

H, h

Hagen–Poiseuille-törvények
equation (→folyadékáramlás)

Hagen–Poiseuille-egyenlet,

Poiseuille's

hajték régi szavunk, jelentése 'ránc, redő'; az angol *fold, folding* magyar megfelelője, pl. a fehérjékben előforduló ráncszerű, redőszerű formázásokat jelöli.

hajtékolás* a fehérjék térszerkezeti alakulása; így jön létre a harmadlagos szerkezet. A fehérjék zömében a hajtékolás a plazmahálózatban megy végbe.

halmaz matematikai alapfogalom, igazából nem határozható meg, esetleg az *összesség* szóval írhatjuk körül.

- A halmazoknak van metszete. Ez a közös része, azoknak az elemeknek a halmaza, amelyek mindkét halmazban benne vannak. Az A és B halmazok metszetének a jele: $A \cap B$. Például, ha 2-es és 4-es van jelen a két halmazban, akkor $A \cap B = (2; 4)$. Az \cap a metszet jele, tehát azokat az elemeket jelzi, amelyek mindkét halmazban benne vannak. A példát értelmezve az A és a B halmazban a 2-es és a 4-es van mindkettőben jelen.
- A halmazok egyesítése (unió) azoknak az elemeknek a halmaza, amelyek legalább az egyikben benne vannak. Jele: $A \cup B$. Az \cup az egyesítés (unió) jele, amely tehát azokat az elemeket jelzi, amelyeket legalább az egyik halmaz tartalmaz. Például: ha az A halmazban 1, 3, 4; a B-ben 2 és 5 van, akkor $A \cup B = 1, 2, 3, 4, 5$.
- Különbség-halmaz, például az A és B halmazok különbség-halmaza azoknak az elemeknek a halmaza, amelyek elemei az A-nak, de a B-nek nem. A ferde vonallal (/) jelezzük. Például: A / B azt jelenti, hogy a 2 és 4 eleme az A halmaznak, de nincs benne a B-ben.

halmozott másulás *ultramutation* (→génmásulás)

hamartoma szövetgöb (→szövetszaporulat)

hámbeli rák *carcinoma in situ* a hámban keletkező olyan kóros, ráksejtekre emlékeztető kinézetű sejtek, amelyek kitöltik a hámszövet egész vastagságát, de azon nem jutnak túl, nem törik át az alaphártyát. Belőle, ha átjut az alaphártyán, rák keletkezik. Kezelés nélkül is visszafejlődhet.

hámбели rákosodás olyan rákelőző elváltozás, amely nem foglalja el a hám egészét, ép hámrészek tartják. A laphám egész vastagságát nem tölti ki. Vannak ép hámsejtek az elváltozás és a hám felszíne között. A folyamat az alaphártyát nem töri át.

Két fokozatát, az enyhe és a súlyos (G1 és G2; low grade, high grade) formáját különböztetik meg. Ezek szövettani meghatározása szövetfészeségekként, sőt szervenként is egyedi, Legtöbbször nem tárgyyszerű a véleményezés, sok az egyedi megítélés; a vizsgálok állásfoglalása jelentősen eltérhet.

A hámбели rákosodásnak a nemzetközi irodalomban leginkább az *intraepithelial neoplasia* felel meg, de azzal sem teljesen azonos. Ez is önálló nevezetként kezelendő.

hámeredetű petefészekrák a petefészekben keletkező hámsejtekből létrejövő rák. A petefészekben kialakulhat rák a méhkürtből vagy a medence más területének a petefészekbe került hámsejtjeiből is. Ennek megkülönböztetése csak a fogalom szempontjából jelentős, ugyanis a saját vagy megtapadt hámsejtekből keletkező petefészekrák megjelenésében egyforma, genetikailag azonos; megkülönböztetésük az orvoslás szempontjából sem lényeges.

A petefészek, a méhkürt és a hashártya hámja azonos ébrényi eredetű, az ébrényi testüreg (*coeloma*) hámjának burjánzásából kialakult Müller-csőből származik. A Müller-csőből eredő különféle hámszövet (petevezető, méh, hüvely felső harmada, hashártya hámja) klinikailag és biológiailag is közel azonos; ekként a belőlük keletkezet rákok is. Ezt tükrözi közös eredetnevük: Müller-csői mirigyrákok (*adenocarcinomas of Mullerian origin*). Közös származásuk alapján a hámeredetű petefészekrákot, a méhkürtrákot és a hashártyarákot egy csoportba sorolják.

hámeredetű petefészekrákok szövetszerkezeti osztályozása az Egészségügyi Világszervezet (WHO) szerinti, azonos a méhkürtrákok és az elsődleges hashártyarákok szövettani osztályozásával; a WHO a hármat egy csoportba vonta. A következő csoportokat különbözteti meg:

- Savós petefészekrák
 - határeseti, alacsonyfokú petefészekrák (5%) *borderline, low-grade serous ovarian cancer (LGSOC)*
 - magasfokú petefészekrák (70–80%) *high-grade serous ovarian cancer (HGSOC)*
- Nyákos petefészekrák (3%) *mucinous cancer (MC)*
 - alacsonyfokú petefészekrák *low-grade mucinous ovarian cancer*
 - magasfokú petefészekrák *high-grade mucinous ovarian cancer*
- Savós-nyákos petefészekrák
 - határeseti, nem csoportosított, meghatározott fokozatú, áttöréses
- Méhhámszerű petefészekrák (10%) *endometrioid cancer (EC)*
 - alacsonyfokú méhhámszerű petefészekrák *low-grade endometrioid ovarian cancer*

- magasfokú méhhámszerű petefészekrák *high-grade endometrioid ovarian cancer*

- Világos sejtes petefészekrák (10%) *clear cell carcinoma (CCC)*
- Brenner-daganat (1–2%) *Brenner tumor*
- Elkülönületlen rák (1–2%) *undifferentiated cancer*

Kiegészítések:

- A hámeredetű petefészekrákok szövetszerkezete nagyon sokféle, messze nem egységes. Alapvetően négy főcsoport van (savós, nyákos, méhhámszerű és világos sejtes), a többi módfelett ritka.
- A p53-pozitív magasfokú savós, magasfokú világos sejtes és magasfokú méhhámszerű rákokat egybeveszik a *magasfokú rákok*, avagy a *HGSOC* fogalomkörébe.
- A savós-nyákos petefészekrákok külön csoportba sorolásának jogosságát többen kétségbe vonják; a méhhámszerű petefészekrák változatának tekintik őket. Nevük arra utal, hogy savós és nyákos együttes daganatok, amely nem igaz; csupán a méhnyakra emlékeztető szövetszerkezetűek.
- A határeseti rákok a petefészekrákok ~15%-ában fordulnak elő.
- Gyakorlati jelentőségű, hogy a hámeredetű petefészekrákok zöme (>95%) magasfokú savós petefészekrák.

