

II. RÁKÓCZI FERENC KÁRPÁTALJAI MAGYAR FŐISKOLA



ЗАКАРПАТСЬКИЙ УГОРСЬКИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ф. РАКОЦІ ІІ

Rákóczi-füzetek LXV.

Szemrád Emil

TUDOMÁNYTÖRTÉNET

Jegyzet

a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola
hallgatói számára

BEREGSZÁSZ – 2009

II. RÁKÓCZI FERENC KÁRPÁTALJAI MAGYAR FŐISKOLA
ЗАКАРПАТСЬКИЙ УГОРСЬКИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ф. РАКОЦІ ІІ

Szembrád Emil: Tudománytörténet

Jegyzet a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola
hallgatói számára

A KIADÁSÉRT FELEL: Kohut Attila / ВІДПОВІДАЛЬНИЙ ЗА ВИПУСК: Когут Аттіла
KORREKTÚRA: G. Varcaba Ildikó / КОРЕКТУРА: Г. Варцаба І.
TÖRDELÉS: Garanyi Béla / ВЕРСТКА: Гороній А.

A kiadvány megjelenését a



támogatta

ISBN: 978-966-7966-84-3

Készült: PoliPrint Kft., Ungvár, Turgenyev u. 2. Felelős vezető: Kovács Dezső

Tartalom

Előszó.....	5
Bevezetés	7
Az őskori és ókori világ emberének empirikus ismeretei.....	9
A természetfilozófia (naturfilozófia) kialakulása és fejlődése	18
Az ókori görög természetfilozófia és tudomány	18
Korai görög tudomány.....	20
Más régiók filozófusai és bölcselői	20
A világ és elemei.....	21
A görög tudomány kettéágazása.....	22
A tiszta ész filozófiája	22
Az atomok és az űr.....	22
A geometria és a csillagászat diadala.....	23
Görög orvostudomány – Hippokratész	23
Az athéniak teljesítménye	24
A reakció filozófusai	26
A hellenisztikus tudomány	30
Az antik filozófia válsága és felbomlása.....	32
A kereszténység	33
A középkor filozófiája és tudománya	36
Az iszlám tudomány	37
A skolasztika fénykora.....	38
A középkor tudománya	40
A középkori orvoslás.....	43
A reneszánsz szelleme, művészete, filozófiája és tudománya	45
A mechanika és a kémia százada (XVII. század)	52
A filozófia és a tudomány fejlődése a felvilágosodás korában (XVIII. század).....	59
A filozófia fejlődése	59
A matematika és a természettudományok fejlődése.....	64
<i>Matematika</i>	64
<i>Fizika</i>	65
<i>Kémia</i>	67
<i>Biológia</i>	69
<i>Orvostudomány</i>	72

A filozófia és a tudomány fejlődése a polgárság korában	
(XIX. század).....	75
A filozófia fejlődése.....	75
Matematika	80
Fizika	81
Kémia.....	86
Biológia	93
Erasmus Darwin és Lamarck.....	95
Cuvier és köre.....	95
Darwinizmus	97
Genetika.....	98
Orvostudomány	100
Ökológia és környezetvédelem	106
A XX. század filozófiájának, tudományának és technikájának	
fejlődése.....	108
Filozófia	110
Matematika, informatika, számítástechnika, kibernetika	120
Fizika	121
Kémia.....	129
Biológia	135
Orvostudomány	139
Ökológia és természetvédelem	147
A filozófia, tudomány, technika fejlődésének távlatai.....	149
Irodalom.....	151

Előszó

A II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskolán a 2008/2009-es tanévben a hallgatók új tantárgyat kezdtek tanulni – a tudománytörténetet. A szerző a biológiai szakon tanította e tantárgyat, s ennek biztosítása érdekében kénytelen volt jegyzetet készíteni e tantárgyból. Ennek kissé bővített változatát szeretnénk közzétenni a tantárgy további tanításának megkönnyítése céljából.

A tantárgy fő célja: a humán- és természettudományok összekapcsolása, a hallgatók tudományos világnézetének és világképének kialakítása, ismereteik bővítése a filozófia, matematika, természettudományok és technika terén, az egyes tudományok és tudományágak iránti érdeklődésük felkeltése, alkotó gondolkodásuk serkentése.

A tantárgy oktatása a következőkre orientálódik:

- a természettudományok mélyebb és teljesebb elsajátítására;
- a filozófia, matematika, természettudományok, technika és természetvédelem összefüggéseinek és kölcsönhatásainak bemutatására;
- a hallgatók globális és alkotó gondolkodásának, valamint tevékenységének kidolgozására és fejlesztésére;
- a természettudományi kutatómunka lényegének feltárására.

A tantárgy feladata:

– **Módszertani:** megtanítani a filozófiai, matematikai, természettudományi és műszaki ismeretek alkalmazásának elméleti alapjait és módszertani sajátosságait az emberi tevékenység, a társadalom és természetes környezetünk kölcsönhatásának megismerésében.

– **Ismereti:** általános képet adni a filozófia, matematika, természettudományok és a technika történelmi fejlődésének bonyolult folyamatáról.

– **Gyakorlati:** ismertetni a természettudományi kutatómunka alapjait. Megtanítani a hallgatókat a matematikai és természettudományi ismeretek gyakorlati alkalmazására.

A tantárgy tanítását az V. évfolyamon, a 9. félévben javasoljuk.

A tantárgy témakörei **hat modulra** vannak bontva:

1. Az őskori és ókori világ emberének empirikus ismeretei.
2. A középkor filozófiája és természettudománya.
3. A filozófia, matematika, természettudományok és technika fejlődése a XVII–XVIII. századokban.
4. A filozófia, a matematika, a természettudományok és a technika fejlődése a XIX. században.
5. A filozófia, a matematika, a természettudományok, a technika és a környezetvédelem fejlődése a XX. században.
6. A filozófia, a matematika, a természettudományok, a technika és a környezetvédelem fejlődésének távlatai a XXI. században.

Bevezetés

A tudomány – a természet, a társadalom és a gondolkodás objektív összefüggéseiről szerzett, igazolható ismeretek rendszere. Ez a rendszer ősidők óta fejlődik és természetesen hatással van a társadalom gazdasági és politikai fejlődésére. Ugyanakkor a történelem fonala, a társadalmi viszonyok, természetesen, szintén nagyban befolyásolták a tudomány fejlődését. Nos, ha igazán alaposak akarnánk lenni és jelentőset akarnánk a tudomány és a társadalom kölcsönös viszonyában bemutatni, akkor kétoldalú mély és alapos vizsgálatot kellene végeznünk: egyrészt tüzetesen fel kellene mérnünk a tudománynak a társadalomra gyakorolt hatását, és megfordítva, vizsgálat alá kellene vetni a társadalomnak a tudományra gyakorolt hatását. Ez a feladat azonban az egész társadalom, illetve gazdaságtörténet tudománytörténeti viszonylatainak párhuzamos áttanulmányozását igényli, s így messze meghaladja az egyes ember erejét. Ezért jegyzetünk csupán a tudományok történeti tényanyagára korlátozódik, s nem mélyül el a filozófiai, gazdasági és politikai összefüggések mélyebb vizsgálatába.

A tudományokat nagy általánosságban így szokás osztályozni: filozófia, humán tudományok, matematika, informatika, számítástechnika, kibernetika, természettudományok, műszaki tudományok.

Mivel az adott jegyzet elsősorban a természettudományi irányzatú képzés hallgatói számára készült, célszerű a természettudományok osztályozását így vázolni fel: fizika, csillagászat, földtudományok, kémia, biológia, orvostudomány, ökológia, környezetvédelem.

Ebből kiindulva a jegyzet felöleli a filozófia, a matematika, az informatika, a számítástechnika, a kibernetika, a fizika, a kémia, a biológia, az orvostudomány, a technika, az ökológia és a környezetvédelem fejlődésének rövid történetét.

Kérjük az olvasó segítségét a hibák és pontatlanságok kijavításában. Várjuk észrevételeiket és egyéb megjegyzéseiket a jegyzet tartalmának javítása céljából.

A szerző

Az őskori és ókori világ emberének empirikus ismeretei

Egyes tudósok azt vallják, hogy a legősibb ember 1,5–1 millió éve jött létre, mások azt tartják, hogy ez 2,5 millió éve történt. Az evolucionisták szerint az ember az ősmajomtól származik. Ez a folyamat úgy ment végbe, hogy az ősmajom munkára alkalmazta a felső végtagjait, így alakultak ki a kezek. Lemászott a fáról és egyenesjárású lett. Innen ered a *Homo erectus* elnevezése annak a lénynek, mely átmenetet képezett az ősmajom és az ősember között.

A munka óriási jelentőségű volt az emberré alakulás folyamatában. Az ősember felhasználta a fát, a követ, az állatok csontjait, később a fémeket különböző munkaeszközök, fegyverek és ékszerek készítéséhez. Az ilyen alkotó tevékenységű ősembert már *Homo faber*nek nevezik.

A kétlábon való járás, a szerszám- és fegyverkészítés során az ősember megtanult beszélni és gondolkodni. Így alakult ki a gondolkodó ember – a *Homo sapiens*.

Az ősember számtalanszor találkozott a tűzzel és az égéssel. Ez azokban az esetekben történt, amikor a villámcsapás begyűjtött különböző gyúlékony tárgyakat, a száraz fűvet, a fát. Ezen tapasztalatok alapján az ember felfedezte a tűzcsiholás folyamatát. Az égés az első tudatosan felhasznált kémiai reakció volt, amelyet az ősember megvalósított. Mikor is történhetett ez? A felelet erre a kérdésre különböző. A tudósok Kelet-Afrikában találtak olyan régészeti nyomokat, amelyek alapján arra lehet következtetni, hogy a tüzet kb. 1 millió évvel ezelőtt találta fel az ősember.

Egy másik geológuscsoport a Földközi-tenger partvidékén a dél-kelet-franciaországi Nizza kikötője melletti homokbányában olyan nyomokat talált, amely bizonyítja, hogy az ősember kb. 230 ezer éve tüzet rakott és különböző célokra használta azt. A tűz használata nagymértékben megváltoztatta az ősember életét. A barlangjában melegedni tudott, a húst megfőzhette és megsűthette, s ezáltal ízletesebb és könnyebben emészthető táplálékot fogyasztott. Fáklyákkal kivilágította barlangját. Az állati bőrt kiszáritotta és ruhát készített magának. Az agyagot kiégette és téglát készített, amelyből kunyhót építhetett. A kiégetett agyagot – kerámiát – edények, ékszerek készítéséhez használta fel. Idővel a tűz segítségével fémeket, ötvözeteket tudott előállítani, amelyekből fegyvereket, munkaeszközöket, edényeket, ékszereket készített.

1868-ban a Pireneusokban a szépséges Altamira dombon egy barlangra bukkantak, amelyben őskori falfestményeket találtak. Később több helyen találtak hasonló leleteket. Ezek arról tanúskodnak, hogy az ősembernek már művészi hajlamai is voltak. A falfestmények elkészítéséhez különböző anyagokat használt fel: szenet, grafitot, színes oxidokat és szerves vegyületeket.

Az ősember megismerte a környezetében lévő növényi és állati eredetű anyagokat, és számosat közülük gyógyításra kezdett alkalmazni.

Később kialakult az írás és számolás művészete. Először piktogramokat használt az ősember, vagyis a fogalmakat primitív rajzokkal igyekezett kifejezni.

A világ különböző részeiben kialakultak az első civilizációk.

A sumerok. A Tigris és Eufrátesz folyók között alakult ki a sumer civilizáció, amely kezdete i.e. 3000–4000 évre nyúlik vissza. E vidéken nem voltak hegyek, nem voltak sziklák, nem volt elegendő mennyiségű kő, de bőven volt agyag a folyók medrében. Az agyagból agyagedényeket készítettek, feltalálták a kereket és a forgatókorongot, majd a téglát és a csempét. Kocsit és harci szekeret készítettek. És minthogy a sumerok mindig folyók mentén éltek, a kezdetleges csónakot ismerték már, de később befogták a szelet is: feltalálták a vitorlást.

A sumer városoktól északra terült el Agade (Akkád) városa. E várost Szargon király katonai hatalommá fejlesztette. Időszámításunk előtt 2300 körül leigázta a sumer városokat, egységes birodalommá tette Mezopotámiát. A sumerok összekeveredtek az akkádokkal és idővel beleolvadtak a későbbben kialakult babiloni birodalomba.

A Tigris és az Eufrátesz folyók mentén kb. az i.e. VII. században élő népek életében – az előző százezer évek halászó-vadászó-gyűjtögető életmódjához képest – óriási változás állt be: az emberek termelni kezdtek. A termelés pedig munkamegosztást, rétegződést, letelepedést hoz létre: városi civilizációt. A sumer birodalom így lett egymással viaskodó város-államok együttese. Nem apró városok ezek: némelyiknek 30–50 ezer lakosa van; Uruk, Ur, Eridu, Lagasz a legnevesebbek.

Az árpa bőségesen termett a nedves földeken – különösen, ha a háziállatok trágyáját is odaszórják. Feltalálják a faekét, amit nem az ember húz, hanem a barom.

A sumerok ismerik a fémeket, főleg az aranyat és a rezet. A fémek ötvöztetését is ők találták fel. Fémtárgyakat készítenek – munkaeszközöket, fegyvert és ékszert. Megszervezték a kereskedelmet, számos árut importálnak.

A sumeroknak írásuk volt és számolással foglalkoztak. A mezopotámiai ásatások során talált agyagtáblák, jelvények, pecsételöhengerek, ékírásos agyagedények és sziklavésések, sőt a későbbi idők hatalmas ékírásos könyvtárai lehetőséget adnak arra, hogy az írás fejlődésének menetébe bepillantassunk. Kezdetben piktogramokat használtak, vagyis leegyszerűsített képecskét véstek az agyagba, tulajdonképpen nem írtak, hanem rajzoltak. Később ideogram lett a rajzból: már nem magát a tárgyat jelöli, hanem annak tágabb fogalmi körét. Később az írásjelek elvesztik képszerűségüket, stilizált fonetikai jelzéssé alakulnak – fonogrammá.

A csatornázás és az építkezés bonyolult számítást kívánt: a sumerok megbirkóztak ezzel is. A tízes számrendszert használták 1-től 60-ig, onnan kezdve a hatos számrendszerben folytatták a számolást. Volt szorozótáblájuk, tudtak négyzetre emelni, gyököt vonni, területet számítani, sőt a kör kerületét is megközelítő pontossággal kiszámították.

I. e. a VII. században keletkezett Assurbanipala uralkodó könyvtára, mely ékírással ellátott agyagtáblákból állt. A sumeroknál fejlett volt a gyógyászat. Az „orvos” – a vizek és olajok szakértője volt. Sokféle gyógynövényt ismertek és használtak. Találtak 19 táblázatot, amelyeken különböző megbetegedések szimptómái vannak leírva. Több istent imádtak. A gyógyászat istene *Ninhiszid* volt, akinek kígyóalakja volt (ezt a szimbólumot máig őrzi az orvostudomány).

A sumerok már osztályozták a növényeket, az állatokat, az ásványokat, a kőzeteket és a talajokat.

Ezen a vidéken születik a *törvény*, mely szintén szerves része a kultúrának. Babilónia királya, a bölcs *Hammurabi* i.e.1700 körül rávésette egy hatalmas dioritsziklára törvénykönyvét, amely 282 törvénycikkelyt tartalmaz. Ezek között találhatók olyanok is, amelyek az orvosi segítségéről szólnak.

Mezopotámiában található az irodalom első emléke is – a híres *Gilgames-eposz*. Ez több, egymással lazán összefüggő monda. Ezen mondák legfőbb szereplője az isten-hős-király, Gilgames. A sumerok, asszírok, akkádok, babilonok birodalmában sok az isten, sok a változatosság, sok a monda. Legtartósabban *Marduk* uralkodik a világ és az istenek felett; rangját az adja, hogy ő teremtette a világot Tiámatból, a káosz-sárkányból: hősi harcban kettészeli, így keletkezik a föld és a menny. Az említett Gilgames Marduk országának legendás hőse. Félig isten, félig ember, ami annyit tesz: mindenkinél nagyobb hatalommal és erővel rendelkezik, de isteni halhatatlansággal nem. Ahogy a mondából kihámozható, Gilgames Uruk városának

királya volt, mégpedig zsarnok király. Az általa gyötört nép az istenektől kért segítséget, s azok megteremtették Gilgames ellenfelét, a vadember Enkidut. Gilgames és Enkidu kalandjai alkotják az eposz tartalmát. Itt kell megjegyezni, hogy a Gilgames-monda nevezetes része az özönvíz-elbeszélés.

Mezopotámia kultúrája mintegy három évezreden át tartotta fenn magát. Időszámításunk előtt 600 körül Marduk isten birodalma végképp alámerült a perzsa-méd hódítás tengerében.

Kína – a világ egyik legősibb civilizációja. A kínai filozófia és empirikus ismeretek nagyon régiek. Körülbelül 2700 éve i.e. a kínaiak úgy vélték, hogy az emberi szervezet a világ kicsinyített mását tartalmazza, amely tűzből, földből, vízből, fából és fémből áll. Azt tanították, hogy mindenhol megtalálhatók az ellentétes elemek-pólusok harca. Ezen pólusok a *jang* (fényesség, szárazság, férfiasság) és a *jin* (sötétség, nedvesség, nőiesség). Ez a harc minden fejlődés kritériuma a kínai természetfilozófusok szerint.

Körülbelül i.e. a XXI. században Kínában megjelent a *Sang* dinasztia, amelynek uralkodása idején megkezdődött az átmenet az ősi közösségből a rabszolgatartó társadalmi rendszerbe. Ebben az időben a kínai ember sokféle anyagot használ szerszámok és harci eszközök készítésére. Így, felhasználja a követ, a fát, a jászpist, a bronzot és egyéb fémeket. Megjelenik az írás, kialakulnak a természetfilozófiai irányzatok.

A kínaiak az ókorban ismerték a fémek, a lőpor, a festékek és a kerámia tárgyak előállításának módszereit. Körülbelül i.e. a XII. században a kínai filozófusok megvetették azon tanításuk alapját, amely szerint a körülöttünk levő tárgyak 5 öselemből tevődnek össze: vízből, tűzből, fából, aranyból és földből. A kínaiak feltételezték, hogy nem nemesfémekből aranyat lehet előállítani és hittek a halhatatlanság pirulájában.

Már nagyon korán ismert volt az orvoslás gyakorlata. I. e. 2657-ben megírták az első orvosi kódexet, melynek elnevezése *Nuci-King*. Hasonló könyv volt a *Siczin*, amely gyógyászati ismereteket tartalmazott.

Több neves orvos működött Kínában. *Bjány-Cio* i.e. az V–IV. században megírta *A betegségekről szóló traktátumot*. *Cán-Gun* i.e. a III. században feljegyezte a különböző betegségek lefolyásának menetét. Ezek az orvosok nagy figyelmet fordítottak az anamnézisnek, vagyis a beteg általános kinézetének megfigyelésére. A gyógyítás fő elve az volt, hogy mindent az ellentétével ajánlatos gyógyítani.

Időszámításunk előtt a XVI. században egy 52 kötetes gyógyszerkönyv lett összeállítva. Ebben ajánlják gyógyítási célokra a ginszenggyökeret, a fiatal szarvasok agancsát, a csontvelőt, a higanyt és a ként.

Későbbben megjelenik a tűszúrásos kezelés – *cszensy-czju*, a ma akupunktúrának nevezett kezelési mód és a helyi égetés (pörkölés) (ezekre 600 pont van kijelölve).

Írásos dokumentum van arról, hogy *Hua Tu* sebész i.e. az V. sz.-ban hasüregi operációkat végzett fájdalomcsillapítással (bor, ópium, kenderlé).

Tibet. A tibeti gyógyászatnak óriási irodalma van. A tibeti orvosok számtalan gyógynövényt ismertek és alkalmaztak. Körülbelül 400 megbetegedés van részletesen leírva az úgynevezett *Dzsü-Dzsi traktátumban*. A tibeti orvoslás fő elvei: huzamosabb ideig a friss levegőn való tartózkodás, lovaglás, vadászat állatokra, szabadtéri fürdés tavakban és folyókban, mértékletesség az evésben, aludtjej gyakori fogyasztása.

India. Az Indus folyó mentén elkekezett civilizáció folyami kultúra volt. Sajátságai között azt lehet megemlíteni, hogy a földeket öntözték, építőanyagokként felhasználták a téglát, a gipszet, fegyverek és munkaeszközök készítésére a követ, a rezet és a bronzot használták.

Az ételek készítésére cserépedényeket használtak, később megfestették őket. Agyagból, kőből és fajanszból szobrokat készítettek. Különböző fémtárgyakat ékszereként hordtak az indusok.

Az Indus folyó partján élő társadalomnak írása volt és sajátos természetfilozófiája. A legősibb írásos emlékek a Harapp kultúrának indus szövegei, melyek időszámításunk előtt a 2500–1700-as években lettek megírva. Ez volt a *védikus irodalom*, amely óriási terjedelmű szöveggyűjtemény. Ez az irodalom néhány szövegcsoportha tagolódik. Elsősorban ez a 4 alapvető *Véda*: irányítás, himnuszok, rituálok, vallás és filozófia. A himnuszokban találhatjuk azt a gondolatot, hogy a világ általános elve az univerzális kozmikus rend, amely minden fölött uralkodik, még az istenek fölött is.

A *Védákban* találhatók a *tapasz* (hő) és a *kama* (vágy, kívánság) fogalmai, mint a létezés elsődleges impulzusai. A rituálokban találkozunk a légzés – *prána* – különböző formájával. A légzés ugyanis a létezés elsődleges megnyilvánulása. A vallási és filozófiai tanítás fő koncepciója – az élet körforgása – a *samszara* és a vele szorosan összefüggő *megjutalmazás törvénye*.

I.e. a VI–V. századokban a természetfilozófusok azt tanították, hogy a világ négy őselemből tevődik össze – tűzből, földből, vízből és levegőből. Később ezekhez hozzáadták az úgynevezett *étert*.

Az őskori és ókori Indiában magas fejlettségi fokot ért el a fémkohászat. Itt megtalálhatók annak nyomai, hogy az indusok már nagyon régen használták a vasat, acélt, rezet, bronzot, ólmot, ónt, aranyat, ezüstöt.

A vegyi anyagok közül felhasználták a faszenet, kámfert, terpentint, növényi mérgeket, számos gyógyszert, sokféle féldrágakövet, fát, csontokat, kovakövet.

Az ókori Indiában fejlett volt a gyógyászat és kiváló orvosok éltek ezen a féldrészen. Az utóbbiak körébe tartoztak *Szusruta* és *Csaraka*. Ők azt tanították, hogy az ember szervezetének fő anyagai az epe, különböző nedvek és a levegő. Az egészség megőrzése szempontjából fontosak a korán kelés, a vizes procedúrák, a tánc és a különböző játékok.

Számos gyógyszert ismertek és alkalmaztak: a kámfert, a fiatal szarvas szarvát, a higanyt, az aranytartalmú elixírt és kb.1000 gyógynövényt.

Egyiptom. Az ókori Egyiptom történelme kronologikus. Ez a történelem 3 időszakra osztható: az Ókori Birodalom korszakára (i.e. 2900–2200), a Középkori Birodalom korszakára (i.e. 2200–1600) és az Új Birodalom korszakára (i.e. 1600–1100). Ezután következett a Késői Egyiptom időszaka (i.e.525-ig).

A Nílus völgye talán még Mezopotámiánál is kedvezőbb terület volt egy ókori birodalom kialakulása számára. Mintegy 1000 kilométer hosszúságban a folyam két oldalán keskeny, termékeny féldrész – ettől jobbra és balra értéktelen, alig lakható sivatag, ahonnan nem kell veszedelmes támadástól tartani. A Nílusra számítani lehet: minden nyáron, szinte órányi pontossággal kiönt a medréből, élető vízzel megtermékenyíti a partvidék földjeit, aztán visszavonul, és a szorgalmas földművesekre gazdag aratás vár.

Háromezer éven át olyan hatalmas birodalom volt Egyiptom, és olyan impozáns emlékeket hagyott maga után, hogy önkéntelenül óriásinak képzeljük.

Az egyiptomi társadalmat a magas szintre fejlesztett sokisten-kultusz jellemzi. Mintegy hatezer évvel ezelőtt a Nílus völgyében szét-szórt törzsek éltek, afféle faluközösségek kezdetleges műveltséggel, az újkőkorszak jellegzetes iparával. Minden törzsnek megvolt a maga *totem-állata*, amelyet szentként tisztelt. A törzsek közötti harcokban kialakult a totemállatok hatalmi rendje – az istenek ranglétrája. A legfőbb hatalmat pedig a Napisten karvalyfejű fiának mindenkori leszármazottja szerezte meg: *a fáraó*. A szó maga (Per-Aa) magas palotát jelent, és a központi irányításra utal: a magas palotából jön minden parancs, és a magas palotáé minden tulajdon.

Az egyiptomi kultúra merev egység, amelyhez foghatót alig ismer a történelem. Ennek a különös ténynek a magyarázata abban rejlik, hogy az egyiptomi kultúra *arisztokratikus* és a *halál kultuszát* szolgálja. A királysír,

az égig érő piramis, a balzsamozás nem az e földi halhatatlanságot – vagyis a hírnevet, az emlékezést – jelképezi, hanem a túlvilági továbbélést. Ez a tény akadályozta a fejlődést. Az orvostudomány fejlődésének is eleve gáttat vetett a halottkultusz azzal, hogy a tetemet balzsamozni ugyan szabad, de boncolni, tehát tanulmányozni nem.

Ozirisz az ókori egyiptomi mitológiában a haldokló és feltámadó természet istene, a halottak védnöke, oltalmazója és bírója volt. Ő valóban megsegítette híveit: a piramisok és királysírok csakugyan halhatatlanná tették a fáraókat.

Az ásatások során feltárt leletek azt tanúsítják, hogy az egyiptomiak a *szépséggel* szolgálták a halált – s ettől lettek halhatatlanok. Grandiózus építészetük, piramisaik, templomaik, oszlopcsarnokaik, szobraik, festményeik, ötvösremekeik, bútoraik és ékszereik a formaérzéknek, aránnak, színpompának olyan hatását keltik, amely ma is ámulattal tölti el a nézőt. Műalkotásaik legnagyobb része szimbolikus, kultikus jellegű, tehát valamilyen elvont gondolatnak a kifejezése, de a magasztos keveredik bennük a természetes bájjal – az élet hétköznapi szépsége a halál ünnepi pompájával.

Az egyiptomi irodalom azonban nem lehetett nagyon jelentős. Az egyiptomi írás nagyon bonyolult volt.

Az egyiptomiak matematikája és természettudománya azonban nagyon fejlett volt. Nagyszerű kémikusok voltak. Maga a *kémia* kifejezés is az egyiptomi *khemeia* szótól származik, amely Egyiptom régi elnevezése volt, vagy legalábbis a Nílus deltájában lévő fekete földet jelentette. A *kemia* vagy *kemi* ezenkívül még egyiptomi művészetet jelent.

Az egyiptomiak elő tudtak állítani számos vegyi anyagot: tartós festékeket, szerves színezékeket (indigó, purpur, alizarin), üveget, üvegvázakat készítettek, az üveget rézsókkal olvasztották össze. Az agyag kiégetésével kerámiaanyagokat állítottak elő, a kerámiatárgyakat mázzal vonták be. Tartós ragasztószereket készítettek. Előállítottak számos kozmetikai szert: festékeket, speciális vizeket, balzsamokat, olajokat, kenőcsöket. Ismerték és használták a mérleget.

Az egyiptomi fémkohászat nem volt nagyon elterjedt és fejlett, de ismerték és használták az aranyat, az ezüstöt, a rezet, az ólmot, a vasat és különféle ötvözeteket készítettek belőlük. Ismerték a cserzőanyagokat és ki tudták készíteni a bőröket. Árpából és szőlőből bort, ecetet és sört készítettek. Ismerték és felhasználták a szódát, a ként, a hamuzsirt, a meszet, az alabástromot, a cinóbert, a szappant, a kőolajat, az aszfaltot, a különféle drágaköveket és a különböző gyógyszereket.

A kémia az ókori Egyiptomban szent tudománynak számított. Kémiával csupán a papok és a fáraók fiai foglalkoztak. A filozófiai jellegű elméleti összefoglalások hiányoztak. A kémia oltalmazója és védelmezője a madárfejú *Ozirisz* volt, akit később a görögök *Hermész*szel azonosítottak.

Egyiptomban számos kémiai laboratórium működött, többek között Szerápisz templomában Alexandriában. Az *Alexandriai Könyvtár*ban, amely a világ nyolcadik csodája volt, a vegyi anyagok előállításának különböző receptjeit, leírásait gyűjtötték össze. Ebben a könyvtárban dolgozott a kiváló matematikus és fizikus *Arkhimédész*, a mértan atyja *Eukleidész*, a földrajztudós *Sztrabon*. *Kleopátra* Alexandriában különböző nyelveket tanult.

Amikor i.e. 48-ban Julius Caesar hadserege lerohanta Alexandriát, a városban tűz ütött ki és a híres könyvtár is leégett.

Az ókori Egyiptomban fejlett volt a gyógyászat. Első neves orvosok – egyben a világ első orvosa, akiről név szerint tudunk – *Imhotep*. Időszámításunk előtt 2700 körül élt. Dzsószer fáraó hadvezére, főpapja, udvari építész, csillagásza és orvosa volt, később isten lett belőle.

Az akkori orvostudomány nem fejlődhetett, mivel tetemeket boncolni nem volt szabad. Hatásosabb volt ennél az *empirikus gyógyítás*, vagyis a tapasztalatok összegyűjtése és alkalmazása. Számos orvoscönyvre emlékeztető papiruszt találtak. Ezekből sok minden kitűnik. A betegségek gyógyítására és megelőzésére ajánlották a bélkiürülést, hidegvizes lemosásokat, futást, evezést, gyógytornát. Számos gyógynövényt és állati eredetű anyagot használtak gyógyításra. Ismerték a balzsamozás vegyi titkait. Már abban az időben a fogászatban alkalmazták az aranyat, számos orvosi szerszámot készítettek és alkalmaztak (csipeszek, katéterek, tükrök). Állami orvoseképző iskolák működtek az ókori Egyiptomban.

Magas fokú fejlettséget ért el az ókori Egyiptomban a csillagászat és a matematika. A Nílus minden évben a nyár kezdetekor öntött ki, ez pontosan akkor történt, amikor megjelent a *Szotisz* vagy *Sziriusz* elnevezésű csillag az égbolton. Innen ered az a gyakorlat, hogy a naptárt összekapcsolták a csillagászzal. Azonkívül fejlett volt a térképészet is.

Az egyiptomiak a számolás és a mérnöki tevékenység művészei voltak. Ők már ismerték Püthagorasz tételét, ismerték a Ludolf-számot, vagyis a $\pi = 3,1415\dots$ megközelítő értékét. Meg tudták építeni a hatalmas piramisokat, amelyek közül a Cheopsz piramis magassága 148 m. Érdekes

megjegyezni, hogy a Földnek a Naptól való középtávolsága kb. 148 millió km. Ez az egybeesés aligha véletlen.

Az említett civilizációkon kívül voltak még más civilizációk is bolygónk más földrészein. Így például, ismertek a közép-amerikai és a Peru-Bolívia területén létező civilizációk. Nagyon valószínű, hogy hasonló civilizációk léteztek az afrikai kontinensen is.

A természetfilozófia (naturfilozófia) kialakulása és fejlődése

Az ókori görög természetfilozófia és tudomány

Napjainkban a tudománytörténészek úgy vélik, hogy az ókori Babilónia, India, Kína s más ókori népek kultúrája magasabb színvonalú volt, mint az ókori görögöké. Lehet, hogy ebben van némi igazság. De nekünk sohasem kell elfelejtenünk azt a tényt, hogy az említett magas fokú kultúrák kihaltak, a görög–latin civilizáció pedig, állandóan fejlődve, megalkotta az európai kultúrát.

A régi ógörög történelemben ki lehet választani a neolit- és a bronzkort, a bronzkor közepén a *krétai* (az időszámításunk előtti II. évezred első felétől időszámításunkig), a *mükénéi* (az időszámításunk előtti II. évezred második felétől időszámításunkig) és a *homéroszi* (az időszámításunk előtti I. évezred elejétől) társadalmakat.

Az első kultúrbirodalom, amellyel az észak felől jövő görögök szemben találták magukat, a krétai volt. Kréta szigetén pár évszázadon át tartotta fenn magát a *minószi kultúra*, amelynek emlékét ma jobbára csak a Minótauroszt-monda őrzi. Minósz Knósszosz városának hatalmas királya volt, aki emberevő bikát tartott a palotája labirintusában. A szörnyű bikának minden évben száz athéni ifjat áldoztak fel, míg a hős Thészeusz le nem győzte a bikát, és a labirintusból Ariadné fonala segítségével menekült meg.

Krétához fonódik Daidalosz és Ikarosz mondája is. Daidalosz athéni ezermester volt, szobrász és építész. Minósz király vele építtette palotáját és a szörnyű labirintust. Szabadulni szeretett volna Daidalosz, de a király nem engedte el. Ekkor tollakból és viaszból hatalmas szárnyakat készített magának és fiának, Ikarosznak. A tenger fölött szállva akartak elmenekülni, de Ikarosz túl magasra emelkedett, a Nap heve megolvastotta a viaszt, szárnya széthullott, s ő a tengerbe zuhant.

I.e. a XV. század táján a krétai kultúra lehanyatlott.

Hamarosan egy másik birodalom alakult ki. Központi hatalom egységes irányítása alá kényszerültek a korábban demokratikus önállósághoz ragaszkodó törzsek. A birodalom középpontja *Mükéné* volt, ezért ezt a korszakot *mükénéi kultúrának* szokás nevezni. Művészetét a krétai formák továbbélése vagy továbbfejlesztése jellemzi és – túl ezen – az a hatalmas

várepítkezés, amelynek romjait az utóbbi időben tárták fel. A híres műké-néi oroszlánkapu őrzi mai napig e gigantikus építkezés emlékét.

E birodalom lakosai lassan térnek át a földművelésre. Termőföld-jük azonban kevés volt és rosszul megművelt, legelőik szegényesek. Az ipar is fejletlen. A bronzkort lassan felváltotta a vaskor. A fazekasmester-ség is gyakorlatibbá válik, emellett kitűnő ácsaik vannak és az asszonyok jól tudnak szőni.

Megkezdődött az évszázadokon át tartó népvándorlás. A hajdani központi királyság nyomtalanul széthullt – annyira nyomtalanul, hogy még Mükéné is, a hatalmas palotájára büszke város is eltűnt a föld színéről.

Az i.e.-i X. századra tehető a népvándorlás vége, amikor kialakult az új államforma: az önálló városállamokból összefonódó birodalom. Északon Thesszáliában telepedtek le a hellének, az ő nevüket vette át később az egész görögség, így lett a birodalom egybefogó neve *Hellász*. Attika félszigetén Athén városa uralkodott, vele szemben Argolisz bejáratát Korinthosz őrzi, mögötte a legelőiről híres Árkádia, Peloponnészosz déli csücskében Spárta katonás népe. Ezek csupán a félsziget főbb államai. Az Égei-tenger szigeteit és a kis-ázsiai partot is görög települések százai lepik el: Leszbosz, Kiosz, Kósz, Ródosz, Számosz szigete, Pergamon, Szmirna, Epheszosz, Milétosz és sok más. Ez utóbbiak a görög kultúra fejlődésében sokáig fontosabb szerepet játszottak, mint maga az anyaország: a jellegze-tes *görög szellem* a kis-ázsiai partok felől áramlott Athén felé, de Athén-ban ért fejlődésének csúcára.

A természetfilozófia – *naturfilozófia* –, vagyis a világ racionális képe felépítésének próbálkozása a legnagyobb fejlettséget az ókori Görög-országban érte el.

Az antik görög filozófia az i.e. VII–VI. századokban kezdett kialakulni. Fejlődésében 4 korszakot lehet megkülönböztetni.

Az első korszakot Szókratész előtti korszaknak szokás nevezni (a filozófiai gondolkodás kezdeteitől az i.e.-i V–IV. századig).

A második korszakot klasszikusnak nevezik (i.e. V. század köze-pétől és az i.e.-i IV. század lényeges része).

Makedónia hegemoniájával és a görög városok hanyatlásával kapcsolatos a harmadik korszak – a hellénisztikus korszak (i.e. IV. század végétől i.e. II. századig).

A negyedik korszak az az időszak, amikor az antik világ megha-tározó ereje már Róma (i.e. I.sz.–V–VI. sz.).

A világ filozófiai értékelését megtaláljuk *Homérosz* (i.e. VIII. sz.)

műveiben. Homérosz a világ 3 fő okának vagy fő alapjának Nikszet, Okeáneszt és Tetiszt tartja. A Niksz – őseredeti állapot, az Okeánosz – őstenger, a Tetisz – bizonyos éltető erő, amelyik a vízzel van összekötve. Mindnyájan össze vannak kapcsolva a földdel.

A világ magyarázatának próbálkozását megtaláljuk *Hésziodosz* (i.e. VII. sz. első fele) munkáiban is. Hésziodosz szerint mindennek az alapja a Káosz, amelyet úgy értelmez, mint végtelen alaktalan tömeget. Ebből származik a Gaia (föld), az Erósz (bizonyos életerő), Erebosz (sötétség) és Niksz (éj). Belőlük származnak az Uránosz (csillagos ég), az Éter, a fény és más istenségek. Hésziodosz kozmogóniai nézeteit Akuszilai egészíti ki, aki bevezeti a Metiszt vagy Nuszt (ész, értelem). Phereküdesz szerint, mindennek az ősalapja az a sajátos éltető anyag, amelyet Zeusz nevével jelöl. Ez az ősalap 5 stádiumban létezik, melyek következményeként keletkeznek az istenek, a világegyetem és a föld.

Korai görög tudomány

Ióniai természetfilozófia. A görög tudományt általában Kis-Ázsia Iónia városaiból, különösen Milétoszból származtatják.

Az ióniaiaknak a perzsákkal vívott harcai során gyakran megtörtént, hogy a perzsák nyomása kiszorította az iónokat eredeti hazájukból. Ez a magyarázata annak, hogy Thalészt (i.e. 624–547), aki Milétoszban élt, Hérakleitoszt (i.e. 535–475), aki a közeli Epheszosz lakosa volt, valamint Püthagoraszt (i.e. 580–500), aki szamoszi menekülökként Dél-Itáliában telepedett le, s végül a szicíliai Empedoklész (i.e. kb. 495–435) egyaránt az ion filozófusok csoportjába számítják.

Az ióniai természetfilozófusok ésszerű, materialista és bizonyos mértékig ateista módon gondolkodtak, kevesebbet foglalkoztak az erkölcs és a politika kérdéseivel, viszont jobban érdekelte őket a természet.

Más régiók filozófusai és bölcselői

A vaskor forrongó eseményei a világ sok helyén biztosítottak teret különös eszmékkel és mondanivalóval telt bölcselők fellépéseinek.

Így, Palesztinában ott voltak a proféták és a *Példabeszédek*nek, *Jób könyvének* meg a Biblia más bölcselkedő jellegű részeinek szerzői.

Jeremiás próféta (szül. i.e. kb. 600-ban) könnyen találkozhatott Thalésszal az egyiptomi Naukratiszban.

Indiában risik és buddhák tanítottak, akik közül Gautama, vagyis maga Buddha (i.e. kb. 560–480) tett szert legnagyobb hírnévre.

Kínában körülbelül ugyanebben az időben élt Lao-ce (i.e. VI.sz.) és Konfucius (Kung fu-ce) (i.e.551–479). Ezek mindannyian bizonyos általános nézeteket fogalmaztak meg a természet és az ember világról.

A világ és elemei

Az első görög filozófus, akiről a hagyomány megemlékezik, *Thalész* (i.e. 624–547). A ránk maradt adatok szerint azt az elméletet vallotta, hogy kezdetben minden víz volt és ebből keletkezett a föld, a levegő, valamint az egész élő világ. Világos, hogy ez lényegileg ugyanaz az elgondolás, mint amellyel a Bibliában, *Mózes első könyvében* találkozunk, s amely az ismert sumer teremtésmondának is alapja. Thalész nézetei materialisztikusak, mivel a Teremtőről nem tesz említést. Ugyanezt az alapvető materializmust és ateizmust képviselték az óioniai természetfilozófiai iskola későbbi bölcselői, *Anaximandrosz* (i.e. 611–546) és *Anaximenész* (i.e. 585–525), akik némileg módosították Thalész feltevését, hogy több jelenséget magyarázhasanak vele. Szerintük a föld, a levegő és a tűz voltak azok az *elemek*, amelyekből a világ összetevődött – körülbelül olyan módon, mint ahogy a szavak betűkből tevődnek össze. A görög nyelvben a *stoiheion* elemet és betűt is jelenthet.

Hérakleitosz, akit a változás filozófusának neveznek, a *panta rhei* (minden folyik) jelszavát vallotta. Ő a tüzet tartotta minden dolgok alapelemének, mert ez mindig mozgásban van, és mindent át tud alakítani. Ő vezette be a filozófiába az ellentétek eszméjét. Ez a dialektikus filozófiai gondolkodás első jelentkezése.

Empedoklész, e materialista filozófiai iskola követője kísérletileg bebizonyította, hogy a láthatatlan levegő is anyagi természetű, s meghatározta az őselemek rendszerét: a föld, a víz, a levegő és a tűz ebben a sorrendben helyezkedik el egymás fölött. Ő úgy vélte, hogy a szeretet és a gyűlölet, amit két mechanikusan működő ellentétes anyagi elvként képzelt el, folytonosan összekeveri és újra szétválasztja az elemeket. Ez az elgondolás rokon az ősi kínai jin-jang-dualizmussal, de valószínűleg tőle teljesen függetlenül alakult ki.

Az ióniai gondolkodás iránya az *anyagi elemek folytonos egymásba való átalakulásán* alapuló dinamikus világkép felé vezetett. A későbbi idők számos filozófusa azonban inkább az *elemek statikus, természetes rendjének* megállapítására törekedett.

A görög tudomány kettéágazása

Püthagorasz (i.e. 580–500) a *számokban* látta a világegyetem megértésének kulcsát. Püthagorasz iskolájával a görög tudomány fejlődése elméleti és gyakorlati téren egyaránt kettéágazik. A tan két nagyon különböző gondolatrendszer kiindulópontjává vált. Legelvontabb és logikai vonatkozásaiban Parmenidész (i.e. 470) vette át, majd sok miszticizmusmal keveredve Platón (i.e. 427–347) *idealizmusának* megalapozására szolgált. A milétoszi Leukipposz (i.e. V. sz.) és az abderai Démokritosz (i.e. 460–370) atomelméletében ezzel szemben *materialista* alapot nyert Püthagorasz számelmélete.

A tiszta ész filozófiája

Parmenidész (kb. i.e. 540–470) a *tiszta ész* filozófusa volt. Hevesen támadta a megfigyeléseken és kísérleteken alapuló tudományt. Tanítványa, Zénón (kb. i.e. 490–430) alapjaiban támadta meg Püthagorasz matematikai és fizikai tanait négy igen éles elméjű paradoxon bemutatásával, amelyek logikai úton bizonyítják, hogy az idő, illetve a tér nem lehet sem folytonos, sem pedig nem folytonos. Logikai fejtegetéseit sokan bizonyítéknak tekintették arra, hogy a látható világ a valóságban nem létezhet.

Az atomok és az űr

Mindezekre az idealista irányzatokra a legcsattanósabb választ Démokritosz (i.e. 460–370) adta meg, akinek *atomelmélete* hatalmas befolyást gyakorolt a későbbi tudományra. Ő úgy gondolta, hogy a világegyetemet megszámlálhatatlanul sok oszthatatlan részecske – *atom* – alkotja, amelyek az *üres térben* mozognak. Ezek az atomok Démokritosz szerint változtathatatlanok, viszont különböző mértani alakjuk lehet. Az atomok

mozgása megindokol minden látható változást. Démokritosz szerint a lélek is atomokból – és pedig sima, gömbölyű, mozgékony, tűzszerű atomokból – áll.

A geometria és a csillagászat diadala

Az irracionális számok felfedezésétől kezdve a görög matematikusok elfordultak a számok világától, s áttértek a vonalak és területek vizsgálatára. E fordulat nyomán alakult ki a mérés *geometriája*, s ez volt talán a legértékesebb dolog, amivel a görögök a tudományt megajándékozták.

A görög matematika irányváltásának fő kezdeményezői a khioszi *Hippokratész* (kb. i.e. 460–344) és *Eudoxosz* (kb. i.e. 408–355) voltak. Az előbbi először használt betűket a geometriai alakzatok megjelölésére. A kör négyszögesítésének, a kocka megkettőzésének klasszikus problémájával is foglalkozott. Eudoxosz valószínűleg a görög matematikusok legnagyobbika volt. Ő találta fel a minden mennyiségre alkalmazható arányok elméletét.

Eudoxosz kiváló csillagász is volt. Ő azzal magyarázta a Nap, a Hold és a bolygók pályáját, hogy koncentrikus gömbök (szférák) felületén mozognak.

Görög orvostudomány – Hippokratész

A görög orvostudomány is hozzájárult az összefüggő tudományos világkép megalkotásához. Két fonalat font össze: a tapasztalás és a bölcselkedés fonalát, amely azóta is végigvonul az orvostudomány fejlődésén. Az ókori orvosnak nem is a tudása volt nagy, hanem a kultusza. Mondai alak volt például *Aszklépiosz*, vagy talán csakugyan élt valamikor az idő mélyén. Őt a görögök megtették Apollón isten és egy királylány gyermekének, akit a tudós Kheiron kentaur nevelt fel egy barlangban. Varázslatos hatalmú orvos lett belőle, még a holtat is fel tudta támasztani. Bölcsességét átadta gyermekeinek is: *Machaon* lett az első sebész, *Podaleiriosz* az első belgyógyász, *Panakeia* a gyógyszerkészítés, *Hügieia* pedig az egészséges életmód első specialistája. Halála után Zeusz feltámasztotta Aszklépioszt, és isteni rangra emelve az Olümposzra vitte. Az ő kigyós jogara ma is az orvoslás szimbóluma világszerte.

Démokritosz kortársa egy másik híres orvos volt – a Kósz szigeten működő *Hippokratész* (i.e. kb. 460–370). Ő volt a legnagyobb görög orvos; a kószai orvosi iskolát valóban tudományos intézménnyé tette. Neve alatt gyűjtötték össze a görög orvosi iratokat (*Corpus Hippocraticum*), amelyeknek 54 fennmaradt értekezése közül talán 6 származik magától Hippokratésztól. E gyűjteményben egy-egy betegség vagy inkább tünetcsoport találó leírása, egy-egy ősidők óta használatos drog vagy fizikális eljárás hatásának rögzítése található, vagy figyelmeztetés egy-egy diagnosztikai jel fontosságára. A gyűjtemény értéke nem is ebben rejlik, hanem az *orvosi szemléletben*, amely valóban példamutató.

Tudniillik Hippokratész iskolája fordult először szembe a természetfeletti, a mágikus gondolkodással, elutasította a varázslat szerepét a gyógyításban, helyette magában a természetben keresi a betegség okát is, a gyógyítás módját is.

A legnagyobb és legtartósabb károkat az orvostudomány elméletében és gyakorlatában a négy nedv tana okozta, amelynek első megfogalmazását *Empedoklész*nél (kb. i.e. 484–424) találhatjuk meg. Ő orvos és egyben filozófus is volt. A világ négy elemét, vagyis a tüzet, a vizet, a levegőt és a földet párhuzamba állította az emberi test négy nedvével, a vérrel, a sárga epével, a nyálkával és a fekete epével. Empedoklész tanítása értelmében aszerint, hogy melyik nedv jut túlsúlyra, az ember szangvinikus, kolerikus, flegmatikus vagy melankolikus természetű. Ennek alapján a látszólag racionális orvosi gondolkodás egész rendszere alakult ki. A nedvelmélet nyomán a betegek kezelésénél arra törekedtek, hogy az elemeket meghatározó ellentétes minőségek, vagyis a meleg és a hideg, illetve a száraz és a nedves megfelelő alkalmazásával helyreállítsák a szervezetben az elemek egyensúlyát. Világos, hogy ezen elméletnek gyakorlatilag semmi köze nem volt a fiziológiai tényekhez, tehát káros volt.

