anyagokat: savakra (nemfémek oxigénnel alkotott vegyületeit), bázisokra (fémek oxigénnel alkotott vegyületei) és sókra (savak és bázisok vegyülése során keletkezők). Kidolgozták az első racionális kémiai nevezéktant. Először végzett kalorimetriás mérést kémiai reakció követésére. Laplace-al fajhő-, égéshő- és latenshő meghatározásokat végzett, felállítva a később róluk elnevezett *Lavoisier-Laplace törvényt*, amely szerint egy vegyület elemeire való bontásához szükséges hőmennyiség egyenlő az elemeiből való képződése során felszabaduló hőmennyiséggel (1783). 1794-ben a francia polgári forradalom alatt köztisztviselői múltjáért kivégezték.

245 éve, 1758. július 25-én a Maros megyei Köszvényesen született NYULAS Ferenc. Kolozsváron tanult, majd Bécsben az orvosi akadémián képezte magát, orvosi tanulmányait Pesten fejezte be, ahol Winterl Jakab hatására a kémia gyakorló szerelmese lett. 1788-ban Szamosújváron Doboka megye főorvosaként, majd magánorvosként tevékenykedett. Ez idő alatt a radnai gyógyvízforrásokat vizsgálta, miközben megírta és kiadta háromkötetes magyarnyelvű könyvét *Az Erdély országi orvos vizeknek bontásáról közönségesen* címen. Ezt tekinthetjük az első kémia tárgyú magyarnyelvű műnek. Az első kötetben tárgyalja az ásványvizekben előforduló anyagokat, az elemzésükhöz szükséges eszközöket és kémszereket. Vizsgálatai során sokféle módszert alkalmazott: gázanalízist, száraz és nedves úton történő minőségi és mennyiségi módszereket. Jelentős, hogy vízelemző eszközeinek rajzát is közölte. Egyéni vizsgálatainak részletes leírása bizonyítja, hogy nagyon pontosan dolgozó analitikus volt (a radnai gyógyvizeknek 1954-ben Marosvásárhelyen modern eszközökkel megismételt elemzése jelentős egyezést mutatott Nyulas eredményeivel). Különös jelentőségű, hogy mangánt tudott kimutatni a radna-vidéki gyógyvízben (először észlelve, hogy a mangán ásványvizekben is előfordul). A harmadik kötet a *Radna vidéki vasas borvizeknek erejéről, hasznáról és vélek élésnek módjáról* szól. 1804-től Kolozs megye fizikusi állását töltötte be, majd Erdély főorvosa lett (1806). Szabadidejében folytatta ásványvíz vizsgálatait (Jegenye, Borszék). 1808-ban halt meg.

220 éve, 1783. június 19-én Németországban született Friedrich W. A. SERTÜRNER. 1804-ben felfedezte, hogy az ópium fő alkotórésze a morfium. Ezt elkülönítette, s bizonyította bázikus jellegét. A morfiumhoz hasonló nitrogéntartalmú bázisokra bevezette az alkaloida fogalmát. Felfedezte a kénessavat. 1841-ben halt meg.

215 éve, 1788. augusztus 2-án Göttingában született Leopold GMELIN. Tanulmányozta az emésztés kémiáját. Eljárást dolgozott ki az epesavak kimutatására (ma Gmelin-próbának nevezik). F. Tiedemannal számos szerves anyagot fedezett fel. Ő vezette be az észter és keton elnevezéseket. Felfedezte a kálium-ferro-cianidot (Gmelin sónak is nevezik), először írta le a lítium-sók lángfestését. Elméleti kémia könyvet írt, melyet életében is bővítve újra kiadtak, s azóta is *Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie* címen, bővítve újra kiadják, mint a szervetlen kémia legjelentősebb referencia-művét. 1853-ban halt meg.

190 éve, 1813. augusztus 21-én Belgiumban született Jeon Servais STAS. Dumas munkatársa volt. Nagyon pontos atomtömeg meghatározásokat végzett 12 elemre. Az oxigén tömegének 1/16-át javasolta atomtömegegységnek. Módszert dolgozott ki a mérgező alkaloidák kimutatására, tanulmányozta a nikotint. 1891-ben halt meg.

185 éve, 1818. augusztus 8-án Zürichben született Matthias E. SCHWEIZER. Szülővárosában tanult, majd tanított. Szervetlen analitikával és szerves kémiával foglalkozott. 1857-ben felfedezte a róla elnevezett reageagenst, mellyel megoldhatóvá vált a műselyem előállítása.

170 éve, 1833. június 29-én Norvégiában született Peter WAAGE. Oszlóban tanult, majd tanított. C.M. Guldberggel megfogalmazta a kémiai egyensúlyok alaptörvényét, a *tömeghatás törvényét*. 1900-ban halt meg.

160 éve, 1843. június 3-án Szentpéterváron született Kliment Arkadievics TIMIRJAZEV. Kirchhoff, Helmholtz és Bunzen tanítványa volt. A növények fotoszintézisét tanulmányozta, s megállapította a klorofill elsőrendű szerepét a napsugárzás elnyelésében és kémiai energiává való alakításában. 1920-ban halt meg.

150 éve, 1853. július 4-én Németországban született Ernst Otto BECKMANN. Lipcsében tanult, majd különböző németországi egyetemeken tanított. Jelentősebbek szerves kémiai kutatásai (pl. ketoximok átrendeződése amidokká savas közegben, számos szerves anyagot szintetizált, vizsgálta a furfurol alkalmazhatóságát gyanták előállítására). Jelentős az általa szerkesztett hőmérő (Beckmann hőmérő), amellyel nagypontosságú kalorimetriás és ebuloszkópiás mérések végezhetők. 1923-ban halt meg.

140 éve, 1863. július 26-án Litvániában született Paul WALDEN német kémikus. Vizsgálva az optikailag aktív molekulákat, felfedezte azok konfigurációinverzióját (ma Walden-féle átrendeződésnek nevezzük). Tanulmányozta a vizes és nemvizes oldatok elektromos vezetőképességét. A *nemvizes oldatok elektrokémiája* címen könyvet írt. Kémiatörténettel is foglalkozott. 1957-ben halt meg.

115 éve, 1888. július 22-én Ukrajnában született Selman Abraham WAKSMAN, aki 1910-től Amerikában élt. A New Yersey-i egyetemen és mikrobiológiai intézetben tanított. A talaj mikrobiológiájával foglalkozott, különösen a baktériumok szerepét követve a szerves anyagok lebontásában. Több antibiotikumot izolált és fedezett fel (aktinomicin, sztreptomicin, neomicin, kondicidin, eritromicin). Az antibiotikum elnevezés is tőle származik, 1952-ben orvosi Nobel-díjat kapott. 1973-ban halt meg.

100 éve, 1903. június 22-én Londonban született Harry Julius EMELÉUS. Németországi és amerikai egyetemeken tanult, majd Cambridgeban tanított. A kísérleti szervetlenkémia terén ért el jelentős eredményeket. Új szilícium és fluor-vegyületeket állított elő, tanulmányozta a halogének egymással alkotott vegyületeit, ezek savait és a megfelelő sókat, mint a BrF_2SbF_6, $KBrF_4$, IF_4SbF_6, KIF_6. A szén-fluoridok közül is sok újat szintetizált: CF_3I, CF_3HgI. Fotokémiával, fluoreszcenciával is foglalkozott. 1993-ban halt meg.

1903. július 6-án Svédországban született Axel Hugo T. THEORELL. Stokholmban tanult, majd az uppsalai egyetemen és a stockholmi Nobel Orvostudományi Intézetben tanított. Enzimkutatással foglalkozott. Tisztázta a sejtlégzés folyamatában jelentős enzimek természetét, hatásmechanizmusát. Tisztított, kristályos állapotban előállította a sárga légző enzimet, s felbontotta fehérjére és koenzimre (1934). Az alkoholok dehidrogénezésével is foglalkozott. 1955-ben orvosi Nobel-díjat kapott. 1982-ben halt meg.

1903. augusztus 28-án született Bécsben Cornel I. BODEA. Berlinben és Charlottenburgban tanult, majd a kolozsvári Mezőgazdasági Akadémián tanított 1941 és

1970 között. 1962-től a Román Akadémia levelező tagja. A karotinoidokat és fenotiazinokat tanulmányozta. A cellulóz és a keményítő biokémiai lebontásáról közölt tanulmányokat. Több kézikönyvet írt. 1985-ben halt meg.

M. E.

tudod-e?

A számítástechnika története a XX. században

1. Analóg számítógépek

A XX. század elején analóg számítógépeket kezdtek építeni olyan problémák megoldására, amelyeket másképp nem tudtak megoldani.

1910-ben *Josef* Nowak az ötismeretlenes lineáris egyenletrendszer megoldására készített számítógépet.

1914-ben *Udo Knorr* a vasúti menetrendek elkészítésére alkotta meg a *diagráfot.* Az eszközt az 1970-es évekig használták.

1930-ban *Vannevar Bush* (1890-1974) és kollégái a *Massachusettes Institute of Technology*-nél (MIT) elkészítették a *differenciálanalizátor* nevű készüléket, amely egyszerű differenciálegyenleteket volt képes megoldani.

2. Elektromechanikus számítógépek

1911-ben megjelennek a *totalizátorok*. Ezeket a fix programozású, számkijelzős elektromechanikus gépeket leginkább a kutya- és lóversenyek fogadási esélyeinek kiszámítására használták.

1914-ben *Leonardo Torres y Quevedo* (1852-1936) bevezette a lebegőpontos számábrázolást. Egyedi célokra olyan programvezérlésű számológépeket épített, amelyeknek kimeneti egysége az írógép volt. Egy ilyen gép például ki tudta számolni két komplex szám szorzatát. Torrestől származnak a programozási nyelvek első kezdeményezései is.

1936-ban *Alan M. Turing* (1912-1954) az *On Computable Numbers* című művében leírta egy olyan számítógép matematikai modelljét, amely bármilyen véges matematikai és logikai problémát meg tud oldani. A Turing-gép néven ismert eszköz fontos volt a digitális számítógépek kifejlődésében. Turing használta először a *„to compute"* (kiszámítani) kifejezést, amiből a *computer* (számítógép) elnevezés is ered.