Szöveti elkülönülés szerint két fokozatot: alacsonyfokozatú (*low-grade, low risk*) és magas fokozatú (*high-grade*) formát különít el. A WHO szövetszerkezeti felosztásába nem építi be a génhibákat, fehérjeváltozásokat.

hámnyílások *cleft openings* a méhnyak többrétegű, ritkábban az átalakuló hámjában láthatók. A mirigyhám megmaradt vagy részben kitelődött bemélyedéseinek nyílásai a hámátalakulással keletkezett laphámban, amely még az átmeneti sáv részét képezi. A nyílásokon keresztül szokásosan semmi nem látható, csak nagy néha a henger- és/vagy az átalakuló hám, máskor a nyák ürülése. A nyílásokat vastagabb laphám fogja körül, emiatt szöveti kávájuk kissé kiemelkedik. (→átalakuló hám)

haploid sejtek egykészletes sejtek (→kromoszómakészlet)

háromszögpiramis *triangular pyramid, tetrahedron (= tetraéder)* négy egyenlő háromszöggel határolt térbeli test; hat egyenes éle és négy csúcsa van. Mértani fogalom, amellyel a vegyületek térszerkezeti leírásaiban találkozunk. Az euklideszi tér legegyszerűbb téralakzata (Euclidean simplex), amely háromsíkú (3-simplex, 3sp).



hártyaátjáró fehérje^{LM*} *transmembrane protein* (→fehérje)

hashártya *peritoneum* az emberi test legnagyobb és legsokrétúbb savós hártyája, összetett működése miatt ma már különálló szervként kezeljük. A hasüreg felszínét és a szerveket borító lemeze van, a fali és a zsigeri hashártyalemez, közöttük van a hashártyaüreg. A hasüregi szervek többségét hashártya borítja, mely a fali hashártyával együtt bonyolult üregrendszert képez. Ezekben vándorolnak és tapadnak meg a hasüregi ráksejtek; előszeretettel a hashártyatasakokban, a kismedencében, valamint a folyadék felszívódási felületein, például a rekesz alatti területeken. Ezekre a részekre különös figyelmet kell szentelni a műtétnél.

A hashártya szövettanilag lényegében három részre osztható: az egyrétegű savóshám* (mesothelialis sejtsor), alatt az alaphártya található, melyet az alapszövet (submesothelium) követ. Ebben a rétegben található a hajszálerek, a sejten kívüli állomány elemei, a nyirokerek és az itt lejátszódó fontos immunfolyamatokban részt vevő nagyfaló, hízó- és kötőszöveti sejtek is. A savóshámnak is fontos szerepe van a hashártyai környezet állandóságának fenntartásában a hashártyafolyadék termelésével. Egyes sejteken parányi bolyhok is találhatóak; ezek nemcsak a felszínt növelik, hanem a folyadék keringését is elősegítik.

Tehát a hashártya első fő szerepe a hashártyai folyadék továbbításának, keringésének biztosítása. A termelt folyadék elősegíti a szervek súrlódásmentes elmozdulását is. A leírt képletek sajátos tulajdonságaikkal alkotnak elsődleges védelmi vonalat a fertőzések és a daganatok ellen. Nem elhanyagolható feladat a növekedési faktorok termelése sem, amelyeknek a sérülést követő gyors helyreállító folyamatokban van szerepük; daganatos környezetben viszont kiváló lehetőséget teremtenek a ráksejtek terjedésére.

hasonmásság *analogy* a biológiában nem közös elődtől/őstől származó két vagy több hasonló szerv (pl. a madár és a darázs szárnya: mindkettő azonos feladatra szerveződött, de nem közös eredetű), molekula vagy azok részének viszonya. Az orvostudományban a hasonmásság fogalmát leginkább a nem közös eredetű, de többé-kevésbé hasonló feladatú és/vagy szerkezetű molekulákra vonatkoztatjuk. Általában környezeti hatásra, a környezethez való hatékonyabb alkalmazkodás érdekében, de egymástól függetlenül jöttek létre (convergent evolution).

hasonmás* (biológiai) *analog* olyan nem közös eredetű szerv, molekula stb., amely szerkezetében és/vagy tevékenységében igen hasonló. Közös feladatra szerveződött.

hasonmás fehérjék* *analogous proteins* (protein analogs) szerkezetében és vagy működésében hasonló, de más-más eredetű fehérjék. Ezeket nem közös eredetű gének kódolják. (→fehérje)

hasonmás gének* *analogous genes* (gene analogs) hasonló feladatú fehérjét kódoló, de nem közös őstől származó (nem azonos gécscsaládba tartozó) gének. (→gén)

hasonmás RNS* *analogous RNA* kizárólag RNS örökítőanyagú vírusokban fordul elő. Nem közös őstől származó, hasonló tevékenységű RNS-ek.

hasonmás szervek* *analogous/analog organs* ugyanarra a feladatra szerveződött, de nem közös eredetű szervek, pl. a madarak és a méhek szárnya.

hasonmás vegyület* *analog, analogous compound* olyan vegyület, amely szerkezetében hasonlít egy másikhoz, de összetevőiben egy-két ponton különbözik: egy vagy több atom/hatócsoport más. Pl. hasonmás gyógyszerek (analog drugs): szerkezetükben hasonló, de vegyi és biológiai tulajdonságukban eltérnek. Ismerünk nukleotid hasonmásokat, ezek kicsit mások, mint a szokványos bázissorú nukleotidok, de képesek beépülni a DNS megfelelő részébe, viszont más kölcsönhatásokat létesítenek.

Hassall-testek *Hassall's corpuscles* (→csecsemőmirigy)

hastükrözés *laparoscopy* (~~laparosztopia~~) a has nagyobb megnyitása nélküli kórismézési vagy műtéti eljárás. Hosszú, néhány milliméter átmérőjű fémeszközökkel végezzük. Szokásos három ~1 cm-es eszközt vezetünk a hasüregben: egyet a köldök területén, kettőt a műtéti területnek megfelelően, de többre is lehet szükség.

A műtétet altatásban végezzük. Az eszközök bevezetése előtt, a köldöknél beszúrt tűn (Veress-tű) keresztül feltöltjük a hasüregt szén-dioxiddal; ez elválasztja a hasi szerveket, teret biztosít a műtéthez. A legvastagabb eszköz a hastükrő, amelyben fényforrás van, ez világítja meg a vizsgálandó területet. Ezt vezetjük be a köldök területén, szokásosan egy-másfél centiméteres metszés szükséges hozzá. A hastükrővel látottak képernyőn jelennek meg. A műtéti területnek megfelelően, például nőgyógyászati műtéteknél az alhas két oldalán, csőfoglatot vezetünk a hasüregbe; ezeken keresztül dugjuk be, cseréljük a szükséges eszközöket (szike, csipesz, olló stb.).

A beavatkozás végeztével eltávolítjuk az eszközöket, kiengedjük a szén-dioxidot, és a nyílásokat egy-egy öltéssel zárjuk. Ébresztés, felügyelet a szokásos módon.

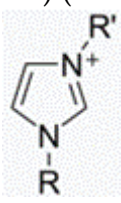
A korszerű eszközökkel csaknem minden hasműtét elvégezhető hastükrözéssel, leginkább kiterjedt hasüregi rákos elváltozásoknál kényszerülünk a has megnyitására.