Az athéniai teljesítménye

A görög gondolkodás második és központi korszakában a filozófiai érdeklődés, amely a tudományos érdeklődést is magába foglalta, az anyagi dolgok síkjáról az eszmék síkjára helyeződött át. Ebben a változásban az a drámaian kicsúcsosodó fejlődés tükröződött, amely az i.e. V. és IV. századok folyamán az egykori városállamot athéni birodalom-má alakította át. Az események a társadalom új erőinek működését tárják szemünk elé. S mivel *Thuküdidész* (kb. i.e. 460–395) és történelemszársei

olyan világosan és szépen rögzítették műveikben az események menetét az eljövendő nemzedékek okulására, ezek mindmáig hallatlanul jelentősek maradtak a tudomány és a politika számára. A fejlődés azzal kezdődött, hogy az emberi történelem folyamán itt alakították ki első ízben céltudatosan a polgárok demokráciáját. A felszabadultság, amit az emberek éreztek, nyomban megmutatkozott a kultúrában. Ebben az időszakban (i.e. V. sz.) írták *Aiszhülosz*, *Szophoklész* és *Euripidész* a ma is sűrűn színre kerülő drámáikat; *Arisztophanész* vígjátékain derült a közönség; az Akropoliszban felépült a *Parthenón* meg az *Erekhtheion*, csodájára járnak ma is; a nagyszerű szobrászok élén *Pheidiasz* évezredekre megszabta az esztétika irányát; a történelmet *Hérodotosz* és *Thuküdidész* írta; az erkölcsstant *Szókratész* tanította...

A bölcselkedést az ión származású *Anaxagorász* honosította meg Athénban. Az első athéni bölcselő egyben az utolsó *természetfilozófusa* volt e korszaknak: az eredet kérdését, a lét mivoltát, a természet működési mechanizmusát feszegette, akárcsak elődei.

Anaxagorász feltevése szerint nincs keletkezés és elmúlás, csak vegyülés és szétbomlás, az anyagok állandó alakulásban vannak. Az anyag átalakulása pedig lényegében a mozgás. Anaxagorász az anyag mozgatását az anyagtól független értelemre ruházta. Ez volt az a pillanat, amikor a bölcselőben élesen elvált egymástól az *anyag* és a *szellem*. Ettől kezdve merült fel a nagy kérdés – melyik az elsődleges? Ez volt a filozófiai dualizmus kezdete.

Ebben a korban jelentek meg az úgynevezett *szofisták*, akik nagyszerű szónokok voltak, az ismereteket jó pénzért széles körben terjesztették, vitatkozó készségüket a végletekig fejlesztették, de számos esetben szájhősködésüknek romboló hatása is volt. *Periklész* kora nemcsak a művészi hajlamoknak tárt kaput, hanem a demagógiának is. Számos szofista a népgyűléseken elégedetlenséget keltett és felszította a népharagot. A belviszályokhoz hamarosan külső zavarok társultak: felkelés Szamoszban, összetűzés Korinthoszsal, ami jó alkalmat nyújtott az ősi ellenségnek, Spártának a fegyveres beavatkozásra. Időszámításunk előtt 431-ben kezdetét vette az emberöltőn át tartó peloponnészoszi háború. Athénban pestis dúlt, Periklész meghalt, az athéni szövetség széthullt. Erre az időre esik, hogy az athéni piacon, az utcákon és a kikötőben egy hanyagul öltözött, mezítláb, csúf arcú ember lődörgött, aki igyekezet mindenkivel szót váltani, sőt hosszasan elbeszélgetni. Ez volt *Szókratész*.

A reakció filozófusai

A görög filozófia nagy hármás csillagzata – *Szókratész*, *Platón* és *Arisztotelész* – az athéni égbolton, a hanyatló Athén égboltján ragyogott. Mindhárman az első szabad város forradalmi nagyságából merítették hatalmas képességeiket és erejüket, amellyel hatni tudtak az emberi gondolkodásra.

Szókratész idejében a vita és a szónoklás nagyon nagy jelentőségre tettek szert az athéni politikában és bölcseletben. A vitákat és a szónoklatokat főleg a szofisták gyakorolták, akik között nagyon sok *hamis próféta* akadt. Ilyen volt *Prótagorasz* (kb. i.e. 481–411) is, akinek híres mondása ez volt: minden dolognak mértéke az ember. Ez fontos igazságmagot tartalmaz, de félre is vezet. Ugyanis különböző emberek vannak, nem mindenki példamutató. Ezzel az állítással szembeszállt *Szókratész* (i.e. 468–400), aki magát nem szofistának azaz bölcstestnek nevezte, hanem *filozófusnak*, vagyis annak, aki csupán *szereti a bölcseletet*.

Bár a népből származott, nem támogatta a demokráciát, és – legalábbis idősebb korában – főleg a gazdagok meg az athéni arisztokrata fiatalság körében forgolódott.

Szókratész nem természetfilozófus volt, hanem erkölcsfilozófus. Az igazság megismerésének módszere nála *dialektikus* és *induktív*. Nem azért dialektikus, mert a *kérdve kifejtő* beszélgetés a vitatkozókat szembeállítja egymással, hanem mert ügyes didaktikával *Szókratész* az ellentétekből és ellentmondásokból bányássza ki megtisztított fogalmait. És induktív, amennyiben mindig konkrét esetekből indul ki, ezeket egymással összeveti, a járulékokat lehántva egyetemes – általános érvényű – fogalmakhoz jut.

Szókratész a delphoi jósdá jelszavát vallotta – *gnóthi szeauton*, vagyis *ismerd meg tenmagad*. Erkölcszótárát halálával avatta magasztos tanítássá. Etikai tételeket kimondani általában könnyű, ezek szerint élni – ez az, amit kevés ember tud *szókratészi* méltósággal és bölcsességgel megvalósítani. Amikor 70 éves korában néhány ostoba és irigy ember vádat emelt ellene istengyalázás és az ifjúság félrenevelése címén, könnyű lett volna a bírák kegyét megnyerve menteni életét, mégsem tette: törvényiszteletet tanított és elfogadta az ítéletet. Ellenségei valószínűleg csak száműzni akarták, de nyugodt és vádlóit megvetéssel sújtó védőbeszéde miatt végül is halálra ítélték. Így vált a filozófia első és leghíresebb vértanújává. Életében semmit nem írt, csupán dialógusokat folytatott tanítványaival és

az egyszerű emberekkel. Életének és halálának körülményei még sajátos jelleménél is inkább jelzik *a görög gondolkodás választútját*. Szókratésztől kezdve a filozófia egy erkölcsi vagy etikai és egy természeti vagy fizikai ágra bomlott, s kétezer éven át az előbbi ág volt az, amely nagyobb megbecsülésben részesült.

Platón, a gazdag, fiatal athéni arisztokrata akkor került Szókratész hatása alá, amikor úgy látszott, hogy saját politikai érvényesülésébe vetett reményei a demokrácia helyreállása miatt végleg füstbe mentek. Elhatározta tehát, hogy életét a filozófiának szenteli.

Platón (i.e. 427 körül–347) fő politikai célja – amelyet leginkább *Az állam és Törvények* című műveiben fejtett ki – az volt, hogy megalkossa egy olyan állam alkotmányát, amelyben az arisztokrácia, vagyis a *legjobb emberek* régi előjogai örökre fennmaradnak, és az alsóbb rendek számára is elfogadhatókká válnak. Platón a maga képzeletbeli köztársaságának lakóit négy rendre osztotta: örökre, az államot kormányzó filozófusokra, a védelmet ellátó katonákra s közemberekre, akik minden munkát elvégeztek. Ő ezt a felosztást azzal kívánta igazolni, hogy az isten négyféle embert teremtett – aranyból, ezüstből, rézből és vasból.

Platón idealista filozófus volt. Kétféleképpen vizsgálhatjuk a jelenségeket, tanítja Platón, *érzékeléssel és gondolkodással*. Az érzékelés a szerveinken keresztül történik, szerveink tökéletlenek, tehát az érzékelés is tökéletlen. Ha testünket – az érzékelést – kikapcsolva pusztán a gondolkodásra hagyatkozunk, akkor eljuthatunk a tökéletes igazság megismeréséhez. De mi a tökéletes igazság? A létezők *ideája*. Az idea: fogalom, alak, eszmény, minta, kép, tehát a létezők elvonatkoztatása, absztrakciója.

Ez dualista és idealista filozófia. Dualista, mert a halhatatlan lelket élesen különválasztja a romlandó testtől, és idealista, amennyiben az ideát létezőnek tekinti. Idealizmusa objektív annyiban, hogy elismeri a valóság létezését, viszont szubjektív, minthogy a valóságnak csupán mintegy az árnyékát tartja felfoghatónak, megismerhetőnek. Nem utasítja el a tapasztalást, de kevesli, a gondolkodást biztosabb útmutatónak mondja.

Platón három abszolút és örök értéket ismer el: *az igazságot, a jóságot és a szépséget*. Maga a filozófus a korabeli tudományos ismeretek alapján érvelt ezen abszolút értékek mellett, amelyeket valójában főleg a matematikából és a csillagászatból, illetve inkább az asztrológiából vezetett le.

Platón Athénben 40 éven át (i.e. 387–347) adta elő tanait az Akadémosz Héroszról elnevezett ligetben a gondosan kiválasztott

tanítványok csoportjának. Iskolájának, az Akadémiának a kapuja felett ez állott: *Senki se lépjen be, aki nem ért a matematikához.* Az Akadémiában Platón halálával sem szűnt meg az oktatási tevékenység, még majdnem egy évezreden át fennmaradt. Platón befolyása messze túlterjedt az Akadémia körén. Viszont ez a terjeszkedő platonizmus fokozatosan elfajult azáltal, hogy az eredeti tanból csak a misztikus elemeket tartotta meg, míg logikai és matematikai oldalait elhanyagolta. Ilyen alakjában azután a késői klasszikus korszak egész konformista gondolkodását áthatalmította. Hamarosan elkeveredett a kereszténységgel is, amelynek teológiája számára igen lényeges intellektuális támaszt nyújtott.

Arisztotelész (i.e. 384–322) 17 éves korában elhagyta szülőföldjét, Trákiát és a hírneves Platón tanítványa lett. Mestere halála után szakított az Akadémiával és i.e. 335-ben egy másik filozófiai iskolát alapított, amelyet Lúkeionnak, illetve latinos nevén Líceumnak neveztek el.

Arisztotelész számos okból központi szerephez jutott a tudomány történetében. Mivel tevékenysége a görög politikai élet két szakaszát áthidaló átmeneti időre esett, módjában állt a szabad görög városok tudását összegyűjteni és alkalmazásra továbbadni azoknak a birodalmaknak, amelyek átvették a hatalom örökét. Tudományos műve nagyobb és átfogóbb, mint bárkié, aki előtte vagy utána tudományos kutatómunkát végzett.

Arisztotelész inkább logikus és természetkutató volt, semmint morálfilozófus. Neki is, mint elődjeinek megvolt a maga filozófus fejedelme, méghozzá nem más, mint a fiatal Nagy Sándor, akinek nevelőjeként működött i.e. 343-tól 340-ig. Viszont Nagy Sándor nem arra törekedett, hogy egy görög városállam felett uralkodjék, hanem egy hatalmas makedón katonai birodalmat kívánt kialakítani magának. Emiatt Arisztotelész konfliktusba is került Nagy Sándorral, mivel ő mindig az *arany középut* elvét vallotta, s ez az elv *etikájának* alapjául szolgált.

Arisztotelész nagy teljesítményei a *logika*, a *fizika*, a *biológia* és a *humán tudományok* területére esnek, sőt mindezeket a szakokat formálisan Arisztotelész alapította meg. Még megtoldotta őket a *metafizikával*, amelyben mindaz helyet foglalhatott, ami az említett tudományszakokból kizorult.

Arisztotelész valamennyi teljesítménye közül a legnagyobb és egyben a legveszélyesebb az *osztályozás* eszméje volt, amely egész művén végigvonul és amelyre *logikája* felépül.

Arisztotelész volt az első nagy enciklopédista. A természetnek és az emberi életnek valamennyi az idő tájt érdekesnek tartott oldaláról

valamelyes képet igyekezett adni. Ő azt tanította, hogy a világ mozgó anyagból áll, de hogy ez az anyag éppen milyen, azt a formája határozza meg. A *változó anyag* és a *változatlan forma* egymástól elválaszthatatlanul létezik. Az anyag adja a szükségszerűséget, a lehetőséget és az okot, a forma a megvalósulást, a fejlődést, a célt. Az élőlények formája – a lélek. Az ő vezérgondolata az, hogy vannak célok – teleologikus tényezők, amelyek az élőlényeket és magát az anyagot is arra készítik, hogy megfelelő *végállapotok* (célok) elérésére törekedjék.

Arisztotelész szerint a természetes mozgás célirányos, minden más mozgásnak azonban mozgatóra van szüksége. Az űr (vákuum) létezését cáfolta. Fizikájának fogyatékoságát és fonákságát részben ellensúlyozta biológiai megfigyeléseinek minősége és terjedelme.

Arisztotelész biológiájának vezérgondolata az, hogy a természetben minden dolog a lehető legnagyobb tökéletességre törekszik, de ezt csak bizonyos fokig valósíthatja meg. Ezen az alapon Arisztotelész felvázolta a természet lépcsőfokait, amelyek a legalsóbb szinten álló ásványoktól a növényeken és az egyre tökéletesebb állatokon át a lépcső legfelsőbb fokán álló emberhez vezetnek. Azt hihetnők, hogy egy ilyen fokozatos felépítésből valamiféle fejlődésre lehet következtetni, de Arisztotelész biztos volt benne, hogy a világban valóságosan semmi nem változhat, s a fajoknak a tökéletesség vagy tökéletlenség örök időkre rögzített útjelzőiként kell létezniük.

Arisztotelész azzal koronázta be művét, hogy kiterjesztette az emberre mint társadalmi lényre, sőt ezen túlmenően az istenre is. *Philolaosz* (kb. i. e. 440) tanítása szerint az emberben háromféle lélek vagy szellem lakozik: a növényi, az állati és az értelmes vagy gondolkodó lélek, a *nusz*, mely utóbbi csak az ember sajátja. Mindegyik lélek célja, s egyben mozgatóereje az, hogy a maga *tökéletességére* törekszik: a növényi vagy vegetatív lélek a *növekedésre*, az állati vagy animális lélek a *mozgásra*, az értelmes vagy gondolkodó lélek az *elmélkedésre*. A gondolkodó lélek úgy tökéletesedik, hogy valami még tökéletesebbre törekszik, ami csak isten lehet, az egész világegyetem *mozdulatlan mozgatója*, s egyben Arisztotelész metafizikájának központja és határa.

Rendszere átfogó voltának biztosítására Arisztotelész még egy újítást vezetett be, amely rendkívül sokat ígért a jövő szempontjából. Ahelyett, hogy minden munkát maga végzett volna és csak megvitatta volna eredményeit kollégáival – amint ez az Akadémiában szokásos volt –, *megszervezte a kutatást*. A Lükéionban, amelyet Nagy Sándor valószínűleg

anyagi támogatásban részesített, Arisztotelész fiatal tanítványai tájékoztató adatokat gyűjtöttek majdnem mindenről. Ennek eredményeként maradt ránk a görög élet és gondolkodás rendkívül értékes és rendszeres ismerete. De még értékesebb az a gyakorlat, amely e kutatásokban megtestesült. Ahogyan az Akadémia az egyetemek ősmintája, úgy a Lúkeion a tudományos kutatóintézeteké.

A bizonyos korlátozottságok ellenére Arisztotelész tanai és nézetei hatalmas befolyást gyakoroltak az arab és a nyugati középkori gondolkodásra.

A hellenisztikus tudomány

Az athéni szövetség széthullása után egy általános szellemi hanyatlás következett, mely alól néhány évszázadon át kivételt képezett a természettudomány. Bizonyos kutatási irányokban, főleg a matematika, a mechanika és a csillagászat terén az alkotótevékenység figyelemre méltó új fellendülése következett be. Ez leginkább Nagy Sándor hódításainak gazdasági és technikai következményeivel magyarázható, mivel most egy minden eddiginél tágasabb világ tárult fel a görög kereskedelem előtt.

A görög tudomány nagymértékben gyarapította a későbbi idők tudományát. Ez elsősorban a *hellenisztikus* vagy *alexandriai korszak* kezdetén (i.e. 330–200) és főleg az Alexandriában végzett munkának köszönhető.

A különálló teljesítményeknél fontosabb volt a matematikának a hellenisztikus időkben létrehozott rendszerezése. A tételek logikai összekapcsolását már korábban is ismerték. Arisztotelész logikája valójában a geometriai bizonyítási eljárás másolata szavakba öntve. De csak *Eukleidész* (i.e. III. sz.) volt az, aki i.e. 300 körül a matematikai ismeretek nagy részét egységes építménybe foglalta: axiómákból vezette le a tételeket. A csillagászat matematikai alapját *Eudoxosz* (i.e. 408–355) szférái (gömbjei) alkották. *Hipparkhosz* (i.e. II. sz.) az ókor legnagyobb megfigyelő csillagásza, aki egymaga találta fel a következő két évezredben használt csillagászati műszerek legnagyobb részét, és összeállította az első csillagkatalógust. A pontoszi *Héraklidész* (i.e. 370 körül) azon a véleményen volt, hogy a Föld a tengelye körül forog és a világmindenség központjában van, a Hold meg a Nap e körül kering; viszont a bolygók már a Nap körül keringenek és nem a Föld körül. A Föld nagyságának megmérését az Alexandriai

Múzeum igazgatója, a kürénéi *Eratoszthenész* (i.e. 275–194) valósította meg, és nem is sokat tévedett.

A hellenisztikus korszak a mechanika terén járult hozzá legnagyobb mértékben a fizika fejlődéséhez. *Arkhimédész* (i.e. 287–212) a görög matematika és mechanika legnagyobb alakjai közé tartozott. Ő mechanikai modelleket használt bizonyos matematikai eredmények elérésére. *A mechanika elemeiről* írott munkájában Arkhimédész teljes kvantitatív leírást adott az egyszerű gépek működéséről, és lefektette a *statika* alapjait. Arkhimédész alapította meg a *hidrosztatikát*, amelynek két fontos gyakorlati alkalmazása született. Egyrészt vízben végzett súlymérés útján módot nyújtott a testek sűrűségének meghatározására, másrészt lehetővé tette a hajók teherbírásának felbecsülését. A mechanika egyik gyökeresen új ága volt a *pneumatika*. *Ktészipiosz* (kb. i.e. 170) és *Hérón* (i.e. II–I. sz.) számos szellemes trükköt eszelt ki a sűrített levegővel működtetett szerkezeteknek főleg templomi használatára. Hérón még egy kezdetleges gőzgépet is feltalált, amely lökhajtásos elv alapján működött.

Az orvosok kivételével a hellenisztikus kor természetkutatói nem sok említésre méltó eredményt értek el az élő természet vizsgálata terén. Az állatok és a növények vizsgálatában csak szórványosan adódtak jelentősebb új eredmények, viszont hozzáfogtak a *gyakorlati földművelés kérdéseit tárgyaló könyvek megírásához*.

Nagy eredményeket ért el a hellenisztikus orvostudomány. A kalkedoni *Héróphilosz* (i.e. 300 körül) a nagy anatómusok és fizioológusok közé tartozott. Tudását megfigyelésekre és kísérletekre alapozta. Ő volt az első, aki megértette az idegek működését, a pulzus klinikai felhasználhatóságát. Bár a korai alexandriai idők legtöbb kiváló műve eredetiben elveszett, lényeges tartalmukat a hagyomány megőrizte, míg azután a klasszikus kor nagy orvosa, *Galenus* mindezeket a tanokat beledolgozta a maga hatalmas terjedelmű életművébe. *Claudius Galenus* (görögösen: *Galénosz*) (i.sz. 131?–201?) a kis-ázsiai Pergamonban született, de szülővárosában és Alexandriában nyert kiképzése után végül is Rómában folytatott igen jövedelmező orvosi gyakorlatot.

Alexandria orvosai az orvostudományt élettani alapra fektették. Ezen azt kell érteni, hogy végre megtalálták az orvosi tudás kulcsát: a *boncolást*. A későbbi alexandriai orvosi iskola szólásmondása ez volt: nem ékesszólással, hanem gyógyszerekkel kell gyógyítani. Ezen iskola tagjai *empirikusoknak* nevezték magukat. Mint az elnevezés mutatja, a tapasztalást tekintették vezérlő elvüknek.

Az antik filozófia válsága és felbomlása

Az említett korszak nagy filozófiai áramlatai lényegében *etikai* jellegűek, az ismeretfilozófia és a természetfilozófia csupán bevezetés az etikához.

Az *epikureus* áramlat Démokritosz atomelméletét újítja föl, de már eleve etikai tartalommal töltve meg: mivel az atomok „elhajolhatnak” pályájukról, azért az ember is szabad lehet. Az epikureus attitűdben az ember célja a fájdalomtól és zavaroktól való tartózkodás: az *ataraxia*, melyet csak az élet kellemességeinek kiegyensúlyozott és bölcs élvezője érhet el; mindent, ami megzavarhatná nyugalunkat, távol kell tartanunk magunktól. Ez negatív hedonizmus. Tartózkodni kell tehát a politikától, a házasságtól, egyedül az igazi barátság az a kapcsolat, amely a bölcs számára lehetséges. *Epikurosz* (i.e. kb. 341–270) tanítványai valóban baráti társaságot alkottak, de formális iskolát nem.

A másik nagy iskola, a *sztóicizmus* alapítója, a kitioni (Ciprus) *Zénón* (kb. i.e. 336–264) Athénban az ún. *Sztoa Poikilében* („tarka csarnok”) tanított, innen az iskola neve. Tanításait *Khrüzipposz* (i.e. kb. 280–207) fejlesztette rendszerré, majd a babilóniai *Diogenész* és tanítványa, *Panaitiosz* (kb. i.e. 180–110) terjesztették el Rómában. A sztóicizmus eredeti eszménye a *természetes életet* folytató bölcs, aki megnyugszik a végzet rendelésében. A sztóikus attitűd: a bölcs lelkében öntörvényét követheti, lelkében szabad lehet, még ha külsőlegesen nem is az – a szabadság és tökéletesség csúcsa az *apatheia*. Sztóicisták voltak Rómában *Seneca* (i.e. 4–i.sz. 65), *Marcus Aurelius* (121–180).

E két ún. dogmatikus irányzattal szemben állott a *szkepticizmus*. Az eredeti, korai szkepszis alapítója *Pürrhón* (kb. i.e. 360–270) ugyancsak az ataraxiát kereste, ezt azonban az ítéletektől való tartózkodás következményének tartotta. Mivel, mondja, érzékszerveink megcsalhatnak bennünket, a világ valójában megismerhetetlen. Később a platóni Akadémia is közeledett a szkeptikus irányhoz: az ún. „középítő Akadémia” alapítója, *Arkheszilaosz* (kb. i.e. 315–241) az ítéletekről való teljes tartózkodást hirdette. Az „új Akadémia” alapítója, *Karneadész* (kb. i.e. 213–129), a gyakorlati magatartás normájának a valószínűségét nyilvánította, askaloni *Antiokhosz* (megh. i.e. 68) pedig a filozófusok közmegegyezését. Pürrhón eredeti tanítását a knosszoszi (Kréta) *Aineszidémosz* újította fel, aki szkeptikus érveivel minden megismerés lehetetlenségét kívánta bebizonyítani.

Gyakorlati téren az iskola teljesen az empirikus megismerés hívévé vált: számos tudós tartozott ide, így az „Empiricus” melléknevet

kapott *Sextus* (i.sz. 200 körül), az alexandriai orvosiskola egyik tagja, aki orvosként csak a betegségek tüneteivel és a gyógy móddal tartotta fontosnak foglalkozni, az okok vizsgálatáról tudatosan lemondott.

A későantik filozófiában felerősödnek a különböző filozófiai áramlatok vallásos-misztikus vonásai. A római birodalomnak a császárság viszonylag nyugodt első kétszáz éve után kezdődő III. századi válsága kétségtelenül hajlamossá tették az embereket a misztika befogadására és az elveszett régi közösségek helyett egy új, misztikus egység keresésére. A tüanai *Apollóniosz* pl., aki Nero alatt csodatevőként járt be a római birodalmat, a püthagoreus Egyet minden dolog ősideájának, istennek fogta föl, melyet csupán misztikus úton lehet megismerni: ezt az újpüthagoreizmust követően azután az *újplatonizmusban* teljesedett ki a görög filozófia vallásos-misztikus fordulata.

Plótinosz (205–270), a legnevesebb újplatonikus abban az időben élt, amikor a római társadalmat addigi legsúlyosabb válsága rázta meg, s a kereszténység szellemi és politikai hatóerővé vált. Plótinosz a lélek személyes halhatatlanságát hirdeti. Tanításának középpontjában az abszolút módon transzcendens isten, a megnevezhetetlen és értelmileg megragadhatatlan Egy áll, aki minden létezés *előtt* van. Plótinosz azt tanította, hogy az egyedüli valódi megismerés – az isteni elv megismerése. Egyedüli módja az isteni elv megismerésének csupán szellemi erőfeszítéssel érhető el – szellemi összpontosítással és mindenfajta testiség elfojtásával.

Plótinosz misztikus tanítását tanítványai folytatják és hamarosan két újplatonikus iskola jelenik meg. Az egyik a *szíriai iskola*, melynek alapítója *Jamvli*h (III.sz. vége–IV.sz. eleje), aki végül is az antik *politeizmust* igyekszik megalapozni, amely 360 isten létezését hirdeti.

A másik iskola az *athéni iskola*, amelyet *Proklósz* (410/412–485) képvisel. Az ő munkássága tulajdonképpen az újplatonikus filozófia rendszerezése és befejezése. Ez a filozófia irracionálisával nemcsak a keresztény filozófiára, hanem a középkor teológikus gondolkodására is kihatott.

A kereszténység

A görög filozófiai gondolkodás valamelyes hatása már a palesztinai zsidó hagyományban is kimutatható; a görög és zsidó kultúra erőteljes keveredése ment ezután végbe Alexandriában, a Kelet és a Nyugat találkozási pontját jelentő kozmopolita nagyvárosban.

A zsidó-hellenisztikus filozófia fő alakja az alexandriai *Philón* (kb. i.e. 25–i.sz. 40), aki nem habozott kijelenteni, hogy a zsidó szent írások és a görög filozófia ugyanazt az igazságot tartalmazzák, és úgy vélte, hogy nevezetesen Platón bizonynyal merített is az Ószövetségből. Philón nagy hatással volt a korai keresztény gondolkodásra. Az első keresztény *apologéták* (hítvédők) között számosan akadtak, akik a görög filozófiát nem tartották a kinyilatkoztatás szellemétől merőben idegennek. Így *Justinus* (megh. i.sz. 164) görög apologéta azt tanította, hogy a görög filozófia út a kereszténységhez, és erre saját megtérését hozza fel bizonyyságul.

Tertullianus latin apologéta (szül. i.sz. 160) viszont ellenségesen szemlélte a görög filozófusokat, mondván, hogy Platón szerint nehéz az univerzum Teremtőjét és Atyját megtalálni: ám a legegyszerűbb keresztény már megtalálta Öt.

A legnevesebb latin egyházatyja *Ágoston* (Aurelius Augustinus) volt, aki kifejezetten támaszkodik Platónra és filozófiájára. Ágoston 354-ben született Numidia tartományban, anyja keresztény volt. Ő maga azonban – 386-ban történt megtéréseig – úgymond pogány és kicsapongó életet élt. Hatalmas életművet hagyott hátra. Az afrikai Hippo püspökeként halt meg 430-ban. Ágoston munkálkodásának idején a nyugat-római birodalom már a teljes felbomlás felé közeledett, és Ágoston tanítása hű tükröknek a kornak.

Az *állam* Ágoston gondolkodásában nélkülözi azt az erkölcsi rangot, mellyel a klasszikus antik szemlélet felruházta. Hiszen az üdvösséget csak *Isten államának* polgáraként nyeri el az ember. Isten államának földi megnyilvánulása az *egyház*.

Ágoston Istenhez akart eljutni. Filozófia és teológia nála nem válik szét: a lélek és Isten viszonyának teljességére kérdez rá, a konkrét emberre, akinek természetfeletti küldetése van. Az értelem szerepet játszhat az Isten felé vezető úton: ennyiben foglalkoztatja az értelem Ágostont, ennyiben foglalkozik filozófiával. Azonban hogyan vesz észre az értelem örök igazságokat, ha az érzéki tapasztalat csak a változóról tudósít? Platón visszaemlékezés-elméletét Ágoston nem vehette át, a lélek születés előtti létezése a kereszténységtől idegen gondolat. Ágoston az *illuminatio* (megvilágítás) fogalmát alkalmazza. Amint az érzéki tárgyakat a Nap, úgy világítja meg az ideákat s azok összefüggéseit az isteni fény.

Az egyházatyák filozófiájának, a *patrisztikának* egy másik nevezetes képviselője, *Pszeudo-Dionüsziosz* (500 körül működött) munkáiban az újplatonikus szemlélet túlsúlyba jut. Az isteni szentháromság mögött

Pszeudo-Dionüsziosz valami végső *egységet* keres, a teremtésgondolatot pedig az emanációelmélettel igyekszik összhangba hozni.

Az antik és a középkori filozófia közötti összekötő kapocsként Pszeudo-Dionüsziosz mellett *Boëthius* (kb. 480–524) volt igen jelentős. *A filozófia vigasztalása* című híres könyvecskéjét kivégzése előtt, Theodorik keleti gót király börtönében írta; fordításaival és kommentárjaival Arisztotelész logikájának elemeit közvetítette a korai középkor gondolkodói felé.

A középkor filozófiája és tudománya

A történeti korszakok ritkán határolódnak el élesen egymástól. Az ókor és középkor kultúrája közé mégis viszonylag éles vonal húzható, éspedig azért, mert a Római Birodalom bukása után olyan korszak következett, amely nem tartott igényt elődeinek kultúrájára.

Északnyugatról jött a nyers erő, délkeletről az ideológia, ezeknek összekovácsolása teremtette a középkor szellemét. A Baltikum térségéből szétáradó germán törzsek nomád kultúrája sokkal kezdetlegesebb volt a római civilizációnál. A népvándorlás évszázadokon át tartó áramlása felmorzsolta az ókori gondolkodás emlékeit. A kereszténység mindjobban tért hódító ideológiája némiképp magába olvasztotta ugyan a görög filozófiát, ám megtagadta magának a földi létnek értékét, fontosságát. Az új értékrend mércéje a túlvilági boldogság lett, fölöslegessé vált a tudás, a megismerés, a kutatás, gyanússá a gondolkodás, megengedhetetlenné a kételkedés.

Messze a Római Birodalom határán túl, a Nagy Sándor hódításai révén hellenisztikus befolyás alá került területeken, így Perzsiában, Indiában és Közép-Ázsiában a civilizáció tovább virágzott és fejlődött. A perzsiái Szasszanida-birodalom (i.sz. 226–637), valamint az indiai Gupta- (i.sz. 320–480) és Calukya-dinasztiák (i.sz. 550–750) birodalmi és a horezmiek kevésbé ismert közép-ázsiai királyságai (i.sz. 400–600) mind az V. és IX. század közti időben virágzottak. Ha messzebbre tekintünk, azt látjuk, hogy ez idő tájt Kínában a Vej- (i.sz. 386–549) és Tang-dinasztiák (i.sz. 618–906) uralma alatt a gazdasági és kulturális fejlődés páratlanul fényes korszaka zajlott le.

Tudjuk azt, hogy létezett az ún. Keletrómai Birodalom, amelynek központja Bizánc (Konstantinápoly) volt. Itt Justinianus (482irták565) és más hozzá hasonló nagy császárok uralma alatt a művészet és kézművészség hatalmas fellendülése ment végbe. Noha a görög filozófia és tudomány hagyománya fennmaradt a bizánci kultúrában, itt mégsem tudott gyarapodni.

A görög-római kultúra, filozófia, tudomány és művészet továbbadásában nagy szerepet játszottak az arabok. Az életerős és terjeszkedni vágyó arabság körében 622 és 632 között lépett fel a vallásalapító Mohamed. Ő elseperte a régi arab törzsi isteneket, és egyetlen istent, Allahot állította helyükbe. Az iszlám, vagyis az igazhit testvéri

szóval fordult minden emberhez. Tanításait Mohamed költői könyvben, a *Korán*ban fektette le, amely nemcsak kinyilatkoztatást tartalmazott, hanem a rítus, az erkölcs és a jog valóságos kézikönyve lett.

Az iszlám felemelkedése hirtelen történt. Öt évvel Mohamednek 632-ben bekövetkezett halála után követőinek seregei már döntő győzelmet arattak a kelet-római és perzsa hadak felett, és sok-sok éven át nem akadt erő, amely ellenállhatott nekik. A VIII. századra Közép-Ázsiától Spanyolországig kiterjesztették hódításaik körét.

Bagdadban, az új fővárosban tudós perzsák, zsidók, görögök, szíriaiak, sőt a tudomány még távolabbról jött képviselői találkoztak. Ott és Gundisapurban kezdődött meg a görög tudomány legfontosabb könyveinek arab nyelvre való lefordítása. A lefordított könyvek majdnem kivétel nélkül természettudományi és filozófiai jellegűek voltak, mert az arabokat nem érdekelte különösebben a görögség történelme és művészete.

Az iszlám tudomány

Az arab tudósok életre keltették a görögök tudományát, s azonkívül gazdagították egyes tudományágak arzenálját. Az iszlám világ egyik nagy tudosa *al-Biruni* (973–1084) írta: *Arra kell szorítkoznunk, amivel a régiek foglalkoztak, és javítani kell azon, ami javítható.*

A filozófia az iszlám tudósoknak nem nagyon tetszett, mert nehezen volt összeegyeztethető a *Korán*nal. *Al-Ghazáli* (1058–1111) óvott attól, hogy összhangba hozzák a tudósok a filozófiát és a *Korán* tanítását.

Az iszlám világban elég fejlett volt a csillagászat, az asztrológia és az orvostudomány.

A tudomány egységét továbbá az enciklopédista hagyomány is biztosította, amely átfogó jellegű kézikönyvek összeállítására készítette a mohamedán kutatókat. Erre példa *al-Fergani* (Alfraganus, kb. 850) *Csillagászati kézikönyve*, továbbá több nagy orvostudományi gyűjtemény – az *Al-Hávi* (*A megértő könyv*), *Ar-Rázi* (865–925) – *Liber Continentise*, *Avicenna* (Ibn Sziná) (980–1037) *Kánunja*, *Averroës* – *Általánosságok az orvostudományról* című műve, amelyeket még a XVII. századi Európában is tankönyvként használtak.

Az arabok a matematikában átvették az indusoktól a nullát és így kialakult az arab számrendszer, amely újdonság volt a római számokkal számoló európaiak számára. Maga az „algebra” szó arab eredetű – *al-dzsebr* (besorolás), éspedig *Ibn Musza*, más néven *al-Khwárizmi* matematikai könyvének címéből ment át a köztudatba.

Ugyanennek a korszaknak nagy kémikusa és alkímistája a polihisztor *Geber (Dsábir)* (721–815) fedezte fel és alkalmazta először a salétromsavat, a királyvizet, a lúpszt, a szublimátot, s más vegyi anyagot. Egyik legjelentősebb műve *A mérgek könyve*.

A másik híres arab alkímista *Rházesz (Abu Bekr)* (866–925) volt, aki számos könyvet írt. Nagy szerepe a kémia történetében abban rejlik, hogy ő először osztályozta a kémiai reakciókat és a vegyi anyagokat. Az utóbbiakat 4 csoportba osztotta: növényi eredetű, állati eredetű, ezek származékai és ásványi eredetű anyagok. Ő aktívan kereste azt az anyagot, mely „megérleli” az aranyat. Ezt az anyagot ő úgy nevezte el, hogy *al-iksir* (innen ered az *elixír* szakkifejezés). Ez valójában a *bölcsek köve*, amit a görögök *xerion*nak neveztek.

A csillagászok és matematikusok közt *Omar Khajjam* és *al-Battáni*, *al-Fargáni* és *Abu Másár*, a fizikusok közt *al-Fárábi* és *al-Házen* neve ma is ismert.

Külön kell értékelnünk *Ibn Sziná (Avicenna)* tudományos érdemeit. Ez a középszerűségi tudós híres orvos és alkímista volt, aki kb. 300 művet alkotott arab és dari nyelven. Orvosi gyakorlatát könyvbe foglalta, amelynek címe *Az orvostudomány Kánunja*. Számos kezelési módot írt le, nagy jelentőséget tulajdonított az ásványvizeknek és a higanynak. Ismerte számos vegyi anyag – köztük a szublimát – előállításának módszerét. Az aranyat és az ezüstöt is felhasználta gyógyításra, főleg vértisztításra. Használta a gyógynövényeket.

Az arabok átvették Démokritosz atomisztikáját, különösen egyes muzulmán szekták, amelyek a Koránt magyarázták. Az atomisztika szóvivője *Maimonides* (1135–1204) volt, aki azt tanította, hogy minden anyagi test atomokból áll, s ezek az atomok egyformák.

Az alkímia az araboknál 5 századon keresztül fejlődött: Egyiptom meghódításától (VII. század) az iszlám birodalom szétesésének kezdetéig (XI. század).

Az iszlám tudomány valódi jelentősége abban rejlik, hogy az arabok évszázadokon keresztül megőrizték az antik tudományt és átadták azt az európai népeknek.

A skolasztika fénykora

A IX. században bontakozott ki az egyházatyák működéséből a *skolasztikának* nevezett irányzat. Ellentétben az említett patrisztikával, a skolasztika már nem tekintette bűnös kíváncsiságnak a tudományos

érdeklődést, és a filozófiát is különválasztotta a teológiától, habár alárendelt szerepkörbe utalta: a filozófia – a teológia szolgája lett.

A középkor filozófiája négy, egymástól élesen különböző korszakra tagolható.

A VI–X. századot a *preskolasztika* korának nevezhetjük. Ebben a korban iskolákat alapítanak, amelyekben az elemi és magasabb ismereteket rögzítenek és sajátíttatnak el; egyes iskolák a XII–XIII. századra egyetemi rangot nyernek. Az iskolák a filozófiai kultúra természetes középpontjai – innen a skolasztika elnevezés. A preskolasztika kiemelkedő filozófusa *Johannes Scotus Erigena* (kb. 810–877).

A XI–XII. század az ún. *korai skolasztika* ideje. E kor kiemelkedő filozófusa a Cantenbury-i *Anselmus* (1033–1109), aki az ágostoni hagyományhoz tért vissza. Igazi tudás, Anselmus szerint, csak a hit összefüggésében, a hit segítségével lehetséges. Említést érdemelnek még *Roscelinus* (1050–1120), *Abélard* (1079–1142) és Salisbury-i *Johannes* (1115–1180) filozófusok.

A XIII. századra esik az ún. *nagyskolasztika*. Ez az átfogó, konstruktív szintézisek kora. Bonaventura, Aquinói Tamás, Johannes Duns Scotus teremtik ekkor rendszereiket.

Bonaventura (1221–1274) – Ferenc-rendi generális az ágostoni hagyományt képviselte. Az igazság fellelésének előfeltétele, Bonaventura szerint, az Isten szolgáló élet.

A dominikánus *Aquinói Tamás* (1225–1274) arisztoteliánus alapon építette át a keresztény gondolkodás kategóriarendszerét. Korábban a földi létet a Rossz birodalmának tekintették. A XIII. század mélyreható fordulatot hoz: a földi világot egyre kevésbé a bűn pusztá színtereként, ellenben egyre inkább az isteni terv szép rendjének elemeként törekszenek felfogni. E törekvés csúcspontját jelenti Aquinói Tamás filozófiája. Hogy az emberek a természeti törvényben részesednek, nem más jelent, mint azt, hogy természetes felépítésük folytán, az ész által vezetettve, boldoggá válhatnak.

Tamással szemben a Ferenc-rendi *Duns Scotus* (kb. 1270–1308) az Ágoston-Bonaventura-hagyományt erősíti. Ő ismét a hit és az érzelm jelentőségét hangsúlyozza, és azt, hogy az akarat az értelemnél előbbre való.

Végül a XIV–XV. századi ún. *későskolasztika* a destruktív, felvilágosító kritikai attitűd jellemzi. A korszak legnevesebb gondolkodója a Ferenc-rendi *William Occam* (kb. 1290–1350), akinek a filozófiájában

a középkori társadalom válsága fejeződik ki. A világ ésszerű és isteni harmóniája nála megbomlik. Az ő filozófiájában ötvöződik a racionalitás és a miszticizmus.

A második évezred első századaiban sorra alakultak Európa egyetemei, amelyeken az oktatás természetesen a teológusok kezében volt, és skolasztikus szellemben folyt, mégsem volt egységes. Az *univerzitás* eredetileg csupán az egy-egy tanár köré csoportosuló önkéntes diákok összességét, egyetemét jelentette. Az első ilyen univerzitás Bolognában jött létre a XI. században.

Röviddel ezután kialakultak Párizsban, Oxfordban, Padovában, Prágában, Rómában, Krakóban, Bécsben, Heidelbergben s másutt egyetemek. A skolasztika fénykora tehát egybeesik az egyetemi oktatás kibontakozásával.

A középkor tudománya

A pisai *Leonardo Fibonacci* (1180–1250) 1202 körül bevezette az arab algebrát és a hindu eredetű számjegyeket a kereszténység világába.

A mechanika terén az 1237 körül elhunyt *Jordanus Nemorarius* az emelőkarok elméletének meglehetősen egyszerű előadása keretében kifejtette, hogy a gép által végzett munka egyenlő a gépre ráfordított munkamennyiséggel.

A csillagászat terén az történt, hogy a cremonai *Gerardus* 1175-ben lefordította arabról Ptolemaiosz *Almagest*-jét, és a XIII. században Bölcs Alfonz portugál király utasítására új csillagászati táblázatok készültek a korábbi arab megfigyelési sorozatoknak újképletű megfigyelésekkel való kiegészítése alapján. *Maragha* 1260 körül készített ún. Ilkhanik táblázatait és *Ulugbek* hasonló adatösszeállításait a reneszánszig senkinek sem sikerült felülmúlnia. A középkori csillagászok egyes részletekben tökéletesítették a csillagászati számításokat; különösen az oxfordi Merton College csillagászai tűntek ki ezen a téren a XIV. században.

Bizonyos adalékokkal gazdagították a trigonometriát és a műszerkészítés mesterségét is. A legfontosabb új megfigyelési eszköz a provenç-i *Levi ben Gerson* (1288–1344) által népszerűsített ún. Jákovvessző volt, amolyan primitív szextáns, melyet még a XV. és a XVI. század hajószai is használtak felfedező útjaikon.

Időmérő berendezések már sokkal korábban is léteztek (vízóra és mások). De mégiscsak a középkori Európa mechanikusainak volt nagy

szerepük az óramű jelenlegi alakjának megalkotásában is. A toronyóra eredetileg csak harang volt, amelyet eleinte a napi istentiszteletek időpontjában, később pedig a nap minden órájában megszólaltatott az ór, aki megfelelő számú harangütéssel jelezte az eltelt időt – ezt pedig homokórával mérte. A XI. század folyamán azután feltaláltak egy szellemes szerkezetet, amely a malmokhoz hasonló, de persze könnyebb kivitelű kerekeshajtómű, és a beépített kilincses billenő-áttétel révén ide-oda tudta mozgatni a harangnyelvet. Az órnek csak ki kellett oldania a hajtóműre függesztett súlyt, s a mechanizmus máris elütötte a megfelelő órát.

Már az ókori Kínában felfedezték az egyetlen pontján alátámasztott mágnesvasércdarab iránymutató tulajdonságát. A XI. században azonban már leírtak egy „vízi iránytűt”, amelynél a vízen úszó fadarabra helyezett mágneses vasdarab mutatja az irányt.

Mindazon technikai újdonságok közül, amelyeket a középkor folyamán vezettek be a nyugati világba, éppen a legpusztítóbb találmány, a lőpor elterjedése járt a legnagyobb politikai, gazdasági és tudományos következményekkel. Feltalálását hol az araboknak, hol a bizánci görögöknek tulajdonították, de mindent egybevetve a legvalószínűbb, hogy a találmány kínai eredetű.

A középkor tudománya át van szöve az alkímiával. Nyugat-Európa neves tudósai mind alkímisták voltak. Így, Aquinói Tamás tanítómestere *Albertus Magnus* (1193–1280), más néven *Bollstädti Albert* dominikánus szerzetes volt. Ő az első jelentős skolasztikus tudós, átfogó tudású teológus, filozófus. Könyvet írt a növényekről, kísérletet tett az osztályozásukra, felépítésük és működésük megismerésére. Leírta a haszonnövényeket és a gyógynövényeket. Könyvet írt az állatokról, sok állatot elsőként írt le. Amellett kitűnő kémikus volt, még ha a vegyészetet – a kor szokása szerint – az alkímia szolgálatába állította is. Az alkímia pedig nem más, mint az elemeket egymással átalakító mesterség. Ő hitt abban, hogy a fémeket egymással lehet átalakítani.

E kor legérdekesebb egyénisége *Rogerius Bacon* (1214–1294) oxfordi ferences barát. Ő igazi polihisztor volt, a nyelvésztől az etikáig mindennel foglalkozik, elsősorban mégis természettudományokkal. Ő azt tanította, hogy a tudomány feladata egyetemes természettörvényeket állapítani meg, és pedig tapasztalat, kísérlet és bizonyíték alapján. A természettudományról az volt a véleménye, hogy csak akkor válhat egzakt tudománnyá, ha nyelve a matematika.

A következő század híres misztikus alkímistája *Raymundus Lullus* (1235–1315) spanyol teológus volt, aki *A nagy művészet* című

könyvével tűnt ki. Vezérgondolata művének az, hogy az alkímiának az egész természetet kell felölelnie és magyaráznia. Dicsérte a bölcsék követét. Azt tanította, hogy minden anyag higanyból és kénből tevődik össze. Híres mondása: *Ha a tenger higanyból állna, én átalakítanám arannyá.* Az alkímiát úgy határozta meg, mint *a titkos égi természetfilozófiának szükséges isteni részét.*

Természetesen az orvosok közt is sok volt az alkimista, így Arnoldus Villanovanus a XIII. században, később Paracelsus, van Helmont és még igen sokan.

Arnoldus Villanovanus (1240/1250–1310/1313) – alkimiával is foglalkozó spanyol orvos volt. Könyveiben *A borokról* és *A mérgekről* megadta a bölcsék követének „receptjeit”.

Bonaventura (1221–1274) – Ferenc-rendi szerzetes, misztikus filozófus és alkimista volt. Ő fedezte fel, hogy salétromsav segítségével az ezüstöt el lehet választani az aranytól. Az arany oldását királyvízben valósította meg.

Az alkímisták fő célja az aranycsinálás volt. De már 1219-ben pápai rendelet, majd 1317-ben pápai bulla tiltotta az aranycsinálást. Mindez nem használt.

Hasonló volt a helyzet az asztrológiával. Eredete ennek is az ókorba nyúlik vissza, a kaldeusokat tekintették a „legszakoszerűbb” csillagjósoknak. A művelet lényege a horoszkópkészítés. Azon a tévhiten alapszik, hogy a születés pillanatában rögzített bolygóállásból következtetni lehet a jövőre, a sorsra. Az asztrológiát olyannyira komoly tudományként ismerték el, hogy némely egyetemen külön tanszéke volt. Különösen a XIV–XV. század volt erősen átitatva a csillagokba vetett hittel, neves orvosok – például *Cardanus* vagy *Paracelsus* – egész gyógyászati tevékenységüket a csillagok járásához szabták. Akárcsak az alkímiát, az egyház ellenezte az asztrológiát is.

Nemcsak az egyéni sors, hanem a történelmi események megjósolására is vállalkoztak a nagyvonalú asztrológusok. Legtöbbre vitte közülük *Nostradamus* (1503–1566) francia orvos és asztrológus, akit titokzatos jövőjelölése miatt Medici Katalin udvari orvossá tett.

Meg kell említeni azonban, hogy dacára annak, hogy mind az alkímia, mind az asztrológia áltudományok voltak, sok-sok hasznót is hoztak a kutatások során.

A középkori orvoslás

Alaposan visszaesett a medicina a görög kultúra hanyatlásakor. A korai kereszténység századaiban is őrünk néhány nevet, melyeknek viselői próbálták menteni a menthetetlent: Oribasius, Aetius, Tralles Alexander vagy Aiginai Pál a keleti birodalomban, Beda Venerabilis vagy Hrabanus Maurus nyugaton.

Miként a tanítás, úgy a gyógyítás is elsősorban a szerzetesek kezében volt ekkoriban, orvosi tudás és felszerelés nélkül. 1130-ban már zsinati határozat tiltotta el a papokat és szerzeteseket az orvosi működéstől, mert úgy belejöttek, hogy sebészi beavatkozásokról sem riadtak vissza.

Az első orvosi iskola *Salernóban* létesült, Nápolytól délre, valamikor a VIII. században. A görög-római hagyomány összekapcsolódott itt a bizánci és az arab orvosok frissebb gyakorlatával. Hippokratész elveit követték a salernói orvosok, terápiájukban első helyen állt a diéta és a fizikális gyógy mód. Érdekes megjegyezni, hogy a salernói orvosok között már nők is voltak.