1936. és 1938. között *Konrad Zuse Z1* néven olyan szabadon programozható számítógépet épített, amely a kettes számrendszert használta, lebegőpontos számokkal dolgozott, az adatbevitelre billentyűzet szolgált, az adatkivitel pedig egy fénymátrix segítségével történt. A telefonrelékből készült gép 24 bites szavakkal dolgozott, a memóriája 16 adat tárolását tette lehetővé. A *Z2*-es modell már lyukfilmes adatbeviteli egységet tartalmazott. A gépet programok vezérelték. A *Z4*-es modell 1950-től a zürichi Műszaki Főiskolán működött, mint Európa egyetlen számítógépe, majd a müncheni Deutshes Museumba került. Zuse részt vett a *Siemens* cég megalapításában.

1937-ben *George Stibitz* a Bell Telephone Laboratory-nél megépítette a *Complex Number Calculator* nevű gépét.

1939. és 1944. között készítették el a Harvard egyetemen, az IBM támogatásával, *Howard Aiken* vezetésével az első teljesen automatikus általános célú digitális számítógépet. A 15 m hosszú és 2,4 m magas gép fixpontos számokkal dolgozott (10 számjegy a tizedesvessző előtt, 13 számjegy pedig utána), relékből épült fel, 3 304 db kétállású kapcsolót tartalmazott, összesen kb. 760 000 alkatrészből állt és 800 km huzalt használtak fel hozzá. Ez volt a *Mark I.*, vagy más néven *Automatic Sequence Controlled Calculator* (ASCC). Az 1948-ban megjelent *Mark II.* már lebegőpontos számokkal is tudott dolgozni.

1943-ban *Claude Shannon* felfedezi az elektromos kapcsolások és a logika kapcsolatát. Az információelmélet atyjának elképzelése szerint ha egy áramkörben egy kapcsoló zárt állása az igaz logikai értéket jelképezi, a nyitott állása pedig a hamis értéket, akkor két kapcsoló soros kapcsolása az ÉS (AND) műveletet valósítja meg, párhuzamos kapcsolása pedig a VAGY (OR) műveletet. Ezzel az áramkörök elméletének alapjait és a digitális számítógépek áramköreinek tervezését alkotta meg.

3. Az első generációs elektronikus számítógépek

A szobaméretű első generációs számítógépek (1946-1955) elektroncsöveket használtak aktív áramkörökként, 300 szorzás/s sebességgel működtek, az adatbevitel lyukkártyáról vagy lyukszalagról történt, az eredményeket pedig lyukkártya vagy nyomtatott lista formájában jelentette meg. A kötegelt feldolgozást követő gépet gépi kód vagy assembly szinten lehetett programozni kapcsolók beállításával. A hardver többnyire fixpontos aritmetikával dolgozott, mágnesszalag vagy mágnesdob háttértárolókat használva.

1904-ben találták fel az elektroncsövet, azonban csak az 1940-es évektől használták őket számítógépek készítésére.

1939-ben *John Atanasoff* és *Clifford Berry* (1918-1963) az *Iowa State College-ban* megépítette egy elektronikus gép prototípusát (Atanasoff-Berry Computer, ABC). Ezt a számítógépet lineáris egyenletrendszerek megoldására használták és nem vált ismertté. Mivel majdnem egyidőben jelentek meg, vita folyt arról, hogy az ABC vagy az ENIAC tekinthető-e Amerikában az első kizárólag elektronikus elemekkel működő számítógépnek. 1973. október 19-én úgy döntött a bíróság, hogy az ABC-t illeti meg ez a cím.

A második világháború ideje alatt, *Neumann János* (1903-1957) magyar származású matematikus elgondolása alapján kezdte el *John Presper Mauchly* és *John William Eckert* az ENIAC (*Electronic Numerical Integrator And Computer*) tervezését katonai célokra.

1943 decemberére készült el Európában, Angliában a Colossus nevű, első teljesen elektronikus, digitális számítógép. Ezt a gépet használta sikeresen Turing a németek ENIGMA nevű rejtjeleinek megfejtésére.

1946-ban Neumann János kidolgozta a korszerű számítógépek megépítésének alapelveit, és ezáltal kezdetét vette az első generáció. Neumann ekkor kezdett hozzá csapatával a princetoni *Institut for Advanced Studies* intézetben az IAS számítógép megépítéséhez. Ezt a gépet, amely már véletlen hozzáférésű memóriát (*RAM – Random Access Memory*) használt, tekintik az összes későbbi általános célú számítógép prototípusának.

1948-ban készült el ugyancsak Mauchly és Eckert vezetésével az ENIAC utóda, az EDVAC (*Electronic Discrete Variable Automatic Calculator*), mely teljes egészében Neumann elveire épült. Ez volt az első tárolt programú számítógép, az utasításokat és az adatokat a memóriában tárolta. Üzembehelyezését azonban néhány hónappal megelőzte az EDSAC (*Electronic Delay Storage Automatic Calculator*) Neumann-elvű gép a cambridge-i egyetemen, így a valóságban ez lett az első tárolt programú gép.

Az első, kereskedelmi forgalomban is kapható, sorozatban gyártott univerzális számítógép a *Remington Rand* nevű cég UNIVAC I.-ese (*UNIVersal Automatic Calculator*) volt.

Forradalmi ugrás volt az, hogy a számok mellett már szöveges információt is tudott kezelni. Ezt a gépet is John Presper Eckert és John Mauchly tervezte.

Az UNIVAC

1950-ben jelenik meg a képernyő.

1952-ben készül el Moszkvában a MESM és BESZM, az első két szovjet számítógép. Ezeket követte 1953-ban a Sztrela.

1952-ben jelenik meg az első tárolt programú IBM-számítógép, az IBM-701.

1955 februárjában kezdi az IBM szállítani első kimondottan üzleti számítógépét, az IBM 752-t, és az IBM NORC-kal ekkor érik el az elektroncsöves számítógépek a legnagyobb fejlettségüket.

4. A második generációs elektronikus számítógépek

A második generációs számítógépeknél (1955-1963) tranzisztorok képezték az aktív áramköröket. A gépek sebessége elérte a 200 000 szorzást másodpercenként és jelentősen lecsökkent a gépek mérete is. Az operatív tárat a ferritgyűrű képezte, a háttértárat pedig a mágneses szalag. Ekkor jelenik meg a mágneslemez is. Az adatbevitelt lyukkártyák és mágneses szalagok biztosították, az eredmények megjelenését pedig a lyukkártyák és a nyomtatott listák. Megjelenik a lebegőpontos aritmetika, a távvezérlés és távadatátvitel, megjelennek a magasszintű programozási nyelvek.

1947-ben *William Shockley* fedezte fel a tranzisztort a *Bell Laboratóriumban*, és ezért 1956-ban Nobel-díjat is kapott.

Az 1950-es évek végén megtörtént a tranzisztor tömeges alkalmazása számítógépekben. A tranzisztorokkal ugyanis kisebb, gyorsabb és megbízhatóbb logikai áramköröket lehetett készíteni, mint az elektroncsövekkel.

1953-ban megjelenik a MIT gondozásában a TX-0.

1955-ben *Jay W. Forrester* a MIT-nél kidolgozza a ferritgyűrűs memóriát.

1954-1957 között dolgozza ki *John Backus* a FORTRAN nyelvet.

Ebben az időszakban építették az első szuperszámítógépet, az UNIVAC-ot.

1957-ben megalakul a *Control Data Corporation* (CDC).

1958-ban elkészül az ALGOL programozási nyelv definíciójának első változata.

1959-ben készíti el a *Radio Corporation of America* az RCA 501-es számítógépet.

1960-ban publikálják a COBOL nyelv első változatát.

1961-ben a manchesteri egyetemen üzembe helyezték az ATLAS számítógépet, az első igazi operációs rendszerrel rendelkező gépet.

1963-ban megjelenik az új címzési megoldás, a verem (stack), melynek használatával bizonyos aritmetikai feladatok programozása leegyszerűsödött és a végrehajtása is felgyorsult. Nagy előnyt jelentett az alprogram-hívások és a rekurzív hívások során a paraméterátadások egyszerűsödése.

5. A harmadik generációs elektronikus számítógépek

A harmadik generációs számítógépeket (1963-1973) már a 2 millió szorzás/s sebesség és a nagyobb asztalnyi méret jellemezték. Az aktív áramkörök tulajdonképpen integrált áramkörök voltak (SSI, MSI), az operatív tár a ferritgyűrű. A háttértárokat mágneses lemezek és szalagok képezték, az adatbevitel billentyűzetről történt és a nyomtatott lista mellett megjelent a képernyő is. Megjelenik a virtuális memória, a cache, az időkiosztás, a pipeline. Operációs rendszerek, magasszintű programozási nyelvek és kész alkalmazások jelentették a szoftvert és a távadatátvitel is általánossá válik.

1958-ban találta fel *Jack S. Kilby* (*Texas Instrumentst)* és *Robert Noyce* (*Fairchild Semiconductor)* az integrált áramkört (IC).

1963 novemberében megjelent a PDP-1-es első kereskedelmi forgalomban kapható miniszámítógép.

1964-ben megjelent a CDC Model 6600 szuperszámítógép.

1965-ben elkészült az IBM System/360-as, a korszak legnagyobb hatású számítógépe. Itt vált szét először számlázáskor a hardver és a szoftver, ami jelentősen megnövelte a szoftver értékét és fontosságát. A hardvert és a szoftvert egymástól külön is lehetett forgalmazni. Ezzel a gépcsaláddal terjedt el igazán a mikroprogramozás, habár ötletét *Maurice V. Wilkes* még 1951-ben felvetette, és több első és második generációs számítógépnél is alkalmazták. Mikroprogramozott gépeknél a processzor által végrehajtandó egy gépi kódú utasítást nem közvetlenül, egy lépésben dolgozza fel a CPU. Ehelyett úgynevezett mikroutasítások egy sorozatát, egy mikroprogramot olvas be egy speciális tárolóból, és ennek utasításait értelmezi és hajtja végre közvetlenül a hardver. A mikroprogramtár kicserélésével egész egyszerűen megváltozik a gép utasításkészlete. Így az is megvalósítható, hogy egy másik gép gépi kódját közvetlenül végrehajtsa, emulálja a másik gép működését.