Összehasonlíthatatlanul kevésbé megterhelő, mint a hasmetszés; sajátos, hogy hasműtéteknél a hasfalon végzett beavatkozás viseli meg a beteget, és nem az, ami a hasüregben történt. A beteg általában egy napon belül el is hagyhatja a kórházat.

határeseti rák *borderline carcinoma* a jó- és a rosszindulatú daganatok közötti átmeneti daganatos szövetátalakulás. Jellemzi a hámburjánzás és mérsékeltén kóros mageltérések, valamint az alapállományba való betörés (*stromal invasion*) hiánya.

hatócsoport *functional group* (~~funkciós-csoport~~) a szerves molekulának az a legkisebb része, amely meghatározza a molekulák részvételi módját a vegyi folyamatokban – egyfajta hatócsoport jóformán mindig ugyanúgy hat. A hatócsoport kizárólag elektronkötéssel fűződik a molekulához. Azt a szénatomot, amelyhez kötődik, 1-es vagy α -szénatomnak nevezzük. Egyes kisebb hatócsoportok

részei lehetnek a nagyobbaknak, pl. a karboxilcsoport (COOH) a karbonil (C=O) és a hidroxilcsoport (OH) együttese. A gyakoribb hatócsoportok a szénatomhoz kapcsolt atomok/molekulák és a kötések száma szerint:

Csak szénatomot tartalmazók	alkil ($R^1-C-C-R^2$), alkenil ($R-C=C$), alkinil ($R-C\equiv C$)
Csak szénatomot és hidrogént tartalmazók	metil ($R-CH_3$), etil ($R-CH_2-CH_3$), fenil (fenilgyűrű) ($R-C_6H_5$)
Szénatomot és halogént tartalmazók	halogenid ($R-C-F$, $R-C-Cl$ stb.)
Szénatomot és oxigént tartalmazók	
▶ szén-oxigén egyszeres kötés	hidroxil (alkoholos) ($R-C-OH$), éter (alkoxil) ($R^1-C-O-C-R^2$)
▶ szén-oxigén kettőskötés (oxocsoport)	formil ($H-C=O$), karbonil (aldehid) $\begin{matrix} R-C-H \\ \\ O \end{matrix}$, karbonil (keton) $\begin{matrix} R^1 & C & R^2 \\ & & \\ & O & \end{matrix}$
▶ szén-oxigén egyszeres és kettőskötés	karboxil $\begin{matrix} R-C-OH \\ \\ O \end{matrix}$, észter $\begin{matrix} R^1-C-O-C-R^2 \\ \\ O \end{matrix}$, foszforil $\begin{matrix} OH \\ \\ R-P-OH \\ \\ O \end{matrix}$
▶ anhidridek	karbonsavanhidrid $\begin{matrix} R^1-C-O-C-R^2 \\ \quad \\ O \quad O \end{matrix}$, vegyes savanhidrid $\begin{matrix} OH \\ \\ R^1-C-O-P-OH \\ \quad \\ O \quad O \end{matrix}$ (pl. karbonsav, foszforsav, acil-foszfát)
Szénatomot, oxigént és nitrogént tartalmazók	amido $\begin{matrix} R-C-NH_2 \\ \\ O \end{matrix}$ amino ($R-C-NH_2$), imino ($R-C=NH$), nitril (cianid) ($R-C\equiv N$)
Szén- és nitrogénatomot tartalmazók	guanidino $\begin{matrix} R-C-NH-C-NH_2 \\ \\ NH \end{matrix}$, imidazol 
Szénatomot és ként tartalmazók	szulfhidril ($R-C-SH$), tioéter (szulfid) ($R-C-S-C$), tioészter $\begin{matrix} R^1-C-S-R^2 \\ \\ O \end{matrix}$, szulfonsav ($R-C-SO_3H$), diszulfid (R^1-S-S-)

R²)

Ezeknek a hozzájuk kapcsolódó oldalláncok szerint nagyon sokféle származéka fordul elő, melyeknek a megnevezését a hatócsoporthoz és az alapszénhidrogén elnevezésének összekapcsolásával alakították ki. A biológiai hatású vegyületeknek többféle hatócsoporthoz is lehet, sőt felfoghatók a hatócsoporthoz együtteseként is, pl. hisztidin: *2-amino-3-(1H-imidazol-4-il) propánsav*, amelyben amino, imidazol és karboxil hatócsoporthoz van. A szerves vegyületek végtelen sokaságát a hatócsoporthoz szerint rendezzük osztályokba.

havibaj *menstruation* (~~havi vérzés, menstruáció~~) a méhnyálkahártya szakaszos, többé-kevésbé havonkénti lelkődése vérzés kíséretében. Oka a hormonok (progeszteron) képződésének csökkenése a sárgatest visszafejlődésének következtében. Jelzi, hogy nem történt fogamzás. Két havibaj közti idő a vérzéseköz* (~~ciklus~~).

H2Ax hiszton a H2 hiszton egyik változata, a H2A hisztoncsalád *x* tagja, amely foszforilezve γ H2AX hisztonná alakul. Az ATM, ATR és a DNA-PK is képes foszforilezni. A γ H2Ax nagyon sokféle fehérjét képes kötni, toboroz BRCT mintázattal bíró kapcsolófehérjéket. (→kromatinszerkezet)

hayflick limit →határrövidülés

hazard ratio (HR) (→veszélyhányados)

háztartásgén* *housekeeping gene* (→gén)

HE4 (human epididymis protein 4) a mellékhere szövetében határozták meg először, a hímivarsejtek érését elősegítő proteázokat gátló fehérjeként. A HE4 fehérje számos sejtfolyamatban (sejtburjánzás, sejtelkülönülés) vesz részt; a részletek nem ismertek pontosan. Szerepe van a rákosodásban: fokozza a ráksejtek tapadását, vándorlását és burjánzását. A légzőszervek és a nemzőszervek (köztük a petefészek) szöveiteiben kevés van, a petefészekrákos szövetekben viszont sok, ezért választották a petefészekrák szűrésére, de népességi szinten nem vált be.

health longevity →egészségmegőrzés

health span →éplét

Heimler-kór *Heimler syndrome* ritka, lappangó öröklődésű betegség; érzőidegi hallásvesztés, a szemideghártya károsodása és fogzománcátalomban (amelogenesis imperfecta) jellemzi. A PEX1 vagy a PEX6 gén másulása okozza.

helikáz *helicase* ATPáz működésű enzim; a hidrogénkötéssel társult bázispárokat választja szét, például a DNS-szálak szétválasztása. Minden bázispár elválasztásához 2 molekula ATP-t használ fel. A helikázok motorfehérjék: irányítottan haladnak a DNS- vagy RNS-szálon (→ATPáz, motorfehérjék)

helix *csavarodás* (→DNS, fehérje)

hem *heme* (egyéb nevek: hemeprotein, haemprotein, hemoprotein, haemoprotein, heme protein) olyan porfirinváz fehérje, amelyet a pirrolgyűrű nitrogénjei kétértékű vasionhoz (Fe^{2+}) kapcsolódva hoznak létre. (→pirrol, porfin) A vasion két szabad kötésének egyike más molekulával (globinnal [hemoglobin], katalázokkal, citokrómokkal [citokróm-450]), a másik kétatomos gázokkal (O_2 , NO, CO) kötődik. A hem képzésére minden sejt képes, legtöbb a vörösvértestekben (csontvelő) és a májsejtben keletkezik. Az energiatermecsben a szukcinil-koenzim-A és glicin egyesüléséből delta-aminolevulinsav keletkezik, amely porfobilinogénné alakul. Ebből a sejt plazmában tetrapirrollánc jön létre, ennek záródásával keletkezik a protoporfirin, amelybe az energiatermecsben a ferrokelatáz építi be a kétértékű vasiont.