A XII. és XIII. század volt a salernói iskola fénykora. II. Frigyes német-római császár egyetemmé tette.

A másik ősi orvosi iskola *Montpellier*-ben működött, Dél-Franciaországban. Egyetemmé 1289-ben lett. Fénykora a XIII–XV. századra esik. Legelső nevezetes tudósa *Arnoldus Villanovanus* volt. Ő sok könyvet írt, a belgyógyászat és sebészet kézikönyvein kívül egészségügyi szabályokról, gyógyszerkészítésről, nőgyógyászatról, a láz jelentőségéről, mérgekről, de még a sterilitásról is. Alkimista, asztrológiai nézetei ellenére a XIII. sz. egyik legfelvilágosultabb szelleme.

A sebészet ekkoriban nem tartozott az orvosi mesterség körébe, bár voltak kiváló orvosok, akik operáltak. Ilyen volt a XIII. században *Guglielmo da Salicetti* bolognai orvos, aki érzéstelenítő főzetet adott betegeinek a műtét előtt, az emberboncolás fontosságát hirdette. Salicetti tanítványa volt a milánói *Lanfranchi*, aki mesterének eszméit Párizsba telepítette át. Kiváló sebész volt.

A bolognai sebészi iskola megteremtője a két *Borgognoni* volt, apa és fia. Az apa bódító anyagokkal telített spongyát használt altatás céljából – így hát a sterilítás és narkotizálás középkori úttörője volt.

Párizs legtekintélyesebb orvosa és sebésze *Henri de Mondeville* volt, aki nagyon fontosnak tekintette az anatómia ismeretét.

A boncolás a XIII. századtól kezdett polgárjogot nyerni az orvosi iskolákban. A szülészet fejlődését hátráltatta az a tény, hogy férfi egyáltalán nem lehetett jelen a szülésnél, szerzetesorvos nőt nem is vizsgálhatott. Így a szülészet teljesen a tanulatlan bábák kezében volt.

Az első kórházak a kolostorokhoz kapcsolódva fejlődtek ki. A *hospitium* szó értelme – vendéglátás, vendégszoba, ebből lett később a betegeket befogadó „hospital, ispotály”.

Az első gyógyszertárak is a XII. században működtek, s csak lassan terjedtek. Az orvosok általában maguk készítették gyógyszereiket, leginkább gyógyfüvekből.

A középkorban szörnyű járványok dúltak: a himlő rendszeresen tizedelte a lakosságot, fellépett a titokzatos lepra, időnként megállíthatatlannul végigsöpört a pestis (a XIV. század közepén Európa lakosságának egy-negyedét kipusztította). Hatásos gyógyszer a járványok ellen nem volt, a füstölések és karanténok nem sokat segítettek. A tömegnyomor, a városok fejletlen higiéniája, a személyi tisztálkodás hiánya és az egészségtelen étkezés tetemesen rontotta a szervezet természetes ellenállóképességét. Érthető, hogy a csecsemőhalandóság meghaladta a 70%-ot. Csupán a rendkívüli szaporodás (családonként 5–15 születés) teszi érthetővé, hogy Európa lakossága ilyen körülmények közt nem pusztult ki, sőt még gyarapodott is.

A reneszánsz szelleme, művészete, filozófiája és tudománya

A reneszánsz – *újjászületést* jelent, s valóban újjászületett néhány száz év alatt az európai kultúra. A reneszánsz Itáliában kezdődött és a XIV–XVI. századokra esik, Európa más országaiban később kezdődött – a XV. és XVI. századokra korlátozódik. Ez a korszak az egyéniség kultuszát ünnepli, az emberi méltóság fölemelkedését magasztalja. Ebben a korszakban már nem kellett a sápadt aszkézis mögé rejtteni a szépséget és a nagyságot. Sokan a polgárisodás nyitányát tisztelik benne, mások a szerelem szabadosságát, az erkölcsi kötelek lazulását.

Magyarországon Mátyás király udvara Itáliától kölcsönözte fényét. Leginkább az itáliai reneszánszra gondolunk a reneszánsz szó hallatán, Giotto és Leonardo jut eszünkbe, Medici Lorenzo és a fejedelmi udvarok, s a városok közül Velence és Firenze.

Ebben a korszakban nemcsak újjászületett, de alaposan ki is tárgult a világ, hiszen, sok egyéb mellett, erre az időszakra esik Amerika fölfedezése és a Föld körülhajózása, Kopernikusz heliocentrikus elmélete, Gutenberg találmánya – a könyvnyomtatás, Luther és Kálvin lázadása a vallási dogmatizmus ellen, az irodalom megújulása Dante, Petrarka, Boccaccio háromféle szellemében, a zene megújulása az egyházi zenétől Monteverdi operáig, a tudományos támadás a skolasztikus merevség ellen, a természettudományos gondolkodás pirkadata.

A reneszánsz kultúrájára a *humanizmus* jellemző. A *humanus* – emberit jelent. Ebből következik, hogy a humanizmus általános értelemben emberségre, emberiességre való törekedés, vagyis olyan körülmények megteremtésére való törekedés, amelyek biztosítják a méltóságteljes emberi életet. A középkor humanistái között megtaláljuk Dantét, Petrarkát és Boccacciót.

Dante Alighieri (1265–1321) – a középkor utolsó és a reneszánsz első nagy költője és gondolkodója, aki azt tanította, hogy az emberiség feladata – az ész lehetőségeinek megvalósítása. Számos művet írt, amelyek közül a legnépszerűbb könyve *Az isteni komédia*. Dante humanizmusa antiaszkétikus, az ember erejébe vetett hiten alapszik.

Francesco Petrarka (1304–1374) – a „humanizmus atyja”. Az antik kultúra nagy népszerűsítője. Saját gondolkodását függetlenítette az egyetemi skolasztikus tudományosságtól. A kereszténységet elfogadja annak skolasztikus tartalma nélkül.

Giovanni Boccaccio (1313–1375) elősegítette az új humanisztikus tradíciók megalkotását az itáliai kultúrában. *Dekameron*jában kinevelte a hazug és korlátolt papokat, dicsőítette az emberi eszet és leleményességet.

A XV. és XVI. században Németországban végbement a reformáció.

Martin Luther (1483–1546) – német vallási reformátor, a német protestantizmus megalapítója, amelyre nagy hatással volt Jan Husz tanítása.

J. Kalvin (1509–1564) – francia teológus, aki főleg Svájcban élt. Ő ugyanazokat a nézeteket vallja, mint Luther, de kihangsúlyozza a kereszténység aktívabb részvételének szükségességét a földi dolgokban.

A reneszánsz egyik központjában, a Mediciek firenzei udvarában egy bizánci görög ösztönzésére 1459-ben új „Akadémiát” – a tudósok szabad egyesületét – hozták létre, mely Platón filozófiájára kívánt támaszkodni. Az újplatonizmus képviselője *Pico della Mirandola* (1463–1494) volt. Azonban párhuzamosan egy új-arisztotelianus áramlat is kialakult, amelynek képviselője – *Pietro Pomponazzi* (*Pomponatius*) (1462–1524) lett.

A reneszánsz naiv természetfilozófiájának jellegzetes formája a *panteizmus*, vagyis az a gondolat, hogy a természet és Isten egy. Első márkáns egyénisége a német *Nicolaus Cusanus* (1401–1464). *Giordano Bruno* (1548–1600) szintén panteista volt: *a természet a dolgokban rejlő isten*.

Az anyag változékonyságának belső okát a görög cipész, *Jakob Böhme* (1575–1624) igyekezett megmagyarázni azzal a kijelentésével, hogy az anyagnak olyan minősége van, mely egyúttal belső feszültsége is.

A természetfilozófiához hasonlóan, a reneszánsz társadalomfilozófiájában is naiv-fantasztikus és realista elemek keverednek egymással. *Thomas Morus* (1478–1535) és *Tommaso Campanella* (1568–1639) szép és fantasztikus álmokat szőnek az ideális társadalomról: az előbbi az *Utópiában*, az utóbbi a *Napállamban*.

A németalföldi humanista, *Erasmus* (1466–1536) vallási türelmességét általános szkepszis színezi. A szkeptikus *Michel de Montaigne* (1533–1592) az érzéki tapasztalat viszonylagosságából és megbízhatatlan voltából és abból, hogy az értelem az érzéki tapasztalatnak kiszolgáltatott, még arra következtet, hogy képtelenek vagyunk biztos ismeretek, végső igazságok elérésére.

A sztoikus *Justus Lipsius* (1547–1606) pedig úgy ír, hogy a világ rossz és mindenütt egyformán rossz, és ezért békét csak önnön lelkünkben találhatunk.

A kor szépségeszménye nagymértékben a késő antik újplatonizmusból táplálkozott. A humanista tudomány és irodalom hatására megszorodtak az ókori történelemből, mitológiából vett ábrázolások, a

személyiség súlyának megnövekedésével pedig a portrék. Az építészetben kialakuló új térszemlélet jellemzője a szilárd nyugalom, az ideális emberi test törvényeiből leszűrt arányrendszer, a centrális kultusztér kialakítása.

Giotto di Bondone (1267–1337) – festő, szobrász, építész – stilizált hegyei és palotái természetesenek tünnek a középkor sematikusabb művészete mellett. *Leonardo da Vinci* (1452–1519) – polihisztor, festő, orvos, mérnök, fizikus, csillagász – klasszikus szépségideálja természetesebbnek hatott Giotto típusalakjainál, *Michelangelo* (1475–1564) – szobrász és építész – hússal, vérrel és indulattal teli figurái mellett Leonardo vagy Raffaello legszebb képeinek természetessége is elhalványult.

A reneszánsz idején jelentősen fejlődött a *matematika*.

Egyik legkiválóbb képviselője e tudománynak *Thomas Bradwardine* (kb. 1290–1349) – angol matematikus és pap volt, aki a számtan, mértan és mechanika problémáit kutatta. Ő vezette be az *irracionális* szakkifejezést. Az irracionális számokat úgy határozta meg, mint az összemérhetetlen mennyiségek arányát. Az irracionális számok kutatója volt egy másik híres matematikus is – *Nicola Oresme* (kb. 1323–1382) francia matematikus, fizikus és közgazdász. Ő 1350-ben bebizonyította a harmonikus sorok divergenciáját, 1368-ban megalapozta tanítását a törtszámú hatványkitevőkről. Oresme egy angol természettudóssal – *Richard Swineshead*dal (szuájnszhed) egy időben bevezette a pillanatnyi sebesség és gyorsulás fogalmait és felfedezte az egyenletesen gyorsuló egyenesvonalú mozgás törvényét. Swineshead az elsők között alkalmazta a matematikát a fizikában. Híres műve, *A kalkulációk könyve* 1477-ben jelent meg Páduában, amelyben már a függvényeket és azok grafikus ábrázolását tárgyalja.

A reneszánsz *fizikája* előkészítette a talajt a fizikai tudománynak az újkorban való kialakulásához. Számos híres tudóst lehet megnevezni, akik e korszakban gazdagították a fizikát.

Domenico de Soto a szabadesést egyenletesen változó mozgásnak tekintette. *Niccolò Fontana Tartaglia* a lövedék pályáját három szakaszra bontotta. *Giovanni Battista Benedetti* a szabadesésre vonatkozó gondolat kísérletet, *Simon Stevin* és társa tényleges ejtési kísérletet végzett. *Isaac Beeckman* elméleti úton levezette, hogy a szabadon eső test sebessége arányos az idővel. *Juan Bautista Villalpando* a Földre állított test feldőlésével foglalkozott. *Gerhard Kremer* jó térképet készített. *Albrecht Dürer* megalapozta az ábrázoló geometria szemléletét. *Leonardo da Vinci* összekapcsolta az egyenletesen változó mozgást és a szabadesést, vizsgálta a lejtőn való mozgást.

Az alábbiakban néhány *fizikus* munkásságát részletesebben mutatjuk be.

Simon Stevin (1548/49–1620) megalkotta a billentyűs hangszerek egyenlő közű hangolásának elméletét. Megfogalmazta azt a hidrosztatikai tényt, hogy az edény aljára a benne levő folyadék által kifejtett nyomóerő csak az edény aljának területétől és a felette levő folyadékoszlop magasságától függ. Az árapály jelenséget a Hold vonzásával magyarázta. Aktívan vizsgálta a szabadesést.

Niccoló Fontana Tartaglia (1499/1500–1557) – fizikus, földmérő és hadmérnök. Foglalkozott ballisztikával, a szabadesés vizsgálatával.

Giovanni Battista Benedetti (1530–1590) sokféle fizikai problémával foglalkozott. Vizsgálta a szabadesést, tanulmányozta a hidrosztatikát, szökökutakat tervezett. Bebizonyította, hogy a 45 fokban állított tükör segítségével a lencse által alkotott kép megfordul. Ismerte az emelőtörvényt, a centrifugális erőt.

Giambattista della Porta (1535–1615) – nagyon sokoldalú tudós volt. Foglalkozott drámairással, hidraulikával, gépekkel, gyógyszerekkel, filozófiával, asztrológiával, alkímiával, mezőgazdasággal, meteorológiával, matematikával és fizikával. Híve volt annak az elképzelésnek, hogy az archerendezések és fejformák alapján következtetni lehet az ember belső tulajdonságaira. Írt a mágnességről. Feltalálta a hőmérőt, a holland távcsövet, a gőzerővel történő vízemelést, foglalkozott a színszórás elméletével. 1580 táján ő alapította meg Európa első tudományos társaságát: *Accademia dei Segregit (Otisit)*.

A XV. században Európában kialakul az orvosi kémia – a *iatrokémia*. Ennek a tudományágnak a megalapítója a svájci német *Theophrastos Paracelsus* (1493–1541) volt. Az ókori Rómában élt és részletesen leírta a gyógyászatot *Cels*. A svájci *Theophrastos Bombastos fon Hohenheim* szintén orvos volt és céljául tűzte ki, hogy tovább fejleszti a medicinát. Ezért magát Paracelsusnak nevezte, vagyis annak a tudósnak, aki Cels tanait tovább fejleszti. Ő azt tanította, hogy a kémia célja nem az aranycsinálásban rejlik, hanem a gyógyszerek előállításában. Ő volt tehát a gyógyszerkémia és a gyógyszeres kezelés megalapítója. Szerinte az ember szimbolikusan értelmezve sóból, kénből és higanyból tevődik össze. Minden megbetegedés oka ezen „elemek” egyensúlyának megbomlásától származik. A gyógyszerekkel ezt az egyensúlyt kell fenntartani.

Iatrokémikus volt *Andreas Libavius* (1540–1616) német orvos is, aki számos kémiai vegyületet állított elő elsőként és megírta az első kémiatankönyvet, amelynek címe *Alchimia* (1597, Frankfurt im Main). Ez a

tankönyv két részből áll: az első részben a kémiai eljárások és műveletek vannak leírva, a második rész a vegyi anyagok előállításával foglalkozik.

Paracelsus tanítását folytatta és elmélyítette *van Helmont* (1579–1644), aki tulajdonképpen orvos volt, de a gázokat tanulmányozta tüzetesen. Ő elsődleges elemeknek a vizet és a levegőt számítja. Így hát ő lett a *pneumatikus kémia* atyja, vagyis a gázok kémiájának megalapítója. Ő a vitalizmus és alkimia képviselője is. Legfőbb műve *A medicina hajnala* 1648-ban jelent meg.

Legmagasabb fejlődési szintjét az iatrokémia *Sylvius* (1614–1672) műveiben érte el, aki orvos és kémikus volt. Ő megkülönböztette az artériás és a vénás vért, felfedezte, hogy a légzés és az égés folyamata hasonló. Számos vegyi anyagot gyógyszerként ajánlott, köztük a kálium-kloridot is, amelyet *Sylvius-sónak* neveztek.

A természetbúvárok között számos *biológus* akadt. A német *Otto Brunfels* illusztrált botanikája nyitja meg a sort; ő egyike azoknak, akiket „a botanika atyjának” szokás nevezni. Növényteni ismereteikkel kitűnnek *Hieronymus Bock*, vagy *Leonhard Fuchs* tübingeni természetbúvár, az ugyancsak német *Valerius Cordus*, vagy a loncnak nevet adó *Adam Lonicerus*. Az állatok közt nevezetes volt a francia *Pierre Belon* műve, aki elsőként végzett összehasonlító anatómiai vizsgálatot, főként a halak meg a madarak testének szerkezetét kutatva, míg a montpellier-i *Guillaume Rondelet* ugyanekkor a halak homológ szerveiről értekezett; a bolognai *Ulisso Aldrovandi* pedig 14 kötetben az egész állatvilágot feldolgozta és botanikus kertet létesített.

A reneszánsz polihisztorai közül ki kell emelnünk a zürichi *Konrad Gesner*t, aki orvos és nyelvész, szótár- és lexikonkészítő, pszichológus, botanikus és bibliográfus volt. Értekezett a gyógynövényekről, gyógyfürdőről, kígyóméregéről, gyógyító kövekről. Ő honosította meg azt a szokást, hogy egy-egy növényt híres botanikusról neveznek el.

Egy nagyon sokoldalú tudós, *Andrea Cesalpino*, a pápa orvosa, majd a római egyetem tanára, skolasztikus filozófus és természetbúvár 16 kötetes növénytanában kísérletezik először a modern rendszerezéssel.

A növények osztályozása terén a kiváló svájci *Bauhin* orvos-botanikus család két tagja folytatta Cesalpino munkáját: Johannes Bauhin a mesterséges, Caspar Bauhin pedig a természetes rendszerezés alapját vetette meg.

Az ásványtan, bányászat és kohászat atyja – a német *Georgius Agricola* (Bauer, 1494–1555) sok egyéb közt elsőként értekezett a kővületekről, tőle származik a ma is használatos *fosszília* elnevezés. Az autodidakta francia kutató *Bernard Palissy* (1510–1589) nyilvánítja ki, hogy

a fosszilis leletek nem a természet játéka, hanem az őskori állatok kövült maradványai. Ő lett a paleontológia úttörője, egyszerű keramikus volt.

E korban számos neves *anatómus* és *orvos* működött. Például a Bolognában, majd Padovában működő *Alessandro Achillini* leírta a szív billentyűit, az agy kamráit, az epevezeték nyílását és sok egyebet. *Berengario da Carpi*, nagy praxisú sebész, Bolognában koponyásérülésknél trepanációt is végzett, és a rohamosan terjedő vérbaj ellen a higanykezelést ajánlotta.

Párizsban *Jacobus Sylvius* volt a legtekintélyesebb *anatómus*, aki az izmok és erek viszonyát ötletes módszerrel tisztázta: színes anyagot fecskendezett az érpályába, így követte a kis erek lefutását. Gyógyszertant és botanikát is tanított. A brüsszeli származású *Andreas Vesalius* Párizsban kezdte orvosi tanulmányait Dubois-Sylvius mellett. Itáliában folytatta tanulmányait, ahol több mód nyílt a boncolásra. A doktori fokozat elnyerésekor nyomban a padovai egyetem professzora lett. Több híres könyvet írt, amelyek közül kiválik az 1543-ban megjelent hétkötetes mű *Epitome* címmel, amely anatómiai jellegű orvoskönyv.

Nagyszerű orvossá vált *Ambroise Paré* (1510–1590) francia tábori felcser, aki a lőtt sebeket saját készítésű kenőccsel (tojássárgája, rózsaoilaj, terpentín) kezelte és nagyon jó eredményeket ért el. Párizsba kerülve Sylvius professzor maga mellé vette boncmesternek és sebésznek. Paré könyvet írt franciául, amely 1545-ben jelent meg.

Az itáliai *Geronimo Cardano* a bolognai egyetem tanára volt, orvosi munkáján kívül filozófiával, matematikával, fizikával is foglalkozott. Élete végén elvetette és ostobaságnak bélyegezte az asztrológiát, csakúgy, mint a kiromantiát, az alkímiát és mindenfajta mágiát.

Kiváló epidemiológus, botanikus, fizikus és költő volt *Girolamo Fracastoro*, aki 19 éves korában a logika professzora volt Padovában, majd gyakorló orvos lett Veronában. 1546-ban nagy jelentőségű könyvet adott ki a járványos betegségekről, amelyben imponáló tisztánlátással írta le a fertőzés módját. A szifiliszről tankölteményt írt. Pontos leírást adott később a kiütéses tifuszról, a pestisről és más járványos betegségekről.

A német *Johann Weyer* a skorbut és az „angol izzadás” nevű járvány leírója.

A sebészetben a bolognai *Tagliacozzi* nevét az orrplasztikai műtétek tették ismertté.

Rövid áttekintésünk azt a látszatot kelti, mintha e korszakban lett volna gyakorlati orvostudomány, holott csupán bizonytalan tapogatódzás

volt, zavaros elméletekkel alátámasztott tapasztalati gyógyítás. S ha egyes kiváló fejekben a józan ész uralkodott, a korszakot nem ez jellemezte, hanem a boszorkányégetés.

A mechanika és a kémia százada (XVII. század)

A XVII. század alapvetően különbözik a XVI. századtól. A XVII. században még javában folytatódott az inkvizíció, az aranycsinálás, a csillagjósolás, sőt a boszorkányperek most virágoztak igazán, az alkímia most élte fénykorát, és még a következő századokban is élt a középkor. Ám ha a tudás útját követjük, mégis látnunk kell, hogy a XVII. század tudományos gondolkodása valóban egészen más, mint az előző korszakoké volt.

A XVII. század kiemelkedő filozófusa, az egész reneszánsz filozófia betetőzője az angol *Francis Bacon* (1561–1626), aki 1620-ban megjelent *Novum Organum* (Új módszer) című művében megfogalmazta az új, helyes megismerési módszert. Az új, helyes módszer a tapasztalatból kiinduló, az egyesből az általánosra következtető *indukció*. A helyes utat a méh mutatja: a valóságból vett anyagot földolgozni és rendszerezni kell, sőt újból össze kell vetni a valósággal a tudományos kísérletek révén. *Mert egyedül a mesterségek és tudományok – írja Bacon – adnak hatalmat az ember kezébe a valóság fölött.*

A másik filozófiai irányzat képviselői éppen fordítva, *dedukció* révén, az általános elvekből az egyesre következtetve, vezetik le a megismerés módját. Ehhez az irányzathoz tartozott a francia *René Descartes* (latinosan *Cartesius*, 1596–1650), akinek filozófiájában a szkeptikus kétség csak módszerbeli eszköz a megismerés tökéletesen biztos alapjainak felkeresésére, a világ pedig az értelem elvei által olyannyira áthatott, hogy abban otthonosan létezhetünk, jóllehet, mint Descartes írja, csakis gondolatunk vannak egészen hatalmunkban. Mindenben kételkedhetünk: csak önmagunkról, és önmagunkról is csak mint *gondolkodó szubsztanciáról* vannak közvetlenül bizonyos ismereteink. Az ő híres mondása: *gondolkodom, tehát vagyok*. A descartes-i *racionalizmus* az ideák velünk születtségének feltételezését jelenti.

Descartes filozófiájában együtt van egy idealista metafizika és egy mechanikus materialista fizika.

E korszakban működött a misztikus-irracionalis *Blaise Pascal* (1623–1662), aki eleinte ugyan természettudománnyal foglalkozott, később azonban ráébredt, hogy a filozófia istene elvont eszme csupán; a „szeretet” istenét saját szubjektivitásunkban kell keresni. *Pierre Gassendi* (1592–1655) viszont épp eme *elvont* istenben lát biztosítékot a természet,

az atomok mozgásának öntörvényűségére. Gassendival együtt *Thomas Hobbes* (1588–1679) vitatta leghevesebben Descartes idealizmusát. Hobbesnél csak testek léteznek: természetes és mesterséges testek. Hobbes harcos antiklerikális és ateista volt.

Az újkori metafizika kiteljesedését *Spinoza* (1632–1677) és *Leibniz* (1646–1716) filozófiája jelenti. A szubsztancia problematikája náluk a legkidolgozottabb. Spinoza szubsztanciája: isten vagy a természet. A *szubsztancia* az, ami önmagának oka. Ennek a szubsztanciának végtelen sok *attributuma* van, habár mi csupán kettőt ismerünk: a kiterjedést és a gondolkodást. Leibniz szubsztanciája nem az Egy, hanem a Sok, a végtelenül sok „monász”. A monások, melyeket isten teremtett, akarattal és tevékenységgel bíró atomok. Minden monász egy kis univerzum, a mindenség élő tükre, tevékeny és szabad, a tökéletességre tör. Természet és lélek, anyag és szellem mindenben együtt van, természetesen az emberben is.

Érdemes megemlíteni a cambridge-i platonikusokat, akik közül *Ralph Cudworth* (1617–1688) és *Henry More* (1614–1687) a legnevezetesebbek, akik vallásos-keresztény metafizikát dolgoztak ki.

A polgári berendezkedés konszolidációjának filozófiáját alkotja meg *John Locke* (1632–1704). Ő az alkotmányos polgári állam *természetességét* és az abszolút monarchia *természetellenes* voltát mutatja meg. A természetes jogok közül Locke a tulajdonhoz való jognak szenteli a legnagyobb figyelmet. A magántulajdonhoz való jogot a *munka* adja.

Óriási fejlődés ment végbe a *matematikában* és a *fizikában*. A XVII. században létrejött a matematikai természettudomány. A természet törvényeit igyekeztek matematikai eszközökkel kifejezni. Ezt elsősorban a mechanikában sikerült megvalósítani. G. Galilei felfedezte a szabadesés törvényét (1632, 1638), J. Kepler – a bolygók mozgásának törvényeit (1609, 1610), I. Newton – a tömegvonzás törvényét (1687). I. Newton, Ch. Huygens és R. Hook az optikát fejlesztik, amely szintén használja a matematikai apparátust. A XVII. század racionális filozófiája megalapozza a matematika egyetemességének eszméjét (R. Descartes, B. Spinoza, G. Leibniz).

A *matematikai sikerek* a XVII. században a logaritmusok felfedezésével kezdődnek. J. Napier 1614-ben publikálja logaritmikus táblázatait. 1637-ben R. Descartes publikálja *Geometria* című könyvét, amely a koordinátos módszer alapjait tartalmazza, vagyis az analitikai geometriát. Ő osztályozza a görbékét: algebrai és transzcendens görbékét különböztet meg. Az algebrában vizsgálják a tetszőleges fokú egyenletek valós gyökeit (R. Descartes, I. Newton, M. Roll). A végtelen kis mennyiségek szabad

alkalmazása teljes győzelmet arat a területek meghatározásait tartalmazó munkákban (P. Ferma, B. Pascal, J. Wallis). A végtelen kis mennyiségek analizésének más forrása volt: a J. Kepler (1615) és B. Cavalieri (1635) által kifejlesztett oszthatatlanok módszere, amelyet felhasználtak a forgótestek térfogatainak kiszámítására. Így, geometriai alakban, lényegében megalkották a differenciál- és integrálszámítás alapjait.

Párhuzamosan fejlődik a végtelen sorok elmélete (J. Wallis, N. Mercator és sokan mások). A Girard először 1629-ben mondta ki azt a tényt, hogy minden n -fokú egyenletnek „ n ” gyöke van.

A XVII. század utolsó harmadában lett kidolgozva a differenciál- és integrálszámítás. A publikálást (1682–86) illetően G. Leibnizet illeti az elsőbbség. Az alapvető eredmények tényleges elérése szempontjából a prioritás I. Newtoné (1665–1666).

Fejlődésnek indult a differenciális geometria, megalkották a kombinatorika alapvető fogalmait és megjelentek az első értekezések a valószínűségszámítás terén (P. Ferma, B. Pascal). Szükséges megemlíteni, hogy W. Schickard (1623), B. Pascal (1641) és G. Leibniz (1673–74) megalkották az első számítógépeket.

Sikeresen fejlődik a *fizika*. A fényről írt dolgozatában Christiaan Huygens ezt írta: *Igazi filozófia az, amelyben minden természeti működés oka mechanikai alapra vezethető vissza*. A XVII. század második felének valamennyi természettudósa így gondolkodott.

Az olasz fizikusok központja a Kísérleti Akadémia volt, ahová Galilei tanítványai és követői tömörültek. Legismertebb közöttük *Evangelista Torricelli* (1608–1647), aki 1643-ban végzett híres higanykísérletével kimutatta a levegő nyomását és megdöntötte azt a nézetet, hogy a természet irtózik az ürességtől. Az első barométert *Vincenzo Viviani* készítette. *Giovanni Alfonso Borelli* nemcsak nagy hírű orvos volt, hanem kiváló matematikus, fizikus, csillagász is, elsőként írta le a hajszcscsöveség jelenségét. 1654-ben *Otto Guericke* (1602–1686) a regensburgi birodalmi gyűlés előtt bemutatta híres kísérletét.

A holland *Christiaan Huygens* többnyire Párizsban működött, a fiatal Francia Akadémia büszkesége volt. Hírnevét az ingaóra feltalálásával szerezte. A fényről írt könyvében (1690) megalapozta a fény hullámelméletét és feltételezte az éter létezését.

Sokoldalú tevékenységet folytatott *Robert Hooke*, a Royal Society titkára, aki értékes találmányok özönével árasztotta el a világot.

Mint fizikus, mint vegyész, de még filozófáló elme is, korának legjelentősebb alakja *Robert Boyle* (1627–1691). Ő tisztázta a gázok térfogatának

és nyomásának viszonyát állandó hőmérsékleten. Korpuszkuális elméletét Démokritosz és Epikurosz atomizmusára alapozta, noha az atom szót gondosan kerülte és „korpuszkuáláról” értekezik. Kémiai munkássága alapján az *újkori vegytan megalapítójának* szokás nevezni. Fő műve, a *Sceptical Chymist* 1661-ben leszámolás a kémia középkorával és a rendszeres kémiai természetmagyarázat programja. Ő vezette be a kémiába a kémiai elem tudományos fogalmát. Nála a mechanikai világkép két pillére – az anyag és a mozgás – harmadikkal társul: az okság elvével, vagyis a kauzalitással. E három tényezéből Boyle úgy építi fel a világot, mint a *dolgok rendjét*, ahol minden a fizika törvényei szerint működik.

Korának legnagyobb fizikusa mégis *Isaac Newton* (1643–1727). Életművének három hatalmas fejezete: a fényelmélet, a differenciálszámítás és a tömegvonzás tana. Fő műve a *Principia*, vagyis *A természetfilozófia matematikai elvei* – 1687-ben jelent meg. A címben szereplő „természetfilozófia” szó voltaképp fizikát jelent. A *Principia* a mechanikai jelenségek dinamikai magyarázatát adja négy alapfogalom és három alapelv segítségével. Az alapfogalmak: tömeg és erő, tér és idő. Az alapelvek: a tehetetlenség, az erőhatás és a kölcsönhatás elve. Ezekhez társul az általános tömegvonzás (gravitáció) törvénye.

A kémiában főleg a korpuszkuális elméletet vitatták vagy fejlesztették. *P. Gassendi* (1592–1655) szerint a természetben csupán atomok és üres tér létezik. *Joachim Jungius* (1587–1657) a korpuszkuális elmélet híve volt, felhasználta a mérleget. Észrevette, hogy a fémek súlya általában megnövekszik a levegőn való hevítésük során. *I. Newton* a fémek kémiájával is foglalkozott, jó kohász volt.

John Mayow (1645–1679) angol orvos felismerte, a levegőben jelen van egy gáznemű anyag – a salétromos-levegős alkohol (oxigén), amely szükséges az égés és a lélegzés során.

Domenico Guglielmini (*guelmini*) (1655–1710) a korpuszkuális elméletet felhasználta a kristályok alakjának magyarázatára. Őt tekintik a tudományos krisztallográfia megalapítójának.

Nicola Lemery (1645–1715) 1675-ben nagyszerű tankönyvet írt, amelyben az anyagokat ásványi, növényi és állati eredetű osztályokra osztja.

J. J. Becher (1635–1682) úgy vélte, hogy a szervetlen anyagok háromféle „földet” tartalmaznak: 1) higanyost, 2) olyat, amely üvegesedik, 3) éghetőt (terra pinguis), amely égés közben kiválik. Ebből az elképzelésből született később a flogiszton hipotézise.

A XVII. század nemcsak a filozófiában, a csillagászatban és a fizikában, hanem a *biológiában* is meghozta azt a döntő fordulatot, amitől ez a tudományág is középkoriból újkorivá lett. Egy élettani felfedezésnek és egy technikai találmánynak köszönhető ez: a vérkeringés felfedezésének és a mikroszkóp feltalálásának.

Az angol *William Harvey* (1578–1657) a padovai Fabricius ab Aquapendente tanítványa volt. *A szív és a vér mozgásáról* szóló könyvét 1628-ban adta ki. A fölfedezés, amiről a kis tanulmány beszámol, mindössze annyi, hogy a szív folyvást ugyanazt a vért tartja kettős körmozgásban: eljuttatja a tüdőbe, ahol a vér fölfrissül a levegőtől, visszahozza a szívbe (kis vérkör), kipumpálja a szervezetbe, amelyet a friss vér táplál, a fáradt vért ismét visszahozza a szívbe (nagy vérkör), és kezdődik újra a körforgás. Harvey kiszámította a körforgásban részt vevő vér mennyiségét is. Csak a hajszálereket nem ismerte fel, minthogy mikroszkópja nem volt. Ezenkívül foglalkozott a megtermékenyülés problémájával is.

Ebben az időben *Zacharias Janzen* rájött arra, hogy bikonvex és bikonkáv lencsákat tubusba helyezve, rendkívüli nagyítást lehet elérni. Ez az eszköz a primitív mikroszkóp volt.

1625-ben *Francesco Stelluti*, az itáliai Hiúz Akadémia tagja használta először a mikroszkópot a lépeszméz szerkezetének vizsgálatára. De rendszeres mikroszkópos kutatásra csak a század második felében került sor, amikor *Antony van Leeuwenhoek* (1632–1723) divatba hozta a láthatatlan lényeket – a baktériumokat. Mikroszkópja segítségével 270-szeres nagyítást is sikerült elérnie.

A mikroszkóp feltalálása megalapozta a mikrobiológia megjelenését és fejlődését. A sokoldalú Robert Hooke 1667-ben megírta a mikrobiológia alapkönyvét *Micrographia* címmel. Tőle származik a *sejt* elnevezés.

A bolognai származású *Marcello Malpighi* anatómus és fiziológus rendszerező elme volt, akit a *szövettan* megalapítójának tekinthetünk. Ő 1661-ben felfedezte a hajszálereket, 1664-ben leírta a vörös vértesteket, tanulmányozta a növények mikromorfológiáját és a rovarok anatómiáját.

Itt érdekes megemlíteni, hogy hazánkfia, *Paterson Hain János* eperjesi orvos maga készítette mikroszkópja segítségével földerítette a bor erjedésének okát.

Azzal, hogy a mikroszkóp bekerült az orvosok fegyvertárába, egyelőre inkább a tudományos kutatás gazdagodott, mint a gyakorlati *gyógyítás*.

Itáliában olyan *orvosi irányzat* működött, amelyet iatromechánikának vagy iatrofizikának neveznek, mert kifejezetten az új fizika

eredményeit vonta be az orvostudományba. Neves képviselői Bellini, Baglivi, s különösen Borelli, aki csillagász, fizikus és matematikus volt.

Itáliából származik az első anyagcseremérés: *Santorio Santoro* egy hatalmas mérleget készített, amelybe „beköltözött” és állandóan mérte a testsúlyát.

A francia *Claude Perrault* 1680-ban kiadta *Az állatok mechanikája* című könyvét, amelyben tárgyalja a bél perisztaltikus mozgását, a szívbillentyűk működését, az érzékelést és az értelem működését.

Az *iatrokémia* egyik legnevesebb képviselője a flamand *van Helmont* az emésztés folyamatát vizsgálta eredményesen, felismerte a fermentáció jelentőségét és bevezette a tudományba a *gáz* fogalmát. Az enzimek hatásával foglalkozott a leideni *Sylvius de la Boé* is.

A római *Athanasius Kircher* a fertőző betegségek kórokozóit vélte megtalálni a vérben.

Az angol orvosok legjava a hőskorát élő Royal Societybe tömörült. Köztük *Richard Lower* az első vérátömlesztést végezte, *Christopher Wren* az intravénás injekciózást vezette be.

Thomas Sydenham gyakorlatias orvos volt, aki a betegágy mellett tapasztalatot többre becsülte minden elméletnél. Kitűnő betegségleírásokat készített, nagy híré diagnosztá volt, legszívesebben kinint, száfrányt és ópiumot rendelt a betegeknek.

Werner Rolfínck jénai sebész és anatómus ismerte fel, hogy a szürke hályogot a lencse elhomályosodása okozza. *Georg Ernst Stahl* a vitalizmust honosította meg a gyógyászatban, *Friedrich Hoffmann* a mechanika elveinek propagálója volt. Stahl nevét a flogiszonelmélet örizte meg, Hoffmannét a róla elkeresztelt nyugtatócsepp.

Hollandiában a leideni egyetemet *Hermann Boerhaave* (1668–1738) tette naggyá, aki nemcsak korának legtekintélyesebb orvosa volt, hanem a vegytan és a botanika professzora is. Descartes és Spinoza híve, új botanikai rendszertan alkotója, de mindenekfelett a gyógyászatban a klinikai módszer megteremtője, és ezzel egész Európa tanítómestere.

Az olasz Kísérleti Akadémia egyik tagja, *Francesco Redi* (1626–1697) 1668-ban végzett kísérleteivel bebizonyította, hogy *ősnemzés nincs*. A holland *Jan Swammerdam* (1637–1680) szenvedéllyel kutatta a rovarok világát. *A természet bibliája* című könyvében kidolgozta a metamorfózis elméletét. Szellemes kísérletei igazolták, hogy a hernyó és a lepke *ugyanaz* az állat. Monográfiája megalapozta a tudományos entomológia (rovar-tan) kialakulását.

Különböző törekvések történtek a növények osztályozására. A német *Bachmann* (*Augustus Quirinus Rivinus*) lipcei botanikus például a szabályos, összetett, szabálytalan és tökéletlen virágúak csoportjait ajánlotta a növények osztályozására.

Az angol *John Ray* is megpróbálkozott a növények rendszerezésével, „tökéletes” és „tökéletlen” főcsoportokat állított fel, ezeket tovább bontotta alosztályokra, a virág szerkezete, magvak száma stb. alapján. A franciák legnagyobb botanikus tekintélye *Tournefort* volt, aki legalább a fajokat és nemeket jól elhatárolta egymástól.

A filozófia és a tudomány fejlődése a felvilágosodás korában (XVIII. század)

A felvilágosodás korának szokás nevezni a XVIII. század közepét. A korszak kezdetét és végét nem lehet pontosan megvonni. Franciaországnak volt a vezető szerepe a felvilágosodásban. Montesquieu fellépését tekintik kezdetnek, és a nagy forradalom kítörését végpontnak, kb. az 1740-től 1790-ig tartó fél évszázad a jellegzetes felvilágosodási kor.

A filozófia fejlődése

A XVII. században a középkori és reneszánsz típusú gondolkodást szinte hirtelen váltja fel a modern gondolkodás. A század filozófiája nagyon gazdag.

Az írországi anglikán püspök, *George Berkeley* (1685–1753) empirizmusa keresztény apologetika. A *tapasztalat* fogalmának pontos és szigorú elemzése, vélte Berkeley, logikusan istenhez vezet. El kell fordulnunk a világtól, és Isten felé kell indulnunk. Berkeley filozófiájában ez a gondolat ama tétel alakjában jelenik meg, hogy a materiális külvilág valójában *nincsen*, csak Isten, Isten ideái és a véges lelkek léteznek. Ez a szubjektív idealizmus álláspontja.

A skót születésű *David Hume* (1711–1776) az észet alárendeli az akaratnak és az érzelemnek, értelmileg belátható örök törvények helyett megszokásról beszél, az áthagyományozott világképet igazolhatatlan és mégis szükséges „természetes hiedelemnek” tekinti, kétségbe vonja mind az anyagi, mind a lelki szubsztancia feltételezésének jogosságát, üresnek találja okságfogalmunkat, bizonyíthatatlannak mondja individuum és Isten létét. Hume az első igazán modern filozófus.

Thomas Reid (1710–1796) és iskolája, az ún. *skót iskola* a hume-i szkepticizmus ellenfeleként lépett fel. Azt tanítja, hogy a *józan ész* szükségszerű, magától értetődő igazságok felismerésére képes.

Hume barátja is, az ugyancsak skót születésű közgazdász és filozófus *Adam Smith* (1723–1790), a liberális kapitalizmusban éppenséggel azt a társadalmat látta, melyben a szabadság és egyenlőség eszméi maradéktalanul megvalósulhatnak. Az árutermelő társadalom, Smith felfogásában, egyén és közösség szép harmóniájának világa. Ám alig 20

évvel Smith halála után a társadalmi reformokat követelő *Jeremy Bentham* (1748–1832) már a hasznosságelvet teszi meg filozófiájának alapjává. Bentham számára valamely jogi-politikai intézmény hasznossága attól függ, hogy az illető intézmény mennyiben mozdítja elő a lehető legtöbb ember lehető legnagyobb fokú boldogságát. Bentham maga utal *Joseph Priestley* (1733–1804) egy 1768-ban megjelent írására, ahol a szerző kijelenti, hogy az állampolgárok többségének boldogsága az, ami szerint az állam ügyeit intézni kell.

A francia felvilágosodás első nagy alakja, *Pierre Bayle* (1647–1706) kifejezetten a descartes-i racionalizmusból, a „tisztá és világos” megismerés követelményéből indul ki, de minden kompromisszumot felmond a vallással és az egyházzal. *Condillac* (1715–1780) bevezeti a szenzualizmust. Szerinte minden, ami az értelemben van, az érzéki benyomásokból, az érzetektől származik, az érzetek kombinálása: minden gondolkodás végső soron – számolás.

La Mettrie (1709–1751) fő művében, *Igen, az ember gép*, „*em-bergép*”-ben azt a gondolatot fejti ki, hogy az emberben nem lakozik semmiféle halhatatlan lélek, gondolkodása pedig az agy funkciója, tehát – az ember egy gép.

Ami a társadalom és a természet közötti kölcsönhatást illeti, az egyes társadalmak életét, *Montesquieu* (1689–1755) szerint, földrajzi környezetük egyértelműen megszabja. A legkedvezőbb a helyzet a mérsékelt égövben, mindenekelőtt Európában. Ő eredetileg a köztársasági államrend híve volt, de később azt vallotta, hogy az angol alkotmányos rendszer az igazi mintakép.

A szabadgondolkodást Európában az *Enciklopédia* (1751–1772) indította el. E műnek szerkesztői voltak *d'Alambert* (1717–1783) és *Denis Diderot* (1713–1784). Az *Enciklopédia* köré csoportosult gondolkodók, az „enciklopédisták” közül a német származású *Paul-Henri d'Holbach* báró (1723–1789) – szalonja egyébként a felvilágosodás egyik központja – volt az, aki a kör eszméit rendszeres formában kifejtette: 1770-ben, álnéven jelentette meg nagy művét, *A természet rendszerét*, amelyben a vezérgondolat az, hogy a világegyetem nem áll semmi másból, mint anyagból és mozgásból.

Az ember sajátos helyét a természettudományos világképen belül – a szenzualista-materialista *etikát* – mindenekelőtt egy másik enciklopédista, *Claude-Adrien Helvétius* (1715–1771) törekedett megalapozni. Az embert természeti ösztönei, szükségletei által meghatározott önérdeke mozgatják.

Eredeti gondolkodása volt *Jean-Jacques Rousseau*-nak (1712–1778). Ő úgy véli, hogy a polgári alkotmányos rendszer nem megfelelő környezet az ember számára. Az 1762-ben megjelent *Emil és Társadalmi szerződés* műveiben azt állítja, hogy az ember természettől fogva jó, s mégis mindenütt a rosszat tapasztaljuk, szabadnak született, és mégis mindenütt láncon tartják. A civilizáció megrontotta az embert: nem él már a természet szerint. A civilizáció eredete a polgári társadalomban van, azé pedig a tulajdonban: így minden baj oka végső soron a tulajdon, s a gazdag tulajdonosok által létrehozott állam. „Vissza a természethez!” – hangzik Rousseau jelszava. Abból a tényből, hogy „a gonosz diadalmaskodik ezen a világon, míg az igazi embert elnyomják”, Rousseau nem arra következtet, hogy Isten nincs, hanem, ellenkezőleg, arra, hogy egy túlvilági jutalmazó és büntető lénynek – *Istennek – léteznie kell, s a léleknek halhatatlannak kell lennie*. Ő az egyetlen képviselője a preromantikának.

Az olasz *Giovanni Battista Vico* (1688–1744) nagy művében, *Az új tudományban* nagyszerű gondolatokat találunk. Az emberiség történelme a természet történetétől, Vico szerint, abban különbözik, hogy az előbbi mi, emberek csináljuk. Ám a történelem ugyanakkor törvényszerűen, a „dolgok erejénél” fogva megy végbe, éspedig minden népnél ugyanazon törvény alapján.

Gotthold Ephraim Lessing (1729–1781), akiről Goethe azt mondta, hogy „maga volt a felsőbbrendű értelem”, tökéletesen meg van győződve az ész végső diadaláról, az emberiség nevelhetőségéről egy természetvallás és a szeretet toleranciája nevében. Barátja és fölfedezettje, *Moses Mendelssohn* (1729–1786) is, bármennyire az ő eszméihez csatlakozik, nála erőteljesebben hangsúlyozza az *érzés* fontosságát.

A német kultúra fénykora erre az időszakra esik. Ekkor alakul ki az a filozófiai vonulat, melyet ma a „német klasszikus filozófia” kifejezéssel jelzünk: Kant, Fichte, Schelling és Hegel filozófiája.

A königsbergi professzor, *Immanuel Kant* (1724–1804) ún. kritikai filozófiája annak a gondolati átalakulásnak első jelentős állomása, melynek során az egyén helyére, filozófiai szubjektumként, az *emberi nem* lép. Ő eredetileg természetbúvár volt. Az *Ég természetrajza* című könyvével keltett feltűnést (1755), amelyben a vonzás és taszítás fizikai erejére, valamint a gázok akkor modern fizikokémiájára épített elmélettel magyarázza a Föld keletkezését. E kissé ködös ködelméletét később *Laplace* tudományosabb formába öntötte, azóta Kant-Laplace-elmélet néven előkelő helyet foglal el a kozmogóniák közt.

Azok a filozófiai írások, amelyek ez idő tájt Kant tolla alól kerültek, Leibniz bölcselkedésének egyenes folytatásai: Isten létét a világ tökéletességével bizonyítja, szükségképpen kell lennie egy irányító felső értelemnek, a természetben minden célszerű, az erkölcstelen természetellenes, az erény végül elnyeri jutalmát.

1770 körül Kant elkezdte feszegetni a megismerés lehetőségét. Érzékeink, írja ekkor, nem úgy ismertetik meg velünk a világot, ahogyan van, hanem ahogyan megjelenik, a tapasztalás tehát a valóságos világ helyett a világ látszatát közvetíti számunkra, a fenomenont, míg a tényleges való felfogására az értelem előre meglevő (*a priori*) fogalmakkal rendelkezik. Az 1781-ben megjelenő *A tiszta ész kritikája* ennek a gondolatnak a részletes kifejtése. Úgy véli, hogy az objektíven létező világ számunkra csak szubjektíven ismerhető meg. Tér és idő a mi szemléletünk formái, nem a megismert tárgy tulajdonságai. A tiszta ész – vagyis az érzékeléstől mentes értelem – nem a tárgyak felfogására szolgál, hanem azoknak az ideáloknak a megfogalmazására, amelyekhez az érzékelés segítségével szerzett tapasztalatot hozzámérjük.

Az erkölcsstan alapja a *kategorikus imperativusz*, a belső parancs, amely a közjó érdekét szolgálja. Ennek a belső parancsnak a meglétéből vissza lehet következtetni az egyébként bizonyíthatatlan transzcendens fogalmak létezésére: kell, hogy legyen egy olyan felsőbb erő, amely beléltette az emberbe az erkölcsi parancsot, noha léte nem bizonyítható, sőt a tiszta ész által föl sem fogható.

Johann Gottlieb Fichte (1762–1814) filozófiája szubjektív idealista alapokon nyugszik. Ő igyekszik felépíteni a szabadság filozófiájának birodalmát. *A jelenkor alapvonásai* című könyvében az emberiség történetét 5 szakaszra osztja. A saját korát úgy ítélte meg, hogy ez az időszak – az *észtudomány* kezdetének kora és az ész országát a németeknek kell megvalósítaniuk.

Friedrich Wilhelm Joseph Schelling (1775–1854) első korszakában Fichte álláspontját fogadja el, csupán természetfilozófiával akarja azt kiegészíteni. A természet, Schelling szerint, nem mechanizmus, mint a francia materialistáknál, hanem organizmus: a *szellem* szendergő állapota. Második korszakában Schelling megkezdte saját filozófiájának, a „transzcendentális idealizmusnak” kiépítését. Harmadik korszakában a szubjektív idealizmustól elszakad, mellyel saját, „objektív idealizmusát” állítja szembe. A negyedik korszak ismét átmeneti jellegű. E korszakban Schelling egyre közelebb kerül a romantikához és a valláshoz. Schelling ötödik korszaka késői reprezentatív filozófiája, teljesen a vallásos filozófia, sőt irracionális misztika jegyében áll.