1969-ben megjelent a CDC 7600-as, majd útjára indul a CYBER sorozat.

1970-ben jelenik meg az IBM System/370-es gépcsalád.

6. A negyedik generációs elektronikus számítógépek

A negyedik generációs számítógépek időszaka 1973-ban kezdődött, és napjainkban is tart. Az LSI és VLSI integrált áramkörökön alapuló technológia segítségével a sebesség 20 millió szorzás fölé emelkedett másodpercenként. Az operatív tárat félvezetők képezik, a háttértárat mágneslemezek, floppyk, CD-k és DVD-k. Az adatbevitel billentyűzetről történik, de az egér, a szkenner is fontos eszközzé vált. Az eredmények képernyőn, nyomtatott listák formájában, de már hangszórón is megjelenhetnek. Az írógép nagyságú mikroszámítógépeknél megjelenik az osztott rendszerek fogalma, a szoftvert pedig magasszintű, grafikus felülettel is ellátott operációs rendszerek, negyedik generációs programozási nyelvek, szövegszerkesztők, mérnöki CAD programok, adatbáziskezelők és PC-s programcsomagok képezik. A mikroprocesszor megjelenésével megjelenik a személyi számítógép fogalma.

1970-ben *Niklaus Wirth* megalkotja a PASCAL programozási nyelvet.

1971-ben *Ted Hoff*, a Stanford University mérnöke megtervezi a mikroprocesszort, egyetlen IC-ben megvalósítva. 1972-ben elsőként jelenik meg az IBM 370-es család néhány tagja teljesen félvezetős memóriával.

1972-ben megjelennek az első tudományos célú zsebszámológépek.

1973-ban az R2E nevű francia cég bemutatja az első mikroszámítógépet, a MICRAL-t.

1973-ban jelent meg a 8 bites Intel 8080-as mikropocesszor.

1974-ben megjelenik az első személyi számítógép, az Altair 8800.

1975. január 2. *Bill Gates* és *Paul Allan* publikálják a BASIC programozási nyelvet, az első PC-re írt programozási nyelvet, amely kezdetben operációs rendszeri teendőket is ellátott (pl. COMODORE 64, HC 85 stb. személyi számítógépeken).

1976-ban üzembe helyezik az első Cray-1 szuperszámítógépet.

1977-ben megjelennek a Tandy és az Apple számítógépek.

1981-ben jelenik meg az IBM PC, amelynek leszármazottai mai életünk meghatározó elemei.

Az 1980-as évek közepén a következő számítógép-kategóriák voltak jellemzőek:

Szuperszámítógép: CYBER és a Cray.

Nagyszámítógép (mainframe): nagy cégeknél ezek végzik az adatfeldolgozás zömét.

Miniszámítógép: kisebbek, lassabbak és olcsóbbak a nagygépeknél.

Mikroszámítógép: mikroprocesszort használ. Hordozható formája is megjelenik (Laptop, Notebook).

A Cray-1 számítógép modulja

1992-ben a számítógépgyártás lett a világ leggyorsabban fejlődő iparága.

1994-ben a világon mintegy 120 millió IBM-kompatibilis személyi számítógépet használtak.

7. Az ötödik generációs elektronikus számítógépek

Az ötödik generációs gépek napjaink forradalmi vívmányai. Alternatív irányzatot követnek, amelyben a hangsúly a mesterséges intelligencián, természetes nyelvek, kézírások felismerésén, teljesen emberközeli kommunikáción van.

A Japánban 1981-ben elindított kutatást 1993-ban zárták le, és sikeres eredményeként megszületett az a technológia, amelynek segítségével a tudásalapú információfeldolgozást meg lehet valósítani. Az intelligens számítógép lelkét a párhuzamos következtető gépek alkotják. Így a számítógép képes lett látni, hallani, beszélni, gondolkodni, asszociálni, dönteni, tanulni és következtetéseket levonni. A kezdetben Prolog, később KL1 programozási környezet alapú párhuzamos gépek másodpercenként közel egymilliárd logikai következtetést tudnak levonni, tudásuk több tízezer következtetési szabályt és több százmillió objektumot foglal magába.

Kovács Lehel

kísérlet, labor

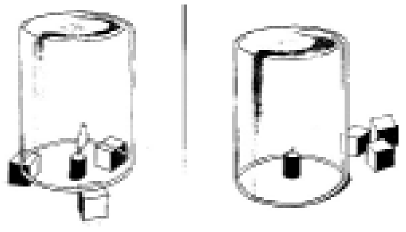
Kísérletezzünk

Az égés tanulmányozása

1. Kísérlet

Kellékek: három henger alakú üvegedény, kis gyertya, három darab kis fahasáb, időmérésre alkalmas, másodperceket is mérő, óra.

Az égő gyertyát helyezd a fahasábok, vagy gyufásdobozok közé (lásd az ábrán). Az üvegedényt állítsd a gyertya fölé.

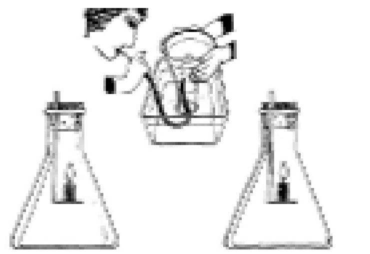


Figyeld meg, mi történik! Távolítsd el a fahasábokat, az üveghenger szája feküdjön az asztal lapján. Mit észlelsz? A kísérlet második részét három különböző méretű üveggel végezd el (0.25, 0.50 és 1 literessel). Mérd meg, hogy a három edény alatt hány másodpercig ég a gyertya. Az égési idő és az üveghengerek térfogata között milyen kapcsolatot tudsz megállapítani?

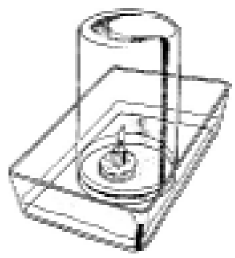
2. Kísérlet

Kellékek: Erlenmeyer lombik (500 cm^3), gumidugó, gyertya gyertyatartóval (lásd a rajzon), műanyag cső, üvegtál, időmérő.

Gyújtsd meg a gyertyát, süllyeszd a lombikba, majd a lombik nyílását szorosan zárd le a gumidugóval. Mérd meg, mennyi idő alatt alszik el a gyertya. Mérés után szedd szét a berendezést, s a kiöblített lombikot töltsd tele vízzel. A lombikot nyílásával lefelé helyezd a vízzel félig töltött üvegtálba. A műanyag csövet vezesd be a lombikba. Szívd tele a tüdődet levegővel. A levegőt 20 másodpercig tartsd vissza. A visszatartott levegőt a csövön át fújd a lombikba, amíg az megtelik vele.



A lombik nyílását a víz alatt zárd le a gumidugóval. A lombikot állítsd a talpára. Gyújtsd meg a gyertyát, nyisd meg a lombikot, az égő gyertyát gyorsan süllyeszd bele, majd a lombik nyílását a dugóval ismét zárd le. Mérd meg, mennyi idő alatt alszik el a gyertya.
Hasonlítsd össze két időméréskor kapott adatokat. Mire következtethetsz?



3. Kísérlet

Kellékek: kis gyertya, parafakorong (parafadugóból készíthető), üvegtál, henger alakú üvegedény).

Töltsd meg a tálat 2-3 cm magasságig vízzel. Erősítsd rá a gyertyát a parafakorongra, majd helyezd a korongot a gyertyával a vízre. Gyújtsd meg a gyertyát, és borítsd le a henger alakú üvegedénnyel. Milyen változásokat figyeltél meg? Magyarázd!

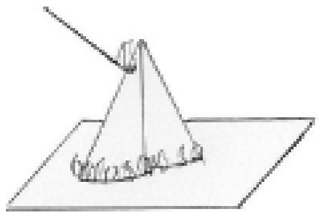
4. Kísérlet

Égés során, ha az oxigén mennyisége nem elégséges, a szerves anyagok vagy a szén égése nem szén-dioxidot, csak szén-monoxidot eredményez. Az ilyen folyamatot *tökéletlen* égésnek nevezzük.

Kellékek: csomagolópapír, gyújtópálca, gyufa.

Nagyobb darab csomagolópapírt hajlítsunk tölcsér alakúra. A kúp csúcsához közel fúrjunk 1-2 mm átmérőjű lyukat.

Gyújtsuk meg a papírkúp alsó részét. A kúp belsejében nincs elegendő oxigén a papír széntartalmának teljes égésére. A keletkező égéstermék a felső lyukon távozhat. Tartsunk ide égő gyújtópálcát. A kiáramló gáz meggyullad, s a $2CO+O_2 \rightarrow 2CO_2$ reakcióegyenlet értelmében oxidálódik CO_2-á.



5. Kísérlet

A szén-dioxid tulajdonságainak vizsgálata.

Kellékek: mészkő darabkák, sósav, Mg-szalag, mészvíz, NaOH-oldat, főtt tojás, gyertyák, főzőpoharak vagy üveghengerek, üvegkád, szívószálak, 100 W-os izzó, 2 darab bothőmérő, táramérleg.

a) a CO_2 sűrűsége nagyobb, mint a levegőé: táramérleg két serpenyőjén egyensúlyozzunk ki két üres főzőpoharat (levegő van bennük). Mészkőből sósavval fejlesztett CO_2-al töltsünk meg egy hengert, s ebből öntsük a gázt a mérlegen levő egyik pohárba. A mérleg egyensúlya megbomlik.

b) A CO_2 savanyú oxid, reagál lúgokkal.
Az oldat kezdetben zavarossá válik. A jelenségeket a következő egyenletek írják le:
$Ca(OH)_2+CO_2 \rightarrow CaCO_3+H_2O$
$CO_2+H_2O \rightarrow H_2CO_3$
$CaCO_3+H_2CO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$; ez vízben oldódó

c) erélyes redukálószerekkel szemben a CO_2 oxidálószerként viselkedhet.
CO_2-al megtöltött mérőhengerbe meggyújtott Mg-szalagot tartsunk egy fogóval. A jelenség a $2Mg+ CO_2 \rightarrow 2MgO+C$ (H=-804 kJ/cal) reakcióegyenlettel magyarázható.

d) A CO_2 növeli a légkör üvegház-hatását. Két főzőpohárba azonos vastagságú fekete talajt tegyünk, amely fölé 1-2 cm magasságba bothőmérőt rögzítsünk. A poharakat helyezzük egymáshoz közel, s föléjük rögzítsük az elektromos izzót, amelynek fénye egyenletesen jusson a két pohárban levő talaj felületére. Az izzók bekapcsolása után kövessük a hőmérőket, majd az egyik pohárba vezessünk CO_2 áramot. Figyeljük tovább a hőmérőket.