A hem a lépben bomlik le: a vasion elválik, a gyűrűs szerkezet megtartásával először zöld biliverdin, majd sárga bilirubin keletkezik. A hemanyagcserét szabályozó enzimek zavarából súlyos betegségek (→sárgaság, porfiria, fényérzékenység, idegrendszeri zavarok) jöhetnek létre.

hemagglutinin kettős jelentésű:

- A vörösvértestek összecsapódását okozó anyag: glikoproteinek (vírusok köpenyfehérjéi), ellenanyagok.
- Bizonyos vírusok, például a paramyxovírusok családjába tartozók, egyes köpenyfehérjeszénhidrátjai, amelyek a gazdszervezet sajátos jelfogóihoz kötődnek, elősegítve a vírusok sejtbe jutását.

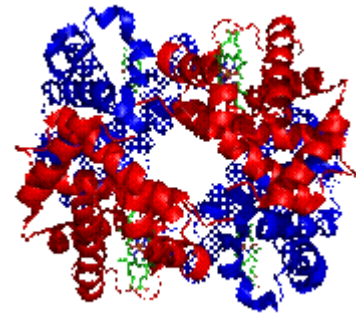
hemagglutinin-neuraminidáz **fehérjék**, **HN** **fehérjék** bizonyos vírusok köpenyfehérjéi. A HN fehérjék pontos szerepe nem tisztázott, jelenlétük azonban képessé teszi a virionokat a vörösvértestek (vvt) összecsapódására, nemcsak természetes gazdáik, hanem akár emberi vvt-k esetében is. Elősegítik a vírusok falának és a sejthártyának az összeolvadását, a vírus sejtbe jutását.

hemangio- vérérre vonatkozó előtag.

hemangioma jóindulatú érdaganat (→érdaganatok).

hemoglobin (Hb) *hemoglobin, haemoglobin, Hb* oxigénszállító fehérje, hem-vasat tartalmaz, a vörösvértestek alkotóeleme. A hemoglobin azonban nemcsak oxigént, hanem más gázt: CO, CO₂, NO stb. is képes kötni. Az oxigén nélküli hemoglobin a deoxi-hemoglobin, az oxigént kötő hemoglobin az oxihemoglobin. Ha az oxigén felvesz egy elektront a HbFe²⁺ terhére, szuperoxid-anionná (O^{-·}) válik, a HbFe²⁺ pedig egy elektront leadva HbFe³⁺-ionná alakul. Ezt nevezzük methemoglobinnak (met-Hb), amely nem képes oxigént kötni. Oxigénkötővé elektronleadással válik; az Fe³⁺-Fe²⁺ visszaalakulást a NADH-függő-met-Hb-reduktáz sarkallja: a methemoglobinból deoxihemoglobin, a NADH-ból pedig NAD⁺ keletkezik. Az oxigént kötő hemoglobin (oxihemoglobin) az R- (relaxed) állapotú hemoglobin, élénkvörös színű. Az oxigénhiányos (deoxihemoglobin) a T- (tense) állapotú hemoglobin, szederjes színű.

A hemoglobin négy, közel egyforma alegységből ($\alpha 1$ és $\alpha 2$ [kézzel jelölt rész], valamint $\beta 1$ és $\beta 2$ globin [pirosan jelölt rész]) tevődik össze. Mindegyik alegység globin fehérjével kötődött hemből épül fel; az oxigént és más gázokat a hemből lévő kétértékű vasion (Fe²⁺) köti (hem-vas; HbFe²⁺) és szállítja (hem-vas mag, zölden jelölt rész). A Fe²⁺ kötődik a hem 4 pirrolgyűrűjének nitrogénjeivel és a globin egyik hisztidin oldalláncának nitrogénjével. A hatodik kötőhelye szabad, ez köti a gázokat. A Fe³⁺-ban nincs hatodik hely, ezért nem képes oxigént kötni. A globinok nyolc α -csavarmenetből állnak, β -lemezt nem tartalmaznak. Az alegységek kettősöket alkotnak: az $\alpha 1$ a $\beta 1$ alegységgel, az $\alpha 2$ a $\beta 2$ -vel társul. A kettősök hosszanti tengely mentén egybevágóan kapcsolódnak: az $\alpha 1$ az egyikből a másik $\beta 2$ -jével; a $\beta 1$ pedig az $\alpha 2$ -vel úgy, hogy középen bemélyedés, a *központi vízvájolat** (central water cavity) keletkezik az oxigén szállítására. (Ábra forrása: Wikipédia)



Egy-egy hemoglobin tehát négy vasiont tartalmaz, ezért négy oxigén megkötésére képes. Az Fe²⁺ az oxigént megfordíthatóan, gyenge kötéssel kapcsolja, a születés után a tüdőből a szövetekhez szállítja, amelyekben leadja.

A hemoglobin szerkezete függ az oxigénellátás körülményeitől: más az ébrényben, a magzatban és a születés után. Ennek alapján háromfélé: ébrényi hemoglobint (HbE, embryonic Hb), magzati hemoglobint (HbF, foetal Hb) és felnőtt hemoglobint (HbA, adult Hb) különböztetnek meg – ezek a globin összetevőjükben térnek el. A magzati hemoglobin, a HbF $\alpha 1$ -, $\alpha 2$ -, $\gamma 1$ - és $\gamma 2$ -globinból áll, az oxigénkötő hajlama nagyobb, mint a HbA-jé. A deoxi-HbF az anyai oxihbA tól kapja az oxigént a méhlepényben, és szállítja a magzati keringésben. Az ébrényi hemoglobinnak két formája ismert a Gower-hemoglobin-1, amely két dzéta és két epszilón globint ($\zeta 2$, $\epsilon 2$) tartalmaz, és a Gower-hemoglobin-2, amelynek két alfa és két epszilón globinja van ($\alpha 2$, $\epsilon 2$). Az ϵ - és a ζ -globin az ébrényi globin, az ébrény szikzacskójában képződik. Ismert még ritkán előforduló másféle hemoglobin is, ezek is a globinokban különböznek, pl. a

HbA2 (α_2, Δ_2), HbH, amely génmáslások következtében kialakuló kóros hemoglobin stb.

A hemoglobin a vörös csontvelőben képződik a vörösvértestek érése során; az előregedett vörösvértestek szétesése után bilirubinná alakul, a vasiont pedig a transferrin fehérje köti és a keringéssel a csontvelőbe szállítja újrafelhasználásra.