A teológiát és filozófiát tanult *Georg Wilhelm Friedrich Hegel* (1770–1831) házitanító volt Svájcban. Úgynevezett *berni korszaka* (1793–1797) idején Hegel az antik polisz emberét tekinti az autonóm, harmonikus ember mintaképének. A jakobinus diktatúra bukása és ezzel összefüggésben az utópisztikus illúziók, az antik poliszdemokrácia államának szertefoszlása Hegelt második, *frankfurti korszakában* (1797–1800) arra kényszerítik, hogy a polgári társadalmat megváltoztathatatatlannak tekintse. 1801-ben jelent meg első nyomtatott munkája, *A fichtei és schellingi rendszer különbsége*, mely Schellingben is tudatosította a fichtei filozófiától való elválásukat, a „szubjektív idealizmus” álláspontjáról az „objektív idealizmus” álláspontjára való áttérést.

Hegel Jénában építi ki első filozófiai rendszerét. A *jénai rendszer* két részből áll: a) logika és metafizika, b) reálfilozófia (természetfilozófia és a szellem filozófiája). A *szellem fenomenológiája* (1807) című művében rendszere „bevezetőjét” adta ki. Ez a mű összefoglalja a polgári társadalom problematikáját. 1812–16 között Hegel sajtó alá rendezte *A logika tudománya* két kötetét, s ennek eredményeként 1816-ban meghívást kapott a heidelbergi egyetemre. Az ő álláspontja az volt, hogy a bonapartista rendszert kell meghonosítani Németországban. 1818-ban Berlinbe kapott meghívást, s ettől kezdve mindvégig, 1831-ben bekövetkezett haláláig, kitartott álláspontja mellett.

A hegeli „abszolút idealizmus” végleges rendszere három részből áll: 1) logika; 2) természetfilozófia; 3) a szellem filozófiája.

Hegel legnagyobb érdeme a filozófiában abban rejlik, hogy ő mélyen analizálta a *dialektika törvényeit és kategóriáit*, s azonkívül megalapozta a *dialektikus logikát*. K. Marx így méltatta érdemeit: „Hegelben három elem van: a spinozai szubsztancia, a fichtei öntudat és a kettő hegeli szükségszerűen ellentmondásos egysége, az *abszolút szellem*”.

A század szülöttje volt *Hrihorij Szávics Szkovoroda* (1722–1794) népművelő-demokrata, filozófus és költő. A Kijevo-Mohiljanszka hittudományi akadémia hallgatója volt. Lemondott a lelkészi karrierjéről, vándorfilozófus lett belőle. A platonizmus, sztoicizmus és patrisztika híve volt. Dualista nézetei a „három világ” elméletének kidolgozásához vezettek. A „három világ”: makrokozmosz (természet), mikrokozmosz (ember) és a „szimbólumok világa” (Biblia). E világok mindegyike kettős természetű – anyagi és szellemi.

Érdekes megjegyezni, hogy Szkovoroda néhány évet töltött Tokajban (Magyarország).

A matematika és a természettudományok fejlődése

A XVIII. század rendkívül termékeny korszaka volt a *matematikának*, a *fizikának*, a *kémiának* és a *biológiának* is.

Matematika

G. Leibniz 1702-ben a racionális törteket integrálta képzetes kifejezésekre való felbontásuk segítségével. L. Euler úgy fogta fel a képzetes számokkal és a széttaguló sorokkal való operációk törvényességét, mint empirikus tény.

Általában a *matematikai természettudomány* és a *matematika műszaki alkalmazása* megmaradt a matematikusok tevékenységének arzenáljában. L. Euler a hajóépítés és optika kérdéseivel foglalkozott. J. Lagrange megalkotta az analitikai mechanika alapjait. P. Laplace, aki magát főleg matematikusnak vallotta, ugyanakkor kiváló csillagász és fizikus volt.

Leonhard Euler (1707–1783) minden idők legtermékenyebb és egyik legjelentékenyebb matematikusa, 886 könyv és értekezés maradt utána.

L. Euler, J. Lagrange és A. M. Legendre munkásságának köszönhetően a számelmélet rendszeres tudománnyá fejlődött. Lánctörtekre való felbontás segítségével L. Euler 1737-ben bebizonyította, hogy az „ e ” és „ $e^{2\pi}$ ” – irracionális számok. I. Lambert 1766-ban a π -ről bizonyította be ugyanazt. G. Kramer 1750-ben az algebrában a lineáris egyenletek megoldásánál bevezette a determinánsokat.

Egy egész sor kiváló matematikus megvetette az alapját az analitikai függvények általános elméletének.

B. Taylor 1715-ben felfedezte a függvények kitevős sorokká való felbontásának képletét.

L. Euler, J. Lagrange és különösen A. M. Legendre megvetették az alapját az elliptikus integrálok kutatásának. I. Bernoulli, J. F. Riccati, D. Bernoulli, L. Euler és A. C. Clairaut integrálták az új típusú elsőfokú és másodfokú differenciálegyenleteket. J. d'Alambert, L. Euler, G. Monge, J. Lagrange megalapozták az elsőfokú parciál-differenciál-hányadossal kifejezett differenciálegyenletek általános elméletének alapjait.

A matematikai analízisbe bevezették a függvények trigonometriai sorokká való átalakítását, amelynek nagy jelentősége volt a hullámegyenletek

megoldásában. Az analízis új részeként megjelenik a variációs számítás, majd a valószínűségszámítás elmélete.

A geometria terén L. Euler befejezte az elemi analitikai geometria rendszerét. I. Lambert kifejlesztette a perspektíva elméletét, G. Monge pedig az ábrázoló geometriának megadta a végső alakját.

Meg kell említeni, hogy a matematikának ez az eredményes fejlődése főleg a tudományos akadémiák intézeteiben ment végbe, az egyetemek kisebb szerepet játszottak ebben a folyamatban. Nagy szerepe volt még a matematika további fejlődésében a Párizsi Műszaki Főiskola 1794-ben való megalakításának, amelyet G. Monge vezetett.

Fizika

A *fizikában* a XVIII. században jelentős felfedezések születtek. Különösen termékeny volt a *Bernoulli család*, amely Bázelen élt. Ott tanított az egyetemen előbb Jakob, majd négy évtizeden át Johann, utána Daniel, míg a rövid életű Nicolaus Szentpétervárotnak előzte meg Eulert.

Jakob Bernoulli a valószínűségszámítás egyik legelső tanulmányozója, *Johann* a variációs számítás, *Daniel* főként hidrodinamikával foglalkozott és a kinetikus gázelmélettel, az új „fluxió” módszerrel – ahogyan Newton a differenciál-integrálszámítást nevezte – mindnyájan.

Daniel Bernoulli (1700–1782) matematikus és fizikus jelentős hidrodinamikai vizsgálatokat végzett. Ő a hidrodinamika egyik megalapozója. Megfogalmazta az áramló folyadék nyomása és sebessége közötti összefüggést (Bernoulli-egyenlet). Kutatta a gázok viselkedését is. A kinetikus gázelméletet az atomelmélet alapján magyarázta. Foglalkozott az energia megmaradásának törvényével a hidrodinamikában. A törvényt 1738-ban *Hidrodinamika* című könyvében közölte. Részletesen leírta a víz- és szélkerekek, szivattyúk matematikai elméletét.

Johann Bernoulli (1667–1748) – Daniel apja – szintén matematikus és fizikus volt, aki az atomok különböző formáival magyarázta a kémiai reakciókat. Ő vezette be a fizikába a *mechanikai energia* kifejezést, a gravitációs gyorsulást g -vel jelölte.

Az orosz *Michail Vasziljevics Lomonoszov* (1711–1765) polihisztor volt és költő. 1746-ban megfogalmazta a kémia egyik alaptörvényét – a tömegmegmaradás törvényét. A korpuszkuláris elmélet híve volt. A meleg és a hideg okát a korpuszkulák (molekulák) mozgásában látta.

Foglalkozott a gázok molekuláris-kinetikai elméletével. 1741-ben megjelent főművében, *A matematikai kémia elemeiben*, jóval megelőzve korát, megfogalmazta az atom, a molekula, a kémiai elem, az egyszerű anyag, az összetett anyag ma is használatos korszerű fogalmait.

A matematikusok és fizikusok között híres magyar kutató is előfordult, mégpedig *Segner János András* (1704–1777) személyében, aki csillagász és orvos is volt egyszerre. Pozsonyban született. Főiskolai tanulmányait 1724-ben a Debreceni Református Kollégiumban kezdte. A jénai, majd a göttingeni egyetem professzora volt. Legjelentősebb eredményeit a fizikában érte el. Jelentősek a hidrodinamikai felfedezései. Az általa feltalált *Segner-kerék* a vízturbina őse. Kidolgozta a kapilláris jelenségek elméletét. Bevezette a felületi feszültség fogalmát. Tőle származik az a fontos tétel, mely szerint minden testnek – függetlenül alakjától – van három, egymást egy pontban merőlegesen metsző szabad tengelye. Segner elméleti és gyakorlati eredményei alapján dolgozta ki Euler a turbinák elméletét.

1777-ben *P. Laplace* és *A. L. Lavoisier* jégkálorimétert készítettek. Közösén végzett kísérleteik során számos anyagnak megmérték a fajhőjét. Ugyancsak elsőnek határozták meg számos szilárd test hőtágulási együtthatóját.

Nagy felfedezések születtek az elektromosság és mágnesesség terén. Az 1720-as években *Ch. Dufay* (1698–1739) és *S. Gray* (1666–1736) kísérletei bebizonyították, hogy kétféle elektromosság létezik. Ők megkülönböztettek elektromos vezetőket és szigetelőket. 1730-ban Gray kimutatta, hogy a szabad állapotú elektromosság a vezető felszínén helyezkedik el.

A század egyik legeredményesebb kutatója *Benjamin Franklin* (1706–1790) autodidakta amerikai természettudós volt. Tudományos hírnevét a légköri elektromosság és a villám természetének felismerése, az elektromos sűrítő (kondenzátor) és a villámhárító feltalálásával alapozta meg. 1749-ben fejtette ki, hogy csak egyféle elektromosság van, de kétféle – pozitív és negatív – töltésű.

Franciaországban híres fizikus volt *Charles Coulomb* (1736–1806). Nevét az elektromosság, a mágnesesség és a súrlódási erők terén végzett kutatásai tették ismertté. Egyik legfontosabb találmánya a nagyon kicsi erőhatások mérésére ma is alkalmazott *torziós* (csavarási) mérleg. Méréseivel 1784-ben kimutatta, hogy a két töltés között ható erő egyenesen arányos a töltések nagyságával és fordítottan arányos távolságuk négyzetével. Ez a Coulomb-törvény indította el az elektromosság matematikai megalapozását. Érdekes megjegyezni, hogy H. Cavendish

1797–98-ban torziós mérlegét gravitációs erők mérésére alkalmazta és kísérletileg igazolta a Newton-féle gravitációs törvényt.

A nagy német matematikus *Friedrich Gauss* (1777–1855) nagyszerű fizikus is volt. Foglalkozott elektrosztatikával és a földi mágneses térerősség értékének mérésével. A következő században megalapozta a potenciálméletet.

Ebben a korszakban élt és alkotott *Luigi Galvani* (1737–1798) itáliai fizikus és orvos, aki békacombkísérleteivel vált híressé. E kísérletek helyes magyarázatát egy másik itáliai fizikus, *Alessandro Volta* (1745–1827) adta meg 1792-ben. Ő alkotta meg az első elektromos áramforrást (Volta-oszlop) 1800-ban.

A skót *Joseph Black* (1728–1799) kémikus és fizikus megalkotta a folyadékok elméletét. *James Watt* (1736–1819), aki Black tanszékén műszerészként dolgozott, 1769-ben találta fel a gőzgépet, amelyet sokan tökéletesítettek.

A folyadékok és gázok tanulmányozása állandóan a kutatás homlokterében állt. E téren a következő század elején értek be a kutatások eredményei.

Kémia

Rohamos fejlődésnek indult a XVIII. században a *kémia*. A legtöbb vegyész az égés folyamatát kutatta. Ezekhez tartozott a német orvos és vegyész *Georg Ernst Stahl* (1660–1734), aki 1703-ban kezdett foglalkozni az égés problémáival és megalapozta a flogisztion hipotézisét. E hipotézis arra az elképzelésre épül, hogy minden éghető anyag tartalmaz flogisztont, ami ég és elillan, s amelynek súlya negatív is lehet. Ezzel magyarázta azt a tényt, hogy az égés során keletkezett termék súlya a legtöbb esetben nagyobb, mint a kiinduló éghető anyagé. Ez a hipotézis lehetőséget adott Stahlnak magyarázatot adni számos kémiai reakcióra. A magyarázat helytelen volt, de a reakciók osztályozása mégis újabb mérföldkő volt a kémia fejlődésében.

Számos kiváló kémikus fogadta el a flogisztionelméletet, de ez nem akadályozta meg őket abban, hogy nagyszerű felfedezéseket tegyenek. Így a német *A. S. Marggraf* (1709–1782) 1747-ben a cukorrépából kivonta a cukrot, s ezzel elindította a cukor ipari méretű gyártását. 1761–67-ben megjelent könyvében a kémiai analízis problémáival foglalkozott.

Franciaországban az idősebb *Geoffroy* (1673–1731) volt a flogiszon hipotézisének híve. Ő több irányban gazdagította a kémiát. 1718-ban összeállította a kémiai affinitás első használható táblázatát. 1741-ben megjelent 3 kötetes fő műve – a *Gyógyszerkönyv*.

Sokoldalú tudós volt *G. F. Rouelle* (1703–1770) francia vegyész, aki 1744-től a Párizsi Tudományos Akadémia tagja volt. 7 évig egy gyógyszerárban dolgozott, azután az 1742–1768-as években a Párizsi Botanikuskert professzora volt. A sókat 1734-ben osztályozta: semleges, savanyú és bázisos sókat különböztetett meg. Nagyszerű pedagógus volt, tanítványai közé tartoztak A. L. Lavoisier, J. L. Proust, N. Leblanc. 1738-ban kiadott *Előadások* című könyvében külön tárgyalja a növényi, állati és ásványi anyagokat.

Henri Cavendish (1731–1810) angol fizikus és kémikus, a pneumatikus kémia atyja. 1766-ban előállította a hidrogént és *éghető levegőnek* nevezte el. Bebizonyította, hogy a hidrogén elégetésekor víz keletkezik. A flogiszonelmélet támogatója volt.

Joseph Priestley (1733–1804) angol filozófus és kémikus. Számos gázt állított elő, köztük 1774-ben az oxigént is. Ő állított elő először szódavizet.

A történészek rájöttek, hogy az oxigént már 1771-ben előállította *Carl Wilhelm Scheele* (1742–1786), de eredményeit csak később, 1777-ben publikálta. Szerinte az oxigén (éghető levegő) nem más, mint flogisztont tartalmazó sav. Ő fedezte fel a klórt is. 32 éves korában a Stockholmi Tudományos Akadémia tagja lett.

Torbern Ulaf Bergman (1735–1784) Uppsalában a kémia professzora volt. Ő továbbfejlesztette a kémiai affinitás fogalmát. Az ásványokat kémiai tulajdonságuk alapján osztályozta. Bergman – az analitikai kémia megalapítója.

A levegővel érdekes kísérleteket végzett *Daniel Rutherford* (1749–1819) angol vegyész, Black tanítványa, aki felfedezte a későbbben nitrogénnek elnevezett gázt.

A XVII. század legkiemelkedőbb kémikusa *Antoine Laurent Lavoisier* (1743–1794) francia tudós volt. 1772-ben kezdett az égés folyamatával foglalkozni. A kémia történetében először mondta ki, hogy az égés az éghető anyagok egyesülése az oxigénnel. 1783-ban bebizonyította, hogy a víz összetett anyag és hidrogénből és oxigénből tevődik össze. Az ugyanebben az évben megjelent *A flogiszonról való elmélkedés* című művében teljesen elvetette a flogiszonelméletet. 1777-ben a savakról

megjelent munkájában azt a nézetet vallja, hogy minden sav oxigént tartalmaz. Ezen elemnek az elnevezésében ez a téves felfogás máig megmaradt, mivel az „oxigenium” jelentése „az, ami savat képez”. A vegyészek csak később jöttek rá, hogy számos oxigénmentes sav létezik, miközben mindegyik okvetlenül hidrogént tartalmaz.

Lavoisier újra felfedezte (Lomonoszov munkáit nem ismerve) a tömegmegmaradás törvényét.

1789-ben megjelent híres tankönyve, amelyben rendszerezte és osztályozta az ismert vegyi anyagokat. Azonban sok tekintetben ez az osztályozás tökéletlen, mivel nem különböztette meg az egyszerű anyagokat és a kémiai elemeket.

G. de Morvo, K. Berthollet, A. F. Fourcroy és A. L. Lavoisier 1787-ben megalkották az első racionális kémiai nómenklaturát. Lavoisier elkészítette az új kémia megjelenésének talaját.

Biológia

Említettük, hogy már a XVII. században igyekeztek a természetbúvárok olyan mesterséges vagy természetes rendszert találni, amelybe az állat- és növényvilág maradéktalanul besorolható, ezek a próbálkozások azonban nem jártak eredménnyel.

A XVIII. században is voltak alapos biológusok, akik jelentősen gazdagították a biológiai ismereteket. Közéjük tartozott a biológiai rendszerezés problémáját 1735-ben megoldó svéd *Carolus Linné (Linnaeus)* (1707–1778). Ő Hollandiában végezte el az orvosi egyetemet Boerhaave tanítványaként. *A rendszertan* első kiadása 1735-ben még csupán tízoldalas változata volt a nagy rendszernek, amelyen Linné egész életében tovább dolgozott; a 12. kiadás (1766) már három vaskos kötetben külön-külön tárgyalja az állatok, a növények és az ásványok-közetek világát.

Linné alapeszméje a következő: az állatok (növények, ásványok) birodalma egymástól jól elhatárolható *osztályokra* bomlik, az osztályokon belül *rendek* különíthetők el, a rendekbe sorolhatók a *nemek*, ezeken belül élesen elhatárolódnak a legkisebb kollektív egységek, a *fajok*. A fajokon belül ugyan megkülönböztethetők alfajok, fajták, változatok, elfajzások, ám ezek nem maradandó és öröktől fogva fennálló formák, hanem átmeneti alakzatok. Az *egyed* helyét pontosan megszabja a *faj–nem–rend–osztály* sorozatba illeszkedés. Az egyes csoportokat elhatároló kritérium: az ivari szervek jellege és fejlettsége.

Linné másik nagy horderejű újítása a *kettős nevezéktan*, amelyet 1753-ban vezetett be. Lényege az, hogy minden állatnak és növénynek kettős nevet ad: egyik a fajtát jelöli, másik a nemét. Linné a *fajok állandóságának* elvét vallotta. Azt tanította, hogy annyi faj van, amennyit a végtelen Lény kezdetben teremtett.

Linné proto-bioinformatikus volt. Ő felismerte az egyértelmű bioinformáció jelentőségét a globális információgyűjtés és információ-áramlás szempontjából, és komoly erőfeszítéseket tett az információk rendezése, tárolása és gyarapítása terén is.

Buffon gróf, aki a kor legnépszerűbb természetrajzi munkáját írta – 1749-től évente adott ki egy kötetet általános és részletes természetrajzából –, nem fogadta el Linné besorolását, sőt a fajok átalakulásának eszméjét hirdette.

Bernard de Jussieu, a trianoni fűvészkert igazgatója botanikai gyakorlatában szintén felfedezte a növények természetes rendszerét.

A genfi *Charles Bonnet* kiváló biológus megalapozta e kor kedvenc elméletét, amely a *lények létrája* nevet viseli. Eszerint a világ szervetlen és szerves, lelketlen és lelkes lényei összefüggő láncolatot alkotnak, amelynek legfelső fokán nem is az ember áll, hanem az angyalok.

E kor központi biológiai problémája a *preformáció*, vagyis a csírában benne rejlő kész utódok tana. Bonnet ennek az elméletnek lelkes képviselője, aki úgy vélte, hogy a csírában benne vannak az utód elemei vagy összetevői. Ha ezeknek az összetevőknek a *gén* vagy *kromoszóma* nevet adjuk, már nem is vagyunk oly messze a modern genetikától.

A preformációs tan első cáfolója *Maupertuis* volt, a berlini akadémia francia elnöke. Ő 1745-ben tudományos alapossággal bizonyítja, hogy az átörökítésben mind a két szülő egyformán részt vesz. Szerinte az ivarsejtek elemei átalakuláson mehetnek át, aminek következtében új fajok keletkeznek.

A preformációs elmélet megdöntőjének általában *Kaspar Friedrich Wolffot* tartják, tévesen. Könyve 1759-ben jelent meg, amelyben felállítja az *epigenesis*-elméletet, mely az utólagos fejlődést tételezi fel. Wolff szerint a csírasejtben szervetlen hólyagocskák és golyócskák vannak, amelyeket az *életerő* tesz organikussá. A preformisták Wolff ellen fordultak, miután ő a pétérvári egyetemre ment át, ahol embriológiai kutatásokat végzett.

Leghevesebb ellenfele a svájci polihisztor, *Albrecht von Haller* volt, akitől a *nulla est epigenesis* (nincs utólagos fejlődés) jelszó származik. Haller botanikus, diplomata és az alpinizmus úttörője volt. A *fiziológia*

elemei című 8 kötetes könyve (1757–66) egy évszázadon át az élettan vezérkönyve maradt.

A preformáció másik oszlopa, *Lazzaro Spallanzani* abbé nagyon sokoldalú ember volt. Legjelentősebb biológiai tette az ősnemzés megcáfolása. A paviai egyetemen a szervek regeneráló képességét vizsgálta, továbbá a mesterséges termékenyítést.

A botanikában Linné után a legjelentősebb lépést *Koelreuter* tette, aki 1761-ben beszámolt újszerű keresztezési kísérleteiről, amelyekkel a tudományos kertészet megalapozója lett. Ugyanebben az évben számolt be a versailles-i park egyik kertésze, *Nicolas Duchesne*, egy új számócafajtáról, amely úgyszólván a szeme előtt keletkezett; ez volt az első megfigyelt mutáció a tudománytörténetben.

A kor egyik legszélesebb látókörű biológusa *Peter Simon Pallas*, zoológus, botanikus, geológus és paleontológus, tudományos expedíciók vezetője, etnográfus, sőt nyelvész is. Szibériai expedíciója során tömérdek új állatfajt írt le, kihalt óriásemlősöket hozott felszínre. A katasztrófaelmélet híve volt. Mint biológus főként a zoofitákkal, vagyis állat-növényekkel foglalkozott. Német származása dacára Pallast az orosz természetbúvárok közé lehet számítani, minthogy a pétervári akadémián működött, több mint 40 évet töltött Oroszországban. Egyik tanítványának, *Kaverznyev*-nek doktori értekezésében található a származástani gondolat első konkrét megfogalmazása és a fokozatos tökéletesedés elve.

A lények létrájának legfejlettebb elmélete a francia filozófusok eszméin nevelkedett orosz materialista bölcselnök, *Ragviscsev*-nek a munkája. Ő valamennyi élőlényt közös őstől származtatja, a természet élettelen és élő világát fokozatos fejlődési rendbe sorolja. Az ember kiemelkedő helyzetét a fölegyenésedéssel, a felszabadult kéz határtalan lehetőségeivel és a beszéd kifejlődésével magyarázza. A lelki jelenségeket élettani alapon elemzi.

A kiváló biológusok közzé tartozott a német születésű, de magyar szellemű *Kitaibel Pál* (1757–1817), aki Budán 1780-tól rövid ideig jogi tanulmányokat folytat az egyetemen, nemsokára pedig az orvosi karra iratkozik be. Orvosi gyakorlatot sohasem folytatott, mert mint orvostanhallgatót Winterl Jakab József (1732–1809), a pesti Tudományegyetem első kémia tanára mellé adjunktusnak nevezték ki. Winterl alapította a pesti botanikus kertet. Kitaibel Pál e botanikus kert első kiváló kutatója. Winterl professzor javaslata alapján, a kormányzat megbízásából megkezdte országos gyűjtőmunkáját. 1792–1816 között egész Magyarországot beutazta.

1795-ben megismerkedett Waldstein Ferenc gróffal, aki mindvégig munkatársa, barátja és anyagi támogatója volt. Együttműködésük eredménye s egyben főműve *Magyarország ritkább növényeinek leírása és képei* címmel 1799–1812 között Bécsben jelent meg latin nyelven (három díszes kötetben). A begyűjtött gazdag herbáriumanyag 15000 lapnyi hagyatékát Jávorka Sándor dolgozta fel 1926–1936 között.

Említésre méltó 1796. évi utazása, melynek során Kárpátalján is túrázott és gyűjtőmunkát folytatott. Ekkor Debrecenben, Nyíregyházán, Nagykárolyon, Nagybányán át a Rozsály alhavasra, Máramarosszigetről a Nagy Pietroszra, s Rahón át a Popivánra tett alkotó jellegű túrát, s visszaútban meglátogatta Tokajt. Több ízben járt a Magas Tátrában (1795, 1804).

Kitaibel Pál valóságos polihisztor volt. A tudomány különböző ágazatában maradandót alkotott. A pesti egyetem botanikus kertjének növényanyagát jelentősen bővítette. Ez a gyarapodás egyenes következménye Kitaibel rendszeres és tudatos törekvésének, amely a sajátos növényföldrajzi egységet képező Kárpát-medence florisztikai-rendszertani megismerését volt hivatva szolgálni. Az élőnövénygyűjtés mellett természetesen herbáriumot is készített, amely ma Magyarország egyik nemzeti kincse, amelyet a Természettudományi Múzeum Növénytára (Budapest) ereklyeként őriz. Állattani munkássága nem olyan kiemelkedő, mint a növénytani. Állattani felfedezései közül kiemelendő, hogy leírta a földikutyát, a mogyorós pelét, a magyar gyikot. Kitaibel Pál rendszeresen bejárta a történelmi Magyarország egész területét, s minden egyes régiónak tanulmányozta az ásványvizeit: kb. 150 ásványvizet elemzett, köztük számos kárpátaljai is (*Hydrographia Hungarica*).

Kitaibel Pál még életében nagy hírnévre tett szert, és sok külföldi, többek közt a göttingai, berlini, pétervári, müncheni tudós társaság dísztagjává választotta.

Orvostudomány

A felvilágosodás korának sokoldalú tudósa *Hermann Boerhaave* volt, akiről már szó esett mint vegyészről és botanikusról. Neki köszönhető a klinikai szemlélet meghonosítása az orvoslásban. Ő a betegágy mellett tanított, bevezette a hőmérést, a nagyító használatát, nagy súlyt fektetett a pontos anamnézis felvételére és a gondos fizikális vizsgálatra, előírta a pulzus rendszeres ellenőrzését és a beteg exkrementumainak vizsgálatát. 1708-ban jelent meg az orvosok tankönyve, amelyet ő írt. Egyszerű

eszközöket kedvelt a gyógyításban: diéta, fürdő, mozgás, séta, dörzsölés, néhány jól bevált gyógyszer.

Az edinburghi orvosi iskolának jeles alakja, *Robert Sibbald*, a Királyi Orvostudományok egyik alapítója főként gyógynövényekkel foglalkozott, s e célból létrehozta az edinburghi fűvészkertet. Az angol orvosképzésben aktív szerepet játszott a *Monro család*.

Boerhaave angol tanítványai közé tartozott *John Huxham*, aki a lázas betegségeket különítette el egymástól, míg az edinburghi *Robert Whytt* a hólyagkövek feloldásával kísérletezett. *John Fothergill* pontosan megfigyelte a diftéria lokális tüneteit, és egy járvány alkalmával sok gyermek életét mentette meg azzal, hogy ellenezte az akkor szokásos érvágást.

Boerhaave egyik legtehetségesebb tanítványa volt *Gerard van Swieten*, az első bécsi orvosi iskola alapítója. 1745-ben hívta meg Mária Terézia Bécsbe udvari orvosnak, és megbízta az egyetemi oktatás újjászervezésével. Swieten kiváló szakembereket gyűjtött maga köré, a bécsi egyetemet átmenetileg Európa egyik legjobb orvosi iskolájává tette. Ezen iskola egyik tagja *Leopold Auenbrugger* 1761-ben felfedezte a kopogtatás módszerét.

Boerhaave hatása közvetve Magyarországon is érvényesült, minthogy a pesti egyetem orvoskarának megszervezése van Swieten szellemében, de *Haënn* irányításával, bécsi mintára történt.

Szó esett már *Georg Ernst Stahlról*, aki a vegytanban a téves flogiszonelméletet honosította meg. Stahlnak azonban volt egy másik téves hipotézise is, az *animizmus*, amely az orvostudomány fejlődésében játszott olyasfajta szerepet, mint a vegytanban a flogiszon.

Az animizmus eszméje a mechanizmus ellentétéként született, és lényegileg annyi, hogy a szervezet fizikális működése a lélek irányítása alatt áll. Ez azt jelenti, hogy a szervezet lelkét kell ismerni és gyógyítani. A vitalizmusnak ezt a tetszetős elméletét 1694-ben kezdte tanítani Stahl a hallei egyetemen, s 1707-ben tette közzé egyik könyvében. Ugyanekkor az egyetem másik orvosi tanszékén *Friedrich Hoffmann* tanított, aki a mechanikai szemlélet híve volt, jelszava: tapasztalás és józan ész.

Stahl animizmusának hatása Franciaországban is elterjedt, elsősorban a montpellier-i egyetemen. Az orvos-botanikus *Sauvages* honosította itt meg Stahl tanítását.

A vitalizmus támaszát az a máig elismert megállapítás szolgáltatja, hogy az erős lélek segít legyőzni a betegséget, valamint, hogy test és lélek közt pontosan meg nem határozható kölcsönhatás van.

Angliában ugyanekkor egy sokkal szélsőségesebb irányzat kapott lábra. Elindítója az edinburghi *William Cullen*, elsősorban vegyész

és filozófus, aki minden betegséget a fokozott vagy csökkent „idegerőre” vezetett vissza: a betegség az idegrendszer spazmusából vagy atóniájából áll. *John Brown* szerint az egészség az inger és ingerület egyensúlya, a betegség ennek megbomlása – az asthenia. Tehát fölösleges részleteiben ismerni a szervezet fölépítését és működését, egyedül azt kell megállapítani, hogy fokozandó avagy csökkentendő-e az ingerlékenység, ennek megfelelően, alkoholt vagy más élénkítő szert, illetve ópiumot vagy más nyugtatószert kell alkalmazni gyógyszerül.

Az edinburghi iskolában tanult, de Londonban működött *William Hunter*, elsősorban anatómus és szülész-nőgyógyász, sokoldalú kutatásáról híres tudós. Öccse, *John Hunter* még az övénél is nagyobb hírnevet szerzett mint anatómus, fiziológus és sebész. Sokoldalú tudományos munkásságából kiemelkedik a nemi betegségek kutatása. Angliában ő honosította meg az állatkísérleteket. Műtéti fájdalom csillapítására hó és jég fagyasztó keverékével próbálkozott. Sógorával, *Sir Everard Home*-mal közösen létesített anatómiai múzeuma 14000 saját készítményű preparátumot tartalmazott.

A korszak angol tudósai közt feltétlenül említésre méltó *Stephen Hales*, aki először mért vérnyomást, továbbá *William Heberden*, aki a szív-koszorúér betegségeiről írt értekezést, elhatárolta a bárányhimlőt a fekete himlőtől, leírta a farkasvakságot és a köszvényes csomókat. A digitáliszt *William Withering* birminghami orvos-botanikus vezette be a szívbetegségek terápiájába.

Dán származású anatómus volt *Jacques Bénigne Winslow*, aki Párizsban tanított és anatómiai teátrumot létesített, sok egyéb közt a szív izomzatát és billentyűit írta le.

A sebészetben legnagyobb hírnevet e korszakban a párizsi *Jean-Louis Petit* szerzett, aki állítólag 12 éves korában már rendszeresen boncolt, 18 éves korában pedig mint sebész szolgált a hadseregben. Petit előbb a törések és ficamok kezelésével foglalkozott, és sok szíves újítással szolgálta az ortopédiát, majd az amputálás technikáját tökéletesítette. A nyelv és ajak műtéteihez finom műszereket készített, fejlesztette a szem, fül és orr sebészetét. Elsők közt próbálkozott az epehólyag operálásával, sikeresen végzett bélműtétet és sérvműtétet. A hályogos szemlencse eltávolításával új utat nyitott a szemészetben.

1761-ben egy korszakalkotó könyv jelent meg – *A betegségek helyének és okának feltárása az anatómus által* –, amelynek szerzője *Giovanni Battista Morgagni* és amelyben a kórbonctani szemlélet dominál.

A filozófia és a tudomány fejlődése a polgárság korában (XIX. század)

A XIX. század a történelem leghosszabb százada: 1789-ben kezdődött, és 1914-ben ért véget. Egyben a kultúrtörténet leggazdagabb és legváltozatosabb százada is. Klasszicizmus, romantika, realizmus, impresszionizmus, expresszionizmus – ezek csak a főbb állomásai a 125 éven végigszámulgó gyorsvonalnak.

Hogy a polgároké lett e korszak, azt a francia forradalom vívta ki, de az ipari forradalom tartósította.

A filozófia fejlődése

Hamarosan Németország nagy filozófusának, Hegelnek a halála után 1835–36-ban megjelent a Hegel-tanítvány teológus *David Friedrich Strauss* (1808–1874) *Jézus élete* című könyve, melyben a hegeli szellem-történeti módszert a szerző az újtestamentum vizsgálatára alkalmazta. A krisztológia eszerint nem a Názáreti Jézusról, hanem az emberiségről szóló tanítást jelentette. Ennek hatására a hegeli iskola kettészakadt. Az ún. *óhegeliánusok* ragaszkodtak Hegel rendszeréhez, vallás és filozófia összeegyeztetéséhez, a porosz állam kultuszához. Az ún. *ifjúhegeliánusok* viszont a filozófiát egyértelműen a vallás fölé helyezték, a felvilágosodás szellemében bíralták a porosz államot, és azt hangsúlyozták, hogy a hegeli filozófia lelke a kritikai, dialektikus módszer. A straussi valláskritikát egészen a filozófiai materializmusig vitte el *Ludwig Feuerbach* (1804–1872). Ő a természetet és az embert, a természetes embert állította filozófiájába, „antropológiai materializmusa” középpontjába.

Az ifjúhegeliánus mozgalom vezetői, így *Bruno Bauer* (1809–1882), a valláskritikát egyre inkább a politikai kritika síkjára vitték át. Bauernél a „kritika” a fönnálló kritikáját, nem annyira a kereszténység, mint inkább a „keresztény” (feudális) állam kritikáját jelenti.

Gyakorlati téren érvényesítette az „öntudat” kritikáját a fönnállóval szemben *Arnold Ruge* (1802–1880), aki az 1848-as forradalom előtt fáradhatatlan publicisztikai tevékenységet fejtett ki Németországban és külföldön, majd a forradalomban a balszárny egyik vezetője a frankfurti birodalmi német nemzetgyűlésben, azután a fegyveres felkelések résztvevője volt. Bauer és Ruge a radikális polgári demokrácia hívei voltak.

A radikális polgári demokrácia álláspontját az ifjúhegeliánusok táborán belül a továbbiakban két irányból érte bírálat. Egyfelől *Max Stirner* (1806–1856) az „öntudat” filozófiáját végletes egoizmussá és anarchizmussá változtatta. Másfelől *Moses Hess* (1812–1875) a fennálló kritikáját a szocializmus igényléséig fejlesztette. Ő azt tanította, hogy az ember a tulajdon, a pénz szolgájává lett. Ezt a társadalmat meg kell semmisíteni.

A XIX. század a liberális kapitalizmus kibontakozó válságának százada, a filozófiában is alapvető változások időszaka. A természettudományos beállítottságú *pozitivizmus* és az értelmileg beláthatatlanként felfogott emberi létet vizsgálódásainak középpontjába állító *irracionalizmus* egymással idegenül állnak szemben.

A polgári filozófia egyik nagy áramlata, a pozitivizmus a problémák megoldását a technika és a tudomány előrehaladásától remélte, a tényekben biztos támaszt vélt találni: úgy gondolta, a tudomány fejlődése a teljes ésszerűség társadalmát fogja eredményezni – ennyiben tehát a felvilágosodás vonalát folytatta tovább.

A pozitívista áramlat radikális ellenzékiése – eleinte – az egész társadalmi rendszer megjavítására, radikális átalakítására irányuló igényben nyilvánul meg. Az *utópikus szocialisták* Rousseau és a jakobinusok kispolgári-egyenlősítő nézeteiből indulnak ki, de felismerik, hogy azok mozgalmá nem számíthat sikerre, mert nem volt realitás társadalmi bázisa, nem volt meg az ipari termelőerők szükséges fejlettsége.

Claude-Henri de Saint-Simon (1760–1825) két nagy osztályt különböztetett meg: a nem-dolgozók (henyélők) és a dolgozók osztályát. Kettőjük harcából állt a forradalomban kicsúcsosodó francia történelem. Saint-Simon szerint az osztályharc csak akkor szűnhet meg, ha az emberek a testvériség jegyében „egyetemes társulásra” lépnek egymással. Ez csupán úgy érhető el, ha a dogmatikus kereszténységet egy új, szociális kereszténység váltja föl.

Charles Fourier (1772–1837) jelszava is az új ipari és társadalmi világ. Az ő társadalmában az emberek az ún. falanszterekbe szerveződnek, a kényszerű munkamegosztás megszűnik, a munka játékká válik.

A munkásból lett gyáros *Robert Owen* (1771–1858) lanarki üzemében (New-Lanark) reformok sorozatát vezette be, és elindította az angol szövetségi és szakszervezeti mozgalmat, majd egész vagyonát kommunisztikus telepek létesítésére fordította Amerikában.

Az utópikus szocializmus eszméit összekapcsolták a természet-tudományi és „antropológiai” materializmussal és a hegeli dialektikával

az oroszországi ún. *forradalmi demokraták*, nevezetesen elsősorban *A. I. Herzen (Jakovlev)* (1812–1870) és *N. G. Csernisevskij* (1828–1889). Az oroszországi patriarchális társadalom bizonyos szerves közösségi formái (obscsina) alapján úgy vélték, hogy Oroszország elkerülheti a kapitalista fejlődést és közvetlenül a szocializmus útjára léphet.

Az utópikus szocialisták kudarcai tovább fokozták azt az érzést, hogy a polgári társadalom voltaképpen túlhaladhatatlan, és csupán a tudomány és a technika fejlesztésére van szükség, bár a „pozitivizmus” terminus megalkotója, a Saint-Simon tanítvány *Auguste Comte* (1798–1857) a maga ideológiáját még erősen antifeudális és antiklerikális éllel fejtí ki. Az emberi megismerésnek Comte szerint három fokozata van: a teológiai, a metafizikai és a pozitív.

A *teológiai* stádiumban az ember misztikus, természetfölötti erőkkel, a *metafizikaiban* az elvont gondolkodás elvont elveivel magyarázza a világ jelenségeit, a *pozitív* stádiumban azután a tudományok szolgálnak precíz, ok-okozati magyarázatokkal. Az egyes tudományok a történelem során a következő sorrendben jöttek létre: matematika, asztronómia, fizika, kémia, biológia, szociológia; ám ez, mondja Comte, nemcsak történeti sorrend, hanem logikai is; minden egyes tudomány a rákövetkezőnek módszertani előfeltétele. A társadalmi mozgás területén szintén három stádiumot találunk: a katonai, jogi és ipari stádiumot.

A XIX. század utilitáriánus empirizmusának kiemelkedő jelentőségű képviselője – *John Stuart Mill* (1806–1873). Ő a liberális polgári demokrácia ideológusa volt, aki a morális, individuális, független életet látta a boldogság legfőbb forrásának. Mill – csakúgy, mint apja, *James Mill* (1773–1836) – az asszociációs pszichológiára építette filozófiáját.

A század közepétől erősen hanyatlik a pozitivistá áramlathoz tartozó filozófiák színvonala. Hamarosan valódi propagandakampány kezdődött ezen áramlat ellen. *Jakob Moleschott* (1822–1893) indította el a mozgalmat *Az élet körforgása* című könyvével. Egy időben nagy hírnévre vergődött heves vitakészségével *Karl Vogt* (1817–1895) is, akitől az a hírhedté vált megfogalmazás származik, hogy a gondolat viszonya az agyhoz ugyanolyan, mint az epée a májhoz, vagy a vizeleté a veséhez. E vulgármaterializmus legismertebb és legnagyobb hatású népszerűsítője *Ludwig Büchner* (1824–1899) volt, akinek először 1854-ben megjelent *Erő és anyag* című könyve számtalan kiadást ért meg a századfordulóig, sőt utána is. Alapgondolata: a világon csak mozgó anyag van, nincs anyag

erő nélkül és erő anyag nélkül. Szerves és szervetlen között a különbség ugyanaz, mint egyszerű és összetett között; a gondolat az anyag mozgása.

A darwinizmusra épített természetfilozófiának képviselői a neves biológus *Th. H. Huxley* (1825–1895) és *Ernst Haeckel* (1834–1919). Az előbbi *agnoszticizmusnak*, az utóbbi *monizmusnak* nevezte filozófiáját: voltaképp mindkettő materializmus.

Herbert Spencer (1820–1903) már fölvázolta evolucionizmusának alapjait, amikor Darwin nagy művei megjelentek. Ő a világot a fejlődés és felbomlás egyetemes törvénye alá vetettnek látja. Spencer vas-szorgalommal gyűjtötte össze enciklopedikus méretű köteteibe a korabeli természet- és társadalomtudományok ismeretanyagát. A tudományok tényein kívül mást nem lehet megismerni: a világ végső alapja – a lét – megismerhetetlen.

A hasonló törekvésű *Eugen Dühring*-ről (1833–1921) és úgymond szigorúan tudományos „világsszkematikájára” talán senki sem emlékezne, ha a német szociáldemokrata mozgalomban való időleges elterjedése miatt *Friedrich Engels* nem írt volna ellene egy vitairatot.

A XIX. században megjelenik az irracionálizmus, amely csak lassan hódít tért. *Arthur Schopenhauer* (1788–1860) filozófiája az emberi szenvedés kozmikus igazolásának kísérlete. Ő 1819-ben jelenteti meg fő művét, de csak 1848 után válik népszerűvé. A szenvedés, a testi-lelki nyomor a világ lényegéből fakad, a boldog élet, mint Schopenhauer mondja, egy koldus álma; megváltást nem a küzdelem, egyedül csak a tiszta, akaratlan megismerés, önmagunk sztoikus vagy még inkább védikus feladása, a semmiben való feloldódás hozhat. Ám az akarat igája alól megszabadulni csak keveseknek, csak a zseninek vagy a szentnek sikerülhet – a közönséges ember mindörökké akaratának foglya marad. Az akarat, közönségesen, egész személyiségünket, egész lényünket áthatja: az ember, egyáltalán, nem más, mint az akarat megtestesülése, s a világ is, a maga teljességében, tárggyá vált akarat.

Sören Kierkegaard (1813–1855) a közönséges emberi létezéssel az *egzisztenciát*, az önmagát választásokban megvalósító egyéni életet állítja szembe. Az individualitás teljes eltűnését Kierkegaard történelmi folyamatként pillantja meg és saját korát e folyamat előrehaladott állomásaként ábrázolja. A valódi individualitás különböző egzisztenciális magatartásformákban, *stádiumokban* valósulhat meg. Ezek: az esztétikai, az etikai és a vallási stádium. A három stádium, rendre, az egzisztencia egyre magasabb formáit jelentik.

Friedrich Nietzsche (1844–1900) szerint az áthagyományozott racionális és morális értékrend elvesztette tartalmát. Isten meghalt: csak az ember adhat önmagának értékeket, erre a feladatra azonban az átlagember képtelen. Az *Übermensch*: az erkölcsileg és értelmileg autonóm, értéktelmentő ember, Isten emberi megfelelője. Az *Übermensch* az élet teljességét hordozza, az őseredeti, barbár, a kultúra által nem megrontott egészséget.

Az irracionalizmus és a pozitivizmus rokonságát Nietzsche munkássága frappánsan illusztrálja. A világban való tájékozódás egyetlen tényleges eszközének Nietzsche a tudományt tartja, a hagyományos metafizika csupán érzéseket és vágyakat fejez ki. Saját filozófiáját is, világosan, egy meghatározott életérzés kinyilvánításának fogja fel. Az „örök visszatérés” eszméjében, abban a klasszikus gondolatban, hogy a világ, ahogy most átéljük, már végtelen sokszor fennállt és még végtelen sokszor ismétlődni fog – az *Imígyen szól a Zarathustra* ezen alapeszméjében Nietzsche önnön morális bátorságának gondolt kifejezést adni. Az örök visszatérés gondolatát ugyanakkor mintegy tudományosan is megalapozni törekszik, amikor úgy érvel, hogy bármily számos elemből áll is a világ, végtelenül sokszor kell megismétlődnie; és az a tétel is, hogy egész valóságunk tulajdonképpen nem más, mint *hatalomra törekvő akarát*.

Henri Bergson (1859–1941) filozófiájának lényege az *intuicionizmus*. Ha meg akarjuk ismerni a dolgok lényegét, olyan „intellektuális megérzésre” van szükségünk, mellyel „valamely tárgy belsejébe helyezzzük magunkat, hogy megtaláljuk azt, ami abban egyetlen és kifejezhetetlen”.

Az olasz *Benedetto Croce* (1866–1952) a „szellem filozófiájának” nevezte tanítását. Elméleti filozófiájában a megismerésnek két formáját különbözteti meg: az intuitívát és az értelmet. Az előbbivel az esztétika, az utóbbival a logika foglalkozik. Ily módon az esztétika nem egyszerűen a művészettel vagy a művészi kifejezéssel, hanem a mindennapi életben és a nyelvben történő kifejezéssel általában foglalkozó tudomány, s ennek folytán a gondolkodással általában foglalkozó általános nyelvtudomány is: gondolkodás és nyelv nem válik el egymástól, gondolkodni annyi, mint beszélni. Gyakorlati filozófiájában azután két tevékenységi formát különböztet meg: a gazdasági és az erkölcsi tevékenységet. A gyakorlati életnek mintegy esztétikája a közgazdaságtan, a logikája az etika.

Wilhelm Dilthey (1833–1911), a *szellemtudományi-szellemtörténeti* irány megalapítója kísérletet tett egy egységes, az embert világnézetileg valóban orientáló filozófia megalkotására. Az ember a természet

által meghatározott; ám a természet számunkra néma, a mi igazi világunk a társadalom: a jog, a közgazdaságtan, az erkölcs, a nyelv és a vallás, a művészet és a tudomány világa. Dilthey mindenekelőtt ennek a társadalmi világnak tudományos megismerését kívánja megalapozni. A racionalizmus elve csupán a természettudomány és a technika világában érvényes. A szellemtudomány az élet öneszmélése, az élet azonban irracionális, „az életet nem lehet az ész ítélőszéke elé vinni”.

*Georg Simmel*nél (1858–1918) a szubjektivizmus határozottan előtérbe lép. Ő „kulturfilozófus”, a kultúra jelenségeit vizsgálja közgazdasági és szociológiai alapokon, de filozófiai szempontból. A gazdasági értéknek létformája és feltétele a csere, a pénz pedig az egyes személyek közötti személytelen kapcsolatok hordozójává lesz, és ezáltal az individuális szabadságé.

Matematika

A XIX. század elején jelentősen kibővül a matematikai analízis alkalmazási területe (a gőzgépek termodinamikája, a műszaki mechanika, ballisztika stb.). Ezzel kapcsolatban rohamosan fejlődik a differenciálegyenletek elmélete és a potenciálmélet. E téren a legnevesebb analitikusok C. F. Gauss, J. B. J. Fourier, S. D. Poisson, A. L. Cauchy (kosi), P. G. L. Dirichlet, G. Green, M. V. Osztrogradszkij. Az utóbbi megvetette az alapját a néhány változós függvények variációs számításának (1826).

Oroszországban eredményesen fejlődik a valószínűségszámítás. P. L. Csebisev megadja a valószínűségszámítás elemeinek megalapozását és bebizonyítja a nagy számok törvényét (1867).