M. E.

KATEDRA

Fizikai témájú példák aktív oktatási eljárásokra*

1. rész

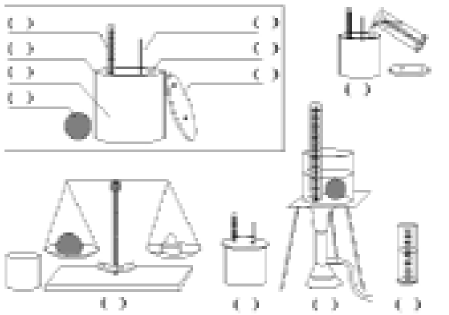
1. Szójegyzék

Kép (rajz, grafikon stb.) különböző elemei mellett számok találhatók. A hozzátartozó szójegyzékben található szavak melletti zárójelbe a képnek megfelelő számokat kell beírni. Ilyen példák képezik a Firka 2003/2004. évfolyamának számaiban közölt vetélkedő anyagát.

---

1. Az eljárások leírását a Firka 2002/2003 évfolyama számaiban közöltük.

2. Szó-rács



Egy test fajhőjének meghatározása kaloriméterrel

– *Azonosítsuk előbb számokkal az alábbi szókészlet alapján a kaloriméter alkotóelemeit, majd írjuk be a vonalakra a megnevezésüket is!*

(1) külső edény, (2) belső edény, (3) fedő, (4) hőmérő, (5) keverőlapát, (6) ismeretlen fajhőjű test, (7) hőcserélő folyadék (víz)

– *Írjuk be számokkal a képek alatti zárójelekbe a mérési folyamat lépéseinek időrendi sorrendjét!*

– *Számozzuk meg a szórács szócsoportjait időrendi sorrend szerint!*

( ) víz – kaloriméter – tölt

( ) megkavarjuk – hőmérő – víz – egyensúlyi hőmérséklet – leolvas – keverőlapát

( ) meghatároz – test – mérleg – tömeg – belső edény

( ) térfogat – mérőhenger – víz – meghatároz

( ) beletesz – fedő – rátesz – leolvas – test – hőmérséklet – kaloriméter – egyensúlyi

– *Írjuk le a folyamat menetét a szórácsból alkotott mondatatok segítségével!*

3. Szövegmező

4. Szómező

(Keressük meg az együvé tartozó fogalom-párokat!

Írjuk föléjük ezek halmazfogalmait!

Húzzuk alá az együvé tartozó fogalom-párokat!

Rendeljünk a szakfogalmakhoz egy-egy igét!)

Képezzünk mondatokat a szómező szavaiból!

5. Szövegösszerakós (Text-puzzle)

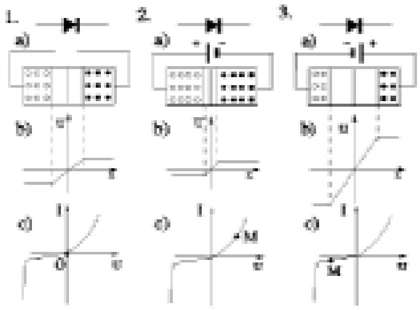
Példákat a Firka 2002/2003. Vetélkedő anyagában találunk!

6. Kihagyásos szöveg

Feladatok: Töltsük ki a szövegek hiányzó ……! Használjuk a ……!. Írjuk be a zárójelekbe a képek alapján a megfelelő ……! Írjuk le a ……a füzetünkbe!

Szójegyzék: *szöveget, részeit, szójegyzéket, számokat*

A félvezető dióda működése



1.a) Még akkor is, ha a dióda nem polarizált, a többségi töltéshordozók ….a szomszédos rétegekbe, és kialakul a határréteg.
1.b) Ekkor is mérhető egy bizonyos érintkezési….
1.c) Természetesen a diódán …áram.
2.a) Ha a dióda nyitó irányban polarizált, a határréteg vastagsága ….
2.b) A diódán …..jelentős árama folyik.
2.c) A munkapont a jelleggörbe …..van.
3.a) Ha a dióda záró irányban polarizált, a határréteg vastagsága……
3.b) A dióda gyakorlatilag nem vezet, a kisebbségi töltéshordozók ….árama csekély.
3.c) A munkapont a jelleggörbe ……van.

Szójegyzék: *potenciálkülönbség ( ), első negyedében ( ), megnő ( ), nem folyhat ( ), a többségi töltéshordozók ( ), átdiffundálnak ( ), inverz irányú ( ), csökken ( )*

Könyvészet

1] Leisen, Josef (Szerk. 1999): *Methoden-Handbuch DFU.* Varus Verlag, Bonn
2] Kovács Zoltán (2002/2003) *Aktív és csoportos oktatási eljárások.* Firka (1, 2, 3, 4, 5, 6)
3] Kovács Zoltán, Rend Erzsébet (2002, kézirat) *Aktív oktatási módszerek példatára. Fizika*
4] Wilhelm H. Peterßen: (2001. 2. Auflage) *Kleines Methoden-Lexikon.* Oldenbourg Schulverlag, München

Kovács Zoltán

Ifjú Kutatók Nemzetközi Konferenciája (IKNK)

Előválogató szakasz – Kolozsvár, 2004. február 14.

A kolozsvári BBTE Módszertani tanszéke pályázatot hirdet középiskolás diákok számára négy szakterületen (matematika, fizika, informatika, környezetvédelem) végzett eredeti tudományos kutatások angol nyelvű bemutatójára. Az egy oldalon angolul megfogalmazott beszámolót (címük, telefonszámuk, emailcímük feltüntetésével) kérjük az alábbi címre 2004. január 31-ig eljuttatni: Dr. Kovács Zoltán, 400084 Cluj-Napoca, Str. M. Kogălniceanu nr. 4. DPPD. A dolgozatot e-mailen is el lehet küldeni a kovzoli@phys.ubbcluj.ro címre. A beszámolók alapján hívjuk meg a kolozsvári elődöntőre, 2004. február 14-én 12 órára, a fenti címre azokat, akiknek a pályázatát elfogadtuk. Ekkor a versenyzők 10 percben, angol nyelven bemutatják a zsűri előtt az eredményeiket. A győzteseket díjazzuk. Közülük választjuk ki azokat, akiket a 2004 áprilisában a külföldön sorra kerülő döntőbe javasolunk. A külföldi utazás és a konferencia-részvétel költségeit előreláthatóan pályázati forrásokból állni tudjuk. Tel.: 0264-450860, 0723-317347.

Az IKNK 2003-as prágai döntőjén Horváth Emőke Ágnes,
a marosvásárhelyi Bolyai Farkas Líceum tanulója első helyet nyert fizikából.

firkácska

Alfa-fizikusok versenye

2001-2002

VIII. osztály – I. forduló

1. Gondolkozz és válaszolj! *(6 pont)*

a). Miért van a harapófogónak, csípőfogónak, fémvágó ollónak aránylag hosszú nyele?

b). Miért szenved több kárt vonat-összeütközések alkalmával a vonat eleje, mint a vége vagy közepe?

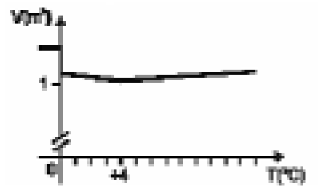
c). Miért nem dől el az emelődaru?

d). Miért megy előre a szán akkor is, ha az elébe fogott kutyák hegyes szögben kétfelé húzzák?

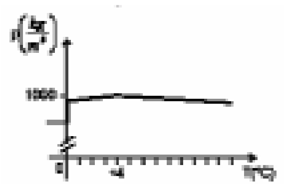
2. Papírkígyót láng fölé tartunk. Jelöld nyíllal a levegő mozgásának irányát! Hogy nevezzük a jelenséget? Mi a magyarázata? *(3 pont)*

3. Az alábbi grafikonok közül az első a víz térfogatváltozását, a második a víz sűrűségváltozását mutatja. *(3 pont)*

A). a víz térfogatváltozása



B). a víz sűrűségváltozása

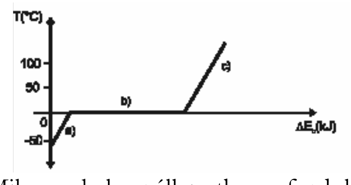


Miben tér el a víz megfagyásakor tapasztalt térfogat- és sűrűségváltozása a legtöbb anyagnál tapasztalhatóknál?

A víz különleges viselkedése milyen

a). hőmérsékleti értékek között tapasztalható? b). halmazállapot-változásoknál tapasztalható?

4. A grafikon a víz hőmérsékletének alakulását mutatja. (A párolgástól eltekintünk). Hogyan változik a víz belső energiája a folyamat során? *(5 pont)*



Az egyes szakaszokban mi jelzi a belső energia változását?

a) szakaszban:..

b) szakaszban: ....

c) szakaszban:..

Milyen halmazállapotban fordul elő a víz az egyes szakaszokban?

a) szakaszban:.......................................

b) szakaszban: ....

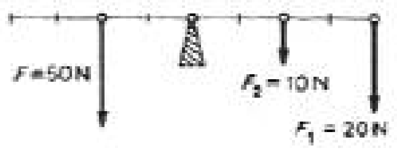
c) szakaszban:.......................................

Mi a neve a víz esetén a 0°C-nak?
Mit mutat meg a jég olvadáshője?
Melyik szakaszban bekövetkező belső energia-változás számításához van szükség a jég olvadáshőjére is?