Az oxigén felvétel-leadás meghatározó szabályozója a BPG (2,3-bifoszfo-glicerát), amely térszabályozó, kötőhelye a központi vajúlatban van, a négy globulinlánc együtt alakítja ki, nyolc sókötés rögzíti. A hemoglobinhoz kötődve csökkenti az oxigénfelvevő képességét, így segíti elő az oxigén leadását. A BPG a glikolízis mellékterméke. Mennyisége magaslaton növekszik, miként idült tüdőtágulatban is. Egy hemoglobin egy BPG-t köt, a kötőhelye a hemoglobin T-állapotában válik szabaddá. Egyszerre oxigént és BPG-t kötő hemoglobin nem lehet.

hemorrhage (→vérzés)

hengeres mintavétel *core biopsy* vastagtűvel végzett szövetminta vétele. Legtöbbször ultrahanggal vezérelve szúrunk meg mélyen fekvő képletet. A minta felveszi a tű alakját; ezért nevezzük hengeresnek.

hetero- (előtagként) különböző, más, vegyes ■ **heterogenous** sokrétű, sokféle (különböző részekből összetevődő), egyveleg ■ **heterogeneity** vegyesség ■ **heterokromatin** tömörödött kromatin ■ **heterolog** másféle, különböző.

heterozygous ■ heterozygous alleles *válzatmások* (→vázlat)

heterozygozity *genetikai másság** (→génvázlat)

Heuser-hártya a tápsejtek belső oldalára kivándorló, és ezáltal az elsődleges szikhólyag hámfalát létrehozó, alsó sejtekből kialakuló vékony sejtréteg.

hialuronsav *hyaluronic acid* a természetben is előforduló glükózaminoglikán, az egyetlen, amely nem tartalmaz ként, és nem a Golgi-hálózatban, hanem a sejthártyában képződik. Képlete: $(C_{14}H_{21}NO_{11})_n$. Megtalálható a bőrben, ízületekben, csontvelőben, szemben, kötő-, hám- és idegszövetben. Jelentős szerepe van az ébrény fejlődésében: gazdag hialuronsavban az érett petesejt plazmája, a magzatvíz és a szikhólyag is. A sejtfolyamatok sokaságában vesz részt: jelzések, porcosodás, szervképződés, továbbá a sejtközi állomány egyik fő összetevőjeként a sejtburjánzásban is. A sugárkoszorú sejtjei termelik, és választják ki. A sugárkoszorú sejtjei közé jutott hialuronsav megduzzad, és szétolja ezeket a sejteket egymástól, ezáltal helyet ad a közjük hatoló ondósejteknek.

hibajavítás^{SP} *proofreading* a DNS-kettőződési hibák javítási módszere, amelyet a DNS-polimeráz végez. Lényege: amikor a DNS-polimeráz nukleotidot kapcsol a DNS 3'-végéhez, azonnal ellenőrzi, hogy a megfelelő nukleotid társult-e vele. Ha nem, exonukleáz gomolyával kivágja, és a helyénvalót teszi be.

A polimeráz rendkívül pontosan másol, nagyjából 100 000 másolásra esik 1 hiba, ami nem sok. Ám, ha elgondoljuk, hogy hat milliárd bázispár van, akkor ez sejtosztódásonként 120 000, ami már nem csekély.

A DNS-polimeráznak a DNS-kettőzödést végző formáját *kettőződési DNS-polimeráznak* (replicative DNA polymerase) nevezik.

hid- →hyd-

hidro- (→hydro-)

hidrogén *hydrogen* a legegyszerűbb elem, egyetlen protonból és elektronból áll, az elemrendszer első eleme. A hidrogén protonja kicsi, ezért a pozitív töltése kifejezett, hiszen a töltés jóval kisebb felületen oszlik el, mint a nagy protonoknál. Szabványos nyomáson és hőmérsékleten a hidrogén molekula formájában (H₂) van jelen, mint színtelen, szagtalan, íztelen, nem mérgező, nem fémes, egy vegyértékű, igen gyúlékony gáz.

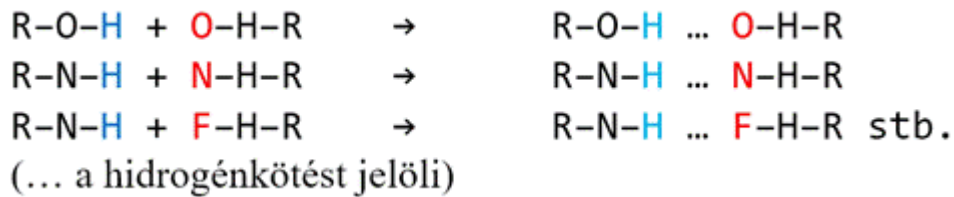
hidrogénion elektronvesztett vagy elektronnyert hidrogén. Az előbbi (kation) egyetlen proton (H⁺), azonnal kapcsolódik más elemmel. Az utóbbi az anion (H⁻), két elektront és egy protont tartalmaz. A hidrogénátadás voltaképpen protonátadás. Hidrogénátadó (protonátadó) molekulák a savak. (→sav, bázis).

hidrogénkötés (hidrogénhíd, H-híd) összekapcsolás hidrogénatom részvételével: az egyik molekula hidrogénje kapcsolódik a másik molekula nagy elektronegativitású atomjának szabad elektronpárjához (az elektronkötésben nem résztvevő vegyérték elektronpár); hidat képez közöttük. Viszonylag erős (~0,2 eV, 12–30 kJ/mol) kapcsolódás: egy nagyságrenddel haladja meg a kétsarkú kölcsönhatások erejét, és egy nagyságrenddel gyengébb az elektronkötés erejénél.

Oka az, hogy a hidrogén protonja meglehetősen kicsi, ennek következtében a pozitív töltése kifejezett, hiszen a töltés jóval kisebb felületen oszlik el, mint a nagy protonoknál. Az elektronkötésben a hidrogén az egyetlen elektronjával vesz részt, protonja viszonylag szabaddá válik, és erős vonzerejével vonzza a közelében lévő elektronegatív atom elektronjait, lehetővé téve a kapcsolódást. A hidrogénkötés kialakulásának tehát három feltétele van:

- olyan molekula, amelynek valamelyik elektronkötésében hidrogén vesz részt,
- olyan másik molekula, amelynek van nem kötő elektronpárú, erősen elektronegatív atomja,
- és hogy a két molekula viszonylag közel (0,3 nm) kerüljön egymáshoz.

A hidrogénhíd csak az oxigén, a nitrogén és a fluor (pillératomok) között létesül – a feltételek csak ezek kapcsolódásaiban adóttak. A hidrogénkötéshez szükséges részpozitív hidrogén jóformán csak az O–H, N–H, F–H kötődésekben keletkezik, a hidrogénkötés pedig csakis az O–H, N–H és F–H csoportok O–H, N–H és F–H csoportokkal való társulásakor jöhet létre: pl.



Más, például a szénatomhoz (C) kapcsolt hidrogén nem képes hidrogénkötésre, mert a C–H csoport elektromosan semleges: az elektronok eloszlása az atomok között egyenlő. Jóllehet részleges pozitivitás, negativitás ezekben is létrejöhet, de ez nem elegendő a hidrogénhíd kialakításához.