A határértékek és sorok elméleteit A. L. Cauchy dolgozza ki a 20-as években. Dirichlet a 20–30-as években megállapította, hogy a több extrémummal rendelkező függvényeket ki lehet fejteni a Fourier-sorral. J. R. Argand és C. F. Gauss a komplex számok elméletét dolgozták ki. Ezen az elméleten fejlődött ki később a komplex változót tartalmazó függvények elmélete. Az elliptikus függvények elméletét N. H. Abel és C. G. J. Jacobi fejlesztették ki. B. G. F. Riemann mindezen elméleteket továbbfejleszti, de ő már a térben gondolkodik (Riemann-felület). K. Jordan a csoportelmélettel foglalkozik és a 70-es években felfedezi annak jelentőségét az algebraiban. A csoportelmélet alkalmazást nyer a krisztallográfiában (E. Sz. Fjodorov, A. M. Schoenflies), később pedig a kvantumfizikában.

A felületek differenciális geometriáját C. F. Gauss alkotja meg (1827), majd F. E. A. Minding és K. M. Peterson kiegészítik azt (1853).

Óriási jelentősége volt a nem-euklidészi geometria megalkotásának N. I. Lobacsevszkij és Bólyai János által. B. Riemann 1854-ben megalkotja a metrikus geometria n -dimenziós sokféleségét. F. Ch. Klein 1872-ben az összes „geometriák”-at alárendeli az invariánsok tanulmányozása eszméjének. Ugyanebben az időben megjelenik az irracionális számok szigorú elmélete (R. Dirichlet, G. Cantor, K. T. Weierstrass).

A matematikában új ágazat születik – a matematikai logika (G. Boole, P. Sz. Poreckij, E. Schröder, G. F. L. Frege, G. Peano és mások).

Továbbfejlesztik a számelméletet. E. E. Kummer, L. Kronecker, R. J. W. Dedekind, E. I. Zolotarjov és D. Hilbert megvetik az alapját az algebrai számelméletnek. H. Minkowszki bevezeti a számelméletbe a geometriai módszereket. Oroszországban a számelméletet sikeresen fejlesztik E. I. Zolotarjov, A. N. Korkin, G. F. Voronoj és A. Amarkov.

Újabb ágazatai fejlődnek ki a matematikának: a differenciális és algebrai geometria (E. Beltrami, J. G. Darboux (darbu), H. Weil).

F. Ch. Klein és J. H. Poincaré megalkotják az automorf függvények elméletét, amelyben jelentős alkalmazást nyer Lobacsevszkij geometriája.

A valós változót tartalmazó függvények korszerű elméletét dolgozták ki a francia matematikai iskola híres képviselői: K. Jordan, E. Borel, H. L. Lebesgue (lebeg), R. Ber.

Megjelenik az integrális egyenletek elmélete, amelyet V. Volterra kezdett kutatni és I. E. Fredholm folytatott. Megalkotják az operációs számítás módszereit (S. Banach).

Azonkívül kidolgozták az alapjait a korszerű topológiának, a matematikai statisztikának és a matematika egyéb ágazatának. A század utolsó évében megjelent D. Hilbert nagyszerű összefoglaló könyve, *A geometria alapjai*.

Fizika

A XIX. század első felében az elektromosság és a mágnesség voltak a fizika legvonzóbb ágazatai. A híres német matematikus és fizikus *Karl Friedrich Gauss* (1777–1855) foglalkozott elektrosztatikával és a föld mágneses térerősségének mérésével. 1840-ben megalapozta a

potenciál-elméletet. *Wilhelm Weberrel* (1804-1891) elektromágneses távirót szerkesztett.

Sokat tett a potenciálmélet kidolgozása terén *G. Green* (1793–1841), aki továbbfejlesztette a mágnesesség és elektromosság matematikai elméletét.

Alessandro Volta (1745–1827) elsőként alkotott meg elektromos áramforrást, az ún. *Volta-oszlopot* (1800-ban). Ezáltal az elektrodinamika úttörője lett.

1826-ban *Georg Simon Ohm* (1789–1854) német fizikus és matematikus felfedezte a róla elnevezett híres törvényt. *Gustav Kirchhoff* (1824–1887) felfedezte az áramelágazás törvényeit.

Az elektromos áram hőhatásának tanulmányozása vezette el a kutatókat az izzólámpa felfedezéséhez és tökéletesítéséhez. Az első izzólámpát *William Robert Grove* (1811–1896) angol mérnök készítette el 1840-ben. *Thomas Alve Edison* (1847–1931) amerikai feltaláló 1880-ban készített szénszálas izzólámpát. A volframszálas izzólámpát *Juszt Sándor és Hanaman Ferenc* állította elő 1905-ben.

1819-ben *Christian Oersted* (1777–1851) dán fizikus és vegyész felfedezte az elektromos áram mágneses hatását. *James Joule* 1840-ben felfedezte, hogy a testet csak egy meghatározott mértékig lehet mágnesezni. *Jean Biot* (1774–1862) francia fizikus 1804-ben tanulmányozta a Föld mágneses terének függőleges irányú változását. Gay-Lussackal együtt egy ballonban 2000 méter magasságba szálltak fel és megállapították, hogy a Föld mágneses tere szinte nem változik.

D. Arago és *Gay-Lussac* elsőnek készítettek elektromágnest. *Felix Savart* (1791–1841) szintén eredményesen kísérletezett elektromágnesességgel. 1820-ban a *Biot-Savart-törvény* és az *Amper-hipotézis* felfedezésével elkezdődött az elektrodinamika matematikai megalapozása. *André Marie Ampère* (1775–1836) francia fizikus és matematikus felfedezte az áramok egymásra hatásának jelenségét. S habár később kiderült, hogy a megállapított törvény nem helyes, de megalkotta az elektromágneses erőter fogalmát.

Korának egyik legkiválóbb kísérletezője volt *Michael Faraday* (1791–1867) angol fizikus és kémikus. Felfedezte az elektromágneses indukciót, az elektrolízis alaptörvényeit, a diamágnesességet, s a Faraday-effektust. Nevéhez fűződik a Faraday-kalitka, a leányékolás felismerése (1823).

Az elektromosság tanulmányozásának magyar vonatkozása is van.

Jedlik Ányos István (1800–1895) magyar fizikus, a Magyar Tudományos Akadémia tagja. 1831–1840 között a Pozsonyi Akadémia, 1840-től a Pesti Tudományegyetem professzora. 1827–28-ban elkészítette az első elektromotort, 1840–50 között jelentős eredményeket ért el a galvánelemek és az akkumulátorok tökéletesítése terén. Az 1850-es évek első felében fénytani kísérleteihez korának legtökéletesebb optikai rácsait készítette. Az 1850-es évek második felében készítette el az első unipoláris gépet, és ennek ismerete vezette el 1860-ban a dinamóelv felfedezéséhez. Ezzel 7 évvel előzte meg *Werner Siemens*t, de sajnos Jedlik nem publikálta eredményeit. Ő írta 1850-ben az első magyar nyelvű egyetemi fizika tankönyvet.

Puskás Tivadar (1844–1893) kiváló magyar feltaláló. Néhány évig Edison munkatársa volt. 1878-ban Bostonban, 1879-ben Párizsban létrehozta az első telefonközpontot, 1893-ban pedig Budapesten üzembe helyezte a Telefonhírmondót.

Kándó Kálmán (1869–1931) magyar gépészmérnök, a vasút vilamosításának úttörője.

A transzformátor feltalálása és alkalmazása *Déri Miksa* (1854–1938), *Bláthy Ottó Titusz* (1860–1939) és *Zipernowsky Károly* (1853–1942) magyar mérnökök nevéhez fűződik.

Bánki Donát (1859–1922) és *Csonka János* (1852–1939) gépészmérnökök a belső égésű motorok több generációját építették meg Magyarországon.

Rohamosan változtak és fejlődtek az elektromos térre vonatkozó nézetek. *James Clerk Maxwell* (1831–1879) kiváló angol fizikus volt az elektromágneses tér elméletének megalkotója. Az elektromágneses térre vonatkozó Maxwell-féle egyenletek az egész elektrodinamika alapját képezik. Ő ismerte fel, hogy a fény is elektromágneses hullám.

Korszakalkotóak voltak *Heinrich Hertz* (1857–1894) német fizikus felfedezései. Elsőként mutatta ki a Maxwell által megjósolt elektromágneses hullámok létezését. 1887-ben fedezte fel a fényelektromos hatást. Az általa felfedezett hullámok és az általa megalkotott rezonátorok, illetve oszcillátorok indították útjára a rádiótechnika kialakulását.

Lénárd Fülöp (1862–1947) magyar származású fizikus, aki felfedezte a fényelektromos hatás törvényeit. Katódsugarakkal végzett kísérleti eredményei sokban hozzásegítették *J. J. Thomson*t az elektron felfedezéséhez.

A XIX. század folyamán a fizikusok kifejlesztették a hőtant és a termodinamikát. Ebben az időben a gőzgépek tanulmányozása megérlelte

azt a meggyőződést, hogy a mechanikai munka és a hőmennyiség között kapcsolat van. Így időszerűvé vált a hő helyes értékelése és ennek nyomán az *energiamegmaradás* törvényének megfogalmazása.

Nikolas Carnot (1796–1832) francia fizikus 1824-ben megjelent munkájában kifejtette, hogy a gőzgép működése körfolyamat, amelyben a forró gőz, a hő, ha magasabb hőmérsékletű helyről alacsonyabb hőmérsékletű helyre áramlik, munkát végez. Rámutatott arra a fontos tényre, hogy a gőzgép üzemeltetését biztosító hőnek csupán egy bizonyos hányada alakul át hasznos munkává. Bevezette a megfordítható – reverzibilis – folyamatok fogalmát. Munkásságával lefektette a termodinamika alapjait.

Az energiamegmaradás törvényének felfedezése több fizikus nevéhez fűződik.

Robert Mayer (1814–1878) holland természettudós és orvos megállapította a hő mechanikai egyenértékét. Felismerte az energia megmaradásának elvét.

James Joule (1818–1889) angol fizikus, autodidakta 1841-ben közzétette az áram hőhatására vonatkozó és róla elnevezett törvényt. Négy évvel később *H. Lenz* (1804–1856) kísérletsorozattal ellenőrizte és megerősítette e törvényt, ezért ezt az összefüggést *Joule-Lenz* törvényének nevezik. 1853-ban *W. Thomsonnal* (Lord Kelvinnel) együtt felfedezték azt az összefüggést, amely a belső energia változásával magyarázta a gázok hirtelen kiterjedésekor bekövetkező lehűlést.

Hermann Helmholtz (1821–1894) német fizikus 1847-ben újra megfogalmazta az energiamegmaradás tételét a legáltalánosabb formában. Minden ismert természeti jelenségre kiterjesztette és matematikai formába öntötte az ún. szabad energia fogalmát. 1859-ben megalkotta a hidrodinamika örvényelméletét. Megadta a kémiai affinitás fogalmának termodinamikailag pontos megfogalmazását.

Jedlik Ányos Hőtan című munkájában e tudományág fogalomrendszerének nagyszerű összefoglalását adja.

Rudolf Clausius (1822–1888) német fizikus bevezette a termodinamikába az entrópia fogalmát, melyet 1906-ban *Hermann Walther Nernst* (1864–1941) tökéletesített.

Benoit Clapeyron (1799–1864) francia fizikus és mérnök bevezette a termodinamikába az indikátor-diagramokat, más tudósokkal együtt levezte híres egyenleteit: Clausius-Clapeyron-egyenlet, Mengyelejev-Clapeyron-egyenlet.

Szily Kálmán (1838–1924) magyar fizikus a termodinamika alaptételének mechanikai elvekre való visszavezetését tekintette fő feladatának.

Ludwig Boltzmann (1844–1906) osztrák fizikus a molekuláris-kinetikai elmélet egyik megalapozója és továbbfejlesztője. Legnagyobb érdeme abban rejlik, hogy az entrópia fogalmának statisztikus értelmezést adott, és ezzel a termodinamika második főtételét teljesen új megvilágításba helyezte.

1879-ben *Joseph Stefan* (1835–1893) osztrák fizikus arra a következtetésre jutott, hogy az üregsugárzás összes energiája arányos az abszolút hőmérséklet negyedik hatványával. Ezt a törvényt 1884-ben *Boltzmann* a fény elektromágneses elmélete alapján vezette le.

William Thomson (Lord Kelvin) (1824–1907) angol fizikus sokban hozzájárult a hő kinetikus elméletének kidolgozásához. 1848-ban bevezette az *abszolút hőmérsékleti skálát* (*Kelvin-skála*). Termodinamikai vizsgálatait az 1851-ben megjelent *A hő dinamikája* című művében foglalta össze.

A termodinamika jelenségeinek statisztikus tárgyalása a klasszikus fizikában *Josiah Williard Gibbs* (1839–1903) amerikai fizikus, matematikus vizsgálataival, felfedezéseivel érte el a tetőpontját a XX. század első éveiben. Ő a fizikai kémia egyik úttörője, aki a heterogén rendszerek termodinamikáját továbbfejlesztette. 1876-ban megjelent könyvében a heterogén rendszerek fázisegyensúlyairól értekezik, bevezeti a termodinamikai potenciál fogalmát, megadja a kémiai egyensúly legáltalánosabb feltételeit.

A XIX. század második felében a tudósok – *Julius Plücker* (1801–1868), *Johann Wilhelm Hittorf* (1824–1914), *Eugen Goldstein* (1850–1930), *Sir William Crookes* (1832–1919) – felismerték a katódsugarak tulajdonságait és jelentőségét. A katódsugarak rejtélyét *Joseph John Thomson* (1856–1940) angol fizikus oldotta meg. Ő 1897-ben rájött, hogy a katódsugárzás nem más, mint negatív töltést hordozó részecskék – *elektronok* – nyalábja. Így lett felfedezve az atom alkotórésze – az elektron.

A század vége felé értek be *Eötvös Lorándnak* (1848–1919), magyar fizikusnak tudományos eredményei. Nevét híres gravitációs vizsgálatai tették világhírűvé. A később róla elnevezett Eötvös-ingával 1890-ben mutatta ki, kísérletileg bizonyította a *tehetetlen* és a *súlyos* tömeg azonosságát. Köztudomású, hogy Einstein általános relativitáselmélete az említett kísérleti eredményeken alapul.

A fizika történettudománya a századvég, 1895–1898-ig terjedő rövid időszakát a fizika négy aranyévének tartja. Méltán.

1895-ben *Wilhelm Conrad Röntgen* (1845–1923) német fizikus felfedezte a később róla elnevezett, nagy horderejű, az orvosi diagnosztikában és a kristályszerkezetek vizsgálatánál szinte azonnal alkalmazott röntgensugárzást.

1896-ban *Antoine Becquerel* (1852–1908) francia fizikus a spontán radioaktív sugárzást fedezte fel, ami bizonyította az atomok összetett voltát.

1898-ban *Pierre Curie* (1859–1906) francia fizikus és felesége, a lengyel származású kémikus *Marie Curie-Sklodowska* (1867–1934) felfedezték a polóniumot és a rádiumot. A sugárzási jelenséget *radioaktivitásnak*, a sugárzást kibocsátó elemet pedig *radioaktív elemnek* nevezték el.

Kémia

A XIX. század a kémia fejlődésének legtermékenyebb korszaka. A század elején mint különálló kémiai tudományág megjelenik a szerves kémia, felfedezik a kémia mennyiségi, illetve sztöchiometriai törvényeit, megjelennek az atom-molekulaelmélet csírái.

Így, 1792-ben *Jeremias Benjamin Richter* (1762–1807) bevezette a kémiai egyenérték fogalmát és megfogalmazta a kémiai egyenértékek törvényét.

A sokoldalú francia vegyész, *Claude Louis Berthollet* (1748–1822) a kémiai affinitást a tömegvonzási erő speciális esetének tartotta. Tévesen egyenrangúnak hitte az oldás fizikai jelenségét és a kémiai reakciókat. Ezért azt hirdette, hogy a kémiai vegyületek összetétele változó. Ez nagy vitát váltott ki *Louis Joseph Proust*tal (1754–1826), aki végül 1797-ben kísérletekkel bebizonyította a vegyületek állandó súlyviszonyának törvényét, illetve kimutatta, hogy a kémiai vegyületek összetétele állandó.

Az 1808–1827 közötti időszakban alkotta meg főművét, *A kémiai tudomány új módszerét* *John Dalton* (1766–1844), amelyben deduktív módon fogalmazza meg a kémiai szintézis szabályait, megadja a kémia történetében az első relatív atomsúlytáblázatot.

A XIX. század kezdeti éveiben *Joseph Louis Gay-Lussac* (1778–1850) a gázok között végbemenő kémiai reakciókat tanulmányozta. Eközben felfedezte a gázok fizikai és kémiai térfogati törvényeit.

Az állandó térfogatviszonyok kémiai törvényből egy olasz matematikus és fizikus, *Amedeo Avogadro* (1776–1856) 1811-ben azt a következtetést vonta le, hogy egyes gázok kétatomos molekulákból tevődnek össze és az azonos fizikai körülmények között a gázok egyenlő térfogatai egyenlő számú molekulát tartalmaznak. Ezen utóbbi tény fontos gyakorlati következménye a relatív molekulatömegek meghatározása volt.

Sajnos, Avogadro nézeteit a kémikusok tömege nem ismerte. De szerencsére egyik honfitársa, *Stanislao Cannizzaro* (1826–1910) 50 év múlva sikerre vitte Avogadro hipotézisét: az 1860-ban Karlsruhe városában (Németország) megtartott vegyészkonferencián felelevenítette Avogadro atom-molekulaelméletét.

1819-ben jelentős felfedezést tettek *Pierre Louis Dulong* (1785–1838) és *Alexis Thérèse Petit* (1791–1820) francia tudósok, akik megállapították, hogy a fémek fajhőjének és atomsúlyának szorzata – az atomhő – állandó szám. Ugyanebben az évben a német *Eilhard Mitscherlich* (1794–1863) felfedezte az izomorfia törvényét, két évvel később pedig a polimorfia törvényét.

A kor legtekintélyesebb vegyésze, *Jöns Jakob Berzelius* (1779–1848) kémiai analízisei alapján összeállította az első relatív atomsúlytáblázatot, melyet később többször is pontosított. A viszonyítás alapjául az oxigén atomsúlyát választotta ki. Ő a kémiai jelölésekre új rendszert vezetett be, amely nagyjából a napjainkban is használt vegyjelekre épült.

A kémiai reakciók során keletkező és elnyelődő hő kérdéseivel 1840-ben *Germain Henri Hess* (1802–1850) kezdett behatóan foglalkozni, s hamarosan kimondta a termokémia alapvető törvényét.

Számos vegyész elektrokémiával kezdett foglalkozni. Alessandro Volta kísérletét követő hat hónappal később *William Nicholson* (1753–1815) és *Anthony Carlisle* (1768–1840) elektromos áramot bocsátott át a vízben, s azt tapasztalta, hogy az elektródokon hidrogén és oxigén fejlődik. 1807-ben *Humphry Davy* (1778–1829) angol kémikus megalkotta elektrokémiai elméletét. Kísérleteivel bebizonyította, hogy az elektromos áram hatására a vegyületek felbomlanak. Ebből született az *elektrolízis* kifejezés. Az elektrolízis módszerével Davy számos kémiai elemet fedezett fel. Davy asszisztense, *Michael Faraday* (1791–1867) 1832–33-ban felfedezte az elektrolízis alaptörvényeit.

J. J. Berzelius 1818-ban megalkotta elektrokémiai elméletét – a dualisztikus elméletet. Az oxigént tartotta a legnegatívabb kémiai elemnek, kialakított egy elektrokémiai elemsort.

Az elektrolízis folyamatát behatóan tanulmányozta *Theodor von Grotthuss* (1785–1822) német kémikus, aki azt feltételezte, hogy az elektromos tér hatására a kémiai vegyületek az oldatban elektromosan töltött részecskékre bomlanak.

J. J. Berzelius 1807-ben a vegyi anyagokat két nagy csoportba osztotta: a szerves és a szervetlen anyagok csoportjába. Ez a felosztás megerősítette a már létező vitalista elméletet, amely Berzelius 1818-ban megjelenő szerves kémiai tankönyvében részletesen ki lett fejtve.

A vitalista elmélet térhódítása ellenére a kémiában számos felfedezés született, amelyek kétségbe vonták, sőt cáfolták az életerő-elmélet helyességét.

1828-ban *Friedrich Wöhler* (1800–1882) megvalósította az ember vizeletében található karbamid szervetlen anyagokból való szintézisét. Néhány évvel korábban *Michel Eugène Chevreul* (1786–1889) francia vegyész kiderítette a zsírok vegyi összetételét, előállított sztearinsavat, kimutatta, hogy a szappan a zsírok hidrolízis terméke. Körülbelül ebben az időben Wöhler szintetizálta a növényekben található oxálsavat, 1812-ben *K. S. Kirchoff* (1764–1833) a keményítőt savval hevítve, szőlőcukrot állított elő. 1845-ben *Adolf Wilhelm Herman Kolbe* (1818–1884) ecetsavat szintetizált. 1854-ben *Marcelin Pierre Eugène Berthelot* (1827–1907) mesterséges úton zsírokat állított elő.

A szerves szintézis felsorolt eredményei teljesen megbuktatták az életerő elméletét és utat nyitottak a szerves kémia rendkívül gyors fejlődésének.

Számos szerkezetelmélet jelent meg. 1827-ben *Jean Baptiste André Dumas* (1800–1884) és *Polydore Boullay* (1806–1835) megalkotta az etilelméletet, később *Dumas* és *Liebig* igyekeztek megalapozni azt a nézetet, miszerint a szervetlen és a szerves kémia egyaránt a gyökök kémiája. *August Laurent* (1807–1853) francia bányamérnök és vegyész, *Charles Frédéric Gerhardt* (1816–1856) francia szerves kémikus és *Friedrich August Kekulé* (1829–1896) német kémikus kidolgozták a típuselméletet. A vegyületek négy fő típusát különböztették meg (víztípus, ammóniatípus, hidrogéntípus, sósavtípus). Érdekes, hogy *Th. Sterry Hunt* (1826–1892) amerikai vegyész szintén kísérletet tett a kémiai vegyületek víztípus szerinti osztályozására.

A XIX. század 50-es éveiben kialakult a vegyérték fogalma, amely megvetette az alapját a szerves vegyületek kémiai szerkezetelméletének.

Hermann Kolbe (1818–1884), *Charles Friedel* (1832–1899), *Alekszander Mihajlovics Butlerov* (1828–1886) szintézisei és kísérletei megalkották az új típuselméletet, amely a funkciós csoportok alapján magyarázta a vegyületek kémiai viselkedését.

Edward Frankland (1825–1899) londoni vegyészprofesszor 1852-ben először vezette be a vegyérték fogalmát. Az atomok közötti kötési erőt affinitási egységként használta. *C. W. Wichelhaus* (1842–1927) ezen affinitási egységet *vegyértéknek* (valentia – latinul erő) nevezte el.

Friedrich August Kekulé (1829–1896), aki először építészeti tanult, s csak később lett kémikus, az elemeket *atomosságuk*, illetve vegyértékük alapján csoportokba osztotta. Ő ismerte fel először a szén négyvegyértékűségét. Kekulétól teljesen függetlenül a skót *Archibald Scott Couper* (1831–1892) szintén megállapította a szén négyvegyértékűségét, sőt először alkalmazott vonalakat a vegyérték jelölésére 1858-ban. Voltaképpen ő írta fel először az első szerkezeti képletet.

A. M. Butlerov 1861-ben a német orvosok és természettudósok 36. konferenciáján Speierben (Baden-Württemberg) kihangsúlyozta, hogy a képletek az anyagok valóságos szerkezetét fejezik ki, egy vegyületnek csupán egyetlen képlet felel meg, az affinitáshatás eloszlását a molekulában *kémiai szerkezetnek* nevezte és azt állította, hogy a szerkezetet megismerhetjük, s annak alapján *megjósolhatjuk* a kémiai vegyület fizikai és kémiai tulajdonságait.

Kekulé előre látta, s egyes tudósok bebizonyították, hogy a vegyületekben előfordulhat többszörös vegyértékkötés is.

Az első aromás szénhidrogént – a benzolt – 1825-ben *Michael Faraday* fedezte fel, a szerkezetét Kekulé ismerte fel. Kekulé a molekulákat összetevő atomok térbeli elrendeződésére is gondolt. 1867-ben a szénhidrogének szerkezetét felépítő tetraédereket képzelt el. E tetraéderez szénatom alapvető sajátosságait továbbfejlesztették *Jacobus Henricus van't Hoff* (1852–1911) és *Joseph Achille Le Bel* (1847–1930), akik kidolgozták a térkémiát, azaz a *sztereokémiát*.

Nagy fejlődésen ment keresztül az analitikai kémia. Hírneves analitikus volt a berlini egyetem professzora, *Heinrich Rose* (1795–1864), aki bevezette a minőségi analízis kénhidrogénes módszerét. 1829-ben megjelentette *Az analitikai kémia tankönyvét*.

1848-ban Wisbadenben (Németország) kitűnő analitikai laboratóriumot létesített *Carl Remigius Fresenius* (1818–1897), aki azelőtt *Justus Liebig* asszisztense volt. Fő érdeme az, hogy 1862-ben megalapította az analitikai kémia első folyóiratát, amelyet élete végéig szerkesztett.

Analitikai tárgyú közleményei *Than Károly* (1834–1908) magyar kémikusnak is megjelentek, aki R. W. Bunsen tanítványa volt. Jelentős szerepet játszott a magyar kémiai kutatás és oktatás fejlődésében. Egy időben a Magyar Tudományos Akadémia alelnöki tisztségét is betöltötte.

A gravimetriát *J. J. Berzelius* fejlesztette ki tanítványaival. Fejlődését jelentősen felgyorsította *Nyikolaj Alekszandrovics Mensutkin* (1842–1907).

A titrimetria kifejlesztésében nagy szerepet játszottak *F. A. Descroizilles (dekrauzil)*, *Karl Schwarz*, *J. Gay-Lussac*, *Carl F. Mohr* (1806–1879), *Heinrich Georg Lunge* (1839–1923) és *Jacob Volhard* (1834–1910).

A szerves vegyületek vegyelemzése módszereinek és technikájának kidolgozásával *Gay-Lussac*, *Thenard*, *Dumas*, *Justus Liebig* (1803–1873) és *Johann Kjeldahl* (1849–1900) foglalkoztak.

A fizika és a fizikai kémia fejlődése serkentette a kémiai analízis fizikai-kémiai, illetve műszeres módszereinek kialakulását.

A fémek mennyiségi meghatározását elektrogravimetriai úton először *Oliver Wolcott Gibbs* (1822–1908) amerikai kémikus és ásványkutató végezte. Később *Alexander Klassen* megírta az elektrogravimetria kézikönyvét.

A század végén kidolgozták az elektroanalitika speciális módszereit. A potenciometriás titrálást 1893-ban *Robert Berend* vezette be és *Erich Müller* (1870–1948) ismertette részletesen e módszert.

Friedrich Küster kollégáival Németországban kidolgozta a konduktometriás titrálás módszerét, amely a villamos vezetőképesség és a koncentráció közötti függvénykapcsolaton alapul.

A vegyelemzést jelentős mértékben forradalmasította a színekpelemzés, azaz spektrálanalízis megjelenése. *William Talbot* angol kémikus és fizikus megszerkesztett egy primitív berendezést a láng spektrumának tanulmányozására. Ő vette észre először, hogy a káliumsók a lángot lila színűre festik, a nátriumsók sárgára. Megértette, hogy ezt a jelenséget fel lehet használni az elemek kimutatására.

A színekpelemzés módszerét két tudós fejlesztette ki: az egyik vegyész volt, *Robert Wilhelm Bunsen* (1811–1899), a másik fizikus, *Gustav Robert Kirchhoff* (1824–1887). E módszerrel számos kémiai elemet sikerült felfedezni, és teljes mértékben lehetővé tette a nyomelemek meghatározását és felfedezését.

A XIX. században megvalósult a kémiai elemek és kémiai vegyületek tudományos rendszerezése. Ebben a korszakban a felgyülemlett

kémiai tényanyag lehetővé tette a kémiai elemek tulajdonságai és atom-súlyaik közötti mélyebb összefüggések feltárását. 1815-ben *William Prout* (1785–1850) angol orvos azt tételezte fel, hogy a hidrogénatom minden egyes kémiai elem építőköve.

Már a század elején megkezdődtek azon próbálkozások, hogy a kémiai elemeket valamilyen rendszerbe foglalják. Ez irányban érdekes és fontos eredményeket értek el *Johann Wolfgang Döbereiner* (1780–1849), *Leopold Gmelin* (1788–1853), *Max Pettenkoffer* (1818–1901), *John Gladstone* (1827–1901), *A. E. Béguyer de Chancourtois* (sankurtuá) (1819–1886), *John Alexander Reina Newlands* (1837–1898), *William Odling* (1829–1897).

1864-ben jelent meg *Julius Lothar Meyer* (1830–1895) német kémikus könyve, *A kémia modern elméletei*, amelyben a szerző az új atomisztikus szemlélet alapján tárgyalja a kémia tényanyagát és kifejti, hogy léteznek azonos vegyértékkel rendelkező elemek, amelyek csoportokat alkotnak. Ezen az alapon építette fel az elemek táblázatát. 1870-ben Meyer megszerkesztette az atomtérfogat függvényét az atomsúlytól, amely nagyszerűen illusztrálta az elemek periodicitását. De ez már D. I. Mengyelejev felfedezése után történt. Meyer nem ismerte el az elemek vegyértékének változó voltát, nem volt hajlandó a táblázat alapján kijavítani az elfogadott atomsúlyokat. Mindezt azonban bátran megtette D. I. Mengyelejev.

Dmitrij Ivanovics Mengyelejev (1834–1907) 1869-ben fedezte fel a kémiai elemek periódusos törvényét és állította össze az elemek természetes rendszerének periódusos táblázatát. Megváltoztatta számos elem elfogadott atomsúlyát és *megjósolta* néhány elem létezését. Ezen elemeket a következő években sorra felfedezték, igazolva a táblázat helyességét.

A kémiai vegyületek osztályozása a XIX. század közepe táján jött divatba. 1845-ben Gerhardt felhívta a kémikusok figyelmét arra a tényre, hogy egyes anyagok azonos reakciókban azonos módon viselkednek. Az ilyen vegyületek csoportját nevezte el Gerhardt *homológoknak*.

A kémiai vegyületek osztályozásának másik irányzata a vegyérték fogalmának továbbfejlesztésén alapult. Ezen a téren megemlítenéd *Friedrich Karl Johannes Thiele* (1865–1918) munkássága. Ez a kutató megalkotta a telítetlen vegyületekre vonatkozó részleges (parciális) kötés fogalmát. Ő azt hangsúlyozta, hogy a benzol kémiai kötési átmenetet képeznek az ordináris és valódi kettős kötések között. Ez a későbbiekben beigazolódott.

A XIX. században egyre több olyan vegyületet ismertek meg a vegyészek, amelyeket nem lehetett megmagyarázni a létező

vegyértékfogalommal. Egyes tudósok, köztük *K. W. Blomstrand* (1826–1897), *S. M. Jörgensen*, *Flavián Mihajlovics Flavickij* (1848–1917) e vegyületeket azzal magyarázták, hogy molekuláikban az elemek maximális vegyértékűek és az atomok láncokat képeznek.

Alfred Werner (1866–1919) német kémikus, a zürichi egyetem fiatal professzora e vegyületeket – *komplex vegyületeknek* – nevezte el és 1891-ben kidolgozta e vegyületek *koordinációs elméletét*. Ettől kezdve a szervetlen vegyületeket egyszerű és komplex vegyületekre osztották.

A század második felében kezdett kialakulni a fizikai kémia. Valójában a gyors fejlődés már 1842-ben kezdődött, amikor *Hermann von Moritz Kopp* (1817–1892) megkezdte az anyagok összetétele és fizikai tulajdonságai között rejlő összefüggések rendszeres kutatását.

A. Avogadro, *J. P. Joule*, *R. J. Clausius*, *J. C. Maxwell* munkái alapján a század 50-60-as éveiben kialakult a gázok molekuláris-kinetikai elmélete. 1873-ban *Van der Waals* megmagyarázta a molekulák között ható erők természetét. *J. Dewar*, *H. Kamerlingh-Onnes* eredményesen foglalkozott a gázok cseppfolyósításával.

A folyadékok optikai és más fizikai tulajdonságainak kutatása új felfedezésekhez vezetett: felfedezték a mólrefrakciót (*H. Kopp*, *P. S. Laplace*, *H. A. Lorentz*, *L. V. Lorenz*), a moláris felületi energiát (*Eötvös L.*, *W. Ramsay*, *J. Schields*) és ezen fizikai paraméterek szerepét a molekulák szerkezetének felderítésében.

A Lavoisier-Laplace-törvény megalapozta a termokémiát, amelyet *H. Hess* fejlesztett tovább és amelynek megértéséhez aktívan kezdték alkalmazni a termodinamikát (*J. R. Mayer*, *H. L. F. Helmholtz*, *P. A. Favre*, *M. Berthelot*).

Megjelentek a fotokémia elméleti és gyakorlati alapjai (*T. Grotthuss*, *J. W. Draper*, *R. W. Bunsen*), ami a fényképészeti folyamatok felfedezéséhez vezetett (*L. Daguerre*, *W. H. F. Talbot*).

A század közepétől megkezdődött a kémiai reakciók kinetikájának intenzív tanulmányozása (*L. F. Wilhelmy*, *P. St. Gilles*, *V. Harcourt*, *M. C. Guldberg*, *P. Waage*). Ehhez széleskörűen felhasználták a termodinamika eredményeit (*A. F. Horstmann*, *H. Helmholtz*, *W. Nernst*).

1884-ben *J. H. Van't Hoff* (1852–1911) megírta a *Kutatások a kémiai dinamika terén* című monográfiáját, amely ráirányította a vegyészek figyelmét a kinetika és a reakciómechanizmus tanulmányozásának jelentőségére. *S. A. Arrhenius* magyarázatot talált a molekulák aktiválásának mechanizmusára. *W. Ostwald* megalkotta a katalizátor korszerű fogalmát. *M. Bodenstein* felfedezte a kémiai láncreakciókat.

1885-ben megjelent W. Ostwald *Általános kémiai tankönyve*, amelyben először lett összefoglalva és rendszerezve a fizikai kémia tényanyaga.

1887-ben W. Ostwald és J. H. Van't Hoff megalapította a *Fizikai kémia, sztöchiometria és rokon tudományok folyóiratát*, amely ezentúl összefoglalta e terület kutatási eredményeit, lehetővé téve a gyorsabb haladást.

A XIX. század folyamán fokozatosan fejlődik az oldatok elmélete. A vegyészek megismerték az oldatok kollegatív tulajdonságait, amelyek megvetették az alapját az oldott anyagok molekulatömege meghatározásának (J. A. Nollet, R. J. H. Dutrochet, G. R. Kirchhoff).

Forradalmi jelentőségű volt az elektrolitos disszociáció elméletének kidolgozása (Th. Grotthuss, N. Kajander, S. Arrhenius, F. Ostwald, F. W. Kohlrausch, J. W. Hittorf), amelynek alapján sikerült megmagyarázni az elektródpotenciálok kialakulását (W. Nernst) és a galvánelemek elektromotoros erejének létrejöttét (J. W. Gibbs).

Ebben az időszakban fedezték fel a kolloidoldatokat, amelyek tanulmányozása külön tudományág – a kolloidkémia kialakulásához vezetett (Th. Graham, P. P. Weimarn, Walter Ostwald). A kolloid jelenségek kutatása során jöttek rá az adszorpciós folyamatok vizsgálatának fontosságára.

A fizikai kémia különböző irányzatainak fejlődésével mindjobban kikristályosodott a termodinamika térhódítása különböző jelenségek megmagyarázásában s a vegyi folyamatok prognózisában. Kialakult a *kémiai termodinamika* (R. Clausius, B. P. E. Clapeyron, W. Thomson, G. Tammann, J. H. Van't Hoff, W. Nernst). Különösen fontosnak bizonyult a Gibbs által megállapított fázisszabály, amelyet H. W. B. Roozeboom, G. Tammann és Ny. Sz. Kurnakov eredményesen felhasználtak a heterogén többkomponensű rendszerek fázisegyensúlyának magyarázatára.

Biológia

Öreg tudomány az élet tana, de a biológia szó későn született: 1802-ben használta egymástól függetlenül egy német meg egy francia tudós. Treviranus a német, Lamarck a francia keresztapja a *biológia* fogalomnak. A biológia – az „élet tudománya”, amely magába foglalja az embertant, állattant, növénytant. Szorosan kapcsolódik hozzá a paleontológia, antropológia, pszichológia, és bár az anatómia, a szövettan vagy a fiziológia az orvostudománynak is részei, mégsem hasíthatók ki a biológiából. Hasonló a helyzet a bakteriológiával, a virológiával, a biokémiával és a molekuláris biológiával.

A brémai Treviranus, aki 6 kötetes *Biológia avagy az élő természet filozófiája* című könyvével a biológia szót a közhasználatba bevezette, öccsével együtt a szövettani kutatásnak és főként a gerinctelen állatok élettanának úttörője volt.

Német tudománytörténészek általában előkelő helyet biztosítanak a természettudósok közt *Goethének*, aki valóban szorgalmasan foglalkozott fizikával, állattannal, növénytannal, antropológiával, de inkább lelkes dilettáns volt. Botanikai munkásságának középpontjában az „ősnövény” áll, és a metamorfóziselmélet. Legjelentősebb biológiai tette az állközépcsont megtalálása.

Több joggal tartják a kor egyik legjelesebb természetbúvárának *Alexander von Humboldt*ot, aki megteremtette a növényföldrajzot és akinek az idegélettanban, a klimatológiában és a geológiában is értékes megfigyelései voltak.

A modern embriológia megalapítója a német származású *Karl Ernst von Baer* észt biológus volt, aki Königsbergben, majd a szentpétervári akadémián működött. 1827-ben felfedezte az emlősök és az ember petesejtjét.

1837–39 a *sejtelmélet* születésének időpontja. *Mattias Jacob Schleiden* (1804–1881) jénai, majd drezdai botanikus jutott arra a gondolatra, hogy a növény szervezetének jellegzetes egysége a sejt, ezt a gondolatot *Theodor Schwann* (1810–1882) kiterjesztette az állatvilágra is.

A kísérleti elektrofiziológia megalapítója a berlini egyetemen a svájci származású *du Bois-Reymond* biológus lett. Éles elmével 1848-ban megdöntötte a vitalista szemléletet; a természettudományos materializmus képviselője volt, de agnosztikus hozzáállással. Tőle származik az a nézet, hogy hét olyan „világrejtély” van, amelyeknek biológiai magyarázatát nem ismerjük, és nem is ismerhetjük meg soha. Ezek: az anyag és erő lényege, a mozgás eredete, az élet keletkezése, a természet célszerűsége, az érzékelés és a tudat keletkezése, a gondolkodás és a beszéd eredete, az akaratszabadság kérdése. A századforduló idején *Ernst Haeckel* szállt szembe nagyon harciasan ezen nézetekkel, de nem teljes eredménnyel.

A berlini iskola másik nagy egyénisége a század közepétől fogva *Rudolf Virchow* (1821–1902). Fiatal korában haladó gondolkodású politikus volt, tudományos szemléletében azonban idősebb korára rendkívül konzervatívvá vált. Mint „a tudomány pápája” gátolta a tudomány fejlődését. Ő elsősorban kórboncnok volt. Nagy érdeme, hogy ő lett a *sejtkórta*n megalapítója (1858).

Erasmus Darwin és Lamarck

Erasmus Darwin Charles Darwin nagyapja volt, Nottinghamban volt gyakorló orvos és botanikus. Ő természetrajzi tankölteményeket írt, melyek egyikében, az 1794-ben megjelent négykötetes *Zoonomia avagy a szerves élet története* című könyvében, mintegy mellékesen, felfedezi unokájának elméletét, a származástant. E népszerűsítő könyvben az öreg Darwin kitér a fajok eredetére és az ember származásának kérdésére. Elmondja, hogy a fajok ugyanúgy fejlődésben vannak, mint az egyedek. A tökéletlen fajok elpusztulnak, a tökéletesek fennmaradnak, és a fajok közt mindig találhatók átmeneti formák.

Pár évvel e könyv megjelenése után, 1800-ban kezdte hirdetni *transzformista* eszméit Párizsban *Jean Batiste Lamarck* (1744–1829), aki nagyszerű botanikus, zoológus, hidrogeológus és meteorológus volt. Természetfilozófiájának részletes kifejtése 1809-ben jelent meg *A zoológia filozófiája* című könyvében, majd a gerinctelen állatok nagy rendszertanához írt bevezetésében, 1815-ben. Ő fokozatosan jutott arra a meggyőződésre, hogy a természetben nincsenek állandó fajok, hanem csupán egyedek, maga a faj viszonylagos és időleges fogalom. Szerinte a fajok egymásból származnak. Ennek a leszármazásnak megfelelően kell a Linné-féle mesterséges rendszer helyett az élővilág *természetes rendszerét* felállítani, amit Lamarck meg is kísérel.

A „lamarckizmus” az élővilág fejlődését két tényező dialektikájából származtatja: a körülmények változásából és az alkalmazkodásból. E tan törvényei szerint a használat fejleszti, erősíti a szerveket (sejteket, szokásokat stb.), a nem használás elsorvasztja a szerveket, és a megszerzett (elvesztett) tulajdonság átöröklődik az utódokra.

Cuvier és köre

Lamarck tanítása – a transzformizmus – semmi hatást nem keltett a maga korában. Ennek legfőbb oka az, hogy nagy kortársa *Georges Cuvier* (kijűvje) (1769–1832) mereven elutasította a fajfejlődés lehetőségét.

Cuvier első jelentős műve, az *Összehasonlító anatómia* 1800-ban jelent meg. Ebben fektette le a *korreláció elvét*, amely szerint a szervezet egyes részei kölcsönösen hatnak egymás működésére, így a szervezetben egyetlen részlet sem változhat meg anélkül, hogy a többi résznek – a szervezet egészének – változását ne vonná maga után. Ebből

következik a *rekonstrukció* gyakorlata, amit e tudós művészi fokra fejlesztett: tudniillik egy-egy megtalált ásatag csontmaradványból vissza lehet következtetni az egész szervezet fölépítésére, tehát rekonstruálni lehet a kihalt állatfajt. Az őslénytan – amely csak később kapta a hivatalos *paleontológia* nevet – Cuvier rekonstrukcióinak köszönheti első lendületét.

Paleontológiai dolgozatainak bevezetésében, 1817-ben közölte Cuvier a *katasztrófaelméletet*. Ez az elmélet a természet nagy kataklizmáival magyarázza az ősi fajok eltűnését, látszólag új fajok fellépését.

A harmincas években a földtan került az érdeklődés középpontjába, éspedig *Charles Lyell* 1830–33-ban megjelent könyve miatt, amelynek címe: *A geológia alapelvei*. Ez a könyv megteremtette a geológia új korszakát. A könyv alapeszméje az, hogy a kőzetek világában állandó apró változások mennek végbe, és nem a világrengető katasztrófák döntöek a világ változásában.

A német paleontológusok közt legnagyobb tekintélynek számított *Hermann von Meyer*, aki vegyészetet és ásványtant tanult, és 1840-ben megalapította az első őslénytani folyóiratot. Németországban 1861-ben nagyfontosságú *ősmadár* (*Archaeopteryx*) megkövesült leletet találtak, amely a hüllő és a madár közti átmenet mintapéldánya volt, s amelynek részletes leírását *Richard Owen* adta.

Az óriási őslénytani anyag rendszeres összefoglalását számos kiváló tudós készítette el.

Párhuzamosan megkezdődött az ősemberkutatás. Már 1820-ban *Schlotheim báró* 8 ősember csontjairól adott hírt, 1833-ban *Schmerling* belga orvos kétkötetes könyvben számolt be Liège környéki ásatásairól, amelyeknek során emberi koponyára bukkant.

Jacques Boucher de Perthes 1838-ban kovaközből pattintott ősemberi eszközökre bukkant, éspedig mamut, orrszarvú és barlangi medve csontjai közt. 1859-ben maga *Charles Lyell* utazott a helyszínre és igazolta, hogy habár nem harmadkori a lelőhely, az eszközök valóban az ősember kezétől származnak.

Dél-Franciaországban egy kertészkedő ügyvéd, *Edouard Lartet* ősemberkutatásra adta a fejét. Számos majomállkapcsot talált, majd a Vézère völgyében sorra tárta fel a crô-magnoni ősember lakóhelyeit, azután egy mamut agyarán ősemberi rajzot mutatott ki. A felfedezést nehezen fogadták el a tudósok.

A neandervölgyi ős elismerése sem ment könnyebben. 1856-ban iparvasutat vezettek az addig elhagyatott Neander-völgybe. A munkások egy

magas sziklafal közepén barlangbejáratot pillantottak meg, létrán felkúszva csontokat találtak a barlangban. Hosszú vita indult el a tudóstársadalomban, de végül is 1901-ben *Gustav Schwalbe* strasbourgi anatómus bebizonyította, hogy a neandervölgyi ember a mai ember és az időközben előkerült majomember (*Pithecanthropus*) közti fejlődési fokon álló ősember.

Darwinizmus

A fajok eredete 1859-ben jelent meg. A darwinizmus lényege benne van e könyv teljes címében: *A fajok eredete természetes kiválasztás útján vagy a létért való küzdelemben előnyhöz jutott fajták fennmaradása*.

Charles Robert Darwin (1809–1882) kiindulópontja a *változékonyság*. Minden élőlény voltaképp változat, mert hajszálnyira különbözik valamennyi társától. A változékonyság oka egyrészt a szervezet természete, másrészt az életfeltételei (körülmények). Darwin az előbbit tartja fontosabbnak, ebben különbözik *Lamarck*tól.

Az állatok és a növények domesztikálása, nemesítése évezredek óta azon alapszik, hogy a tenyésztő kiválaszt egy olyan változatot, amely valamilyen szempontból előnyösebb a többinél, ezt elkülöníti, kedvező körülmények közt neveli, magához hasonló változattal szaporítja. Ez a *mesterséges kiválasztás*, eredménye a házi állatok és növények végtelen sora.

A természetben ugyanez történik, csak tudatos beavatkozás nélkül. A véletlen változatok tömkelegéből a létért folyó küzdelem választja ki a legalkalmasabbakat. A változatok: kezdődő fajok. A *származás* kiderítése alapján lehet felállítani az állat- és növényvilág *természetes rendszerét*, amely az idők során szerzett különbségek fokozatait jelöli változat, faj, nem, család, rend és osztály nevekkkel. A természetes kiválasztás, amely a létért való küzdelemből következik, és amely az ősfaj leszármazottainak csaknem elkerülhetetlenül kipusztulásához és a jellegek elkülönüléséhez vezet, megmagyarázza a szerves lények rokonsági kapcsolatainak nagy és egyetemes vonását, amely nem egyéb, mint a szerves lények egymás alá rendelt csoportokba történő sorakozása. Ez a *származástan* vagy *fajfejlődéstan* (*filogenezis, evolúció*) lényege.

Ennek a tannak számos támogatója, de sok ellenvetője is akadt. A természettudósok heves vitái elsősorban a *fejlesztő erő* léte avagy nemléte

körül folynak mai napig. De ugyanakkor sok tudós kategorikusan elveti ezt az elméletet és a *tudományos kreacionizmus* híve. Darwin elmélete tudvalevően semmiféle belső fejlesztő erőt nem tételez fel.

1871-ben Darwin rászánta magát *Az ember származása és a nemi kiválasztás* című könyvének kiadására. Ez nem úttörő, inkább összefoglaló mű volt, amelyben döntő szerepet tulajdonít az emberré válásban a két lábra emelkedésnek és a beszéd kialakulásának. Darwin új elemet vezet be a biológiába: az „ivari kiválasztás” fogalmát. A párválasztás fajnemesítő hatását érti ezen.

Már a század közepén többen is megállapították, hogy a gerincesek petéje egyetlen sejt (Kölliker, 1844; Gegenbauer, 1861), amelynek folyamatos osztódása alakítja ki az egyedet. *Strasburger*, *Flemming* és mások leírták a sejtosztódás törvényszerűségeit, fény derült a sejt finomabb szerkezetére. Megismerték a sejtmagot, a benne elhelyezkedő kromoszómákat, s az utóbbiakban levő *pangéneket* (géneket), mint az egyes tulajdonságok hordozóit.

A sejtosztódás korai szakaszát *Ernst Haeckel* (1834–1919) barázdalódásnak nevezte el (*szegmentáció*), mert a megtermékenyült petesejten befűződés képződik, amely a sejt kettéoszlásának jele.

Haeckel megvizsgálja a párhuzamot a méhen belüli élet és az ősi fejlődés között, meggyőző erővel mutat rá az emberi szervezetnek azokra a maradványaira, amelyek kétséget kizáróan őrzik például a kopolyús korszak vagy a kloákás korszak emlékét. Amit Lamarck 1800-ban megálmodott, azt a XIX. század szívós munkával kidolgozta, megbízható alapokra fektette, 1903-ban Haeckel nagyvonalú összegezésben átnyújtotta a XX. századnak. Haeckel a biológia utolsó nagy szintetikus elméje volt és a modern antropológia megalapozója.