5. Írd be a hiányzó adatokat! *(5 pont)*

6. Egy motorkerékpáros 4 óra alatt jutott el úticéljához. A út első felében 45 km/h sebességgel haladt, és 54 km-es út megtétele után megállt tankolni. Ez 8 percet vett igénybe. Ezután egy óra múlva ismét megállt, és 20 perces pihenés után 64,5 km/h sebességgel jutott el az uticéljához. Milyen messze van az indulás helyétől az úticél, ha a motoros átlagsebessége 50 km/h? Milyen távol van egymástól a két pihenőhely? Mekkora sebességgel haladt a két pihenőhely közötti szakaszon? Rajzold fel a mozgás út-idő grafikonját is! *(4 pont)*

7. Állapítsd meg, egyensúlyban van-e az emelő. Megállapításodat számítással igazold! *(5 pont)*



8. 80 N súlyú csiga segítségével 1600 N súlyú terhet egyensúlyozunk. *(5 pont)*
a). Mekkora az egyensúlyozó erő állócsigán?
b). Mekkora az egyensúlyozó erő mozgócsigán?

9. *Rejtvény*: Csavaros rejtvény. *(8 pont)*
Húzd ki a betűhalmazból (a lehetséges nyolc irányban) az alább felsorolt szavakat. Ha jól dolgoztál, hat betűd kihúzatlan marad. Olvasd ezeket folyamatosan össze, majd írd le, hogy működik a „megfejtés”!

ATOM
CSIGA
EMELŐ
ENERGIA
HAJÍTÁS
HATÁSFOK
(Jedlik Ányos szülő helye)
KITÉRŐ
LÁNC
LEJTŐ
MUNKA
PROTON
SÚRLÓDÁS
SZIMŐ
TARTALOM

H	Ő	H	A	J	Í	T	Á	S
E	A	K	N	U	M	A	S	A
N	Ö	T	O	R	P	R	Ő	D
E	S	L	Á	N	C	T	R	Ő
R	M	Z	A	S	J	A	É	L
G	O	E	I	E	F	L	T	R
I	T	G	L	M	Y	O	I	Ű
A	A	A	R	Ő	Ó	M	K	S

A rejtvényt Szőcs Domokos tanár készítette

10. *Elefánt távírász.* Hogyan „társalognak“ egymással az elefántok és miért? (Írj a hangok világáról is) *(6 pont)*

A kérdéseket összeállította a verseny szervezője: *Balogh Deák Anikó* tanárnő, Mikes Kelemen Líceum, Sepsiszentgyörgy

Érdekes informatika feladatok

II. rész

A π kiszámítása

A matematika történetében igen nagy jelentőséggel bír egy szám története. Már az ókori világ tudósai is ismerték azt a tényt, hogy *ha egy tetszőleges kör kerületét elosztjuk a kör átmérőjével, akkor mindig ugyanazt a számot kapjuk*. Az időszámításunk előtt 2000 körül keletkezett legrégebbi egyiptomi írásos matematikai emlék, a *Rhind-papirusz*, is tartalmaz erre a számra vonatkozó utalásokat.

Vajon melyik lehet ez a szám? Természetesen a π-ről van szó.

A Rhind-papirusz a kör területének kiszámítását is képlettel rögzíti. A papirusz szerint egy kör területét a $T = \left(d - \frac{d}{9}\right)^2$ képlettel lehet kiszámítani, ahol d a kör átmérője. Egységnyi sugarú kört véve, ebből a képletből vissza is fejthetjük a π értékét: $\pi = \frac{256}{81} \approx 3{,}1605$. Ezzel az értékkel dolgoztak tehát az ókori egyiptomiak. Mezopotámiában kezdetben egyszerűen 3-nak vették a π-t, de később a 3,125 közelítő értéket használták. Indiában, a fennmaradt Szulvaszutra szerint (i.e. 500), a π értékére a 3,09 közelítést használták, később pedig egyszerűen $\sqrt{10}$ -nek, azaz 3,1622, vették.

A matematika történetében egyedülálló eset, hogy Kínában, a Han-dinasztia uralkodása alatt (i.e. 206-i.sz. 25) egységesítették a mértékegységeket, és ekkor a π értékét állami törvény szabta meg. Ez az érték a 3,1547 volt. A Perzsák 16 tizedes jegyig számították ki a π értékét.

A π egy közelítő értékének kiszámítására szolgál a következő fejtörő is. *Egyetlen gyufaszál elmozdításával tedd igazzá az egyenlőséget:*

$\frac{XXIII}{VII} = II$. A megoldáshoz azt kell tudni, hogy $\frac{22}{7} \approx 3{,}1429 \approx \pi$, vagyis: $\frac{XXII}{VII} = \pi$.

Arkhimédész (i.e. 287-212) volt az első, aki rekurzív algoritmust konstruált meg a π értékének kiszámítására, amelyet egészen az újkor kezdetéig alkalmaztak (mint ahogy a brit Admiralitás is Arkhimédész módszereivel vizsgálta a vitorlások stabilitását még a XVIII. században is). Arkhimédész felismerte, hogy a kör kerülete közelíthető a bele és köré írt szabályos sokszögek kerületével. Kiindulásnak a hatszöget tekintette: az egységsugarú körbe írt hatszög kerülete 3, a körülírt hatszögé pedig $2\sqrt{3}$. Ezek szerint a π értéke 3 és 3,4641 között mozog, de Arkhimédész nem állt meg itt, hanem megduplázta a két sokszög oldalszámát, a tizenkétszögek kerületét vette, majd így tovább rekurzíven eljutott a 96 oldalú szabályos sokszögekig. A módszer tehát meghatározott egy olyan sorozatot, amelynek tagjai fokozatosan, tetszőleges pontossággal megközelítik a π értékét, azonban ezt soha el nem érik. 96 oldalú sokszögre már $3{,}1408 < \pi < 3{,}1428$-at kapunk, Arkhimédész pedig e két szám számtani középarányosát, 3,1418-at vette a π értékének.

Kétségkívül a π a leghíresebb irracionális szám, és Arkhimédész módszerének jelentősége azért óriási, mert rámutatott arra, hogy az irracionális számok csak végtelen információ segítségével, végtelen idő alatt azonosíthatóak pontosan.

A π egyre nagyobb pontossággal történő kiszámítása Arkhimédész után is sokat izgatta a nagy elméket. Viète (1540-1603) francia matematikus a $\frac{2}{\pi} = \cos\frac{\pi}{4}\cos\frac{\pi}{8}\cos\frac{\pi}{16}\ldots$ végtelen szorzat segítségével kiszámította a π értékét 10 tizedesig. Ludolph van Ceulen (1540-1610) holland matematikus először húsz majd harmincöt tizedesig számította ki a π értékét.

Azóta a számot Ludolph-féle számnak is nevezik. Newton (1643-1727) csak 15 tizedesig haladt, és erre nem is volt büszke. Leibniz (1646-1716) a $\pi = 4 - \frac{4}{3} + \frac{4}{5} - \frac{4}{7} + \frac{4}{9} - \ldots$ sorban látta a π egyre több tizedesjeggyel történő meghatározását. Machin 1706-ban már 100 tizedesig ismerte a π-t.

A tulajdonképpeni π (pi) görög betűt 1739-ben javasolta Euler svájci matematikus a szám jelölésére, ez a periféria (kerület) görög szó kezdőbetője.

A π irracionalitását először Lambert (1728-1777) német és Legendre (1752-1833) francia matematikusok bizonyították be.

Rendkívül érdekes Buffon gróf története is. A legenda szerint felesége rendszeresen kötögetett, és gyakran kiesett a kezéből a kötőtű. Padlójukat párhuzamosan lefektetett deszkalapok borították, ezért a leeső tű néha metszette, néha pedig nem metszette, a padlólapok illesztéseinél látható vonalakat. Állítólag ez késztette Buffon grófot arra, hogy 1777-ben, elsőként bevezesse a geometriai valószínűség fogalmát. Mi a valószínűsége annak, hogy a leeső tű metszi a padló vonalát? Rudolf Wolf svájci matematikus 1850-ben ezt a képletet felhasználta a π valószínűségi alapon történő kiszámítására. A vonalak távolsága 45 mm volt, 35 mm-es tűt használt, amit 5000-szer dobott fel, és számolta, hogy hányszor metszi a vonalak egyikét. A kapott értéket behelyettesítette a képletbe és 3,1596 jött ki neki. Közel a π értéke. Természetesen végtelen számú feldobás hozna pontos közelítést.

1784-ben Shancks angol matematikus 707 tizedesjegyig számította ki a π értékét.

1882-ben Lindemann (1852-1939) német matematikus bebizonyította, hogy a π transzcendens szám, azaz nem lehet racionális együtthatójú algebrai egyenlet gyöke, nem szerkeszthető meg euklideszi módon.

Az elektronikus számítógépek megjelenésével az emberi kíváncsiság tovább és tovább fokozódott, egyre több tizedesnyi pontossággal számították ki a π értékét.

A 100 éve született Neumann János, a XX. század egyik legnagyobb elméje, az ENIAC elkészülése után, annak egyik első feladatául a π első 2037 jegyének meghatározását tűzte ki. Az ENIAC 70 óra alatt végzett a munkával, ez tizedesjegyenként mintegy 2 percnek felel meg.

1987-ben a japán Tomojori Hideaki 17 óra 21 perc alatt a π első negyvenezer tizedesjegyét számította ki. 1995-ben a 21 éves japán Goto Hirojuki kevesebb mint 8 óra alatt számította ki a π első 42 194 tizedesét. A tokiói egyetemen azóta már 113 óra alatt kiszámították a π első 6,4 milliárd tizedesét. Az 1999-ben Y. Kanada által felállított világcsúcs pedig 206 158 430 000 tizedesjegy.

Joggal vetődhet fel az a kérdés, hogy az emberi kíváncsiságon túl mi motiválhatja a π egyre több tizedessel történő kiszámítását, hisz már 59 tizedesjegy ismeretében a világegyetem átmérőjét egy hidrogénatom méretének megfelelő hibával tudjuk meghatározni?

A válasz talán az irracionális, transzcendens számok tulajdonságainak felfedezése, kiismerése lenne. Matematikai szempontból a π-ről ma is vajmi keveset tudunk. Nem ismert például a tizedesjegyek eloszlása sem, bár azt sejtik, hogy minden jegy azonos gyakorisággal fordul elő.