A hidrogénhíd általában molekulák között jön létre, pl. DNS-ben, fehérjékben, de előfordul molekulán belül is, pl. az acetilacetonban.

hidrogén-peroxid *hydrogen peroxide* gyenge sav, erős elektronelvonó; szerepe van a szabadgyökök keletkezésében. Képlete: H₂O₂. A víznél sűrűbb, halványkék, oldatban szagtalan, színtelen és keserű ízű, párolog (párolgása a szemeket ingerli). Fertőtlenítő hatása, az orvosi gyakorlatban pl. a sebek fertőtlenítésére használjuk.

hidroxil, hidroxilcsoport (OH) *hydroxy group* olyan hatáscsoport, amelyben egy oxigénatom egyszeres elektronkötéssel kapcsolódik egy hidrogénatomhoz (–O–H). (→glikozid)

hidroxidion (OH[–]) a bázistulajdonság eleme; leadása protonfelvétellel jár. Hidroxidiont átadó molekulák a bázisok. (→sav, bázis)

hidroxilcsoportos szénvegyületek az alkoholok, enolok és fenolok (→alkohol, enol, fenol).

hidroxilezés *hydroxylation* hidroxilcsoport kapcsolása szerves vegyülethez.

higanymilliméter (*mmHg*, régiesen *Hgmm*). Általánosan használt mértékegység a gázok nyomásának kifejezésére, az orvoslásban a vérnyomást és a szemnyomást is ezzel adjuk meg. Egysége: az 1 mm magas higanyoszlop hidrosztatikai nyomása szabványos nehézségi körülmények között. 1 Pa = 7,5 × 10^{–3} mmHg. A Torr (jele: torr) jelentése azonos a higanymilliméterrel. (→pascal)

high-grade (→fokozat)

high-risk (→kockázat)

hisztonkötött DNS *dyad position* a hisztonmag körüli DNS; ellentétben van a magtestecskék közötti összekötő DNS-sel.

hnRNP (**heterogeneous nuclear ribonucleoprotein**) sokrétű sejtmagi ribonukleín-fehérje*; az elő-RNS-hez azonnal kapcsolódik. A hnRNP-k az RNS-kötő fehérjék egyik családját alkotják. Zömében a sejtmagban vannak, egyes bázissorai kötik a maghoz, de átjutnak a plazmába is; ide-oda vándorolnak. Részt vesznek többek között a génátíródás és az elő-mRNS-kivágás folyamatában: az elő-mRNS-hez való kötődésükkel akadályozzák az RNS-szike haladását (l. lejjebb). Az elő-mRNS-hez kapcsolódva jelzik, ha az mRNS még nem megfelelő, nem szállítható a sejtplazmába. A kivágást követően az eltávolított közteshez kötődve maradnak, és jelzik, hogy a köztes lebontandó. Fontos szerepük van az mRNS szerkezetének rögzítésében és a sejtplazmába kerülésében, ahol kapcsolják az mRNS-t a ribogöbecs 40S alegységéhez, így működnek közre az átfordításban. Jelentős szerepük van még a sejt körben és a DNS-hibák (pl. BRCA, HER2, p53) kijavításában: kötődnek a hibás helyekre, és jeleznek.

hólyagcsíra *blastula, blastocyst*, az ébrény neve a 32+ sejt állapotban, amikor már folyadéküreg jelenik meg az ébrény belsejében, a sejtek között. Már a 8-16 sejt ébrényben kezd kialakulni a tápsejtek rétege. Ezek folyadékot juttatnak az ébrény belsejébe; a folyadék széttolja a belső sejteket: összefolyó üregek keletkeznek. A tápsejtek rétegével körülvevő üreges szerkezetet nevezzük *hólyagcsírá*nak. Végül a tápsejtek egyetlen nagy üreget (blastocoel) fognak körül (hólyagcsíraüreg). A hólyagcsírában még egy sejtcsoport van, amelyik belülről tapad a tápsejtekhez; ez az ébrénycsomó, belső sejtcsomó. (→ébrényi fejlődés kezdete)

hólyagcsíra-folyadék a hólyagcsíraüreg tartalma: cukrokat, tejsavat, ketonanyagokat, aminosavakat és fehérjéket tartalmaz.

hólyagcsíraüreg *blastocoel*, a hólyagcsírában keletkező mind nagyobb üreg, amelyet folyadék tölt ki. A folyadékot a hólyagcsírat határoló táplálósejtek termelik; ez formálja az üreget. Végül egyetlen üreg lesz, amelybe az ébrénycsomó lóg be. Ez az első folyadékkal teli üreg a fejlődő ébrényben.

HOMA mutató (homeostasis model assessment insulin resistance, HOMA index, HOMA IR) az inzulin-ellenállás kórismézésének vérvizsgálati módszere.

$$\text{HOMA mutató} = \frac{\text{éhomiai inzulinszint (}\mu\text{U/ml)} \times \text{éhomiai vér}}{405 (22,5)}$$

A sejtek inzulinérzékenységét fejezi ki: <2,7 szabályos inzulinérzékenységet jelez. .

homo- ■ **homogeneous** egynemű ■ **homologous** (~~homolog~~) rokonmás ■ **homologous chromosome** kromoszómapártag (→kromoszóma) ■ **homologous protein** rokonmás fehérje (→fehérje) ■ **homologous gene** rokonmás gén (→gén) ■ **homologous recombination** →szülőmás átrendeződés* ■ **homologous recombination repair (HRR)** →rokonmás átrendezés* ■ **homologous RNA** rokonmás RNS (→RNS) ■ **homologous sequence** rokonmás bázissor (→bázissor) ■ **homology** →rokonmásság

homológ *homologue* egynemű, hasonló. A biológiában közös eredetből származó egyformaság; egyszerűen *rokoni* hasonló. Például rokon gének: olyan gének hasonlósága, amelyek közös elődtől származnak. ■ **homology** →rokonmásság

homologous rokonmás ■ **homologous chromosome** rokonmás kromoszóma (→kromoszómapár) ■ **homologous protein** rokonmás fehérje (→fehérje) ■ **homologous gene** rokonmás gén (→gén) ■ **homologous recombination** →szülőmás átrendeződés* ■ **homologous recombination repair (HRR)** →rokonmás átrendezés* ■ **homologous RNA** rokonmás RNS (→RNS) ■ **homologous sequence** rokonmás bázissor (→bázissor)

Megjegyzés: rokonmás és a hasonmás között az a különbség, hogy a hasonmásnál nincs közös előd.

homozygosity *genetikai azonosság** (→génválat)

Hoogsteen-féle hidrogénkötések *Hoogsteen hydrogen bonds* a DNS-ben előforduló olyan hidrogénhidak, amelyek mások, mint a DNS szálait összekötő, vagyis az adenin és a timin, illetve a guanin és a citozin között létrejövő hidrogénkötések (Watson–Crick-féle hidrogénkötések). Ilyenek alakulhatnak ki, pl. ha a purinbázis elfordul, és az 5-ös gyűrűje kapcsolódik pirimidinhez, nem pedig a hatos gyűrű, avagy két azonos purinbázis (adenin–adenin; guanin–guanin) között stb. (→G-négyes)

A Hoogsteen-féle hidrogénkötések másodlagos DNS-szerkezeteket hoznak létre a DNS számos helyén. Ezek többnyire ingatag szerkezetek, sokszor csak átmenetiek, de a hozzájuk kapcsolódó fehérjék rögzíthetik, állandósíthatják.