Genetika

Darwin egyik nagy munkáját 1868-ban az állatok és növények nemesítésének (domesztikálásának) szentelte, kifejezetten abból a célból, hogy származástani elméletéhez gyakorlati példákat szállítson. Ebben a könyvében fejti ki örökléstani nézeteit is, a *pangenezis-elméletet*.

Az első nagyvonalú örökléstani elméletet Darwin unokaöccse, *Sir Francis Galton* állította fel. Ő matematikai-statisztikai módszereket alkalmazott az öröklésben, érdekes megállapításokat tett a tehetség öröklődéséről. 1869-ben jelent meg könyve az öröklött tehetségről,

örökléstani elméletét később fejtette ki (1889-ben). Ennek lényege az, hogy tulajdonságait az egyén felerészben a szüleitől, felerészben a korábbi őseitől örökli.

Darwin *pangenezis-elmélete* korábbi keletű, biológiai szempontból értékesebb. Bár sem a maga idején, sem utóbb nem vált elfogadottá, mégis érdemes röviden elmondani, éspedig a kérdés feltevése miatt. Ugyanis egészen a legújabb időkig senki nem tette fel azt a fontos kérdést, amelyből Darwin kiindul: *hogyan kerül az öröklést közvetítő anyag az ivarsejtbe?* Darwin e kérdést megválaszolva, egy hipotézist dolgozott ki, amely csak spekulációnak bizonyult. A kérdésre a helyes választ *August Weismann* (1834–1914) freiburgi zoológus adta meg „csíraplazma-elméletével”. Ezen elmélet lényege abban áll, hogy minden sejt – így az ivarsejt is – a kromoszómáiban tartalmazza az idioplazmát (vagyis az átöröklés anyagi közvetítőjét, amit azóta *Johannsen* dán botanikus javaslatára *gén-nek* nevezünk).

Weismann azonban darwinista, tehát nem adja fel a természetes kiválasztódás elvét, csupán betelepíti a kromoszómába (amit *idnek* nevez): a párosodáskor összekerülő hím és női *determinánsok* (mai szóval: gének) vívják egymással a létért folyó küzdelmet, és az egyes determinánsok közötti apró különbségek véletlenéből adódik a természetes kiválasztódás, amit Weismann *germinális szelekciónak* nevez.

Bár összefoglaló nagy művét Weismann csak 1902-ben adta ki, elméletét 1867 óta fokozatosan fejlesztette és terjesztette.

A génelméletet ugyanekkor (pangén elnevezéssel) *Hugo de Vries* dolgozta ki. 1889-ben megjelenő könyve, *A sejtekközi pangenezis* tisztázza azt, hogy az egyes tulajdonságoknak saját hordozójuk van a kromoszómákban, ezek a pangének, osztódással szaporodnak a sejtmag osztódásakor, párosodáskor összekerülnek a partner megfelelő pangénjével, és vagy aktivizálódnak, vagy latenciában maradnak. Az egyes fajokra a speciális génkombináció jellemző. A fejlődést de Vries nem a germinális szelekcióval magyarázza, hanem híres *mutációs elméletével*, amely szerint a pangének anyagában vagy szerkezetében időnként hirtelen változás lép fel, amelynek következtében új változat jön létre, ebből életképesség esetén új faj származhat.

Amikor mutációs elméletét közzétette (1900), egy másik tanulmányában az öröklésmenet hasadási törvényét írta le, valamint a domináns és recesszív örökletességet. E dolgozatában felhívta a figyelmet Mendel

35 évvel korábbi kísérleteinek hasonló eredményére. Történetesen ugyanekkor két másik örökléskutató is – Correns és Tschermak von Seysenegg – felfedezte és nyilvánosságra hozta Mendel nagy horderejű munkásságát.

Gregor Mendel (1822–1884) brünni apát a rendház kertjében végezte keresztezési kísérleteit. Először csak egy – majd utóbb két-három – tulajdonságban eltérő fajtákat keresztezett. Így aztán meg lehetett állapítani, hogy a leszármazott nemzedék miféle törvényszerűségnek engedelmeskedve oszlik meg. Például a fehér virágú és piros virágú borsó keresztezésekor csupa rózsaszín virágú „intermedier hibrid” keletkezik; ha most ezeket a rózsaszíneket keresztezi egymás közt, meglepő módon kiugrik a nagyszülői piros is, fehér is, és csak össze kell számlálni: 25% piros, 50% rózsaszín és 25% fehér virágú borsó van a harmadik nemzedékben. Ebből már megállapítható az első törvény: homozigóta szülők ivadécai egyformák lesznek (*uniformitás törvénye*); egyenlő erejű, de egymástól eltérő – például piros és fehér – homozigóták ivadécai is egyformák, csakhogy a két tulajdonság közti átmenetet valószínűsítik meg (rózsaszín: *intermedier öröklés*); az így keletkezett utódok már nem homo-, hanem heterozigóták. Ha most ezeket a heterozigótákat keresztezzük egymás közt, már nem az uniformitás, hanem a *hasadás törvénye* érvényesül: 25%-ban apai homozigóta, 25%-ban anyai homozigóta, 50%-ban heterozigóta lesz az utód. Ám ez csak akkor van így, ha – mint a borsóvirág színe esetében – az apai és anyai gének egyforma erősségűek. Ha egyik erősebb a másiknál, akkor az egyiket *dominánsnak*, a másikat *recesszívnek* nevezzük.

Így indult útjára a genetika. Mendel eredményeit 1865-ben előterjesztette a brünni természettudományi társulatban, majd kiadta a társulat folyóiratában – de ezt senki sem vette észre.

Orvostudomány

Az orvostudomány a XIX. században vált felnőtté. Az a furcsa ellentmondás bontakozott ki, hogy a gyógyító tudomány szintje magasabb lett, mint magáé a gyógyításé, a gyógyítás tömeggyakorlata nem tudott lépést tartani a tudomány eredményeivel.

Jól példázza ezt a himlőoltás története. A század egyik legjelentősebb felfedezése a himlő elleni védőoltás. *Edward Jenner* azt tapasztalta, hogy fejőasszonyok, pásztorok, istállógondozók nem kapják meg az emberi himlőt, ha korábban az enyhe tehénhimlővel fertőződtek.

1796-ban egy fejőasszony karjáról a tehénhimlő váladékát átoltotta egy fiúra, akit utóbb emberi himlőnyirokkal fertőzött, a fiú azonban immunis maradt. 1798-ban közölte felfedezését a Royal Societyval, a társulat azonban nem merte közreadni az alig bizonyított hipotézist, mire Jenner a saját költségén kinyomtatta; a hírnév azonnal szárnyra kapta, a *vakcinálás* megkezdte diadalútját.

1799-ben megnyílt Londonban az első oltóintézet, 1800-ban követte ezt a német, a francia, 1802-ben *Bene Ferenc* magyarul, németül, tótul, horvátul és latinul értekezett az újmódi himlőoltásról. Kitűnő szakemberek – Pearson és Woodville – tökéletesítették Jenner módszerét.

A himlőoltás történeti jelentősége azért rendkívüli, mert ez az első eset, amikor egy betegséget *megelőző* módszerrel sikerült teljesen megszüntetni, kiirtani. Nem a gyógyítás, hanem a *prevenció* iskolapéldája ez.

A század első felében az orvoslás tudományos alapja a kórboncolás volt. Ez a visszakövetkeztetés módszere termékenynek bizonyult: a holttestben objektíven észlelt elváltozásokból vissza lehet következtetni a betegség tüneteinek jelentésére.

1800-ban *François Bichat* nem a szervek, hanem a *szövetek* kórbonctanát dolgozza ki. 1858-ban *Rudolf Virchow* kidolgozza a *sejtkórtant*, amely fél évszázadon át uralkodó szemlélet marad.

Abelgyógyászati gyakorlatba már 1761-ben *Leopold Auenbrugger* bevezette a kopogtatás és a hallgatózás módszerét. 1816-ban *Hyacinthe Laennec* rájött arra, hogy papírból sodort vagy fából faragott „cilinder” segítségével jól lehet hallani a szív és a tüdő hangjait – vagyis felfedezte a sztetoszkópot.

Trousseau bevezette a diftéria gyógyításánál a tracheotómiát és az intubálást, ezenkívül a tífusz, a skarlát, a tetánia kórképét tisztázta. *Louis* a statisztikus módszert honosította meg az orvostanban, *Andral*, a vér kémiaját kutatva, az orvosi laboratóriumok felállításának úttörője lett.

Az angol orvosi élet egyik vezéralakja *Thomas Addison*, a londoni Guy-kórház orvosa a vészes vérszegénységet és a bronzkórt elsőként írta le. Vele együtt dolgozott a kórházban *Bright*, aki a vesebajok első alapos leírását adta. *John Morgan* szemész és sebész Addisonnal közösen a mérgek kórtani hatását tanulmányozta. Ebben a kórházban dolgozott *Thomas Hodgkin* a lympho-granulomatosis kórképének leírója, aki elsőként ismertette az akut appendicitis és az aorta insufficientia kórtanát. Az ír *Robert Graves* Írország elhanyagolt egészségügyi viszonyait emelte általános szintre, és leírta a pajzsmirigyúltengés kórképét.

A bécsi iskola legjelentősebb alakja a pilseni származású *Joseph Škoda* (1805–1881) volt. Neki köszönhető a modern klinikai módszer meghonosodása Ausztriában és Magyarországon. A bécsi iskolához tartozott átmenetileg *Semmelweis Ignác* (1818–1865) magyar szülész, a gyermekágyi láz eredetének tisztázója és a preventív fertőtlenítés bevezetője, az *aszepszis* hirdetője.

A sebészetet a narkózis feltalálása lendítette ki évszázados kényszerű egy helyben topogásából. A találmány Amerikából érkezett 1846-ban. Előbb *Horace Wells* hartfordi fogorvos kísérletezett kéjgázbódítással, de az eredmény nem volt kielégítő. Röviddel ezután egy másik fogász, *William T. G. Morton* éterbódulatban eredményesen húzott fogat, a bostoni kórházban *Warren* professzor egy műtétnél kipróbálta a módszert, szintén eredménnyel. 1846. október 1-jén közölte a sikeres altatás hírért a bostoni napilap, még ez év decemberében *Robert Liston* londoni sebész elvégezte az első amputációt narkózisban. Az amerikai *Bigelow*tól származik a narkózis elnevezés és az első tudományos közlemény, az orosz *Pirogov*tól az első könyv az altatásról.

Simpson edinburghi szülész rövidesen bevezette a kloroform-narkóziót. Az anaesthesia elnevezést *Oliver Wendell Holmes* adta, Amerika neves író-orvosa; az első hivatásos anaesthesiológus *John Snow* volt, Viktória királynő orvosa.

A helyi érzéstelenítést *Karl Ludwig Schleich* berlini sebész alkalmazta először 1892-ben. A kokain helyi érzéstelenítő hatását a szemészetben már korábban (1884) eredményesen érvényesítette *Carl Koller*.

Gyökeres változást hozott a sebészetben is, belgyógyászatban is, s az egész orvosi szemléletben a 70–80-as évek nagy újdonsága: a *bakteriális éra*. A biológusok közt sokan vélték, hogy bizonyos betegségeket mikroszkopikus lények, a bacilusok és spirillumok okozzák, amelyek átmeneti lények a növény- és állatvilág határán. A XIX. század első felében *Christian Ehrenberg* berlini természetbúvár fejlesztette tovább a mikrobiológiát.

Az eleven kórokozó gondolata mindazonáltal a század első harmadában erősen háttérbe szorult, lévén ez az időszak a vegytan hőskora. Elsősorban *Justus von Liebig*, a jeles giesseni kémikus képviselte azt az álláspontot, hogy a bomlás, erjedés, rothadás és fertőzés pusztán vegyi folyamat, semmiféle biológiai ágens nem szükséges hozzá; ugyanezen a véleményen volt a franciák legtekintélyesebb fiziológusa, *François Magendi*, sőt a magyar *Semmelweis Ignác* is.

Így aztán nem talált nagy visszhangra egy olasz autodidakta mikrobiológusnak az a megállapítása, hogy a selyemhernyó *muscardine* (mészskór) nevű betegségét penészgomba okozza. Pedig ezzel a megállapítással kezdődött a *modern bakteriológia*.

Agostino Bassi olasz jogász volt és szenvedélyes természetbúvár. Ő 25 évi kísérletezéssel nemcsak a penészgomba kórokozó hatását mutatta ki, hanem annak a meggyőződésének is hangot adott, hogy a növényi, állati és emberi betegségek nagy részét szabad szemmel nem látható paraziták okozzák. Megfigyeléseinek eredményét 1835-ben tette közzé egy milánói újságban. Történetesen ugyanerre az évre esik, hogy *Hermann F. Stannius* – akkor berlini magántanár, később rostocki fiziológus – újra felfedezte a rühesség kórokozó atkáját.

1837-ben *Donné* a vérbajos fekélyben vibriókat fedezett fel. *Cagniard-Latour* és *Schwann* egymástól függetlenül megállapították, hogy az alkoholos erjedést is gomba okozza. A bőrgyógyászok vérszemet kaptak, sorra fedezték fel a bőrbetegségek kórokozó gombáit: *Remak*, *Gustav Simon*, *Gruby Dávid* és mások pár év alatt megteremtették a dermatomikológiát.

Voltaképpen bakteriológiáról mindeddig nem volt szó. *Pollender*, *Davaine* és *Rayer* ugyan leírták a lépfenés állatok vérében látható pálcikákat (1850), amelyeknek *Davaine* a *bacterium* elnevezést adta, ám ekkor még maga sem gondolta, hogy a betegség kórokozóját fedezte fel.

Ilyen előzmények után lépett a porondra Pasteur.

Louis Pasteur (1822–1895) nem volt orvos, hanem vegyész. Az 50-es évek közepén, még Lille-ben kezdett Pasteur a mikroorganizmusokkal foglalkozni. 1857-ben felfedezte a tejsavas erjedés mikrobáit, és az alkoholos erjedés okát kutatta. Megszüntette a bor, később a sör meg a selyemhernyó „betegségeit”, és felfedezte a pasztörizálást: vagyis azt, hogy a mikrobákat hevítéssel ártalmatlanná lehet tenni.

Időközben *Davaine* is észbe kapott, 1863-ban megismételte lépfe-né-kísérleteit, átoltással igazolta a bacilus kórokozó szerepét. Eredményeit maga *Claude Bernard* mutatta be a párizsi Akadémián. 1864-ben *Hardy* a microsporon kórokozó tulajdonságairól írt, *Spencer Wells* a sebfertőzést és gyermekágyi lázat a levegőben levő eleven csírákkal magyarázta. *Karl Mayerhofer* vibriókat talált a gyermekágyasok váladékában. *Jules Lemaire* az erjedés kórokozóit karbolsavval pusztította. *Villemin* átoltással tuberkulózist hozott létre, *Obermeier* fölfedezte a váltóláz kórokozóját.

Obermeier spirochaetákat talál, *Klebs* a tífusz és diftéria baktériumait írja le, de kórokozó jellegüket még nem ismeri fel, a

sebláznak és vérmérgezésnek viszont megtalálni véli a kórokozóit. *Pasteur* a gázödéma-bacilust mutatja ki, *Neisser* megtalálja a gonococcusokat a kankós váladékban.

A fénykor *Robert Koch* (1843–1910) munkásságával kezdődik.

Koch porosz kisvárosi magányában Davaine munkájának ellenőrzésével és kiegészítésével kezdte kutató munkáját: bizonyítható-e, hogy a lépfenét csakugyan a kimutatott bacilus okozza? Mert nem elég a bacilust a beteg állat vérében megtalálni, nem elég az átoltott vérrel lépfenét idézni elő: ki kell tenyészteni a kórokozót, és a tiszta tenyészettel fertőzni – egyedül ez a megbízható bizonyíték.

Koch munkásságának a lényege éppen ez a módszertani alaposág. Ő találta fel a tiszta tenyészet elvét, ő találta meg a lépfenebacilus spóráját, ő ismerte fel a továbbélő spóra jelentőségét, ő dolgozta ki a különböző festési, tenyésztési, szeparálási, áttétési metódusokat.

Amikor 1876-ban első eredményeivel fölkereste Boroszlóban a nagy tekintélyű *Cohn* és *Cohnheim* professzorokat – botanikus az egyik, kórboncnok a másik –, az a tudománytörténetben szokatlan jelenség játszódott le, hogy a két szakember azonnal felismerte és elismerte Koch nagyságát. Továbbküldték Berlinbe Virchowhoz, akinél természetesen visszautasításra talált. A lépfenebacilusról szóló dolgozat így csak Boroszlóban jelent meg.

1878-ban Koch a sebfertőzés baktériumairól értekezett, 1880-ban kutatólaboratóriumot kapott, amelyben asszisztenseivel együtt rövidesen a tifusz, takonykór és diftéria kórokozójának felfedezésével szereztek világhírnevet. Alkalmazta a kettős festéket a tbc bacilusának kimutatására: a karbolfukszin pirosan csillogóvá tette a metilénkék környezetben megbúvó pálcikákat. 1882-ben felfedezte és szintenyészetben előállította a tbc-bacilust.

Később Koch felfedezi Egyiptomban és Indiában a koleravibriót, továbbá expedíciók során a marhavészt, az afrikai álmokkört, az indiai pestist, az olaszországi maláriát tanulmányozza, közben a berlini Egészségügyi Intézet élén nagyszerű bakteriológus nemzedéket nevel.

Semmelweis Ignác nem ismerte a baktériumokat, mégis a *non-infectio* elvét képviselte: ő bevezette a preventív klórvizes kézmosást a szülészetben.

Joseph Lister (1827–1912) angol sebész, a karbolos dezinficiálás bevezetésével a sebészi *antiszepszis* hirdetője lett. A műtéti terület izolálását *Ernst Bergmann* honosította meg 1886-ban.

Pasteur világhírű immunológiai kísérleteket végzett. Ő vezette be a gyengített vírussal való védőoltást. Ezt a módszert Jenner tiszteletére *vakcinálásnak* nevezte el.

Pasteur megszabta a jövő orvosának legfőbb feladatát: a járványos betegségek gyökeres kiirtását. Azon kísérlete, amelynek során az immunizált birkák védettek maradtak a lépfenebacillussal szemben, nemcsak látványos mutatvány volt, hanem az új orvosi szemlélet szimbóluma is, a veszethez legyőzése pedig útmutatás arra, hogy nemcsak a fertőzödéssel lehet megelőzni, hanem a betegség kitörését is. Amikor 1888-ban a párizsi *Pasteur*-intézet létrejött, az aktív és passzív immunizálás a gyógyítási program középpontja lett.

A XIX. században az orvosok rájöttek arra, hogy vannak és elég elterjedtek a lelki betegségek is, s az elmebaj nem büntetni kell, hanem gyógyítani. *Pinel*, *Esquirol*, *Bourneville* a kényszermentes kezelési módot hirdették. A skótok és bajorok munkaterápiás intézeteket létesítettek. A század utolsó harmadában mindenfelé óriási elmeegógyintézetek épültek.

Philippe Pinel (1745–1826) nagyvonalú rendszertant állított fel vitalista szemlélettel, *Cabanis* a szenzualista filozófiát próbálta a pszichiátriában érvényesíteni. Fő művével az „orvosi lélektanok” hosszú sorát nyitotta meg. *Esquirol* inkább a klinikai tünetek leírásával törődött.

A század közepén az elmeegógyászatban divatosá lett a *degenerációs elmélet*, amit *Morel* kezdeményezett, és az olasz *Lombroso* tett népszerűvé.

Forradalmi újítás volt a *hipnózis* bevezetése a gyógyításba. A bécsi *Anton Mesmer* (1743–1815) Párizsban próbált szerencsét *magnetizmusával*, amely előbb fergeteges siker volt, majd csúnyán megbukott. Az „állati delejezés” azonban nem bukott vele, hiszen nem volt más, mint hipnotizálás, ahogy hamarosan elnevezték. *Bernheim* és *Charcot* már eredménnyel alkalmazták az elmeegógyászatban. *Charcot* a hisztéria kórképének leírásával tette híressé magát, munkáját *Pierre Janet* folytatta. Kettejük tanítványaként lépett fel a század utolsó éveiben *Sigmund Freud*, előbb a hipnózis módszerével kísérletezve, majd kialakította önálló szemléletét és módszerét, a *pszichoanalízist*.

A század végén két nagy felfedezés született a fizikában, amelyek nagyban gazdagították az orvostudományt is. Az egyik 1895-ben történt, amikor *Conrad Röntgen* würzburgi fizikus egy újfajta sugárzásról adott hírt, amely áthatol a szilárd testeken és az élő szöveteken. Ez volt a – *röntgensugár*, amelynek orvosi használhatóságát hamarosan kipróbálták a londoni Guy-kórházban.

A másik nagy felfedezés a *radioaktivitás* volt. 1896-ban *Henri Becquerel* párizsi fizikus azt tapasztalta, hogy az uránsók sugarat bocsátanak ki magukból. Ezzel megindult a radioaktivitás kutatása. Hamarosan a radioaktív sugárzást és a radioaktív anyagokat alkalmazni kezdték a diagnosztikában és a daganatos betegségek gyógyításában.

Ökológia és környezetvédelem

Az ókori természetszemléletben, a keleti vallásokban, a Bibliában, de főleg Arisztotelész *Historia Animalium* című művében már megtalálhatók az ökológia csirái.

A XVI–XVII. századokban egyes természettudósok az ember és környezetének kölcsönhatásával foglalkoztak, sőt demográfiai kutatásokat végeztek. Ezekhez a kutatókhoz sorolhatók *N. Machiavelli* (1526), *J. Graunt* (1662) és *G. Buffon* (1756).

A populációnövekedés problémáit a legmélyebben *Thomas Malthus* (1766–1835) és *P. F. Verhulst* (1804–1849) tanulmányozták. Malthus 1798-ban megjelent *A népszaporulat törvényének kísérlete* című munkájában azt igyekezett bebizonyítani, hogy miközben a létszükségleti javak növekedése a társadalomban csupán a számtani haladvány ütemében növekszik, az emberi populáció, vagyis a népszaporulat a mértani haladvány ütemében, vagyis sokkal rohamosabban növekszik. Ez a jelenség óriási problémákat von maga után. Malthus és főképp követői szerint ezt a bajokat okozó ellentétet csak úgy lehet elkerülni, ha mesterségesen szabályozzuk a népszaporulatot, és pedig a lakosság éheztetésével, járványok kiváltásával, sőt háborúkkal. Ez a *maltuzianizmus* lényege.

Az evolúcióelméletnek van ökológiai vonatkozása is, mivel az élőlények és környezetük kapcsolata okozza a fejlődést (Cuvier, Erasmus Darwin, Lamarck, Ch. Darwin). E vonatkozásban fontos megemlíteni a biogeográfia (*A. R. Wallace*) szerepét az ökológia kialakulásában.

Az ökológia mint tudomány megjelenése a *Humboldt* és főleg *Haeckel* nevéhez fűződik. 1866-ban az utóbbi vezette be az *ökológia* szakkifejezést, amelynek görög származása van: $\omicron\iota\chi\omicron\varsigma + \lambda\omicron\gamma\omicron\varsigma$ (ház, haza, szülőföld + tudomány).

Az *ökológia* az a tudomány, amely az élőlények és környezetük kölcsönhatásaival és azok törvényszerűségeivel foglalkozik.

Egy élőlényre sok külső és belső kényszerfeltétel hat, azonban valós környezettolerancia kapcsolatba ezek közül csak viszonylag kevés lép. Ennek az elvnek az első megfogalmazása a tudományosan megalapozott Liebig-féle törvény (1840).

Napjainkban a *környezetvédelem* óriási méretű világproblémává vált. Először környezetvédelmi problémák a trópusi kolonizált földterületek meghódítása idején, vagyis a XVII–XVIII. századokban keletkeztek.

Jean Jaques Rousseau francia népművelő volt az első tudós, aki szót emelt a Mauritius (Indiai-óceán) szigetén a gyarmatosítók által végzett tömeges erdőirtás ellen.

J. Spotewood Wilsen 1858-ban a Brit Tudományos Haladás Egyesületének benyújtott egy tanulmányt arról, hogy a föld és a légkör fokozatosan elvizeitlenedik, vagyis szárad.

1830-ban *Ch. Layel* megjelentette *A geológia alapjai* című művét, amelyikben sajnálkozását fejezi ki amiatt, hogy bolygónkon az élőlények számos faja kihalt a környezet kedvezőtlen megváltozásának eredményeképpen. 1858-ban Dél-Afrikában törvényt fogadtak el az erdők és füvek megvédéséről. 1860-ban Tasmánia szigetén, majd 1868-ban Nagy-Britanniában életbe lépett a madárvédelmi törvény.

A XIX. század közepén Indiában léptek fel ökológia és természetvédelmi problémák: számos helyen erózió pusztította a természetet és rohamosan irtották az erdőket. Indiában ekkor nemzeti környezetvédelmi mozgalom jött létre. Ezen mozgalmat aktívan támogatta *Alexander von Humboldt* (1769–1838), aki kidolgozta az ember és a természet világa közötti kapcsolat ökológiai koncepcióját. Ezen eszmék hatása miatt *Alexander Gibson*, *Edward Bullfoor* és *Hew Kleghorn* skót tudósok és sokan mások aktív természetvédőkké váltak.

A XX. század filozófiájának, tudományának és technikájának fejlődése

A XX. századot gyakran nevezzük az atomenergia korszakának, az űrhajózás, a számítógépek, a genetika, a műanyagok időszakának. Ez valóban így is van. Eközben megfigyelhető a tudományok nagy mértékű differenciálódása és integrációja.

Nehéz dióhéjban felsorolni e század legfontosabb történéseit, eseményeit. Elsősorban két véres világháború zajlott le, kialakult egy két-pólusú világrendszer, amelyben először a hidegháború, majd az enyhülés volt a jellemző. E logikát követve a XX. századot ilyen periódusokra oszthatnánk: az első világháború előtti korszak, az első világháború évei, a két világháború közötti időszak, a második világháború évei, a hidegháború kora, s végül az enyhülés évei. A tudomány és a technika fejlődése nagyban igazodott e felsorolt korszakokhoz. Mégis célszerűbb elfogadni *Victor F. Weisskopf*-nak a fizika fejlődésére vonatkozó periodizációját, amely szerint a XX. század három időszakra bontható:

- 1900-tól a második világháború befejezéséig;
- 1946-tól a gazdasági megtorpanásig;
- 1970-től az ezredfordulóig.

Az első periódusban – 1900–1945 – még nem létezett specializálódás szűkebb tudományágakra. Európának domináns szerepe volt a természettudományok különböző ágazatainak fejlődésében. Bizonyos változás csupán a 30-as években állt be, amikor is a fasisztustól való félelem arra késztetett sok kiváló tudóst, – köztük természetesen sok fizikust és vegyészt is – hogy az USA-ba vagy Kanadába emigráljon.

A természettudományban aránylag kis kutatóműhelyek léteztek, amelyek költségvetése is nagyon szerény volt. A kutatókat főleg idealizmusuk vezette a kutatásba.

A háború idején azonban megváltozott a helyzet. A különféle természettudományok képviselői nagy kutatógárdákat alkottak, s különböző katonai jellegű kutatóprogramok tudósaivá, illetve mérnökeivé váltak. Itt kell megjegyezni, hogy a fizikusok, vegyészek, matematikusok és mérnökök aktívan részt vettek az atombomba, a rakétafegyverek, a különféle védőeszközök, gyógyszerek kimunkálásában.

Mindez ahhoz vezetett, hogy a háború végén a természettudományok tekintélye, illetve presztízse nagymértékben megnövekedett.

A második világháború befejezése után (második korszak) a természettudományok rohamos fejlődésnek indultak. E folyamatot nagyban

serkentette az állami anyagi támogatás. E periódus idején a természettudományok fejlődése az USA-ban jóval megelőzte a többi államokbeli tudományfejlődést. Csupán a 60-as években történik bizonyos változás: az európai és a japán tudomány függetlenné válik az USA-tól. A tudomány egyes ágazataiban vezető szerephez jut Japán és a Szovjetunió.

E korszakban jönnek létre egyes nemzetközi tudományos intézetek – Svájcban a CERN, a Szovjetunióban a Dubnai Egyesített Magkutató Intézet (DEMI), a molekuláris biológia kutatásával foglalkozó EMBL, a mesterséges égitestek megfigyelését végző ESO stb.

Ebben az időszakban differenciálódik a tudomány nagy és kis tudományágakra. A nagy tudományok sorába tartozik az atomenergia kutatása és felhasználása, az űrhajózás stb. A kémia egyaránt tartozik a nagy és kis tudományok közé, mivel nélküle nem fejleszthető egyetlenegy nagy tudományág sem.

A természettudományokban egyre élesebben határolódik el az alapkutatás az alkalmazott tudománytól. A természettudományos alapkutatás ugyanolyan gyorsan fejlődik, mint az alkalmazott tudományágak.

A fejlődés ezen periódusában jelentősen megnövekszik a tudományszervező vezetők szerepe a tudományban, akik igyekeznek népes kutatógárdákat szervezni és irányítani. Ekkor tapasztalható a tehetséges kutatók eredményeinek feloldódási folyamata az egész kutatócsoport eredményeiben. Tovább folytatódik a szakemberek szűkebb szakosodása, amelynek gyakran negatív következményei is tapasztalhatók.

A 70-es években hirtelen érezhetővé válik a természetes energiahordozók kimerülésének első jelei, ami gazdasági megtorpanást idéz elő. Ebben a korszakban (harmadik korszak) a tudomány, de főleg a természettudomány presztízse jelentősen zuhan. Bolygónk anyagi tartalékai csökkennek, éles ökológiai problémák jelentkeznek (környezetszennyezés, üvegházhatás, erdőirtás, árvizek, földrengések, ózonlyukak megjelenése), demográfiai robbanás megy végbe – a bolygó népessége meghaladja a 6 milliárdot.

Ugyanakkor az ökológiai krízis átvészeléséhez szükség van a tudományra, főleg a természettudományokra. Általában a környezetvédelmi problémák megoldásában jelentős szerepet játszanak a gazdasági, szociális és pszichológiai tényezők. Ez azt jelenti, hogy ezen problémák megoldása elképzelhetetlen a természettudományok, a műszaki tudományok és a humán tudományok képviselői közötti szoros összefogás nélkül.

Megmarad az alapkutatások fontos szerepe, amelyek serkentik a tudományos-műszaki előrehaladást és az alkalmazott tudományok fejlődését.

Az alapkutatásoknak ezenkívül jelentős etikai értékük is van (nevelő hatás, a természettel való közvetlen kapcsolat stb.). Politikai szerepük pedig abban rejlik, hogy általuk az emberek tudatában megjelenik a nemzetek fölött álló kollektív vállalkozások létrehozásának igénye. A tudósokat támogató különböző alapítványok főleg ezt az irányvonalat támogatják. Ilyenek a Nacional Science Foundation (NSF), a Soros Alapítvány és sok egyéb. Ezek az alapítványok támogatják a világ tudományát és tudósait országuktól, nemzetiségüktől, állampolgárságuktól függetlenül.

A tudomány anyagi támogatottsága az állam részéről egyre csökken. Mégsem szerencsés dolog a támogatást olyan kicsire szabni, hogy gátolja a tudományos káderek fejlődését. Ennek eredményeképpen előfordulhat, hogy a tudományos kutatóintézetek tehetséges munkatársaik jelentős részét elveszíthetik.

A tudományos fejlődést nagyban gátolja a nacionalizmus és a regionalizmus. Káros még a tudományos káderek túl szűk specializálódása. A természettudománynak szüksége van integrációra és egységesítésre.

Aktívan kell küzdeni azzal a balhiedellel szemben, hogy a tudomány anyagias jellege lerombolja az erkölcsi értékrendet. A tudomány nem művelhető csupán magáért a tudásért. Csak abban az esetben fejlődhet sikeresen, ha eredményeit az emberiség boldogulására használjuk fel.

Filozófia

A XX. században számos filozófiai irányzat alakul ki. Az egyik ilyen irányzat a *szellemtudományos irányzat*, amely nem fogja át az élet kozmikus méreteit, hanem az emberi életre és átélésre, a történelemre szorítkozik. *Wilhelm Dilthey* (1833–1911) bázeli, majd berlini professzor magából az életből kívánja megérteni az életet anélkül, hogy magasabb metafizikai-értékekre támaszkodna. Jóformán egész munkásságát a *történelmiség* és a *megértés* kérdésének szentelte. A megértés pedig feltételezi az átélést. A természettudományt szembeállítja a szellemtudománnyal: amazt az elemző-megokoló, emezt a leíró-megértő módszer jellemzi.

A szellemi háttér három alapstruktúrája: az intellektualista, a voluntarista és az érzelmi típus. Az értelmi típusú ember materialista vagy pozitivista világnézetet alkot; az érzelmi típusú ember panteista; a voluntarista típusú ember a szabadságra építi fel világnézetét. A filozófus feladata a lehető legteljesebb megnyílás e különböző struktúrák megértése számára.

Más irányban tájékozódott *Oswald Spengler* (1880–1936), aki-
nek kétkötetes munkája, *A Nyugat alkonya* (1918–1922) a világtörténelem
fenomenológiáját kívánja nyújtani. A történelmet a biológiával értelmezi,
a kultúrákat keletkező, virágzó, majd kihaló organizmusoknak tekinti. A
teljes érettségig 8 kultúra jutott el: a kínai, a babilóniai, az egyiptomi, az
indiai, a maya, az antik, az arab és a nyugati. Teljes kifejlődése előtt el-
pusztult a perzsa és a hettita; csupán keletkezőben van az orosz kultúra.
A kultúrák közös pályát futnak be, ennek megfelelően jelenségeik egy-
bevágóak. A kultúra teljes kifejlődése után megmerevedik a holt civilizá-
cióban: ez az elkerülhetetlen sorsa a nyugati kultúrának is. A technika, a
nagyvárosok, a demokrácia, a humanitás eszméje, a békevágy, az emberi
jogok a halálnak és a kultúra pusztulásának az előhírnökei.

Spengler a legbrutálisabb biologizmust hirdeti. A történelem
mindig az élet körül forgott, az élet pedig hatalom és győzelem, nem pedig
igazság vagy pénz. A világtörténelem a világ megítélése: mindig az erő-
sebbnek, teljesebbnek, magabiztosabbnak szolgáltatott igazságot.

Így az „örök visszatérésnek” pesszimizmusból agresszív optimiz-
musba átcsapó eszméje is szerves eleme lesz a spengleri mitológiának.

A kultúrkörök elméletét biologisztikus társadalomfelfogással
kötötte össze a *fajelmélet*. Alapítója a francia arisztokrata *Joseph Arthur
Gobineau* (1816–1882), igazán jelentőssé azonban csupán *Houston
Stewart Chamberlain* (1855–1927) tette. Ez az angol származású német
soviniszta mindent történelmi ténynek nyilvánított, amit intuíciója ilyen-
ként fogott föl. Chamberlain hisz az időlegesen – külső hatásokra – deka-
denciába süllyedt germán világ megújulásában, a nála már egyértelműen
„árja faj”-ként fölfogott „Übermensch” diadalában, vagy legalábbis buká-
sának heroikus világvége-voltában. Nem csodálható, hogy lelkesen üdvö-
zölte Hitlert, és hogy a náci ideológia legfontosabb elődjévé vált.

Más irányban mozog azután az a nagy történetfilozófiai szintézis,
melyet az angol *Arnold J. Toynbee* (1889) alakított ki, aki nagyban átvet-
te Spengler nézeteit. Pályáját az angol abszolút idealizmus fellegvárában,
az oxfordi Balliol College-ban kezdte. Gondolkodásmódja konzervatív, a
modern kapitalizmus tendenciáival romantikusan szembenálló. Példaké-
pei, Smits tábornok, Einstein és Winston Churchill „mindenoldalúságuk-
kal” vívták ki elismerését. A kultúra, illetve civilizáció nála nem irratio-
nális ősjelenség, hanem a természeti és történelmi környezet „kihívására”
adott „válasz”.

A civilizáción belül egy „teremtő kisebbség” viszi előre a fejlő-
dést. Ha az elit elveszti teremtő képességét, a civilizáció megroppan, majd

elpusztul. Toynbee szerint eddig (az életképtelen 4 mellett) 26 civilizáció született, de ebből 16 már elpusztult. A jelenleg létező 10-ből 3 a fejlődésben megtorpan, a kifejlődött többi: a távol-keleti kínai és japán, a hindu, az iszlám, az ortodox balkáni és orosz, valamint a nyugati. Az egyes civilizációk fejlődésének menete egybevágó. Toynbee optimista fölfogása szerint azonban a nyugati civilizáció elkerülheti a megroppanást; jóllehet megoldás csak a vallásos értékek megismerésétől és fönmaradásától remélhető.

A polgári énfogalom radikális kritikusaként lépett fel a századforduló körül *Sigmund Freud* (1856–1939) bécsi ideg orvos. Ő a tudattalan pszichológiáját alkotta meg. Az ember, Freud szerint, olyan lelki mechanizmusok foglya, melyek önnönmaga számára átláthatatlanok. A szubjektum nem a tudatos „Én”, hanem a tudattalan és személytelen „Az”. Az „Én” a voltaképpen, „elfojtott” lelki valóságnak csak a felszíne – a kultúra által az „Az”-ra kényszerített máz.

Freud első nagy pszichoanalitikai munkája és tulajdonképpeni főműve, az 1900-as *Álomfejtés* párhuzamot von lelki és társadalmi jelenségek között.

A századforduló körül a polgári filozófia még utolsó kísérletet tett az örök értékek, a rend és biztonság eszményeinek megmentésére: egyfajta új, logikai közegű platonizmusról volt itt szó. A *logikai platonizmus* ugyan már maga is deprivatizáló, személyiség- és pszichológiaellenes volt. Ezen irányzatban az úttörő a katolikus teológus és matematikus *Bernard Bolzano* (1781–1848) volt. Ebben az időben a pszichológia rohamosan önállósult. Ezért a platonizmus új hulláma mintegy álpszichológiai tanként lépett a színre. A kulcsfigura *Franz Brentano* (1838–1917), akinek pszichológiája az embert önmaga lelki életének védettebb világába vezeti vissza. Ő egyfajta benső platonizmust teremtett.

A lengyel *Kasimiers Twardowski* (1866–1938) volt az első, aki egy 1894-ben megjelent könyvében már csaknem platonikus álláspontra jutott.

Az Ausztriában működő *Alexius Meinong* (1853–1920) pedig egészen szélsőséges platonizmust képviselt. A tapasztalati megismerés, Meinong szerint, elkerülhetetlenül falba ütközik. „Mindaz, ami létezik – írja Meinong –, a szükségszerűséget kutató szemlélet számára mintegy hozzáférhetetlennek bizonyul, úgyszólván *irracionális maradékot* tartalmaz.”

A századforduló körül lépett porondra a platonizmus morvaországi származású filozófusa – *Edmund Husserl* (1859–1938). Többek között ő azt tanította, hogy a tapasztalati világ vonatkoztatási keretétül nem a szubjektum, hanem az ideális, általános tárgyak szférája szolgál; utóbbiakat

Husserl gyakorlatilag a nyelvi kifejezések jelentésével tekinti azonosnak. A tiszta grammatika, tágabban pedig a tiszta logika, nem egyszerűen a nyelv, hanem a világ ideális – állandó, örök – vázát ragadja meg és állítja szembe az ember történeti-tapasztalati környezetének összevisszaságával.

Husserl később szembefordult korábbi platonizmusával, és az *egzisztencializmus* kialakulásában szerepet játszó „fenomenológia” megteremtője lett. Reá egyébként nagy hatással volt a matematikus-filozófus *Gottlob Frege* (1848–1925), aki, miközben platonikus alapzatra törekedett helyezni a matematikát, matematikai pontosságú formát adott a platonizmusnak.

A logikai platonizmus egyfajta istennélküli vallásos attitűdöt, vallásos ateizmust képvisel. Ezen irányzat híve volt a híres matematikus, fizikus, filozófus és tudománytörténész – *Bertrand Russell* (1872–1970), aki a modern logika egyik legnagyobb alakja volt. *Tudásunk a külvilágról* című könyvében Russell a következő szavakkal foglalja össze filozófiai empirista rendszerének jellemzőit: „A logika tanulmányozása válik a filozófia központi feladatává: ez adja a kutatás módszerét a filozófiában, mint ahogyan a matematika adja a módszert a fizikában”.

A századvég és századforduló német iskolafilozófiájának, az *újkantiánizmusnak* egyik áramlatában, a Windelband-Rickert-féle értékfilozófiában a platonizmus ugyancsak vallásos színezetet ölt. *Wilhelm Windelband* (1848–1915) felfogásában a filozófia értékítéleteink elveit és előfeltevéseit vizsgálja. Ha a jó, a szép, az igaz nem valami szubjektumhoz képest *elsődleges* objektivitást képviselnének, általános érvényű etikai, esztétikai, logikai ítéletek lehetetlenek volnának. Abszolút értékek azonban, úgymond metafizikai rögzítettséget igényelnek: az értékek objektivitásának követelése érzékfeletti valóság pusztulásához vezet, így jutunk el a *szeptséges* értékéhez, illetve Isten fogalmához.

Friedrich Albert Lange (1828–1875) a hagyományos metafizikai és vallásos tanokat inkább költészetnek, mint tudománynak tartotta.

Alois Riebl (1844–1924) a tudományos filozófiát a tiszta ismeretelmélettel és a szaktudományok metodológiájával tekintette azonosnak.

Kanthoz viszonylag legközelebb álló áramlata a filozófiának az ún. *marburgi iskola*. Megalapítója, *Herman Cohen* (1842–1918) a kanti apriorizmus mindenfajta pszichológiai értelmezését elveti. Csak a gondolkodás hozza létre a tárgyi világot. Cohennal a legszorosabb személyes és tudományos kapcsolatban *Paul Natorp* (1854–1924) fejlesztette tovább ezt a felfogást.

Kezdetben a marburgi iskola befolyása alatt állt *Ernst Cassirer* (1874–1945), az újkantiánus mozgalom legkiemelkedőbb képviselője. Nála Kant szemléleti formái és értelmi kategóriái helyébe a *nyelv*, és általában szimbólumrendszerek lépnek. A világot a nyelv sémái rendezik számunkra-való tárgyi világgá.

A marburgi iskolából indult *Nicolai Hartmann* (1882–1950) nagy eredetiséget tanúsított a hegeli filozófiának saját eklektikus rendszerébe való beépítésében. Feltételezi a magánvaló lét tőlünk független voltát. Tudat és nyelv nála elválnak egymástól: a nyelv a gondolkodást követi.

A *Richard Avenarius* (1843–1896) és *Ernst Mach* (1838–1916) által képviselt *empiriokriticismus* elnevezésében a tapasztalat kritikájának igényét hangsúlyozza. Szerintük az érzékelő alany és az érzet között „elvi koordináció” áll fenn: egy tárgy létezése állandó érzékelhetőségében áll. A világnézeti orientációra való törekvés nyilvánul meg a „gazdaságos gondolkodás” vagy a „legkisebb erőlködés” elvében is: eszerint igaznak fogadhatjuk el azt, amit a legkisebb erőlködéssel, leggazdaságosabban tudunk elgondolni: ez a gondolat már közvetlenül a pragmatizmus filozófiájához vezet bennünket. Ez az irányzat a filozófiában a bolsevikok között is befolyásra tett szert Oroszországban, olyannyira, hogy *Materializmus és empiriokriticismus* című polémikus írásában V. I. Lenin jónak látta kimutatni: amennyiben ez a filozófia világnézetet ad, teljesen szubjektívus jellegű, amennyiben pedig nem az, világnézetileg értéktelen.

Bizonyos kanti motívumokat az angol empirizmus hagyományával ötvöző formájában az újkantiánizmus jelentékeny szerepet játszott az *amerikai pragmatizmus* kialakulásában. *William James* (1842–1910), a legismertebb pragmatista. Ő azt tanította, hogy a hit érvényességét, éppúgy, mint valamely tudományos hipotézis vagy köznapi cselekvési norma érvényességét, *gyakorlati következményeinek* vizsgálatával állapítjuk meg. „Ha a teológiai eszméről bebizonyosodik – írja James –, hogy értékesek a konkrét élet számára, akkor a pragmatizmus szerint igazak; abban az értelemben, hogy a konkrét élet szempontjából jók.” James megfogalmazásában a pragmatizmus *igazságelmélet*, mely voltaképpen a *cselekvések gyakorlatiasságát* tartja szem előtt.

A pragmatizmus tulajdonképpeni létrehozója *Charles Sanders Peirce* (1839–1914). Nála a pragmatizmus nem igazságelmélet, hanem *jelentéselmélet*, azaz nem annyira cselekedeteinkre és az azokat irányító hiedelmekre, mint inkább fogalmainkra vonatkozik. Kései filozófiájában

Peirce azt hangsúlyozza, hogy a pragmatizmus nem a gyakorlatiasságot jelenti, hanem azt, hogy minden meggyőződésünknek úgy mond a *kutatáson* kell alapulnia. Ha James az irracionalitás hasznosságának lehetőségére mutatott rá, Peirce a gondolkodás racionalitásának követelményével lépett fel.

Az amerikai pragmatizmus harmadik nagy alakja, *John Dewey* (1859–1952) inkább Peircehez, mint Jameshez állt közel. Nagy eszményképe Hegel volt, akit a legnagyobb filozófusnak tartott.

Peirce jelentésemélete meglepő mértékben előlegezte a *logikai pozitívizmus* tanítását. Ez az irányzat a 30–40-es években bizonyos értelemben vezető filozófiává vált az Egyesült Államokban.

Az első világháborút követően a polgári gondolkodásban filozófiaellenes tendenciák jutottak uralomra. Olyan tendenciákról van szó, melyek a megelőző, hosszú válságperiódusban már kétségkívül hatottak; ám ha a polgári filozófia XX. századi felbomlásáról beszélünk, ezen nem *általában* a filozófia végét, hanem a *hagyományos* polgári filozófia megszűntét kell értenünk.

A polgári filozófia új stádiumát *Herbert Marcuse* (1898) *egydimenziós filozófiának* nevezte. Ez a filozófia nem ismeri az autonóm individuum fogalmát, nem szól szabadságról és emberi értékekről, a tudományt voltaképpen érdektelennek tekinti és egy tudományon túli létmetafizikában szenved. *Wittgenstein* a filozófiát mintegy intellektuális betegségnek mondja.

Noam Chomsky (1928) a rendkívüli hatású nyelvész és filozófus szembefordul a lingvisztikai behaviorizmussal: a nyelvet, Chomsky szerint, nem passzívan megtanuljuk, hanem mintegy velünk született képességek alapján önmagunkból *generáljuk*, fejlesztjük ki. Chomski a szellem szabadságharcát vívja az egydimenziós gondolkodással szemben, a teremő szubjektivitás jogait védelmezi.

A *pozitívizmus* az emberi megismerés *mintájának*, tulajdonképpeni formájának a természettudományos megismerést tartja. A világ egyedi, megfigyelhető tárgyak, illetve tények összessége, az *általános* nem létezik. Jellemző a pozitívizmusra az *egységes tudomány* lehetőségébe vetett hit. A pozitívizmus, egész története során, élesen filozófiaellenes volt. Amit a világról tudni lehet, hirdeti a pozitívizmus, azt a tudomány által lehet tudni.

A pozitívizmus markáns megnyilvánulása az ún. *logikai pozitívizmus*, amelyet a század 20-as éveiben hozták létre az ún. Bécsi Kör tagjai.

A Kör munkáját a bécsi filozófiaprofesszor, *Moritz Schlick* (1882–1936) irányította; vezető filozófusa *Rudolf Carnap* (1891–

1970) volt. A Körhöz tartoztak – többek között – Herbert Feigl, Fridrich Waismann, a matematikus Hans Hahn, a közgazdász Otto Neurath, a fizikus Philipp Frank. Az akkoriban Berlinben tanító Hans Reichenbach, a lengyel logikus Alfred Tarski, s a később nagy hírnevet szerzett tudományfilozófus *Karl Popper* (1902) szintén kapcsolatban állt a Körrel.

A logikai pozitivizmus, általában szólva, átvette a hagyományos pozitivizmus és az empiriokriticizmus bizonyos elemeit; de tanítását a modern matematikai vagy szimbolikus logika eszközeinek segítségével fejtette ki. Frege-t, a logika nagy szakértőjét, még mint egyetemi hallgató hallgatta Carnap Jénában, nagy hatással volt rá Bertrand Russell is.