A másik válasz tulajdonképpen az lenne, hogy matematikailag az irracionális szám fogalma elég problémás. Mint neve is jelzi, bizonyos tulajdonságai ellentmondanak a józan észnek, és ezért igyekszünk száműzni a természeti folyamatok leírásából, ahol csak lehet, racionális számokkal dolgozunk. Ez a gondolkodásmód már a pitagoreusoktól kezdve ráütötte bélyegét a matematikára. Az általuk meghatározott világképben a világmindenség tökéletesen leírható a természetes számok (vagy ezek hányadosaiból képzett racionális számok) segítségével, az irracionális számoktól pedig iszonyodtak, az *alogon* (kimondhatatlan) jelzővel illették őket. Irracionális, sőt transzcendens számok márpedig vannak, s mint láthattuk π nélkül még egy egyszerű kör kerületét vagy területét sem tudjuk meghatározni...

Informatikai szempontból a π kiszámítási algoritmusát gyakran alkalmazzák új számítógépek tesztelésére, mert az eljárás rendkívül érzékeny. Ilyen módszerrel sikerült a Cray szuperszámítógépek egyik első változatában hardverhibát találni.

Példa. Egy egyszerű meghatározása a π-nek a UNIX alatti **bc** program segítségével történik. A **bc** program egy olyan nyelvet kínál, amelyen könnyen megfogalmazhatjuk a kívánt pontosságú számábrázolás mellett végezett matematikai műveleteket. A standard matematikai könyvtárat a **-l** parancssori opció megadásával tölthetjük be. A **scale** nevű változó értéke szabja meg, hogy hány tizedes pontossággal történjen a műveletek végzése.

A π értékére pl. a $\pi = 4arctg(1)$ összefüggést használhatjuk fel. A program a következő:

- elindítjuk a **bc** programot: **bc -l**
- beállítjuk a pontosságot: **scale=1000**
- kiadjuk a számítási utasítást: **4*a(1)**
- 5-6 másodperc után 1000 tizedesnyi pontossággal megkapjuk a π értékét:

```
3,14159265358979323846264338327950288419716939937510582097494459230781
8164062862089986280348253421170679821480865132823066470938446095505822
3172535940812848111745028410270193852110555964462294895493038196442881
```

3,141592653589793238462643383279502884197169399375105820974944592307
81640628620899862803482534211706798214808651328230664709384460955058
22317253594081284811174502841027019385211055596446229489549303819644
28810975665933446128475648233786783165271201909145648566923460348610
45432664821339360726024914127372458700660631558817488152092096282925
40917153643678925903600113305305488204665213841469519415116094330572
70365759591953092186117381932611793105118548074462379962749567351885
75272489122793818301194912983367336244065664308602139494639522473719
07021798609437027705392171762931767523846748184676694051320005681271
45263560827785771342757789609173637178721468440901224953430146549585
37105079227968925892354201995611212902196086403441815981362977477130
99605187072113499999983729780499510597317328160963185950244594553469
08302642522308253344685035261931188171010003137838752886587533208381
42061717766914730359825349042875546873115956286388235378759375195778
18577805321712268066130019278766111959092164201988

Kovács Lehel István

feladatmegoldók rovata

Kémia

A 2003. évi érettségi vizsga számítási feladatai

K. 411.

1. Mekkora a tömegszázalékos koncentrációja annak az elegynek, amelyet két tömegrész oldandó anyag és nyolc tömegrész oldószer keverésével nyertek ?

2. Mekkora tömegű vízmennyiséget kell elpárologtatni 200g 20 tömegszázalékos só oldatból, ha 40 tömegszázalékos oldatot akarunk nyerni?

3. Határozd meg a 62,973 tömegszázalék vizet tartalmazó kristályszóda (hidratált nátrium-karbonát) vegyi képletét!

4. 300g 20 tömegszázalék cukrot tartalmazó sziruphoz még 100g cukrot adagolnak: Mekkora az így keletkezett cukoroldat tömegszázalékos töménysége?
5. Összekevernek 50mL 0,2M-os KCl-oldatot 150mL 0,1M-os $AgNO_3$ - oldattal. Mekkora a keletkezett csapadék tömege?
6. A V_1 térfogatú 0,1M töménységű NaOH oldat teljes mennyisége reagál a V_2 térfogatú 0,1 M töménységű HCl oldattal. A keletkezett elegy pH-ja 2. Határozd meg a V_1/V_2 arány számértékét!
7. Határozd meg a 70 tömegszázalék vasat és 30 tömegszázalék oxigént tartalmazó anyag vegyi képletét!
8. Az ólom a természetben a következő izotópok formájában fordul elő: ^{204}Pb (1,48 atom%), ^{206}Pb (23,6 atom%), ^{207}Pb (22,6 atom%), ^{208}Pb (52,3 atom%). Ezért az ólom relatív atomtömegének értéke a következő : a) 52,30 b) 22,60 c) 208,00 d) 207,2
9. 25,6g tömegű kétértékű fém klórral 54g tömegű kloridot képez. Határozd meg a fém vegyjelét!
10. Határozd meg a 150g 80% tisztaságú mészkőnek 60%-os hatásfokkal történő izzításakor keletkezett CaO tömegét!
11. Számítsd ki a 100ml térfogatú 2.10^{-1}M töménységű $CuSO_4$ oldatban levő Cu^{2+} ionok teljes mennyisége redukciójához szükséges vas tömegét!
12. 100g tömegű vaslapocskát 200g 32 tömegszázalékos $CuSO_4$-oldattal reagáltatnak. Határozd meg a lapocska tömegét a $CuSO_4$ teljes átalakulása után!
13. 11,2l (n.á.) HCl gáznak vízben való oldásakor keletkezett 5000ml oldatnak mekkora a pH-ja?
14. A ^{12}C egy atomjának a tömege: a) 12 b) $3,984 \cdot 10^{-23}$ c) $1,992 \cdot 10^{-23}$ d) 24
15. Mekkora a 12g magnézium és 9g oxigén reakciója során keletkezett magnézium-oxid tömege?
16. Mekkora a 20 m^3 (n.á.) NH_3 gáz szintéziséhez szükséges N_2 térfogata ?
17. Mekkora a 2-es pH-jú HCl oldat moláros koncentrációja?
18. Mekkora a 10^{-2}M koncentrációjú KOH oldat pH- ja?
19. Hány oxigén atomot, illetve CO_2 molekulát tartalmaz 0,1Kmol CO_2 ?
20. Az XY_3 képletű vegyületet alkotó X és Y elemek lehetséges rendszámai: a) 3 és 5 b) 7 és 1 c) 5 és 7 d)3 és 9.

Fizika

A 2003. március 30-án megtartott Augustin Maior fizikaverseny *feladatai (XII. o.)*

F. 291.

I. Egy magassága feléig olajba süllyesztett lejtőn, az olajhoz viszonyítva **d = 1,2** relatív sűrűségű test csúszik lefelé. A lejtő szöge **α = 45˚**, magassága **H = 10 m**, a súrlódási együttható **μ = 0,19** a lejtő levegőben található részén, az olajban pedig elhanyagolható. Elhanyagolunk minden olyan mellékjelenséget amely, a test és az olaj találkozásánál jelenhet meg. Számítsuk ki:

a) a test sebességét az olajba való behatolás pillanatában;
b) a test gyorsulását az olajban;
c) a test sebességét a lejtő aljában;
d) a teljes mozgási időt.

II. Két azonos galvánelem, melyeknek elektromotoros feszültsége egyenként **E = 2V**, egy **R = 3 Ω**-os fogyasztót üzemeltet. Tudva, hogy ha csak egy galvánelemet használnánk, a fogyasztón **I = 0,5 A**-es áram folyna át, számítsuk ki:

a). A galvánelemek belső ellenállását.

b). A fogyasztón átfolyó áramerősségeket akkor, amikor a két galvánelem sorba, illetve párhuzamosan van kapcsolva.

c). Hány galvánelemre és milyen kapcsolásukra lesz a fogyasztó által felvett teljesítmény maximális?

d). Ábrázoljuk grafikusan az idő függvényében a két sorba kötött galvánelem esetén az áramkörön áthaladó töltésmennyiséget.

III. Egy tartály **m** tömegű kétatomos gázt tartalmaz. A gáz móltömege **μ**. A kezdeti állapotban a gáz $\mathbf{p_1}$ nyomáson és $\mathbf{T_1}$ hőmérsékleten található.

a) Számítsuk ki hány mól gáz és hány molekula található a tartályban.

b) Ha a gázat a $\mathbf{T_2}$ hőmérsékletig melegítjük, számítsuk ki a gáz nyomását ebben az állapotban és az állapotok közötti átmenetnek megfelelő belső energia változását

c) Határozzuk meg azt a hőmennyiséget, amelyre a gáznak szüksége van ahhoz, hogy elérhesse a $\mathbf{T_2}$ hőmérsékletet.

d) Egy csappal ellátott vékony cső segítségével a tartályt összekötjük egy $\mathbf{V_0}$ térfogatú zárt edénnyel, melyben vákuum található. Kinyitjuk a csapot. Határozzuk meg, hány mól gáz megy át a tartályból az edénybe.

Kétatomos gázakra adott: $C_V = 5R/2$. Az Avogadro féle számot (N_A) ismertnek tekintjük.
Figyelem: a megoldásokat a kezdeti mennyiségek függvényében adjuk meg!

IV. Adott két illeszetett (ragasztott) lencséből álló optikai rendszer. Az első lencse 1,5 törésmutatójú anyagból készült, sík-domború, görbült felületének sugara 15 cm. A második lencse szórólencse, törőképessége – 2 dioptria. Határozzuk meg:

a) Az első lencse gyújtótávolságát.

b) A második lencse gyújtótávolságát.

c) A lencsék együttesének gyújtótávolságát.

d) A lencserendszerhez képest milyen távolságra kell elhelyezni egy kicsiny tárgyat, hogy a tárgy valódi képe a lencserendszerre vonatkoztatott szimmetrikusa legyen.

V.

a). Írjuk fel a következő törvények és fizikai mennyiségek kifejezését és adjuk meg a bennük szereplő jelölések fizikai értelmét és mértékegységét: Coulomb törvénye, pontszerű töltés által keltett elektromos potenciál és keltett elektromos térerősség.

b) Írjuk le egy Young berendezés sávközének kifejezését, megadva az összefüggésben szereplő jelölések fizikai értelmezését és mértékegységét.