Jelentősen megváltoztathatják a bázispár viszonyait is, ami befolyásolhatja a fehérjék általi felismerésüket, a DNS-hibajavítást, a DNS-kettőződést. (→DNS-szerkezet)

hormonválaszelemek *hormone response elements, HREs* a magjelfogókat kötő bázissorok. Két hatbázisos ismétletből (szokásosan: AGGTCA) állnak, amelyeket *half-site motifs*nek neveznek; magyarul *félrész-mintázat**. Az ismétletek lehetnek egyenes vagy ellentett irányúak. Pl. az ösztrogén-válaszelem (ERE – estrogen response element) ellentett (AGGTCA_{nnn}TGACCT), a VDRE (vitamin D receptor element) egyenes (fej–láb) ismétlet (AGGTCA_{nnn}AGGTCA). (→ismétlet). Az

ellentett ismétleteket 3 nukleotid (n), az egyeneseket 3–5 nukleotid választja el. A hormonválaszelemek az indítóban vagy a fokozóban találhatók.

Az ellentett ismétletekhez az azonos jelfogókettősök csatlakoznak, pl. a kettős ösztrogénjelfogó; az egyenes irányúakhoz a jelfogó–RXR (retinoid X receptor) kettős járul, pl. VDR–RXR (VDR: vitamin D₃ receptor [1 α ,25(OH)₂D₃]). A jelfogó (pl. ER [estrogen receptor], VDR) mindig a cinkujj mintázatával kötődik a hormonválaszelemhez. A jelfogók általában a jelvivővel társulva kötődnek, és elősegítik a génátírást, de vannak gátlók is. Pl. a pajzsmirigyhormon-jelfogó.

housekeeping gene háztartási gén* (\rightarrow gén)

hő (hőmennyiség) *heat* hőmérséklet-különbségből adódó energiaátadás (a hőenergia átadása). Az energia csakis a magasabb hőmérsékletről (nagyobb energiájú részről) az alacsonyabb hőmérsékletű (kisebb energiájú rész) felé adódhat. A rendszer és a környezet között jön létre; beleértve a két test kölcsönhatásában átadott energiát is: a magasabb hőmérsékletű test ad át energiát az alacsonyabb hőmérsékletűnek. Hőtani meghatározásban: a hő energiaátadás az atomok és molekulák mozgására.

A *hő* tehát folyamatot jelöl, nem pedig tárgyi fogalmat. Hőtani állapotjellemző. Magában foglal minden olyan energiaátadást a rendszerek kölcsönhatásában, amely nem fordítódik munkára.

Jele: Q; SI-egysége a joule (J).

hőátadás (hőközlés, hőterjedés) *heat transfer* a hőenergia továbbítása. A hőenergia átadásának módjával és arányával foglalkozik; nem része az egyensúlyállapot tárgyalása. Jele: $Q' = h \times A \times \Delta T$ (h a hőátadási állandó [$W / m^2 \times K$, $K = \text{kelvin}$]; A a terület, amelyben a hőátadás zajlik; a ΔT a hőátadást okozó hőmérséklet-különbség, vagyis a melegebb és a hidegebb részek közötti hőmérsékletkülönbség). A hőátadás mindig a melegebből a hidegebb rész felé történik. A hőátadásnak három formája van:

- *Hővezetés* (thermal conduction, **kondukció**). A hőátadás két test közvetlen kapcsolatában, az atomok, molekulák sorozatos ütközésével (mozgási energiájával) valósul meg. A gyorsabban mozgó (nagyobb energiájú) atom/molekula ütközik a másikkal, energiát ad át, aminek következtében a másik felgyorsul, és a következővel ütközve annak ad át energiát, a folyamat így folytatódik. A hővezetéskor az anyag nyugalomban van, csak az atomjai, molekulái ütköznek, de nem vándorolnak el.

Jele: G , egyenlő a hőáramlás (φ) és a hőmérséklet-változás (ΔT) hányadosával = $\varphi / \Delta T$. SI-egysége: *watt/kelvin* ($W/K = W \times K^{-1}$)

A hővezetés végbemehet szilárd testekben, folyadékokban és gázokban is, a szilárd testekben a legkifejezettebb: az atomok közel vannak egymáshoz, gyorsan, láncszerűen ütköznek.

Az anyagok hővezető képessége különböző, az atomok/molekulák összeállásának (az anyag szerkezetének) függvénye. A rossz hővezető anyagok (például a folyadékok, gázok) hőszigetelők. Sok szigetelőanyagban légbuborékok vannak, ezért jó hőszigetelők.

- **Hőáramlás** (thermal convection, **konvekció**) (nevezik hőáramnak is) a hőenergia szállítása tovaaterjedő atomokkal, molekulákkal. A molekulák áramlása jelenti a hőenergia terjedését. Másként: hőátadás folyadékáramlással, vagyis ellentétben a hővezetéssel – amelyben az anyag nyugalomban van – a hőáramlással az anyag is mozog. Például hőátadás vízben sűrűségkülönbség alapján: a meleg hatására a víz sűrűsége csökken (molekulái gyorsabban mozognak), felszáll, helyét a nagyobb sűrűségű hideg víz foglalja el. Ez is felmelegszik, felszáll és így tovább. Ez ismétlődik, amíg a folyadék egyenletesen fel nem melegszik. A molekulák felszállásából adódó hőenergia a víz felszínét képező nagyon sűrű vékony rétegben azonban vezetéssel adódik tovább.

A hőáramlás jele a φ , egyenlő a hőmennyiség (Q) és az idő (T) hányadosával = Q / T . SI-egysége a *watt* (W), egyezik a teljesítmény egységével.

hőáramsűrűség a hőáramlás (hőáram, φ) és a terület (A) hányadosával kifejezett mennyiség. Jele: $q = \varphi / A$. SI-egysége watt/négyzetméter: W/m^2 .

- **Hősugárzás** (thermal radiation, radiation heat, **radiáció**) elektromágneses sugárzással közvetített hőátadás; 0,1–100 μm hullámhosszú elektromágneses hullámok közvetítik (akár fényt is tartalmazhat), tehát nem az atomok, molekulák adják át egymásnak. Az atomok hőhatásra bekövetkező mozgása által kibocsátott elektromágneses sugárzás. A tökéletes 0 fok (0 K) felett minden testnek (bármekkora is a hőfoka) van hőszugárzása; függetlenül a környezet hőmérsékletétől. Terjedéséhez nincs szükség közegre, légüres térben a legkifejezettebb, de közegben is rendkívül gyorsan terjed.

A hőszugárzás kibocsátásakor (emission, **emisszió**) a belső energia alakul elektromágneses energiává; a hőszugárzás elnyelésakor pedig az elektromágneses energia alakul belső energiává, az elnyelő test atomjainak mozgási energiájává.