A Bécsi Kör doktrínáinak megfogalmazódásában ugyancsak szerepet játszott a fiatal Wittgenstein munkája *Logikai-filozófiai értekezés címén* (1921). *Ludwig Wittgenstein* (1889–1951) a nyelvnek Frege és Russell által kezdeményezett logikai vizsgálatából indul ki. Értekezésében a tökéletes mesterséges nyelv feltételeit vizsgálja, amely mentes a természetes nyelv pontatlanságaitól és többértelműségétől. A nem empirikus ismereteket a „misztikum” körébe sorolja; a nyelv csak természettudományos tényeket fejezhet ki.

Második fő művében, a *Filozófiai kutatásokban* (1953) szembe fordul Russell logikai atomizmusával, s a nyelvet az emberi kommunikáció eszközeként tekint. Szakít azzal a felfogással, hogy a nyelv csak tényeket jelent ki, és a nyelvi játékok leírásával foglalkozik. Nem elég a nyelvi kontextus ismerete, mert beszédünk és cselekvésünk kibogozhatatlanul összefügg egymással. A filozófiai problémák – mondja Wittgenstein – a pontatlan beszédből származnak.

Wittgenstein az emberi boldogságról így vélekedik: „Ahhoz, hogy boldog legyek, megfelelésben kell lennem a világgal... Akkor, mondhatni, megfelelésben vagyok ama idegen akarattal, melytől függeni látszom. Azaz „teljesítem isten akaratát”. És az etikus élet a boldog étellel azonos... A vágyak, a remények teljes feladása, lemondás a jövőbe-irányultságról és általában az időbeliségről, feloldódás a jelen objektivitásában, *azonosulás* a világgal: ezek a boldog élet feltételei.”

A logikai pozitivizmus a filozófia feladatát a tudomány nyelvének elemzésében látja.

A logikai pozitivizmussal messzemenő párhuzamot mutatott az ún. *operacionalizmus*.

Az amerikai *P. W. Bridgman* programja (*A modern fizika logikája*, 1927) arra irányul, hogy minden tudományos fogalmat kísérleti

műveletekhez, operációkhoz kössön, illetve megtisztítsa a tudományt az operacionálisan nem definiálható kifejezésektől. Az operacionalizmus képviselői úgy mondták, hogy megközelítésmódjuk a tudományos gyakorlat tanulmányozásán alapszik: az operacionalizmus a tudományos gondolkodás rejtett metodológiai szempontjait teszi kifejezetté.

A logikai pozitivizmus az 50-es évekre felbomlott. Helyét népszerű filozófiaként angolszász területeken is az *egzisztencializmus* foglalta el egy időre; akadémiai irányzatként pedig a késői Wittgenstein némely gondolatát részletező, ún. *analitikus iskola* vált befolyásossá.

Az „egzisztencializmus” megjelölést Sartre vezette be 1943-ban; ún. egzisztenciál-ontológiáját és Jaspers egzisztencia-filozófiáját csak ettől az időtől fogva emlegetik egzisztencializmusként. Az említett filozófusok tanításának közös témája az autentikus, a végiggondolt, végigélt emberi lét.

Az egzisztencializmus a XX. század polgári kiüttlanságának, kétségbeesésének legközvetlenebb filozófiai megnyilvánulása. Az egzisztencializmus nem a hűvösen mérlegelő értelemhez, hanem az ember egész személyiségéhez, szenvedélyes és szenvedő lényéhez fordul.

Az első tulajdonképpen egzisztencialista mű, Lukács György *A lélek és a formák* című esszékötete 1910-ben, illetve németül 1911-ben jelent meg. Lukács az *egyértelműen megformált* élet lehetőségére kérdezett itt rá, arra, hogy melyek az emberi magatartás *tiszta* formái, és hogy mit jelent az, hogy ezek a formák a tényleges életben csak hozzávetőlegesen valósulhatnak meg. Lukács művének alaptémája – Kierkegaard nyomán – a választás hősiessége, világot alakító jelentősége.

Lukács két tiszta magatartásformát ír le, a „tragikus” és a „misztikus” világmegélést: az előbbi az Én végigvitt harca, az utóbbi az Én végigvitt feloldódása.

Karl Jaspers (1883–1969) az egzisztencializmus fogalmilag korai, még önmagát kereső formáját képviseli. A lét csak *sifírozva, rejtjelezve* írható le: a metafizika a lét „sifré”-je, rejtjeles leírása. Bármit teszünk, mindent csak mint *tárgyat* tudunk megragadni; holott a lét maga sem objektum, sem szubjektum nem lehet, hanem csak ama „Átfogó”, mely a szubjektum-objektum hasadásban megnyilvánul.

Martin Heidegger (1889) a husserli *fenomenológiához* kapcsolódik. Ő azt hirdeti, hogy a világban-való-lét soha sincs világ nélküli puszta szubjektum nélkül. S ily módon végül is nincs izolált én “Mások” nélkül. Az együttlét akkor is egzisztenciálisan meghatározza a meglétet, ha „egy másik” ténylegesen nincs jelen.

Jean-Paul Sartre (1905) francia filozófus az egzisztencializmust valóban *cselekvő* meggyőződésé próbálta tenni. Ő és a francia egzisztencializmus más vezető alakjai részt vettek az antifasiszta ellenállási mozgalomban, és később az 50-es években, Sartre tevékenységét az egzisztencializmus és a marxizmus színtézisére irányuló – politikailag ott és akkor talán hasznos, elméletileg azonban teljesen abszurd – törekvés jellemzi. Sartre-nál az abszolútum nem a semmi (Heidegger), hanem a *szabadság*. Az embernek bíznia kell ama képességében, hogy megvalósíthatja önmagát, és hogy szabadsága révén a dolgokkal szembehelyezkedhet.

A XX. század egyik filozófiai irányzata a marxizmus-leninizmus, amely K. Marx, F. Engels és V. I. Lenin elméletének alapján nemcsak a világ helyes magyarázatát igyekezett megadni, de a meglévő világot meg is akarta változtatni.

A marxista filozófia fő forrásai: a klasszikus német filozófia (Hegel, Feuerbach), az angol politikai gazdaságtan (Smith, Ricardo, Mill) és a francia utópista szocializmus (Saint-Simon, Fourier). Az ezek elleni harcban alakul ki a dialektikus és a történelmi materializmus.

Karl Marx (1818–1883) a marxista filozófia megalapítója, a dialektikus és történelmi materializmus alaptételeit *A német ideológiában* (1845–46) fejt ki. A *Tézisek Feuerbachról* (1845) című művében a feuerbach materializmust kritizálja. Fő műve *A tőke* (I. kötet – 1867, a II. és III. köteteket – Engels adta ki 1885-ben és 1894-ben). Marx ebben a műben a kapitalista gazdaságtant dolgozta ki és annak igazságtalanságát mutatta be.

Friedrich Engels (1820–1895) – Marx munkatársa, aki idealista dialektikája miatt bírálja Hegelt. 1849 után Angliában írja főbb műveit: *Ludwig Feuerbach és a klasszikus német filozófia vége*, az *Anti-Dühring*, s *A természet dialektikája*.

Vlagyimir Iljics Lenin (Uljanov) (1870–1924) a filozófiát a forradalom eszközének tekinti. 1908-ban írta *A materializmus és empiriokriticismus* című művét, amelyben Mach és Avenarius nézetei ellen harcol. A *Filozófiai füzetek*ben megkülönbözteti a fizikai és a filozófiai anyagfogalmat.

Napjainkban a ténylegesen létező szocializmus összeomlása a világ számos részén végérvényesnek látszik. Úgy tűnik, hogy véget ért egy történelmi korszak, amelyet alapjában a marxizmus határozott meg. A marxizmusnak mint eszmerendszernek a kudarca – a tudományos

marxizmus kritériumainak megfelelően – a gazdasági, társadalmi és kulturális gyakorlat teljes csődjéből eredt.

Lukács György (1885–1971) magyar tudós, filozófiai író pályája kezdetén a pozitivizmus és a szellemtörténet esztétikájával foglalkozott. A *Kritikai realizmus* (1951) és a *Szocialista realizmus* (1951) műveiben bontakozik ki esztétikája, amelynek középpontjában a társadalmi valóság totalitását érzékeltető realizmus művészi ideálja áll.

A XX. században a felsorolt filozófiai áramlatokon kívül jelentős szerepet játszanak a keresztény ihletésű filozófiák, nevezetesen az újsko-lasztikus mozgalom, a transzcendentális módszer és a perszonalizmus.

A *transzcendentális módszer* azokkal a fogalmakkal, jelenségekkel foglalkozik, amelyek értelemmel fel nem foghatók, a megismerés határán túliak, tapasztalat- és érzékfelettiek, nem anyagiak.

A *perszonalizmus* – az a filozófiai idealista áramlat, amely a XIX. század végi, XX. század eleji amerikai, illetve a mai francia filozófiában terjedt el. Jellemző vonása, hogy a személyiséget elsődleges realitásnak és legfőbb szellemi értéknek tekinti. A fejlődés különböző fokán álló és a világot alkotó személyiségek sokasága felett isten (a legfőbb személyiség) uralkodik. Az irányzat főbb képviselői: Bowne, Flewellint, Brightman.

A keresztény ihletésű filozófiák vallások szerint is megoszlanak. Így, van *neotomizmus*, *neoprotestantizmus* és *ortodox keresztény filozófia*.

A *neotomizmus* – a katolikus egyház hivatalos – Aquinói Szent Tamás tanításán alapuló filozófiája. XII. Leó pápa 1879-es enciklikájában a neotomizmust ismerte el a keresztény dogmáknak megfelelő filozófiának. Az irányzat istent, a létet elsődleges, végső okának és minden filozófiai kategória ősalapjának tartja. Jelentős helyet foglal el a neotomizmusban az a kísérlet, amely a modern természettudományos elméleteket a vallással egyezteteti. Képviselői: Marataia, Gilson.

A *neoprotestantizmus* – a protestáns egyházak (református, evangélikus, baptista, metodista) filozófiája. Ez az áramlat főleg az ontológiai-etikai problematikára orientálódik, vagyis az ember létének kérdéseire általában. Több irányzata van: az első a fundamentalizmus, a második a modernizmus, a harmadik a nemortodoxia. Az utóbbi irányzat neves képviselője Reinold Niebuhr (USA).

Az *ortodoxia* filozófiája – az ortodox (pravoszláv) egyházak filozófiája. Ezen irányzat legkorszerűbb képviselője Alekszandr Meny, orosz alkotó szellemű lelkes volt, akit nemrég meggyilkoltak.

Matematika, informatika, számítástechnika, kibernetika

A XX. század matematikája rohamosan fejlődött és számos új ágazattal gazdagodott. Az egyik legfontosabb új ága a matematikának a halmazok elmélete lett, amelyet *Georg Cantor* (1845–1918) német matematikus alapozott meg a XIX. század utolsó negyedében. A másik híres kutatója a halmazoknak *Pavel Szergejevics Alekszandrov* (1896–1982) szovjet matematikus, akadémikus volt, aki megalapította a szovjet topológiai iskolát és világhírnévre tett szert.

A *halmaz* – összessége, készlete, gyűjteménye bizonyos objektumoknak, amelyeket az ő *elemeinek* nevezünk. Ezen elemeknek közös sajátos tulajdonsággal kell rendelkezniük (a könyvtár könyvei, egy vonal pontjai, egy bizonyos egyenlet megoldásai). Azt, hogy egy „ x ” tárgy vagy objektum az „ M ” halmaz eleme így fejezhető ki: $x \in M$.

A halmazelmélet kifejlődésének óriási hatása volt a korszerű matematika fejlődésére. Ezen elmélet megvetette az alapját más matematikai tudományágak fejlődésének – a valós változók függvényelméletének, a variációs számításnak, az általános topológiának, általános algebrának és a függvényanalízisnek. A halmazelméleti módszereket a differenciálegyenletek elmélete, a variációs számítás, a valószínűségszámítás stb. eredményesen alkalmazza. A halmazelmélet nagy hatást gyakorolt a geometria fejlődésére is. Csupán a halmazelmélet engedte meg tisztán megfogalmazni az objektumok rendszere izomorfizmusának fogalmát.

E korszakban az orosz matematikai iskola híres képviselői mély és alapos kutatásokat végeztek a valószínűségszámítás általános kérdéseinek kiderítése terén (P. L. Csebisev, A. A. Markov, A. M. Ljapunov). A kutatók megalkották a véletlen folyamatok elméletének alapjait és megteremtették a valószínűségszámítás elméletének axiomatikus alakját. Nagy figyelmet fordítottak a differenciálegyenletek számbeli integrálásának módszereire.

Lovász László (sz. 1948-ban) magyar matematikus magas szinten művelte a kombinatorikát és a gráfelméletet. Foglalkozott a lineáris algebra és a gráfelmélet közötti kapcsolat megteremtésével.

A XX. században alakult ki az informatika, a számítástechnika és a kibernetika, mint önálló tudományok.

Az *informatika* – az a tudomány, amely az információ számítógépek által történő gyűjtésének, átadásának és átdolgozásának törvényszerűségeit és módszereit tanulmányozza. Mint fundamentális tudomány, kapcsolatban áll a matematikával és a filozófiával.

A *számítástechnika* – a matematika azon ága, amely mindazon kérdéseket magába foglalja, amelyek a számítógépek alkalmazásával vannak kapcsolatban. Az első időben a számítástechnikát úgy fogták fel, mint *alkalmazott matematikát*. A számítógép megalkotásában számos tudós vett részt. Köztük volt a magyar származású amerikai matematikus és fizikus *Neumann János (John)* (1903–1957) is, aki 1945-ben kidolgozta a számítógép felépítésének elméleti modelljét, mégpedig olyan számítógépről van szó, amely betáplált külső programokat használt fel. Nevéhez fűződik a halmazelmélet egzakt megfogalmazása, a matematikai játékelmélet megalapozása. A kvantummechanika vezéregyénisége. Jelentős szerepe volt az atomenergia felszabadítására vonatkozó elméleti feladatok megoldásában.

A *kibernetika* – a vezérlés művészete, az információ vezérlésének, kapcsolatának és átdolgozásának tudománya. E szakkifejezést, több mint valószínű, hogy Platón használta először i.e. a IV. században. 1834-ben Ampere ajánlotta ezt a kifejezést arra a tudományra, amely az emberi társadalom vezérlését hivatott tanulmányozni.

Norbert Wiener (1894–1964) amerikai tudós a Massachusettsi Technológiai Intézet (USA) matematika professzora 1948-ban közzé tette híres könyvét, *Kibernetika vagy vezérlés és kapcsolat az élő szervezetben és a gépben*, amelyben a szerző megvetette alapját a kibernetikának mint tudománynak, és ezután megkezdődött e tudomány elterjedésének és szentesítésének korszaka. A. N. Kolmogorov, szovjet matematikus így fogalmazza meg mit és milyen célból tanulmányoz a kibernetika: *a kibernetika bármilyen természetű rendszerek tanulmányozásával foglalkozik, amelyek képesek fogadni, tárolni és átdolgozni az információt és felhasználni azt vezérlésre – szabályozásra*. Az olyan berendezéseket, amelyek erre képesek, *automatáknak* nevezzük. A legtökéletesebb automaták – a *számítógépek*.

Fizika

A XX.század fizikájának tárháza rendkívül kiterjedt.

Már 1887-ben *Albert Abraham Michelson* (1852–1931) és *Edward Morley* (1838–1923) kimutatták, hogy a fény terjedési sebessége azonos, ha a Föld mozgásával azonos, vagy ellenkező irányban halad. Ezzel megdöntötték az éter fogalmát.

Albert Einstein (1879–1955) német fizikus 1905-ben megalkotta a speciális relativitáselméletet, majd 1916-ban kidolgozta az általános

relativitáselméletet. Az első elmélet megváltoztatta a térről és időről addig vallott nézeteket, a másik – tulajdonképpen a gravitáció új, geometriai elmélete is. 1905-ben kidolgozta a fényelektromos hatás elméleti magyarázatát. Egyik dolgozatában meghatározta a híres $E = mc^2$ összefüggést a tömeg-energia ekvivalenciájáról.

Számos fizikus gazdagította a termodinamikát. Így, már 1906-ban *Hermann Walther Nernst* (1864–1941) tökéletesítette az entrópia fogalmát a termodinamika harmadik főtételeének meghatározásával. 1902-ben látott napvilágot *Josiah Willard Gibbs* (1839–1903) a statisztikus mechanika általános elveiről szóló könyve.

Max Planck (1858–1947) német fizikus vizsgálatai során 1900-ban arra a meglepő eredményre jutott, hogy az atomok energiafelvétele vagy leadása nem folytonosan történik, hanem az energia meghatározott legkisebb mennyisége, elemi része – az *energiakvantum* – vagy ennek egész számú többszöröse nyelődik el, illetve sugárzódik ki. Ez a megállapítás új korszakot nyitott a fizika történetében.

Ernest Rutherford (1871–1937) angol fizikus és *Frederick Soddy* (1877–1956) angol kémikus 1902-ben arra a következtetésre jutottak, hogy a radioaktív sugárzás atomátalakítási folyamatok következtében keletkezik.

Rutherford munkatársaival 1911-ben radioaktív bomlásból származó α -részecskékkal szondázták meg az atomokat. Ezek a kísérletek vezettek az *atommag* felfedezéséhez, amely alapján megszületett a *planetáris atommodell*.

Soddy 1911-ben megmagyarázta az α -bomlás lényegét, *Kasimir Fajans* (1887–1975) pedig 1913-ban a β -bomlás lényegét (*Soddy-Fajans*-féle eltolódási szabály).

1919-ben *Rutherford* megvalósította az első mesterséges magátalakítást. Nitrogénből oxigént állított elő, és protonok, azaz hidrogén atommagok megjelenését észlelte. Felfedezte a *protont*.

Niels Bohr (1885–1962) dán fizikus 1913-ban megalkotta a planetáris atommodell kvantumfeltételekkel módosított változatát (*Bohr*-elmélet). 1916-ban *Arnold Sommerfeld* (1868–1951) német fizikus azzal módosította a Bohr-féle atommodellt, hogy ő az elektront nem csupán körpályán, hanem ellipszis pályán is elképzelte. 1922-ben Bohr megadta a kémiai elemek periódusos rendszerének az atomszerkezeten alapuló magyarázatát.

Hevesy György (1885–1966) magyar kémikus a radioaktivitás és az izotópok kutatója kidolgozta a radioaktív izotópnymjelzés módszerét,

amelyet eredményesen alkalmaznak a kémiában, fizikában, biológiában és a gyógyászatban.

1932-ben Rutherford tanítványa, *James Chadwick* (1891–1974) angol fizikus felfedezte a *neutron*t. Ebben az évben fedezte fel a Yukawa által megjósolt *pozitron*t *Carl David Anderson* (1905–1991) amerikai fizikus a kozmikus sugárzás vizsgálata során.

Frédéric Joliot-Curie (1900–1958) és *Irène Joliot-Curie* (1897–1956) francia fizikusok 1934-ben felfedezték a *mesterséges radioaktivitást*.

1924-ben *Louis de Broglie* (1892–1987) francia fizikus megalkotta az *anyag hullám*-hipotézist, amely forradalmasította a fizikát. 1927-ben *Clinton Davisson* (1881–1958) és *Lester Germer* (1896–1971) amerikai fizikusok kristályrácsan áthaladó elektronok interferenciájának kimutatásával bebizonyították az elektronok hullámtermészetét. Ekkor vált elfogadottá a *hullám-részecske* kettősség (dualizmus).

Broglie elgondolásából kiindulva *Ervin Schrödinger* (1887–1961) osztrák fizikus 1926-ban megalkotta a *hullámmechanika* alapjait.

1925-ben *Werner Heisenberg* (1901–1976) német fizikus kidolgozta a *mátrixmechanikát*. Két évvel később megállapította a mikrofizika egyik legalapvetőbb összefüggését, a *határozatlansági relációt*. *Neumann János* (1903–1957) világhírű magyar matematikus kimutatta, hogy Heisenberg számoszlopai (mátrixai) és Schrödinger hullámfüggvényei *ekvivalensek*. Így jött létre a kvantummechanika.

Wolfgang Pauli (1900–1958) osztrák fizikus 1925-ben alkotta meg a *kizárási elvet*, így tökéletesítette a Bohr-Sommerfeld-féle atommodellt.

Paul Dirac (1902–1984) angol fizikus a kvantummechanikának egy új, áttekinthetőbb megfogalmazását dolgozta ki. 1927-ben a kvantum-elektrodinamika első elméletét fogalmazta meg. Legnagyobb alkotása az elektron mozgását leíró relativisztikus hullámelmélet (1928), a *Dirac-egyenlet*. Ebből az egyenletből kitűnik, hogy minden részecskének ugyanúgy párja van, mint az elektronnak a pozitron.

A „kvantummechanika” szakkifejezést először Born használta 1924-ben. *Max Born* (1882–1970) német fizikus a kvantummechanika statisztikus interpretációjának egyik megalkotója. Born tanítványa, *Pascual Jordan* (1902–1980) német fizikus a kvantummechanika egységes elméletének egyik megalkotója. Born és Jordan igazolták, hogy a klasszikus mechanika minden mozgási egyenlete kvantummechanikai egyenletté írható át.

Werner Heisenberg és tőle függetlenül az orosz *Dmitrij Dmitrijevics Ivanyenko* (1904–1994) 1932-ben közzölték, hogy az atommagok kétféle

részecskéből – protonból és neutronból – tevődnek össze. A magátalakulások további kutatásai igazolták ezt a feltevést, ezt a modellt. Csaknem azonnal felmerült a kérdés, hogyan lehet stabil az atommag, amikor ilyen kis térfogatban sok pozitív töltés zsúfolódik össze. Erre a kérdésre 1935-ben *Hideki Yukawa* (1907–1981) japán fizikus adta meg a választ. Ő arra a következtetésre jutott, hogy az addig ismert kölcsönhatások egyike sem magyarázza meg az atommag részeinek összetartását. Tehát, egy másik, egy erős kölcsönhatásnak – magerőnek – is hatnia kell az atommag részecskéi között. Yukawa 1947-ben jósolta meg a kölcsönhatást közvetítő (1949-ben felfedezett) *mezonok* létezését. Ebben az időben már ismertté vált, hogy az atommag szerkezettel rendelkezik. Éppen ezért az atomokhoz hasonlóan az atommagot többen megpróbálták modellezni. Így hamarosan többféle magmodell jött létre (cseppmodell, héjmodell, kollektív atommagmodell).

A 30-as évek fizikájának legnagyobb jelentőségű felfedezése az *atommaghasadás*. 1935-ben a neutronokkal bombázott uránmagok reakciótermékeinek vizsgálatára új tudományos központ alakult ki Berlinben *Otto Hahn* (1879–1968) vezetésével. Itt dolgozott *Lise Meitner* (1878–1968), később csatlakozott a csoporthoz *Fritz Strassmann* (1902–1981). Az uránmaghasadást Hahn és Strassmann fedezték fel 1938 decemberében a Berlieni Kémiai Intézetben. Ekkor sikerült megállapítaniuk, hogy ha az uránt neutronokkal bombázzák, akkor egy teljesen új reakciótypus megy végbe, amelynek eredményeképpen két középnéhez mag keletkezik és energia szabadul fel. A neutront befogó uránmag hasadásának helyes értelmezését *Lise Meitner* osztrák fizikusnő adta meg 1939-ben.

A hasadással kapcsolatos események ekkor drámai gyorsasággal peregtek. Még 1939 márciusában egyszerre három helyen kísérletileg is kimutatták, hogy a hasadásnál a két közepes rendszámú elem magjai mellett még 2-3 neutron is keletkezik. E három hely a következő: Párizs (*Joliot-Curie* és *Kowarski*), Columbia Egyetem (*Anderson* és *Fermi*), valamint New York Egyetem (*Szilárd* és *Zinn*). A kutatók megértették, hogy a szabad neutronok megjelenése lehetőséget ad újabb hasadásokat okozni, tehát a folyamat – *láncreakció*. Ezt először a *Fermi* csoportja ismerte fel.

Enrico Fermi (1901–1954) olasz atomfizikus 1926-ban *Diractól* függetlenül kidolgozta a feles spinű részecskékre érvényes kvantumstatistikát, amely *Fermi-Dirac-statisztika* néven vált ismertté. A β -bomlás elméletét 1927-ben dolgozta ki. Az elmélet magyarázatához egy új részecskét, a *neutrínót* vezették be. 1955-ben a neutrínó létezését kísérletileg

bebizonyították. Fermi – kísérletei során – rájött arra, hogy a *lassított neutronok* hatásosabbak, mint a *gyors neutronok*.

Fermi irányítása alatt számos kiváló fizikus és kémikus együttműködésével készült el 1942. december 12-én a világ első *atomreaktora*. Ugyanebben az évben *Szilárd Leóval* (1898–1964) közösen szabadalmi igényt nyújtott be Fermi. A reaktorban a neutronok lassítását a Szilárd Leó által javasolt bórmertes grafit biztosította. Ezt követően 1946-ban a Szovjetunióban *Igor Kurcsatov* (1903–1960) vezetése alatt üzembe helyezték az első szovjet atomreaktort és 1954-ben megépült az első atomvillanytelep Obninszkban.

1945. június 16-án a New Mexicó-i sivatagban (USA) kipróbálták az atombombát, majd 1945. augusztusában bevetették azt Hiroshima és Nagaszaki japán városok ellen.

A világ első reaktormérnökének *Wigner Jenőt* (1902–1995), magyar származású fizikust tartják. Ő a kvantummechanika kezdeti szakaszában csoportelméleti módszerekkel tanulmányozta a spektrumok szerkezetét. Kiemelkedő szerepe van a szimmetria- és invarianciaelvek csoportelméleti módszerekkel való vizsgálatában. Az 50-es években kutatási témájává vált a *szabályozható termonukleáris* reakciók megvalósítása. Eddig csak nem szabályozható, robbanásos típusú termonukleáris szintézis sikerült megvalósítani a *hidrogénbombában*. Ezen bomba „atyja” a magyar származású *Teller Ede* (1908–2003). Tudományos pályafutását *molekula-spektroszkópusként* kezdte. Egyik leghíresebb kutatási eredménye is a molekula-spektroszkópiához kapcsolódik, és *Jahn-Teller-effektus* néven vált ismertté.

Teller legjelentősebb eredményei a magfizikával kapcsolatosak. *Georg Gamow* (1904–1968) fizikussal közösen kidolgozták a *β -bomlás elméletét*, és felvázolták a *termonukleáris reakció* megvalósításának a lehetőségét. 1952. október 31-én a Marshall-szigeteken fölrobbantották az első kísérleti hidrogénbombát, amelyet Teller Ede ötlete és irányítása alapján készítettek. Ő a biztonságos nukleáris reaktor generációjának, az inherensen biztonságos TRIGA reaktorok, valamint a számítógéppel vezérelt *rakétaelhárító rendszerek* megtervezője.

A század 40-es éveiben egyre nagyobb szerep jutott a kísérletet előnybe részesítő fizikusoknak, a *mérnök-fizikusoknak*. A szakemberek ezen kategóriájához tartozott *Gábor Dénes* (1900–1979) is, magyar származású mérnök-fizikus. Elektronoptikával és híradástechnikai információelmélettel foglalkozott. 1948-ban fölfedezte a *holográfiai módszert*.

Azonkívül színes, lapos tévéképcsövet és új termionikus generátort szerkesztett.

A század során alakult ki a *részecskefizika*, amelynek három fejlődési szakaszát szokás említeni.

Első szakasz: Az elektrontól a pozitronig (1897–1932). Ebben az időben felfedezték az elektront (1897), a fotont, a protont (1910), a neutron (1932), a pozitront (1932) és beszéltek a neutrínóról. 1928-ban *Dirac* kvantummechanikai számításokból arra következtetett, hogy az elektronnak van pozitív töltésű párja, amelyet 1932-ben a kozmikus sugárzásban meg is figyeltek.

Második szakasz: A pozitrontól a kvarkokig (1932–1970). Ekkor már kiderült, hogy változatlan részecskék egyáltalán nem léteznek, hogy minden elemi részecske átalakulásra képes.

1931-ben *Pauli* még csak feltételezte a neutrínó létezését, amelyet 1955-ben Los Alamosban kísérletileg is igazoltak.

A 40-es évek végén *Cecil Frank Powell* (1903–1969) angol fizikus már észlelte a μ -mezonokat és a π -mezonokat. A 60-as évek végén a tudósok egyértelműen leszögezték, hogy az ütközések folyamán születő új részecskék semmiképpen sem tekinthetők a „szülő” részecskék alkotórészeinek. Előfordulhat természetesen, hogy az olyan nagy energiájú részecskék ütközésekor, amilyeneket még nem tudnak előállítani, mindaddig ismeretlen részecskék is keletkezni fognak.

Harmadik szakasz: 1964-től – a kvarkok létezésének hipotézisétől – napjainkig. A 60-as években már kételyek merültek fel arra nézve, hogy az eleminek nevezett valamennyi részecske rászolgál-e erre a névre. Már ebben az időszakban feltételezték, hogy az elemi részecskék többsége összetett felépítésű.

1964-ben *M. Gell-Mann* (sz.1929-ben) amerikai fizikus és *G. Zweig* (sz.1937-ben) osztrák fizikus egymástól függetlenül olyan hipotézist javasoltak, amely szerint az erős nukleáris kölcsönhatásban részt vevő valamennyi részecske még fundamentálisabb elsődleges részecskékből, kvarkokból épül fel.

Az 50-es években fontos kérdést jelentett az elemi részecskék fizikájában is a *megmaradási törvények* érvényességének az igazolása. Amíg a tudósok a hadronok rendszerezésével foglalkoztak, *Yoichiro Nambu* japán fizikus és *G. Jona-Lasinio* olasz fizikus egyes hadronok felépítésére új hipotézist dolgozott ki. Ezen hipotézis szerint a *királis szimmetria spontán megsértése* történik a részecskék világában. Ezen modell

alapján Nambu kialakította a kvarkelméletet, sőt a kvarkoknak megkülönböztette a „színüket” is.

Makoto Kobayashi és *Toshihide Maskawa* megjósolták három kvark-család létezését a természetben. Azután kitalálták az *antikvarkot*. Később megsejtették a negyedik kvark, azután még két kvark létezését. Tehát összesen 6 kvarkot fedeztek fel. Felismerték a *kvark-lepton* szimmetriát. Eszerint a leptonok száma is 6.

Marx György (1927–2002) magyar elméleti fizikus 1953-ban a szovjet *Jakab Zeldovicstől* (1914–1987) függetlenül felfedezte a *lepton töltés* megmaradásának törvényét, felismerte a neutrínók kozmológiai jelentőségét.

A részecskefizika egyik legnagyobb vívmánya az *antirészecskék* felfedezése, vagyis az elemi részecske ikerpárjának a felfedezése. Ha egy részecske antirészecskéjével találkozik, *annihiláció* (*megsemmisülés*) megy végbe, azaz a kölcsönhatásba lépő részecskék eltűnnek, és helyettük nagy energiájú fotonok keletkeznek. Az annihilációval ellentétes reakció a *párokeltés*.

A XX. század a *félvezetők*, a *szilárdtestfizika* és *szilárdtestkémia* korszaka.

A félvezető tulajdonságú anyagok gyakorlati felhasználása már a XIX. sz. végén elkezdődött. Így, 1883-ban *Fritts C. E.* megalkotta az első szelénalapú elektromos egyenirányítót.

Grondahl L. O. és *Geiger P. N.* 1927-ben hasonló egyenirányítót szerkesztettek réz(I)-oxid felhasználásával, melyek akkumulátortelepek feltöltésénél és vezeték nélküli hírközlési berendezések táplálásánál nyertek széleskörű alkalmazást. A szelén és a réz(I)-oxid fényérzékenysége miatt felhasználták őket fotoexponométerek gyártására is.

Később a rádiólokációs készülékek felépítésében szerepelt már a szilícium. Az utóbbi analógja – a germánium – pedig az olyan típusú egyenirányítók megalkotásában vált nélkülözhetetlenné, amelyek alacsony frekvenciájú áramokkal működtek.

A germánium félvezető tulajdonságainak tanulmányozása gyümölcsöző lett a későbbiek során, mivel 1948-ban ez vezetett a *J. Bardeen*, *W. Shockley* és *W. H. Brattain* által felfedezett erősítés hatásának felfedezéséhez és az első *tranzisztor* megalkotásához a Bell Telephone Company”laboratóriumában (USA). A tranzisztor forradalmasította az elektrotechnikát, rádiótechnikát és az elektronikát.

1955-ben *M. G. Baszov, A. M. Prohorov, J. Gordon, H. Zeiger, Ch. Towns* megalkották az első ammónia alapú molekuláris kvantumgenerátort – a *masert*. 1960-ban lett megszerkesztve az első szilárdtest alapú (rubin) *laser* (*T. Meimann*).

Valamivel későbben jelentek meg a nemlineáris optika tudománya és a nemlineáris optikai berendezések, amelyek lehetővé tették például az infravörös kép láthatóvá tételét nemlineáris optikai természetű kristályok és lézerek segítségével. A fizikának ezen ágazatának jeles kutatói voltak *Sz. A. Ahmanov* és *P. V. Hohlov*.

A 40-es években megjelentek az első számítógépek, amelyek még rádiólámpák segítségével működtek. Később őket a tranzistoros integrált áramkörök helyettesítették, ami jelentős mértékben miniaturizálta a berendezéseket.

1986-ban *J. G. Bednorz* és *K. A. Müller* a Ba-La-Cu-O-rendszerben felfedezték a magas hőmérsékletű szupravezetés jelenségét.

A fizika fejlődésének folyamatához kapcsolódik az *űrkutatás* és *űrhajózás* története.

Az űrhajózás elméleti megalapozójának *Konsztantyin Ciolkovszkij* (1857–1935) orosz tudóst tekintjük. Ő a rakéatechnika és az űrhajózás alapelveinek egyik első kidolgozója. Nevéhez fűződik a rakétamozgás alapegyenlete, a Ciolkovszkij-képlet, továbbá a többlepcsős rakéta és az űrállomás gondolata. A későbbiekben a Szovjetunióban a rakéatechnika fejlesztését *Szergej Koroljov* (1907–1966) irányította. Vezetésével fejlesztették ki a szovjet űrhajózási hordozórakéták és űrhajók alaptípusait. Ő tervezte az első műholdat és az embert szállító űrhajót.

A történelem folyamán első ízben mesterséges műholdat a Szovjetunióból bocsátották fel 1957. október 4-én. Ezzel új korszak kezdődött az emberiség történetében.

Rövid időn belül a Föld, a Nap, a bolygók és a csillagok tanulmányozására műholdsorozatok jöttek létre, amelyek megépítői már az egész bolygónk tudósai lettek.

A világűr meghódításának egyik legfontosabb eseménye az első ember világűrbe juttatása volt. Az első ember, aki műholdon űrrepülést végzett a kozmikus térben, az egykori Szovjetunió polgára, *Jurij Gagarin* (1934–1968) volt. A *Vosztok* nevű űrhajón 1961. április 12-én repült először a Földet.

Az amerikaiak első űrrepülésére 1962-ben került sor, amikor *John Glenn* (sz. 1921-ben) űrhajós a *Mercury-6* űrhajóval háromszor kerülte meg a Földet.

A szovjet rakéták elsőnek érték el és repülték körül a Holdat. Viszont az amerikaiak meghódították a Holdat. 1968–1972 között 6 amerikai űrhajó hajtott végre sikeres leszállást a Holdra. 1969. július 21-én *Neil Armstrong* (sz. 1930-ban) amerikai űrhajós volt az első ember, aki a Hold felszínére lépett. Összesen 12 űrhajós járt a Holdon.

Az 1975-ben végrehajtott Szozuz–Apolló közös szovjet–amerikai űrrepülés során hozták létre az első nemzetközi űrállomást. A magyar űrhajós, *Farkas Bertalan* (sz. 1949-ben) 1980-ban május 26-tól július 3-ig tartózkodott a világűrben.

Kémia

A XX. században rohamosan fejlődött a kémia és jelentősen megnövekedett a szerepe az ipari és mezőgazdasági fejlődésben. A vegyészet egyik legfontosabb feladata a kémiai vegyületek előállítása és tanulmányozása. Ebben a században több új vegyületet állítottak elő, mint az emberiség addigi egész fejlődése során. Voge, zürichi tudós becslése szerint 1911-ben 14000 volt a szervetlen vegyületek száma, s kb. ugyanannyi a szerves vegyületeké. Így hozzávetőlegesen a kémiai vegyületek száma 28000 volt. A század végére ez a szám 6-7 millióra nőtt, s ennek kb. 96%-a szerves vegyület. Ezen adatok jól tükrözik a kémiai vegyületek szintézis folyamatának rohamos fejlődését. A szintetizált vegyületek közt természetesen számos a természetben megtalálható, de jelentősebb része olyan anyag, amely a természetben ismeretlen. E tény világosan érzékelteti velünk azt a Marcelin P. E. Berthelot francia vegyész-enciklopédista által megállapított igazságot, hogy a kémiatudomány alkotóereje egyedülálló, mivel önmaga számára hozza létre és termeli a kutatási objektumokat: az újabb és újabb kémiai vegyületeket.

De tekintsük át röviden, milyen problémákkal foglalkoztak a vegyészek a XX. században.

Az atom bonyolult szerkezetének felfedezése, a kémiai elemek atomtömegének pontosítása (*T. W. Richards*), a radioaktivitás lényegének felfedezése, az izotópok felfedezése (*F. Soddy, F. W. Aston, H. C. Urey*) lehetővé tették a periódusos törvény és a kémiai elemek periódusos rendszerének alaposabb megértését (*N. H. D. Bohr, B. V. Nyekraszov*), az elemek csoportbeli és periódusbeli periodicitásának felfedezését (*A. I. Bazarov, J. V. Biron*).

Hevesy György magyar származású kémikus kidolgozta a *jelzett atomok* kutatási módszerét, amely hamarosan elterjedt a fizikában, a kémiában és a biológiában.

1946-ban *W. F. Libby* kidolgozta a radioaktív szén-14 izotópot alkalmazó geokronológiai módszert, amelynek segítségével meg lehet állapítani a nagyon régi (200–50000 éves) szerves maradványok korát.

Az 1940-től 1955-ig terjedő időszakban *Edwin Macmillan*, *Phillippe Abelson*, *Glenn Theodor Seaborg* és munkatársaik magreakciók segítségével egy egész sor transzurán elemet fedeztek fel.

A kémiai elemek periódusos rendszere törvényszerűségeinek magyarázatát és mélyebb értelmezését *Szergej Alekszandrovics Scsukarjov* (1893–1984) és *A. I. Cserkeszov* adták meg a század második felében.

Aktívan fejlődött a termokémia és a kémiai termodinamika (*W. Nernst*, *W. F. Giaque* (dzsiók), *L. Onsager*, *I. R. Prigogine*), amelyek lehetővé tették a kémiai folyamatok során végbemenő energetikai változások kiértékelését. Az orosz származású belga tudós, *Prigogine* (prigozsín) (1917–2003) a disszipatív struktúrák elméletét dolgozta ki és megalapozta az irreverzibilis folyamatok termodinamikáját.

Felfedezték a röntgendiffrakciós, elektrondiffrakciós és neutron-diffrakciós kutatási módszereket (*M. von Laue*, *W. L. Bragg*, *C. Davisson*, *L. H. Jermer*), amelyeket aktívan kezdtek alkalmazni a szilárd anyagok szerkezetvizsgálatában.

A 20-as években született meg a kvantummechanika, s belőle fejlődött ki a kvantumkémia, mely megmagyarázta a kémiai kötés természetét (*W. Kossel*, *G. N. Lewis*, *F. London*, *W. Heitler*). Különösen gyümölcsöző lett a vegyértéksémák módszere (*W. Heitler*, *F. London*, *L. C. Pauling*, *J. Slater* – nevektől származik a HLPs-módszer elnevezése), valamint a molekulapályák módszere (MO LCAO) (*R. S. Mulliken*). Ezek alapján alakult ki később a modernebb kristálytérelmélet (*J. H. Van Fleck*), amely alkalmasnak bizonyult a komplex ületek kötéseinek magyarázatára.

Jelentősen gazdagodott a szervetlen kémia tárháza. A XIX. század végén és a XX. század elején fedezték fel a nemesgázokat (*W. Ramsay munkatársaival*), a rádiumot és polóniumot (*M. Skłodowska-Curie*, *P. Curie*), az aktíniumot (*A. L. Debierne*, *F. Giesel*), amelyek természetét, vegyületi készségét valamivel később kezdték tüzetesen tanulmányozni. E periódusban állítottak elő először mesterségesen kémiai elemeket, mépedig a technéciumot (*E. Segré s munkatársa K. Perrier*), a franciumot

(*M. Perey*), az asztáciumot (*D. R. Corson, K. R. MacKenzie, E. Segré*), amelyek jelentősen gazdagították a kémiai elemek periódusos rendszerét.

A vegyészek ebben az időszakban oldották meg a levegő nitrogénje lekötésének problémáját (*F. Haber, C. Bosch*), amely lehetővé tette a racionális salétromsavgyártást, s a nitrogéntartalmú műtrágyák és robbanóanyagok üzemi előállítását.

Jelentős mértékben fejlődött a diszperz rendszerek kémiája. Meghatározták a kolloidoldatok mikroheterogén természetét (*Zsigmondi R., Th. Svedberg*), aktívan tanulmányozták a felületi jelenségeket – az adszorpciót (*I. Langmuir, S. Brunauer, Teller E.*) és a katalitikus folyamatokat (*W. Ostwald, P. H. Emmett*).

Nagymértékben gazdagodott a vegyi elemzés eszköztára. Új elemzési módszerek lettek kidolgozva, köztük a szerves anyagok mikroanalízisének módszere (*F. Pregl*).

Óriási fejlődésen ment keresztül a szerves szintézis. Különösen nagy jelentőségűek azok a kutatások, melyek a szerves színezékek, hidroaromás vegyületek (*A. von Baeyer*), aliciklusos anyagok (*O. Wallach*), szintetikus benzinek előállítására irányultak. Nagy szerepet kaptak a szerves szintézis folyamataiban a *Grignard*-reakció, a nagy nyomást alkalmazó *Bosch- és Bergius*-féle vegyipari eljárások, valamint a *Sabatier*-féle katalitikus hidrogénezési módszer.

A szerves kémikusok e periódusban gondolták át és fejlesztették tovább azokat a klasszikusnak mondható kutatási eredményeket, amelyeket a szénhidrátok, a purincsoportokat tartalmazó vegyületek tanulmányozása során kaptak (*E. H. Fischer, A. Harden, H. von Euler-Chelpin*). Behatóan kutatták a klorofillt (*R. Willstätter*), az epesavakat (*H. Wieland*), a szterineket (*A. O. Windaus*) és a nemi hormonokat (*A. F. J. Butenandt*). A XX. sz. első korszakában fedezték fel a sejten kívüli fermentációt (*E. Buchner*), kutatták a cukrok fermentációját, miközben aktívan tanulmányozták az enzimek természetét (*A. Harden*). Nagy figyelmet fordítottak a vér és a növények színezőanyagainak szerkezeti vizsgálatára, szintetizálták a hemint (*H. E. Fischer*). Behatóan tanulmányozták a szénhidrátokat, karotinoidokat, felfedezték az A-, B₂-, C-vitaminokat (*W. N. Haworth, P. Karrer, Szent-Györgyi A.*). Aktívan kutatták a polimetiléneket és a bonyolultabb összetételű terpéneket (*L. S. Ruzicska*).

Megkezdődött az óriásmolekulájú vegyületek szintézise, tanulmányozása és széles körű alkalmazása (*H. Staudinger, L. H. Backeland*).

A kémia fejlődésének ezen szakaszában dolgozták ki a tápanyagok kémiáját, s a takarmányok konzerválásának eljárásait (*A. I. Virtanen*).

A második világháborút követő időszakban az elméleti kémiában újabb kimagasló elméletek láttak napvilágot a kémiai kötés természetének magyarázatára, amelyeket eredményesen használtak fel az összetett vegyületek szerkezetének meghatározása során (*L. C. Pauling, R. S. Mulliken*). Nagymértékben fejlődik a kémiai termodinamika, különösen az irreverzibilis folyamatok termodinamikája (*L. Onsager, I. Prigogine (prigozin)*). Kutatják a vegyi anyagok viselkedését extrém körülmények között, különösen alacsony hőmérsékleteken (*W. F. Giaque*). Megkülönböztetett figyelmet fordítanak a vegyészek a kémiai kinetika kutatására. E területen a főbb kutatási irányvonalak: a kémiai reakciók mechanizmusának vizsgálata, a kémiai láncreakciók tanulmányozása (*Ny. Ny. Szemjonov, C. N. Hinshelwood*), illetve a szupergyors reakciók lefolyásának megfigyelése (*M. Eigen, G. Porter*).

A kémiai elemek a transzurán elemekkel gyarapodtak (*E. M. McMillan, G. Th. Seaborg*).

Újszerű elválasztási és kutatási eljárásokat dolgoztak ki. Ezek közé sorolhatók a elektroforézis (*A. W. Tiselius*), a kromatográfia különböző fajtái (*J. P. Martin, R. L. M. Synge*), a polarográfia (*J. Heyrovsky*), a jelzett atomok felhasználása (*Hevesy Gy.*), közöttük a szén-14 izotóp alkalmazása különféle tárgyak korának meghatározására (*W. F. Libby*).

A szerves kémiában aktívan szintetizálták és kutatták az óriásmolekulájú vegyületeket (*H. Staudinger, K. Ziegler, G. Natta, P. J. Flory*).

Széleskörűen elterjedt a szerves szintézis művészete (*R. B. Woodward*). Kidolgozták a dién-szintézist (*O. Diels, K. Alder*), az egyszerű telítetlen szénhidrogénekből való makromolekula-szintézist katalitikus polimerizációval (*K. Ziegler, G. Natta*). Megalkották a komformációs analízist (*D. H. R. Barton*), megfejtették számos biológiailag fontos objektumnak: egyes polipeptideknek és fehérjéknek (*M. F. Perutz, J. C. Kendrew, F. Sanger*), a penicillenek és különböző vitaminoknak, köztük a B₁₂-nek (*D. M. Crowfoot-Hodgkin*) és egyéb molekuláknak a szerkezetét.

Kutatták a kén biológiailag aktív szerves vegyületeit, megvalósították a polipeptid-hormon szintézisét (*V. du Vigneaud*), felfedezték az enzimek kristályosodási jelenségét (*J. B. Summer*), tiszta állapotban állítottak elő enzimeket és vírus-fehérjéket (*J. H. Northrop, W. M. Stanley*). Tanulmányozták a nukleotidokat és a nukleotid-koenzimeket (*A. R. Todd*), felfedezték az első cukornukleotidot, vizsgálták funkcióját a cukor átalakulásának folyamataiban, valamint a bonyolult összetételű szénhidrátok bioszintézisében (*L. F. Leloir*).

Azonban a korszak legnagyobb tudományos vívmánya a nukleinsavak molekulaszervezetének meghatározása és az élő szervezetekben való információátadási szerepük kiderítése (*F. H. Crick, J. D. Watson, M. H. F. Wilkins*).

E periódusban tanulmányozták az olyan biológiailag jelentős növényi termékeket, mint az alkaloidák (*R. Robinson*), valamint a szén(IV)-oxid növényekben végbemenő asszimilációjának folyamatát (*M. Calvin, D. J. Arnon*).

A kémia fejlődésének e második szakaszában találták fel a tranzisztort, a masert, a lézert, kezdték intenzíven alkalmazni a kémiai kutatásokban az elektronikus számítógépeket. Ezek és más találmányok aktívan serkentették a félvezetőanyagok, ferroelektromos, piroelektromos, piezoelektromos, mágneses, lézer, akusztóoptikai, nemlineáris optikai és más speciális tulajdonságú funkcionális anyagok aktív kutatását, előállítási módszereik kidolgozását mind a szervetlen, mind a szerves kémiában.

Most pedig tekintsük át, milyen fontos eredményeket ért el a kémia a XX. század harmadik szakaszában, amikor beállt a gazdasági megtorpanás.

Domináló irányzatok voltak az irreverzibilis folyamatok termodinamikájának intenzív fejlesztése, különösen a disszipatív struktúrák elméletének kidolgozása (*I. Prigogine* (*Prigozsin*)), a molekulák és szabadgyökök elektronszerkezetének és sztereokémiájának megismerése (*G. Herzberg*), a kémiai kötéselmélet további fejlesztése, különösképpen a boránokban fellelhető banán-kötések elméletének kidolgozása (*W. N. Lipscomb*).

Eredményesen fejlesztették tovább a kémia új ágazatát, a vegyi reakciók dinamikáját (*D. R. Herschbach, J. Ch. Polányi, J. Lee*).

Felfedezték az anyagkutatás új módszereit, melyek közül különös figyelmet érdemel a krisztallográfiai elektronmikroszkópia módszere, amely felderítette a biológiailag fontos *nukleinsav-fehérje komplexek* struktúráját (*A. Klug*). Kidolgozták a kristályszerkezetek megfejtésének közvetlen röntgenológiai módszerét (*J. Karle, H. A. Hauptman*). Megfejtették számos bonyolult összetételű fehérje-, nukleinsav- és más molekulák szerkezetét. Meghatározták a fotoszintetikus reakcióközpont háromdimenziós szerkezetét (*J. Deisenhofer, H. Michel, R. Huber*).