Informatika

A Nemes Tihamér Számítástechnika Verseny
II. fordulójának feladatai (2003)

I. kategória: 5-8. osztályosok

1. feladat: Hangok száma *(20 pont)*

Egy magyar szóban lehetnek több karakterrel leírt mássalhangzók is (pl. sz, cs, ty, dzs, …). Feltesszük, hogy az egymás melletti s+z, … betűket mindig egy hangnak, azaz sz-nek, … értelmezhetjük. A hosszú mássalhangzókat (pl. ss, ssz,…) egy hangnak kell venni!

Írj programot (HANG.PAS, HANG.C,…), amely beolvas egy szót, majd megadja, hogy hány hang van benne!

Példa:

```
Bemenet:          Kimenet:
kesztyű           5
hosszú            4
```

2. feladat: Eszperantó számok *(27 pont)*

Eszperantó nyelven a számokat így írják: 1 – unu, 2 – du, 3 – tri, 4 – kvar, 5 – kvin, 6 – ses, 7 – sep, 8 – ok, 9 – nau, 10 – dek, 100 – cent, 1000 – mil.

A többjegyű számokat a magyarhoz hasonlóan képezik: 11 – dek unu, 12 – dek du, 20 – dudek, 25 – dudek kvin, 40 – kvardek, 167 – cent sesdek sep, 378 – tricent sepdek ok, 2002 – dumil du.

Készíts programot (SZAM.PAS, SZAM.C, …), amely beolvas egy N számot ($1 \leq N \leq 9999$), majd kiírja a képernyőre eszperantó nyelven!

3. feladat: Virág *(28 pont)*

Egy virágoskert minden parcellájában egy-egy növény található. Ez a növény az első héten kikel (K), a második héten megnő (N), a harmadik héten virágzik (V), a negyedik héten termést érlel (T), az ötödik héten elpusztul (E), de a nyomában a következő héten kikel egy új növény.

Írj programot (VIRAG.PAS, VIRAG.C, …) amely beolvassa a kert virágai kezdőállapotát, majd megadja, hogy hányadik héten szedhetnénk a legtöbb virágot és mennyit! Ha több héten is ugyanannyi virágot szedhetünk, akkor a legkorábbi hetet adjuk meg.

A program először olvassa be, hogy a kertben a virágok hány sorban ($1 \leq SOR \leq 20$) és hány oszlopban ($1 \leq OSZLOP \leq 20$) helyezkednek el, majd pedig soronként olvassa be az egyes növények állapotát (K,N,V,T,E betűk valamelyike)!

Példa:

```
Bemenet:      Kimenet:
2 3           3 3
EKN
EKK
```

```
1. hét: 0   2. hét: 1   3. hét: 3   4. hét: 2   5. hét: 0   6. hét: 0
   EKN         KNV         NVT         VTE         TEK         EKN
   EKK         KNN         NVV         VTT         TEE         EKK
```

Kovács Lehel

Megoldott feladatok

Kémia (Firka 6/2002-2003)

K. 404.

$2M_X + 16$ ... $2M_X$	innen $M_X = 108$
4,64g .... 4,32 g	X = Ag

K. 405.

$CaO + 2 HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O$
$\nu_1 \qquad \nu_1$

$CaCO_3 + 2 HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2$
$\nu_2 \qquad \nu_2$

$\nu_2 = 0{,}960/24 = 0{,}004$ mol; $\nu_2 = 0{,}04$ mol
$m_{CO2} = 1{,}76g \qquad m_{CaCO3} = 4g$
$m_{CaO}=10\text{-}4=6g$; $\nu_{CaO}=6/56 = 0{,}107$ mol
$\nu_{CaCl2}= \nu_1+\nu_1 = 0{,}147$ mol

$m_{CaCl2}=0{,}147\cdot111=16{,}32g$ ... 258,24g old
x=6,3 ... 100

$C_{old} = 6{,}3$ % $CaCl_2$

K. 406.

$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O \qquad Ca(OH)_2 + 2 HCl \rightarrow CaCl_2 + 2 H_2O$
$\nu_1 \quad \nu_1 \qquad \nu_2 \quad 2\nu_2$
$\nu_1=0{,}1$ mol $\quad \nu_2=0{,}1$ mol $\qquad \nu_{HCl}= \nu_1+2\nu_2 = 0{,}3$ mol
$m_{HCl} = 0{,}3\cdot36{,}5 = 10{,}95g$ HCl ... 150 g old.
x= 7,3 g .... 100 g $\qquad C_{old} = 7{,}3\%$

A HNO_3 a HCl-hoz hasonlóan egybázisú sav, tehát a semlegesítéshez abból is 0,3 mol szükséges. A 7,3g HNO_3 0,174 molnak felel meg, ami < 0,3 molnál. Tehát az oldat lúgos. A 0,3 mol HNO_3 258,9g 7,3%-os oldatban található.

K. 409.

$CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH \rightarrow CH_2=CH_2 + H_2O \qquad C_2H_5OH + 3 O_2 = 2CO_2 + 3 H_2O$
$CH_3\text{-}CH_2\text{-} CH_2\text{-}OH \rightarrow CH_3\text{-}CH_2=CH_2 + H_2O \qquad C_3H_7OH + 4{,}5 O_2 = 3CO_2 + 4 H_2O$

$m_{et} = 35\cdot0{,}789 = 27{,}6$ g $\qquad \nu_{et}=27{,}6/46 = 0{,}6$ mol
$\nu_{prop} = x$

$$31{,}15 = \frac{0{,}6\cdot 28 + x\cdot 42}{0{,}6 + x}$$

x = 0,174 mol $\qquad V_{prop} = 0{,}174\cdot60 / 0{,}804 = 13$ cm^3

$\nu_{O2} = 3\nu_{et} + 4{,}5\nu_{prop} = 0{,}763 \qquad V_{O2} = 0{,}763\cdot24{,}5 = 63{,}28$ dm^3

Fizika

(Firka 6/2002-2003)

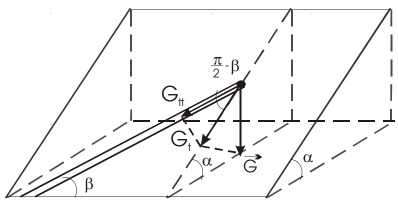
F. 265.

A test vájat irányú gyorsulását a G súly lejtő irányú G_t összetevőjének vájat irányú G_{tt} vetülete okozza, ezért ennek értéke:

$a = g \sin\alpha \cos(\pi/2 - \beta) = g \sin\alpha \sin\beta$

A vájatban megtett út s hossza egyrészt

$$s = \frac{at^2}{2},$$



másrészt $s = \frac{h}{\sin\alpha \sin\beta}$. A két kifejezést egyenlővé téve h-ra a $h = 1/2\ g \sin^2\alpha \sin^2\beta\ t^2$ összefüggést kapjuk. Behelyettesítve az adatokat h=2,5 m érték adódik.

F. 266.

Legyen a gázak kezdeti tömege m_1 és m_2. Bevezetve az $x = \frac{m_1}{V}$ és $y = \frac{m_2}{V}$ jelöléseket a ρ kezdeti sűrűség $\rho = \frac{m_1 + m_2}{V} = x + y$ alakban adható meg.

A gázkeverékre felírt

$$pV = \left(\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2}\right)RT$$

állapotegyenletből az

$$\frac{x}{\mu_1} + \frac{y}{\mu_2} = \frac{p}{RT}$$

összefüggéshez jutunk, ahonnan x kiküszöbölésével kapjuk:

$$y = \left(\frac{p\mu_1}{RT} - \rho\right)\frac{\mu_2}{\mu_1 - \mu_2}$$

A 2-es gáz tömegét a felére csökkentve az állapotegyenletből az új nyomásértékre a

$$p' = \left(\frac{x}{\mu_1} + \frac{y}{2\mu_2}\right)RT$$

kifejezést kapjuk, amelyet

$$p' = p - \frac{RT}{2\mu_2}y$$

alakra hozhatunk. y értékének behelyettesítése után a

$$p' = \left[p(2\mu_2 - \mu_1) - \rho RT\right] \cdot \frac{1}{2(\mu_2 - \mu_1)}$$

eredményre jutunk.

F. 267.

A töltéselrendeződés potenciális energiájának meghatározásához kiszámítjuk azt a munkát, amelyet végeznünk kell, amikor a töltéseket a végtelenből a négyzet sarkaiba szállítjuk. Az első töltés szállítása nem igényel munkavégzést. A második töltést az első töltés elektromos terében kell szállítani. Az ehhez szükséges munka

$$L_1 = qV_1 = q\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 l} = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 l}.$$

A jelenlevő két töltés a négyzet harmadik sarkában

$$V_{12} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 l} + \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 l\sqrt{2}} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 l}\left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$$

potenciállal rendelkező teret hoz létre, ezért a harmadik töltés szállításához

$$L_{12} = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 l}\left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$$

munkavégzés szükséges.

A három töltésből kialakított rendszer potenciálja a negyedik töltés helyén

$$V_{123} = 2\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 l} + \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 l\sqrt{2}} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 l}\left(2 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$$

ezért a negyedik töltés szállításához

$$L_{123} = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 l}\left(2 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$$

munkát kell végezni. A rendszer potenciális energiáját ezen munkák összege adja:

$$E_p = L_1 + L_{12} + L_{123} = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 l}\left(4+\sqrt{2}\right)$$

Érdemes észrevenni, hogy ez pontosan fele annak az értéknek, amelyet akkor kaptunk volna, ha összeadjuk a négy töltésre a potenciális energiákat a másik három erőtérben.

híradó

A sport és a környezetvédelem

A Nemzetközi Olimpiai Bizottság határozatot hozott, hogy a 2008-as Olimpiai Játékokat Pekingben a környezetvédelem jegyében szervezik. Ezért „Zöld Olimpia" névvel illetik. Elhatározták, hogy a játékok ideje alatt a légszennyező, fosszilis energiaforrások helyett megújuló energiaforrást, csak termál vizet használnak majd az olimpiai falu és hűtési igények kielégítésére. Már meg is kezdték az előkészületeket, ezt szolgálta a 2002 októberében Pekingben szervezett Nemzetközi Geotermális Szimpozium is, amelyen a hazaiakon kívül külföldi szakemberek is részt vettek.

Az Olimpiai Falu Pekingtől északra kb. 25 km távolságra van, alatta DNy-ÉK irányban kb. 1000 m mélységű törésvonal található. Ettől északra termálvizet tároló mészkősorozatok, délre víztároló dolomit-összletek találhatók. A termálvíz tárolók 1250-3500m mélységtartományban vannak. Az Olimpiai Falu környékének 136,5 km^2 területe alatt a kőzettartománynak a hőtartalmát $1{,}98.10^{15}$ kJ-ra, a geotermális tárolóban található víz mennyiségét $1{,}06.10^9$ m^3-re becsülik. A termál víz összetétele, s ezzel hőmérséklete is kétféle: a 42-70 ^{0}C hőmérsékletű Na, Ca, Mg-bikarbonátot és szulfátot tartalmaz 400–700mg/l mennyiségben, míg a 21-40 ^{0}C hőmérsékletű Ca, Mg-bikarbonát tartalmú 30–60mg/l töménységgel. A hévíz kutakból kitermelt vizet légtérfűtésre, klimatizálásra, uszodai víz temperálására, balneológiai célokra gyógyszanatóriumokban, kertészetekben üvegházfűtésre használják. A kitermelt vizet visszajuttatják a tárolókba. Ezeknek a terveknek a megvalósíthatóságára az a garancia, hogy Kína 2000-re már utolérte az A. E. Á.-kat a geotermális energia hasznosításában. Tibetben termálenergia alapú áramfejlesztő működik 25,2 MW kapacitással, mely által termelt energiát lakásfűtésre, mezőgazdaságban üvegházak és haltenyészetek üzemeltetésére használják.

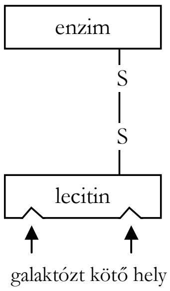
Kőolaj és földgáz 36 (2003) 1-2 alapján

Biokémiai kutatások és a terrorizmus

A ricinus növényben található ricin anyagról már régebben tudták, hogy méreganyag. 1978-ban a londoni Waterloo-hídon egy esernyőszúrással megöltek egy bolgár disszidenst. Kissült, hogy a halált ricinnek a szervezetbe juttatása okozta. A biokémikusok elkezdték tanulmányozni ezt az anyagot, melyről sejtették, hogy sejtölő hatása van, gátolja a bélfal fehérjeszintézisét, ezért a daganatos gyógyászat számára próbáltak gyógyszert készíteni belőle.

A kutatók figyelmét a ricin tulajdonságaira az hívta fel újabban, hogy 2003 januárjában Londonban letartóztattak hat embert, akik egy magán laboratóriumban terroristák számára ricint gyártottak.

A kutatásokat nagyon felgyorsította a vágy, hogy tisztázhassák a ricin biológiai hatásmechanizmusát, s ha lehetséges hasznosítsák gyógyászatban. Megállapították hogy ez a vegyület egy növényi lektin, toxalbumin (fehérjetermészetű méreg). Két fehérje komponensét egy diszulfid híd köti össze. A lecitin szakaszon találhatók azok a kötőhelyek, melyekkel galaktóz egységekhez tud kötődni, s így fejtheti ki hatását.



A ricinus-olaj hashajtó hatása is ezzel magyarázható. A ricinusmag nagy mennyiségben tartalmazza a ricint, ezért nagyon kell vigyázni, hogy a virágos kertekben sokszor előforduló ricinusnövény termését nehogy fogyasszák a gyermekek.

Biotech international 15 (2003.) alapján

vetélkedő.

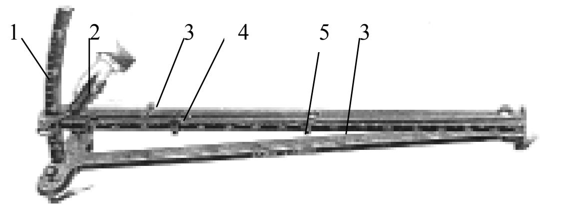
Muzeális eszközök

I. – rész

Társítsátok az ábrázolt fizikai készülékek* összetevőit jelölő számokhoz a szójegyzékből nekik megfelelő szavak betűjelét! A szám-betű párokon kívül maximum öt-öt sorban írjátok le az eszközök működésmódját. A szerkesztőségbe határidőig eljuttatott megfejtéseteket és leírásotokat értékeljük, a helyes megfejtők között nyereményeket sorsolunk ki. A fődíj egyhetes nyári táborozás. Minden esetben adjátok meg a neveteken és osztályotokon kívül a pontos címeteket és az iskolát is. A borítékra írjátok rá: *Vetélkedő*.

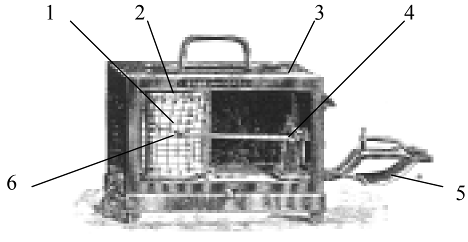
I. Galilei-féle lejtő

a) lejtő
b) fokív
c) csatornák
d) csengős ütközők
e) golyóindító
f) nikkelezett sárgaréz-golyók



II. Termográf

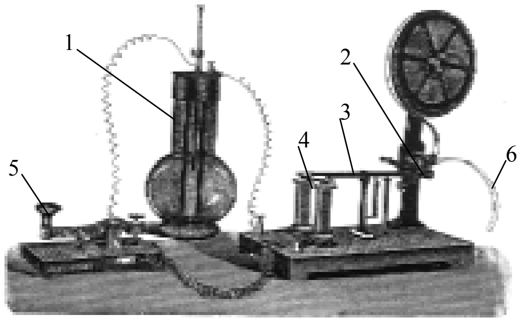
a) üvegablakos bádogdoboz
b) regisztráló papír
c) forgó dob
d) toll
e) ikerfém
f) emelőszerkezet



* A fizikai eszközök rajzait Erdély és Szabó budapesti tudományos műszergyárának 1929. évi árjegyzékéből vettük.

III. Morse-távíró

a) tapintó
b) galvánelem
c) elektromágnes
d) papírszalag
e) a szalagot továbbító hajtókar
f) emelőkar a tollal



Beküldési határidő: 2003. október 15.

Kovács Zoltán

A hatfordulós vetélkedő (2002-2003) helyes megoldásai

1. rész

VI. osztály: 7, 4, 6, 1, 3, 5, 2, VII. osztály: 5, 4, 9, 1, 8, 6, 2, 7, 3, VIII. osztály: 2, 5, 1, 9, 8, 4, 3, 6, 7, IX. osztály: 1, 5, 9, 7, 3, 6, 2, 8, 4, X. osztály: 8, 2, 1, 4, 7, 3, 6, 5, XI. osztály: 3, 5, 6, 8, 2, 9, 4, 7, 1, XII. osztály: 4, 1, 8, 5, 2, 9, 8, 7

2. rész

VI. osztály: 1, 7, 5, 4, 6, 3, 2, 8, VII. osztály: 4, 1, 2, 8, 7, 5, 3, 6, VIII. osztály: 2, 5, 1, 7, 3, 6, 8, 4, IX. osztály: 7, 3, 8, 2, 5, 1, 6, 4, X. osztály: 1, 8, 2, 6, 3, 7, 5, 4, XI. osztály: 3, 5, 2, 7, 1, 4, 8, 6, XII. osztály: 8, 7, 6, 5, 1, 2, 3, 4

3. rész

VI. osztály: 4, 6, 1, 5, 3, 7, 2, 8, VII. osztály: 2, 8, 4, 7, 5, 3, 1, 6, VIII. osztály: 6, 2, 4, 8, 3, 7, 5, 1, IX. osztály: 3, 7, 2, 1, 8, 5, 6, 4, X. osztály: 8. 2. 5, 4. 6. 3. 7. 9, 1, XI. osztály: 1, 5, 9, 7, 6, 3, 8, 4, 2, XII. osztály: 6, 3, 8, 1, 7, 2, 5, 4

4. rész

VI. osztály: 5, 2, 7, 1, 3, 6, 4, VII. osztály: 7, 3, 6, 1, 4, 5, 2, VIII. osztály: 6, 2, 7, 5, 1, 3, 4, IX. osztály: 1, 7, 3, 2, 8, 5, 6, 4, X. osztály: 2, 6, 8, 1, 7, 3, 5, 4, XI. osztály: 1, 6, 3, 7, 4, 2, 8, 5, XII. osztály: 5, 2, 7, 4, 8, 3, 1, 6

5. rész

VI. osztály: 2, 7, 6, 3, 5, 1, 4, VII. osztály: 5, 1, 7, 2, 6, 4, 3, VIII. osztály: 3, 6, 2, 8, 1, 7, 5, 4, IX. osztály: 6, 3, 8, 7, 4, 1, 5, 2, X. osztály: 8, 4, 6, 2, 5, 7, 3, 1, XI. osztály: 7, 5, 1, 8, 3, 6, 2, 4, XII. osztály: 3, 8, 2, 6, 1, 5, 7, 4

6. rész

VI. osztály: 5, 1, 4, 7, 2, 6, 3, VII. osztály: 3, 6, 2, 7, 1, 4, 8, 5, VIII. osztály: 7, 2, 5, 1, 3, 8, 6, 4, IX. osztály: 3, 8, 2, 1, 5, 6, 7, 4, X. osztály: 2, 1, 8, 5, 6, 3, 7, 4, XI. osztály: 2, 7, 1, 4, 8, 3, 6, 5

Eredményhirdetés

I. Wermuth Helga – Margittai Általános Iskola
II. Árkosi Mariann és Szilágyi Beáta – Margittai Általános Iskola
III. Kajtor Anita – Nagyszalontai Elméleti Líceum
Jancsó Szilárd – Marosvásárhely, Al. Papiu Ilarian Nemzeti Kollégium

A fenti diákok jutalomban részesültek.
Gratulálunk a nyerteseknek!

Tartalomjegyzék

Fizika

Kémia

Informatika

ISSN 1224-371X