Kifejlesztették a spektroszkópia újabb, korszerűbb módszereit: a nagyfelbontású NMR-spektroszkópiát (*R. R. Ernst*), illetve a femtoszekundum felbontású spektroszkópia módszerét (*A. Zewail*).

A kutatók behatóbban tanulmányozták a kémiai folyamatot (*K. Fukui, R. Hoffmann*). Új aktivációs elméletek jelentek meg, tanulmányozták az elektronátadással járó reakciók mechanizmusát (*R. A. Marcus*), különösen a fémkomplexek reakciómechanizmusát (*H. Taube*). Gyümölcsöző volt a kemiozmotikus elmélet megjelenése, amely megmagyarázza a biológiai energia átvitelének folyamatát (membránok) (*P. D. Mitchell*).

Jelentős lépés történt a szerves molekulák és reakciók sztereokémiájának kutatásában: részletesen tanulmányozták a fermentatív katalízis reakcióinak sztereokémiáját (*J. W. Cornforth, V. Prelog*).

A szervesetlen kémiában gazdagodott a szén allotrópiájáról alkotott szemlélet. *H. Kroto, R. Curl és R. Stalley* előállították és részletesen tanulmányozták a szén negyedik módosulatát – a fullerént (buckyballt, C_{60}).

Kidolgozták a bőr- és foszfortartalmú szerves vegyületek előállításai módszereit (*H. Ch. Brown, G. Wittig*), a polipeptidok és fehérjék szilárd hordozón történő szintézisének metodológiáját (*R. B. Merrifield*). Kifejlesztették a szerves szintézis általános elméletét és metodológiáját (*E. J. Corey*).

Fontos eredményeket értek el azon intermediátok – karbokationok – kiderítése és stabilizációja terén, amelyek a szénhidrogének különböző vegyi reakciói során keletkeznek (*Oláh Gy.*).

Széleskörűen fejlődött az elemorganikus (fémorganikus) vegyületek kémiája (*E. O. Fischer, G. Wilkinson, A. Ny. Nyeszmejanov*). Ezen vegyületek száma rendkívül gyors ütemben növekszik.

Intenzíven fejlődött ezen korszakban a műanyagok és makroheterociklusos vegyületek kémiája (*P. J. Flory, V. A. Kargin, J. Sz. Lipatov*). Rájöttek, hogy számos makroheterociklusos vegyület képes szelektív módon *gazda-vendég* típusú komplexeket alkotni (*Ch. J. Pedersen, D. J. Kram, J. M. Lehn*). Jelentős eredmények születtek az enzimek és nukleinsavak kémiájának fejlődése során (*Ch. B. Anfinsen, S. Moore, W. H. Stein, P. Berg*). Sikerült pontosítani azt az enzimmechanizmust, amely az ATP létrejöttében játszik szerepet (*J. Skou, P. Boyer, J. Walker*). Felfedezték az RNS fermentatív aktivitását (*Th. R. Cech, S. Altman*).

Nagy eredménnyel gazdagodott az oligonukleotidokat felhasználó helyspecifikus mutagenézis-módszer, amelyet a fehérjék kutatása során használnak fel (*K. Mullis, M. Smith*). Felfedezték a polimeráz láncreakció módszerét (*M. Cary*).

Előállítottak számos elektromosan vezető szerves polimert, amelyeket széleskörűen alkalmaznak a gyakorlatban (*A. J. Heeger, A. G. MacDiarmid, Hideki Shirakawa*).

A kémia fejlődésének ezen szakaszában fedezték fel a magas hőmérsékletű szupravezetőket, amelyek között az összetett oxidok dominálnak (*J. G. Bednorz, K. A. Müller; C. W. Chu*). Mindez jelentős mértékben forradalmasította a szupravezetés jelenségéről alkotott elképzeléseinket és serkentette a szupravezető anyagok kutatását a szerves és szervetlen anyagok között.

Századunk utolsó évtizedeiben előtérbe kerültek a környezetvédelem kémiai problémái. E téren a legkimagaslóbb eredményt *P. Crutzen, F. S. Roland és M. Molina* érték el, akik tüzetesen tanulmányozták az atmoszférában levő ózon keletkezésének és bomlásának vegyi folyamatait.

A XX. század végén *W. Kohn és J. Pople* az USA-ban kidolgozták a kémiai vegyületek és kémiai folyamatok vizsgálatának hatékony számítógépes módszerét, amelynek fejlesztése nagyon ígéretes a kutató vegyész számára.

Biológia

A XX. század a biológiai tudás óriási haladásával, a biológia szerepének viszonylagos és abszolút növekedésével tűnik ki. A biológia nagy sikerei e században, amelyek meghatározták átalakulását leíró tudományból főleg kísérleti és egzakt tudománnyá, amely fel van vértvezve a kutatás legmodernebb módszereivel és műszaki eszközeivel szorosan összefügg a fizika, a kémia és a műszaki tudományok vívmányaival. Ugyanakkor ezek a sikerek a biológia problémái törvényszerű fejlődésének eredményei.

A XX. században jelentős mértékben megerősödött a biológiai tudományok differenciálódásának folyamata. Ezt a folyamatot a specializálódás elmélyítése kísérte. Ennek eredményeként egyre-másra jelentek meg az új tudományágak: a genetika, a molekuláris biológia, a radiobiológia, a citológia, a hisztológia, a virológia, az etológia, a fejlődés biológiája stb. Ezen tudományágak keretei között új diszciplínák, új ágazatok és irányzatok jöttek létre. Így a genetikában például megjelent a radiációs, molekuláris, populációs, evolúciós, orvosi genetika, a mikroorganizmusok genetikája stb.

Ez a differenciálódási folyamat napjainkban is folytatódik, a XXI. század első évtizedében.

Már a XX. sz. elején észrevették, hogy az életfolyamatok – anyagcsere, energiacsere, légzés, az öröklődési információ átadása

és realizálása – a szervezetekben a sejten belüli és molekuláris szinten végbemenő folyamatokkal vannak összekapcsolva. Azonban a 40-es évekig ezen folyamatok közvetlen analízise majdnem lehetetlen volt, mivel hiányoztak a megfelelő technikai eszközök, és a biológiai tudományok elég fejletlenek voltak.

Az 1929–1935-ös évek a *genetika* szovjetunióbeli diadalmennével kapcsolódnak össze. A növény-nemesítés és a genetika elsőrendű tekintélye *Nyikolaj Ivanovics Vavilov* (1887–1943) volt. A szovjet növény-termesztés, a növénysejttan és a genetika legnagyobb erői és ifjú tudósok sokasága gyűlt össze Vavilov körül. Az 1935-ben kiadott háromkötetes munka – *A növény-nemesítés elméleti alapjai* – mintegy e kiváló tudós és munkatársai elmékedéseinek eredményeként született meg. A genetika XX. századbeli fejlődésének története e tudomány kiváló tudósainak, az igazság bajnokainak ragyogó seregét ismeri. *Ny. I. Vavilov, Ny. K. Kolcov, Sz. Sz. Csetverikov, A. Sz. Szerebrovskij, Ju. A. Filipcsenko, G. D. Karpecsenko, G. A. Levitszkij, Ny. P. Dubinyin* és mások tartoztak közéjük. Mindegyikük hatalmas mértékben gazdagította e tudományt.

A 40-es évek második felében – azaz az általunk alkalmazott periodizáció második időszakában kezdtek a tudósok behatolni az élettevékenység elemi folyamatai kutatásának azon területére, ahol valójában már minden molekuláris szinten megy végbe. Így született a *molekuláris biológia*. Ez a tudomány a biokémiából nőtt ki, rohamos fejlődése 1953-ban kezdődött, amikor *J. Wattson* és *F. Crick* felfedezték a DNS-molekula kettős spirálját. Azonban már 1944-ben *O. Eivery* munkatársaival rájött, hogy a DNS az öröklődési információ hordozója.

A molekuláris biológia kutatási objektumai a vírusok, bakteriofágok, sejtek és azok szervei, a makromolekulák (fehérjék, nukleinsavak).

A molekuláris biológia legnagyobb eredményei: egyes fehérjék struktúrájának megfejtése, szerkezetük és funkcióik közötti kapcsolat kiderítése (*M. Perutz, J. Kendrew, F. Sanger, K. Anfinsen*), a nukleinsavak és riboszómák szerkezetének és biológiai funkciójuknak meghatározása (*J. Watson, F. Crick, R. Holly*), a genetikai kód megfejtése (*M. Nirenberg, Sz. Ocsa*), a fordított transzkripció felfedezése (*H. Temin, D. Baltimor*), a fehérjemolekula bioszintézise alapvető szakaszai mechanizmusának kiderítése (*F. Crick, F. Jakob, J. Mono*), a nukleinsavak bioszintézise alapvető szakaszai mechanizmusának megismerése (*A. Kornberg, Sz. Ocsa*), a vírusok struktúrájának és replikációjuk mechanizmusának megfejtése, a génsébsznet módszereinek kidolgozása (*P. Berg, V. Arber, G. O. Smith, D. Natans*), a gén szintézise (*H. Korana*).

A molekuláris biológia eredményei hozták létre a biokémiai embriológiát, amely a növekedés szabályozásának vegyi alapjait tanulmányozza, a biokémiai (molekuláris) genetikát, a radioökológiát.

A században a hagyományos tudományos ágazatokban is nagy elméleti és gyakorlati jelentőségű eredmények születtek. Így a viláeg *fiziológiai* tudományában korszakalkotó felfedezéseket tett a század elején *Ivan Petrovics Pavlov* (1849–1936), aki tudományos alapokra helyezte az emésztés fiziológiáját, felfedezve a feltételes reflexet és megalkotta a központi idegrendszerrel szóló tanítását. *Leon Abgarovics Orbeli* (1882–1958) és *P. K. Anohin* az idegrendszer funkciói evolúciójának törvényszerűségeiről és a viselkedés fiziológiai mechanizmusairól eredeti összefoglalásokat írtak.

Nem kisebb jelentőségűek voltak a növényfiziológia eredményei, különösen a fotoszintézis kémiai mechanizmusának tanulmányozása terén elért eredmények, amelyek kimutatták a pigmentek, s elsősorban a klorofill fontos szerepét, amelyet sikerült szintetizálni (*M. Sz. Cvet, Richard Willstätter, V. N. Lyubimenko, G. Fischer, G. Strain, V. M. Mennig, F. Blackman, G. Matten, O. Warburg, Ch. Wiland, F. Weigert, K. B. Van-Niel, G. Gaffon, L. Arnon, A. A. Nicsporovics, G. L. Kornberg, G. A. Krebs, Szent-Györgyi Albert*). E téren jelentősek voltak a növények növekedése és fejlődése fiziológiájának kutatása, a növényimmunitás elméletének megalkotása.

A molekuláris biológia eredményei hatással voltak a hagyományos biológiai tudományágak kutatási problémáira és gyakran kölcsönösen gazdagították egymást. Így például a morfológia és a biokémia között szorosabb lett a kölcsönös kapcsolat.

Az optikai mikroszkópok és az elektronmikroszkóp alkalmazása jelentős mértékben gazdagították a *morfológiát*. Felfedezték a sejt alkotórészeinek membrános felépítését, kiderítették a sejt alkotóelemei között fennálló szerkezeti és biokémiai kapcsolatokat (*Worren Lewis, A. Kuns, Sz. Sz. Csahotyin, Robert Chambers, F. Raspayly, L. Lison, K. Bensley, D. Glick, J. Gomori, E. Pearce, A. Klod, G. Palada, F. Schöstrand, K. Porter*).

A sejtek anyagcseréje dinamikájának tanulmányozása során széles körű alkalmazást nyertek a „jelzett atomok” módszerei, vagyis a radioaktív izotópok és a radioautográfia nyomjelző módszerei (*Hevesy György, J. Boyd*).

A század biológiájának eredményei nagymértékben kapcsolódnak a kísérleti módszer alkalmazásához és a modellezés módszerének elterjedéséhez.

A differenciálódással párhuzamosan a század biológiájára jellemző a létező tudományágak egyre fokozódó integrációja. Az integráció alkotta meg a biokémiát, biofizikát, geokémiát, biogeokémiát, kozmikus biológiát. A biológia és a technika társításának példája a *bionika* kialakulása, amely az élő szervezetek szerveződésének és funkcionálásának elveit használja fel az új típusú műszaki berendezések, műszerek, automaták, vezérlőrendszerek megalkotásánál.

A biológia és az orvostudomány mezsgyéjén keletkeztek a parazitológia, helmintológia, patológiai anatómia, fitopatológia és az orvosi entomológia. A biológiai tudományok integrációjának eredményeképpen jött létre a 30-as években az *etológia* – az állatok viselkedéséről szóló tudomány, amelynek forrásai az ökológia, zoopszichológia és a központi idegtevékenység fiziológiája. A biológiai tudományokba széleskörűen behatolt a matematika és a kibernetika.

A molekuláris ágazatokkal párhuzamosan a biológia második pólusaként az ökológiai tudományok komplexusa fejlődött ki, amely a kutatók nagy részét köti le. Ezen kutatási területet a továbbiakban külön tárgyaljuk.

A XX. században állandó fejlődésben volt a *darwinizmus* is. Az új szemlélet szerint szubsztrátumként és az evolúció elemi egységeként nem az individuumot veszik a tudósok, hanem a populációt. Egyes biológusok szerint ez a század egyik legforradalmibb szemlélete. A populációk genetikai tanulmányozása eredményeként sikerült felfedezni az evolúció kezdeti stádiumainak alapvető törvényszerűségeit (mikroevolúció). Jelentős esemény volt *Ivan Ivanovics Schmallhausen*nek (1884–1963) a kiválasztódás új integráló formájának – a *stabilizáló kiválasztódásnak* – felfedezése.

A 30-as években megvetették az alapját az *elméleti biológiának*. Különösen jelentős volt az *E. Sz. Bauer* (1935) és *A. G. Gurvics* (1927, 1945) által megfogalmazott elv – az élő rendszerek stabil nem egyensúlyi elve.

A. A. Malinovszkij (1960) az elméleti biológia alapjaiban elsősorban a matematikai és rendszer-szerkezeti módszereket igyekszik elhelyezni. A rendszerező hozzáállás olyan módszertani kutatási irányzat, amelyik az élő rendszereket az egész és részei kölcsönhatása szempontjából kezeli. Az ilyen értelmezés példaként az élő természet szerkezeti szintjeinek koncepciója szolgál, amely a korszerű elméleti biológia egyik jelentős pillére.

A korszerű elméleti biológiában a kutatók zöme 5 alapvető szerveződési szintet különböztet meg: molekuláris-genetikai szintet, sejtszintet, ontogenetikus szintet (a szervezet szintjét), populációs-faji szintet és biogeocenotikus szintet, azaz bioszférikus szintet.

A század végére kirajzolódott a biológia általános feladata – a szervezkedés minden szintjéhez tartozó biológiai rendszerek integrálódási mechanizmusának megfejtése és ennek alapján az élet általános koncepciójának megalkotása.

Orvostudomány

A XX. század orvostudománya jelentős eredményeket ért el és nagymértékben differenciálódott. A belgyógyászatban számos új diagnosztikai módszert kezdtek alkalmazni: endoszkópiát, ultrahangos vizsgálatokat, kardiográfiát, encefalográfiát és a termikus módszereket. A sebészetben forradalmi eredmény volt a szervátültetés és a plasztikus sebészet. A kardiológiában bevezették a szívkatéterezést, a mesterséges szívbillentyűk beültetését és a szívátültetést.

Kialakult a génebészet, melynek segítségével genetikai eredetű megbetegedéseket lehet eredményesen kezelni.

Nagy eredmények születtek a citológiában és a hisztológiában, amely különösen fontos a daganatos megbetegedések diagnosztikájában és a rákkutatásban. Az utóbbi ágazatban elterjedt a kobaltágyúval és kemoterápiával való kezelés. A század végén egyre intenzívebben fejlődik az őssejtkutatás.

Próbáljuk röviden nyomon követni az orvostudomány főbb ágazatainak fejlődését a XX. században.

Az orvosok nagy része a *morfológiai tudományokat*, az *anatómiát* fejlesztette. Így *V. M. Tonkov* (1872–1954) munkatársaival Leningrádban kimutatták az artériák és vénák alkalmazkodóképességét funkcióik változó körülményeihez. *Anatómiai tankönyve* sok éven át alapvető tankönyv volt a Szovjetunióban.

V. P. Vorobjov és *B. I. Zbarszkij* a balzsamozás tudományát fejlesztették. Ők valósították meg *V. I. Lenin* holttestének balzsamozását. *G. M. Joszifov* (1870–1933) Tomszkban, majd Voronyezsben az emberi szervezet nyirok- (limfatikus) -rendszerének szerkezetét és funkcióját tanulmányozta eredményesen. Kísérletekkel igazolta a nyirokkiválás idegreflektorikus szabályozását. A nyirokrendszer tanulmányozását *M. Sz. Szpirov* kijevi professzor eredményesen folytatta.

A *hisztológiai* tudományban a szövetek evolúciójának elméletét fejlesztették Leningrádban *O. O. Zavarzin* (1886–1945) és tanítványa, *M. G. Hlopin* (sz. 1897-ben).

O. G. Gurvics (1874–1954) 1923-ban felfedezte, hogy a növények szervezete ultraibolya sugarakat bocsát ki, amely serkenti a sejtek osztódását.

Kiváló hisztrofiziológus volt *B. I. Lavrentjev* (1892–1944), aki a vegetatív idegrendszer felépítését és funkcióit kutatta. Nagy jelentőségű volt a neuronok közötti kapcsolatok – szinapszisok – szerkezetének és funkcióinak tanulmányozása. Lavrentjev bizonyította be, hogy a szinapszisok egyesítik a neuronokat egy minőségileg új kategóriába – az idegszövetbe.

A hisztokémiai módszerek segítségével *A. L. Sabadas* vizsgálta a poliszacharidok anyagcseréjét a központi idegrendszerben, *V. E. Szemenov* pedig az oxidációs enzimek elhelyezkedését a sejten.

A *patológiai anatómia* fejlesztésében nagy szerepe volt *O. I. Abrikoszov* (1875–1955) moszkvai professornak. Ő részletesen leírta a tüdőtuberkulózis kezdeti stádiumának morfológiáját. *M. M. Anicskóval* együtt nagyszerű könyvet írtak a szív és véredények patológiai anatómiájáról.

V. T. Talalajev (1886–1947) moszkvai professzor tanulmányozta a reuma okozta morfológiai elváltozásokat különböző szervekben, köztük a szívben.

M. F. Melnyikov-Razvegyonkov (1866–1937) harkovi professzor az allergikus folyamatok patomorfológiájával foglalkozott. Számos értekezést írt a belső elválasztású mirigyek morfológiájáról *P. O. Kucserenko*. Megírta az első ukrán nyelvű tankönyvet e tudományágban: *A patológiai morfológia alapjai*.

Az rosszindulatú daganatok hisztológiáját *G. L. Derman*, *Sz. L. Erlich*, *O. J. Althansen* fejlesztették.

A fiziológiában *I. P. Pavlov* és *L. A. Orbeli* (1882–1958) munkái voltak a legkiemelkedőbbek a század első felében. Számos kiváló szovjet fiziológus foglalkozott az ingernek az idegről az efektorsejtre való kémiai átadása elméletének kidolgozásával, az alapvető mediátorok természetének és hatásmechanizmusának kiderítésével.

A *vérkeringés fiziológiája* terén végzett kutatásokkal kiderítették az interoceptikus reflexek szerepét a szív-érrendszer funkcionális állapotának szabályozásában (*V. M. Csernyihivszkij*), a vérkeringés és a légzés kölcsönhatásának törvényszerűségeit (*O. I. Szmirnov*).

A vesék funkcióit és a víz-só anyagcserét az *O. G. Ginecinszkij* és *M. A. Uszjjevics* laboratóriumában vizsgálták tüzetesen.

A XX. század második felében megkezdődtek a kozmikus térség

meghódításának elméleti és gyakorlati előkészületei. Ez vezetett később a kozmikus biológia és orvostudomány fejlődéséhez.

A 40-es évek végétől 1961-ig számos kísérletet végeztek különböző állatokon, főleg kutyaon, amikor 10 perctől 22 napig terjedő időszakon keresztül a kozmikus térségben repültek és telemetrikus rendszerekkel figyelték szív-érrendszerüket, légzésüket és egyéb paramétereket.

A kutatások második szakaszában az ember már rövid ideig a kozmikus térségben repült: Jurij Gagarin 1961. április 12-én a „Vosztok” űrhajóval megkerülte a Földet. Ekkor kezdődött a *kozmosz orvostudomány* is. Erre az időre már megalkották az űrhajós bioelektromos ellenőrzésére szolgáló kutatórendszert.

1964. augusztus 12-én a repülésben részt vett az első űrhajós-orvos – *B. Jegorov*. Hamarosan bebizonyosodott, hogy a huzamosabb ideig tartó repülés után a Földi körülményekhez való alkalmazkodás bizonyos nehézségekkel és a fiziológiai rendszerek feszültségével jár.

A harmadik szakaszban már az orvosi kutatás a huzamos ideig tartó orbitális állomásokon való repülés hatását vizsgálta. Ezen repülések alatt már lehetőség nyílt orvos-biológiai vizsgálatokat végző különböző műszerek és berendezések elhelyezésére az űrállomáson.

A kozmikus orvostudomány kiváló kutatói voltak: *O. G. Gizenko, V. V. Parin, N. M. Szipjakin, V. M. Csernyhivszkij* és sokan mások.

Számos nagyszerű felfedezés született a *biokémiában*. Tekintélyes biokémikus volt *Olekszij Mikolajovics Bach* (1857–1946), aki az oxidációs folyamatok híres kutatója volt. Ő teremtette meg a biológiai oxidáció peroxidelméletét, kidolgozta az enzimek kutatásának kísérleti módszereit, megmutatta, hogyan lehet az enzimfolyamatokat a kívánt irányba terelni.

Ukrajnában a biokémia fejlődésében nagy érdemei voltak *Olekszandr Volodimirovics Palladinnak* (1885–1972). Világhírűvé váltak kutatásai az izomszövet biokémiája és az idegrendszer funkcionális biokémiája terén. *V. O. Engelhardt* és *M. M. Lyubimova* az 1939–42-es években bebizonyították, hogy az izmok fehérjéje – a miozin – az adenzintrifoszfátja enzim tulajdonságaival rendelkezik, felbontja az ATP-t és mechanikai változásokkal reagál erre.

Az *orvosi genetika* a 20–30-as években kezdett kialakulni. Az első kutatói e tudományágnak *M. K. Kolycov, Sz. G. Levita, Sz. M. Davidenkov* voltak.

A kromoszóma betegségek citogenetikájában új diagnosztikai módszereket dolgoztak ki, amelyek a kromoszómák azonosítását szolgálták. Kutatták a kromoszóma-mutációk kialakulásának törvényszerűségeit

(*A. A. Prokofjeva-Belygovszka, E. F. Davidenkova, E. E. Pogoszjanc*). A kísérleti genetikában a laboratóriumi állatkísérletek segítségével nagyszemű eredményeket értek el az immunogenetika, az örökletes betegségek és a kromoszóma-patológia terén.

A *molekuláris biológiában* nagy eredményeket értek el a sejten belüli struktúrák képződési folyamatainak és működési folyamatainak megértésében.

A *korszerű patológiai fiziológia* az elszigetelt szerveken való heveny kísérletekről áttért a krónikus és az egész szervezet körülményei között lezajló kísérletek megvalósításához.

O. D. Szperanszkij akadémikus munkatársaival kidolgozta az idegrendszer szervező szerepének elméletét a patológiai folyamatok keletkezésében, fejlődésében és következményeiben. Ezen elméletből kiindulva, Szperanszkij kifejtette elgondolásait a gyulladások, infekciók, immunitás, a szervezet reaktivitásának, a daganatok fejlődésének kérdéseiben.

Ilja Iljics Mecsnyikov (1845–1916) orosz biológus és patológus, az összehasonlító patológia, az evolúciós embriológia és az immunológia egyik megteremtője Szentpéterváron, majd Párizsban dolgozott. 1883-ban felfedezte a fagocitózis jelenségét, 1901-ben megfogalmazta az immunitás fagocitáris elméletét. Sokat foglalkozott gerontológiával.

Az anyagcsere patológiai fiziológiájában nagy szerepe volt a *J. Sz. London* (1868–1939) által kidolgozott angio- és organosztómia módszereknek.

M. M. Anyicskov és *Sz. Sz. Halatov* munkái megalapozták az ateroszklerózis patogenézisét. Ők kísérletileg vizsgálták az ateroszklerózis keletkezési mechanizmusát exogén koleszterin hatása alatt.

A kísérletekben és klinikai gyakorlatban alkalmazott beültetett elektródák és a mikroelektródtechnika (*P. G. Kosztyuk, N. P. Bechtere*v) kiszélesítették az ember pszichikai tevékenységének neurofiziológiai mechanizmusáról alkotott ismereteit.

Jelentős eredményeket értek el a daganatok patogenézisének kiderítése terén. *M. M. Petrov* majmokon végzett kutatásai a kancerogenezis tanulmányozásában nagy publicitásnak örvendett. *L. F. Larionov* vegyészekkel együtt szintetizálták az első daganatelleni gyógyszereket (novembihin, dopán, szarkolizin).

A *mikrobiológiában* számos munka irányult a mikrobák változásainak és örökletességének problémájára. *M. F. Gamalija, G. A. Nadson, V. D. Timakov* bebizonyították, hogy különböző környezeti tényezők és az antibiotikumok hatása alatt megváltoznak a mikrobák örökletességi tulajdonságai.

Az *epidemiológiában* nagy eredmény volt a járványok természetes forrásáról (biocenozisról) szóló tanítás kialakulása. Ezen a téren eredményesen dolgozott *J. N. Pavlovskij* (1884–1965), aki 160 komplex expedíciót szervezett és valósított meg a járványok kialakulásának kutatása céljából.

B. V. Tokin felfedezte a fitoncidákat – a növényi eredetű mikrobaellenes anyagokat.

A *helmintológia* kialakulásában nagy szerepe volt *K. I. Szkrabin* (1878–1972) szovjet akadémikusnak és munkatársainak.

Óriási fejlődésen ment keresztül a *kardiológia*.

A szívbillentyűk működési zavarait a Szovjetunióban már a század 20-as éveiben eredményesen kezdték gyógyítani. A szíven végzett operációk prioritása *O. M. Bakulev* (1890–1967), *J. N. Mesalkin*, *P. A. Kuprianov*, *O. O. Visnyevskij*, *B. V. Petrovskij* nevéhez fűződik.

Az első pacemakert 1950-ben építették be betegeknek az USA-ban. 1992-ben az Egyesült Államokban már 113 000 pacemakert építettek be.

A koronáris *bypass* sebészet 1967-ben indult el szintén az USA-ban. 1992-ben már 468 000 *bypass* beavatkozást végeztek az Egyesült Államokban.

Az első sikeres *szívátültetést* (transzplantációt) a dél-afrikai sebész, *Christiaan Barnard* végezte el 1967-ben, a 18. napon a paciens meghalt, de hamarosan az ilyen típusú műtétek sokkal eredményesebbek lettek. Ukrajnában híres kardiológus és szívsebész volt *M. M. Amosov* (1913–2002) akadémikus.

Nagy érdemei vannak a század sebészeinek a plasztikus sebészet kialakításában. *M. O. Bogoraz* (1874–1952) professzor először jelentette meg könyvét e tudományágról. Egész korszakot jelentett a *Volodimir Petrovics Filatov* (1875–1956) által bevezetett bőrplasztika módszere.

Mikola Nilovics Burdenko (1876–1946) akadémikus az idegsebészet egyik kialakítója volt.

A *szemészet* (*oftalmológia*) kialakulásában nagy szerepe volt *L. L. Hirschmann* (1839–1921) harkovi professzornak, aki a trachoma kutatója volt. Népszerűsége olyan nagy volt, hogy külön laboratóriumot építettek neki, amely később – 1930-ban – Szemészeti Tudományos Kutató Intézetévé fejlődött.

V. P. Filatov odesszai szemészprofesszor eredményesen ültetett át szaruhártyát holttestekről, kidolgozta a szövetterápia módszerét a szemészetben.

Vesalius a XVI. század elején sorban felfedezte az endokrin mirigyeket, de működésüket hosszú ideig homály fedte. Bizonyos ködös elgondolások alapján ugyan szervterápiákat alkalmaztak. Az első igazán értékes megállapítást Theofil Bordeaux tette, aki XV. Lajos udvari orvosa volt. Ő vetette fel azt a gondolatot, hogy nélkülözhetetlen lehet valamely szervben termelt anyag más szervek működéséhez, és ezeket a vér és nyirokkerin-gés szállíthatná a termelés helyéről a többi szövethez. Bordeaux ezzel tehát megteremtette lényegében véve a *belső elválasztás* tanát. Az említett anyagok – a hormonok voltak. Maga a „belső elválasztás” kifejezés Claude Bernardtól származik (1855). Az *endokrinológia* születésnapja hivatalosan 1889. május 31. E napon számolt be a 72 éves Brown-Sequard önkísérleteiről a párizsi biológiai társaság ülésén. Előadta, hogy saját magának bikahere kivonatot adott be, és hatására testileg és szellemileg újjászületett. A hallgatóság egy része gúnyosan fogadta a beszámolóját, de eredményei érdeklődést keltettek világszerte. Ez az eset felhívta a figyelmet a mirigyvádékokra. A XIX. század végén sorban fedezték fel az egyes mirigyeket, és a XX. században, különösen az 1920-as évektől kezdődően a biokémia fejlődésével az endokrinológia hatalmas lendületet vett.

1914-ben *Kendall* kristályosan állította elő a pajzsmirigy hormonját, a tiroxint.

Evans és *Long* 1921-ben elülső lebenykivonattal fiatal állatokon jelentékeny növekedést tudott létrehozni, és így kísérletesen igazolta a növekedési hormont. Ugyanezen évben *Banting* és *Best* előállították a hasnyálmirigy által termelt inzulint.

A mellékvesekéreg működését szabályozó adrenokortikotrop hormont (ACTH) *Li* és munkatársai 1942–43-ban állították elő.

1937-ben *Reichensteim*ek sikerült az első kéreghormont, a DOCA-t előállítani; ezzel már nemcsak a mellékveséjük irtotta állatokat tudták életben tartani, hanem a mellékvese pusztulásán alapuló Addison-kóros betegek eredményes kezelése is lehetővé vált. A következő jelentékeny lépést érdekes módon a második világháború eredményezte. 1941 őszén Amerikában az a rémhír terjedt el, hogy a németeknek van egy mellékvesekéregből előállított hormonjuk, ami fantasztikus teljesítményekre teszi képessé a pilótákat. Ezért felszólították a hormonkutatással foglalkozó tudósokat, próbáljanak ők is ilyesmit előállítani. Mivel a mellékvese igen kicsiny szerv, próbálkozásaitak a már előbb említett DOCA kismértékű kémiai átalakításával kezdték. Az így nyert anyagokat az ABC betűivel jelölték, és így jutottak el *Hench*,

Kendall és Sarett az E anyagig, vagyis a kortizonig. 1948-ban krónikus izületi betegeken a kortizont kipróbálták és nagyszerű eredményeket értek el. Ezután a szintetikus előállítás problémája maradt hátra, de nemsokára azt is megoldották.

A XX. században derült ki, hogy a nők petefészké háromféle hormont termel: az ösztrogéneket, a progeszteront vagy sárgatest hormont és minimális mennyiségben androgéneket. Az ösztrogéneket *Butenandt* 1928–32-ben, *Doisy* 1935-ben fedezte fel és állította elő őket. A progeszteront ugyancsak *Butenandt* fedezte fel 1934-ben és állította elő kristályos formában. Az andoszteron elnevezésű férfihormont a férfiak vizeletéből 1931-ben ugyancsak *Butenandt* állított elő, azonban 1935-ben *Laqueur* izolálta magából a heréből a jóval hatékonyabb tesztoszteront. *Ruzsicska*, *Wettstein* és *Butenandt* 1935-ben nemcsak kémiai szerkezetét tisztázták, hanem szintetikus előállításának kérdését is megoldották.

Az ókori népeknél a vér nemcsak az erő és az egészség, hanem a bátorság és a fiatalság jelképe is volt. Így érthető, hogy a győztes hadvezér megitta ellenfele véré. Ovidius *Átváltozások* című könyvében megírja, hogy Medea, a híres jósnő fiataloktól vett vérral akarta az aggokat újra életerőssé tenni. Mindezek azonban csak elképzelések maradtak. Felvetődött a vérátömlesztés lehetőségének problémája. Míg Harvey 1628-ban a vérkeringés lényegét fel nem ismerte, eleve kilátástalan volt minden próbálkozás. Ez a forradalmi felfedezés a kutatókat fellelkesítette. Az első állatból állatba történő vérátömlesztéseket 1667-ben végezték el. Később Denys francia filozófus Emmerez nevű segédjével végrehajtotta az első embernek adott *vérátömlesztést*. Véradóul birkát használtak. Ez a merész próbálkozás a kezdeti sikerek után nem talált megértésre. A kutatók meghurcolása és a vérátömlesztések után fellépő szövődeményektől való félelem miatt az ügy a XIX. század közepéig nem jutott előbbre. 1826-ban Blundell angol sebész-orvos ismerte fel az azóta is érvényes biológiai törvényszerűséget: embernek csak embervért lehet adni. Ezután azt tapasztalták az orvosok, hogy a vérátömlesztésben részesülő betegek egy része sokkal jobban lett, mások viszont magyarázhatatlanul rosszabbul lettek. A „vér titka” ismét megállította a fejlődést.

Egész a XX. század kezdetéig kellett várni, hogy a vérátömlesztés másik biológiai törvényszerűségét, az emberi vércsoportokat is megismerjék. *K. Landsteiner* bécsi kórboncnok 1900-ban fedezte fel, hogy a különböző emberektől vett vérsavók és vörösvértestek viselkedése alapján a vizsgált egyének három csoportra oszthatók. Ez a megfigyelés lényegében

az agglutináció jelenségére épült. Így indult fejlődésnek a *vércsoportok tana*. Decastello és Sturli már 1902-ben felfedezték a negyedik, ma „AB”-nek jelölt vércsoportot. Prágában Jansky végzett ez idő tájt szerteágazó kutatásokat a vércsoportok és a vérértömlesztés gyakorlati összefüggéseinek kiderítésére. Nemsokára kialakult a ma *Landsteiner-szabálynak* nevezett elv, mely szerint az emberek 4 csoportba (0, A, B, AB) sorolhatók. Kézenfekvő volt az a lehetőség, hogy a vérértömlesztéseket e vércsoportok figyelembevételével végezzék el. 1926-ban Bogdanov vezetésével Moszkvában nyílt meg a világ első központi hematológiai és transzfúziós intézete. Néhány év alatt kialakult a vérértömlesztési intézetek egész hálózata. E hálózatot a Nemzetközi Vöröskereszt alakította ki világszerte.

Az *ideggyógyászat* és *pszichiátria* terén számos kiváló orvos működött.

Sz. M. Davidenkov (1880–1961) híres ideggyógyász, akadémikus volt. Ő az agyi vérkeringés meghibásodásából eredő izomtonus patofiziológiájával, és a kullancscsípés okozta encephalitis kutatásával foglalkozott.

Jelentős eredményeket értek el a skizofrénia tanulmányozásában, s főleg a betegség további lefolyásának prognózisában. Tökéletesítették az alkohol általi pszichózisról alkotott tanítást, kidolgozták az alkoholizmus stádiumairól szóló elméletet, amely lehetőséget nyújt racionálisabban gyógyítani az alkoholizmust (V. O. Giljarovszkij (1876–1959), P. B. Hannuskin, V. P. Oszipov).

A XX. században alakult ki a *gerontológia* – az öregkorral foglalkozó tudományág. Görögül a *geros* öregkort, a *logos* pedig tudományt jelent. A gerontológia azonban nemcsak az öregkorral kapcsolatos ismereteket öleli fel, hanem a szervezetben végbemenő azon elváltozásokat is, melyek végül is az öregkorhoz vezetnek. A gerontológia az öregedés biológiai, orvosi és szociális vonatkozásaival foglalkozó tudomány.

Gerontológiával számos tudós foglalkozott világszerte: A. I. Lansing, M. Bürger; F. M. Burnet, L. J. Greenberg, E. J. Yunis, A. Balázs, I. Banga, J. Baló, D. Szabó, E. Beregi, L. Szilárd, I. Zs. Nagy, A. Simkó, M. Marton, E. Bazsó, M. Politzer és sokan mások.

Rohamos ütemben fejlődött a klinikai vizsgálatok módszertana. A hematológiai vizsgálatokban bevezették az elektroforézist és a kromatográfia módszereit.

A XX. század elején Paul Ehrlich (1854–1915) vegyész, orvos, bakteriológus és munkatársai számos hatékony gyógyszert állított elő,

köztük a *salvarsant* – a szifilisz gyógyszerét. Megtalálta a diftéria antitoxinját (1894). Ő a modern *kemoterápia* megalkotója.

1929-ben *Alexander Fleming* (1881–1955) angol mikrobiológus sebfertőzéseknél a gennykeltő bacilusok ellen először alkalmazta nagy sikerrel az általa felfedezett penicillint oldatban. 1940-ben két oxfordi tudós, Florey és Chain gombatenyésztéssel izolálta a penicillint, és igazolta annak baktericid hatását sztafilokokkuszokon. 1941 nyarán az USA-ban a penicillint már iparilag is előállították. Ezzel megindult az antibiotikumok intenzív kutatása. Hamarosan felfedezték és szintetizálták a sztreptomocint, kloromicetint, terramicint. 1955 elejéig már mintegy 4000féle antibiotikumot ismertek.

Párhuzamosan megindult a *gyógyszerészet* tudományának intenzív fejlődése. 1969-től az Egészségügyi Világszervezet égisze alatt kidolgozták a gyógyszerek osztályozásának tudományos rendszerét – az ATC-t (Anatomical Therapeutic Chemical classification system), amely alapján a gyógyszereket 5 kategóriába sorolják.

A világon számos gyógyszergyár működik (Kijev, Harkov, Lviv, Budapest, Debrecen). A budapesti „Richter Gedeon” RT például a központi idegrendszer gyógyszereinek előállítására szakosodott.

A modern orvostudomány alapvető elve – a *betegségek megelőzése (prevenció)*. Ennek elérése céljából a természetes, kiegyensúlyozott, egészséges életmódot kell széleskörűen propagálni a korszerű orvosnak.

Ökológia és természetvédelem

Az ökológia, azaz a környezetben az élőlények és környezetük kölcsönhatásaival és azok törvényszerűségeivel foglalkozó tudomány, amelynek csírái a XIX. században alakultak ki. Az „ökológia” szakkifejezést 1866-ban E. Haeckel ajánlotta.

A XX. sz. 20-as éveiben *Volodimir Ivanovics Vernadskij* (1863–1945) híres biológus, az Ukrán Tudományos Akadémia első elnöke kidolgozta *bioszféraelméletét*. Ő kihangsúlyozta, hogy a bioszféra egy lassan kialakult magasabb integrált rendszer, amely felöleli nem csupán az élőlények szerveződésének mindenfajta formáját, hanem a bolygónkon végbemenő kémiai és geológiai folyamatokkal való kölcsönhatásukat is.

Vernadskij bevezette a *nooszféra korszakának* fogalmát. Ő úgy vélte, hogy a bioszféra helyébe idővel beköszönt az *értelem, az ész korszaka*, amikor az ember megteremti létének és környezetének teljes harmóni-

áját. Történelmi fejlődésünk már meggyőzött minket afelől, hogy valóban nemcsak a bioszféra megmaradása szükségszerű az élet szempontjából, hanem a bioszféra és a társadalom közötti harmonikus viszonyok kialakítása és fenntartása is.

Ch. Elton (1900–1991) megfogalmazta a populációk és csoportok tanulmányozásának fő feladatait, megjelentek a populációk létszámnövekedésének és a populációk kölcsönhatásának matematikai modelljei (*V. Volterra*, *A. Lotka*), elvégezték ezen modellek vizsgálatára irányuló laboratóriumi kísérleteket (*G. F. Gause*). *A. Tensley* 1935-ben bevezette az „ökorendszer” fogalmát, 1940-ben pedig *V. N. Szukacsov* a „biogeocenózis” fogalmát.

F. Clements 1936-ban bevezette a szukcesszió (*successio*) fogalmát, mint időben végbemenő egyes biocönózisok másokkal való felváltásának folyamatát a földfelszín bizonyos területein. Azóta megkülönböztetnek elsődleges és másodlagos szukcessziót.

Az 50-es években alakul ki az általános ökológia. A kutatók fő figyelme ebben az időszakban a szervezetek és az általuk keletkezett rendszerek szerkezete közötti kölcsönhatás tanulmányozására irányul. Fejlődésnek indul a fiziológiai és evolúciós ökológia (*Sz. Sz. Schwarz*).

A 70-es években jön létre az ember ökológiája, vagy a szociális ökológia, amely az emberi társadalom és a környezet kölcsönhatásának törvényszerűségeit vizsgálja. Az ökológiai kutatásokban egyre nagyobb szerepet kapnak a mennyiségi kutatások módszerei és a matematikai modellezés.

A környezetvédelem – a természeti és mesterséges, épített környezet megóvására és épen tartására irányuló tevékenység, amelyben az 1950-es évektől egyre nagyobb az állam és a nemzetközi együttműködés szerepe. Ekkor vált nyilvánvalóvá, hogy a társadalmi önszerveződés és a piacgazdasági önszabályozás mechanizmusai nem elégségesek az emberi tevékenységek (termelés, fogyasztás stb.) környezeti terheinek kiegyenlítésére. Szükség van az állam beavatkozására a környezetvédelmi problémák megoldásának folyamatába.

1998-ban Ukrajna Legfelsőbb Tanácsa rendeletet fogadott el „Az állam politikájának fő irányzatairól a környezetvédelem, a természeti kincsek felhasználása és az ökológiai biztonság biztosítása terén”, amelyet Ukrajna környezetvédelmi állami programjának tekinthetünk.

A filozófia, tudomány, technika fejlődésének távlatai

A rész tudományos kutatást a jövőben is a *filozófiai* tájékozódás és irányvétel, a világ- és emberfelfogás fogja irányítani. A filozófia továbbra is a már átvett vagy átveendő világnézetnek lesz a kritikus-fogalmi feldolgozása.

A *matematika* intenzíven fog fejlődni továbbra is, mint az a tudomány, amely tanulmányozza a valós világ térbeli formáit és mennyiségi viszonyait. Különösen az alkalmazott matematika és a számítástechnika rohamos fejlődése vált ki majd csodálatos felfedezéseket.

A nemzetközi szakirodalomban az elmúlt években több és többféle típusú közlemény foglalkozott a *természettudományok* jövőjével. Ezekből egyértelműen kirajzolódik, hogy a kutatások legfőbb területei a jövőben a következők lesznek:

- újabb és hatékonyabb eljárások kifejlesztése korszerűbb *anyagok* (ötvözetek, kompozitok, műanyagok, kémiamátrixba ágyazott karbidok és nitridek, üvegek, fotoreziszt anyagok, fullerének, nagy hatásfokú és szelektívebb katalizátorok) előállítására;

- az energiafelhasználás optimalizálása és új *energiaforrások* kialakítása (fúziós erőművek építése, a hagyományos atomvillanytelepek biztonságának növelése, olcsóbb és hatékonyabb napelemek és szélgenerátorok építése; a katalitikus krakkolás hatékonyságának növelése; új és nagyobb hatásfokú katalizátorok kifejlesztése és alkalmazása, melyek biztosítják az üzemanyag hatékonyabb égését; a benzin gyártási technológiájának kifejlesztése, a benzinhez szerves oxigéndúsító anyagok hozzáadása; folyékony vagy abszorbált hidrogén energiaforrásként való alkalmazása; magas hatásfokú tüzelőanyag-cellák kidolgozása és speciális szerkezeti anyagok kutatása a cellák felépítésére);

- az *életfolyamatok* alapvető kémiai reakcióinak felderítése (a biológiai folyamatok elemi kémiai reakcióinak kiderítése; biológiai rendszerek modellezése; új, hatékony gyógyszerek kutatása; korszerű mezőgazdasági termékek előállítása; természeti forrásból származó biológiailag aktív anyagok izolálása; új gyógyszerek kémiai szintézise; *antisense* szerkezettel rendelkező oligonukleotidok szintézise; számítógépes gyógyszertervezés; komplex biodegradálódó polimerek kutatása; műtrágyák, gyomirtó és rovarölő szerek kifejlesztése, géntechnológia és biotechnológia fejlesztése);

- az *orvostudomány* minden egyes ágazatának fejlesztése (új diagnosztikai módszerek kidolgozása, a génsebészet, őssejt kutatás fejlesztése)

tése, a rákos megbetegedések gyógyítása, a járványos betegségek megszüntetése, az ideggyógyászat fejlesztése és az elmebetegségek sikeres kezelése);

– az *ökológiai problémák* hatékonyabb megoldása és a környezetvédelem hatékonyságának növelése (környezetkímélőbb technológiai folyamatok kidolgozása; a szennyező hulladékok és melléktermékek vegyi analízise, ellenőrzése, feldolgozása vagy megsemmisítése, biodegradálódó anyagok kifejlesztése; az atmoszférát szennyező vegyi anyagok felderítése, használatuk csökkentése, illetve betiltása, az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése, környezetkímélő energiaforrások üzemeltetése, atomerőművek építése, a globális felmelegedést gátló különböző technikai eszközök megteremtése és használata – kozmikus napernyők (napellenzők), felhőfejlesztés, kénfátyol, planktonmezők, mesterséges erdők);

– az *űrhajózás* fejlesztése (új típusú űrhajók megalkotása, a Hold és a Mars meghódítása, más civilizációkkal való kapcsolatteremtés).

Irodalom

1. Benedek I.: A tudás útja. A természettudományok fejlődése az ókortól 1900-ig. Budapest: Gondolat (Magvető). 1976, 300 o.
2. Bernal J. D.: Tudomány és történelem. Budapest: Gondolat, 1963, 847 o.
3. Biologicseszkiy enciklopedicseszkiy szlovar. Moszkva: Szovetszkaja Enciklopediya. 1986, 831 o.
4. Burzsuaaznaja filozofija XX veka. Szerkesztők: Mitrohin L. N., Ojzerman T. I., Sersenko L. N. Moszkva: A politikai irodalom szerkesztősége. 1974, 335 o.
5. Csolakov V.: Nobelevszkije premiji. Ucsonije i otkrityija. Moszkva: Mir. 1987, 369 o.
6. Dudnyikova I. I., Puskin Sz. P.: Ökológia. Kijev: Az Európai Egyetem Kiadója. 2006, 327 o.
7. Golyacszenko O., Ganitkevics J.: Isztorija medicini. Ternopilj: LILEJA. 2004, 248 o.
8. Isztorija biologiji. Sznacsala XX veka do nasih dneje. Bljaher L. J. szerkesztésében. Moszkva: Nauka. 1975, 659 o.
9. Isztorija filozofiji v kratkom izlozsenyiji. Csehről fordította Bohut I. I. Moszkva: Mislj. 1991, 592 o.
10. Lendvai L.F.–Nyíri J. K.: A filozófia rövid története. A Védáktól Wittgensteinig. Budapest: Kossuth Könyvkiadó. 1974, 270 o.
11. Matyematycseszkiy enciklopedicseszkiy szlovar. Moszkva: Szovetszkaja Enciklopediya. 1988, 847 o.
12. Mulytanovszkiy M. P.: Isztorija medicini. Moszkva: Medicina. 1967, 272 o.
13. Nyíri T.: A filozófiai gondolkodás fejlődése. Debrecen: Alföldi Nyomda. 1977, 601 o.
14. Szabó Á.–Szabó T.–Szemrád E.: A fizika és a kémia története. Nyíregyháza: Bessenyei György Könyvkiadó. 2002, 233 o.
15. Szemrád O. O., Lengyel V. G., Kohán O. P.: Isztorijá himiji. Ungvár: Patent. 2003, 207 o.
16. Verhratszkiy Sz. A.: Isztorija medicini. Kijev: Vicscsa Skola. 1983, 382 o.

Семрад Омелян Омелянович: Історія науки. Навчальний посібник. - Ужгород: ПоліПрінт, 2009, 152 с. (угорською мовою).

Методичне видання

Семрад Омелян Омелянович

Історія науки

Навчальний посібник

Відповідальний за випуск: *Козут Аттіла*

КОРЕКТУРА: *Варцаба Льдіко*

ВЕРСТКА: *Гороній Адальберт*

Здано до складання 5.10.2009. Підписано до друку 23.11.2009.