A hőszugárzás arányát (Q'_{rad}) a $Q'_{rad} = \varepsilon \times \sigma \times AT_s^4$ (az ε a kisugárzás [emissivity] mértéke, amely 0–1 között van; a σ a Stefan–Boltzmann-állandó; az AT a felszíni [s = surface] hőmérséklet Kelvin-fokban) egyenlet fejezi ki. A Stefan–Boltzmann-állandó (σ) = $5,67 \times 10^{-8} \times W (m^2 \times K^4)$.

hőegyensúly-állapot *thermal equilibrium* azt jelenti, hogy két rendszer között nincs hőenergia-átadás. Miután a hőenergia mindig átadódik a melegebből a hidegebbe, hőegyensúly-állapot két rendszer között csak akkor jöhet létre, ha a két rendszer sokáig kapcsolatban van egymással, a hőmérsékletük azonos. Hasonlóan, rendszeren belül is akkor jön létre a hőegyensúly-állapot, amikor a hőmérséklet a rendszer egészében egyforma, nincs hőenergia-áramlás.

hőenergia *thermal energy* a rendszer atomjainak, molekuláinak mozgási energiája, beleértve az atomok energiáját is. Másként: a rendszer energiájának (belső energia) a

rendszer rendezetlenségét létrehozó része; magasabb hőmérsékleten ugyanis nagyobb az atomok/molekulák mozgási energiája, következésképpen a rendszer rendezetlensége. (\rightarrow rendezetlenség) Mennyisége arányos a rendszer hőmérsékletével; a hőmérséklet emelkedésével fokozódik. Hő hatására hőenergia adódik át.

A hőenergia meghatározása a napi és a szakmai szóhasználatban is többféle. A fenti értelmezést véljük megfelelőnek; összhangban van a hővel kapcsolatos egyéb nevezetekkel.

hőhatás hőenergiái kölcsönhatás, a hő leadásával, felvételével valósul meg. Két csoportba osztható: a hőmérséklet változásával járó és a hőmérséklet-változás nélküli hőhatásra.

A hőmérséklet emelkedésével járó hőhatás a természetes, egyúttal fokozódik a rendezetlenség is, ezért *rendezetlenségi hőhatásnak** nevezhetjük. Nagyobb lesz a rendezetlenség szám.

Nem emelkedik a hőmérséklet a halmazállapot változásában; *állapotátalakulást* (fázisátalakulást) *okozó** hőhatásra. Például a jég hőmérséklete a hő hatására nem változik, marad 0 °C-on mindaddig, amíg a jég teljesen nem olvad vízzé; csak ezután kezd emelkedni. Ugyanígy forralásnál: a forrásban lévő víz hőmérséklete, ha elérte a 100 °C-t, nem emelkedik tovább, amíg az összes folyadék gőzzé nem alakul. A halmazállapot megváltoztatását, más szóval állapotátalakulást előidéző (hőmérséklet-emelkedést nem okozó) hőt rejtett hőnek nevezzük.

hőmérséklet (hőfok) *temperature, T* olyan fizikai mennyiség, amely meghatározza a hő áramlásának az irányát, és amely egyenlő, ha két rendszer egyensúlyi állapotban van. Az anyag/rendszer egyik állapotjellemzője; változása az anyag/rendszer belső energiájának megváltozásával jár. Hőtani értelmezésben a hőmérséklet a rendszer atomjai, molekulái mozgási energiájának átlagos mennyisége.

Értéke tudományos értelmezésben csak pozitív lehet, mert a tökéletes 0 fokhoz viszonyítjuk. A gyakorlatban azonban (a fizikában is) értékeit a víz fagyás- és forráspontjához viszonyítva adjuk meg, így lehet negatív is. A hőmérsékleti érték tehát viszonyított értékszám.

A hőmérsékletet tapintással érzékeljük, hőmérővel mérjük; Celsius-fokban (°C), Fahrenheit-fokban (°F) és kelvinben (K) fejezzük ki. Jele: T, SI-egysége a kelvin, K; értéke: °C + 273,15.

tökéletes 0 fok (0°)* *absolute zero* a leghidegebb állapot; az a hőmérséklet, amelyen a részecskéknek nincs mozgási energiájuk. Minden áll, a gázoknak sincs térfogata, mert azt a részecskék mozgása hozza létre. A tökéletes 0 fok nem hozható létre, csak megközelíthető. A tökéletes 0° = -273,15 °C vagy -459,67 °F, illetve 0 K (kelvin). (\rightarrow hőtan)

átváltási hőmérséklet* *critical temperature* az anyagnak az a hőmérséklete, amely felett gázzá válik, nem cseppfolyósítható, bármekkora a nyomás. Ezen a hőmérsékleten a folyadék és a gáz sűrűsége megegyezik.

hőtan *thermodynamics* (**termodinamika**) a fizikának az energiaátalakulásokkal foglalkozó ága. A különböző energiaformák mennyiségi összefüggéseit, az energiaegyensúlyi állapotokat vizsgálja. Nem foglalkozik az energia-kölcsönhatások módjával. Ez úgy is értelmezhető, hogy a hőtan az anyagátalakulásokkal járó energiaváltozásokat (energiaátalakulás, energiaáthelyeződés) leíró tudomány.

Alapelve: az energia változása meghatározott mennyiségű munkának felel meg. Ezért úgy is meghatározhatjuk a hőtant, hogy az energia hasznosításának (egyik formájából másikba való átalakulásának) tudománya.

hőtani fizikai mennyiségek olyan alapvető fizikai mennyiségek, amelyek jellemzik az egyensúlyi állapotban lévő energiafolyamatokat (hőtani történéseket). Ezek a *hőmérséklet*, az *energia* és a *rendezetlenség*.

hőtani kölcsönhatások a rendszer és a környezet közötti energiacsere formái, a belső energia megváltozásával járnak. (→belső energia).

hőtani mindenség *thermodynamic universe* a tárgy és környezetének olyan kiterjedésű együttese, amelyet nem ér külső hatás; vagyis önkényesen kijelölt elszigetelt rendszer. (→rendszer és környezet)

hőtani törvények *thermodynamic laws* az energia-kölcsönhatás törvényszerűségeit írják le. Négy törvény van: az első, második, harmadik és a nulladik törvény:

- *Első törvény*: Az energia megmaradását fogalmazza meg (a világmindenség energiája állandó). Azt mondja ki, hogy egy zárt rendszer belső energiájának változása (ΔU) egyenlő a hőenergia és a munka összegével. Az energia a rendszerből ki, illetve a rendszerbe áramolhat. Ez kétféleképpen lehetséges: hőenergia átadásával és munkavégzéssel. A kettő összege állandó. Egyenlettel kifejezve: $\Delta U = Q + W$ (a Q a hőenergia átadása [= hő]; a W a munka). Ez az egyenlet a hőtan első törvénye.

Például ha a környezetből áramlik energia a rendszerbe, a rendszer belső energiája megnő, a környezet energiája azonos mértékben csökken. Az energianyeres kétféleképpen nyilvánulhat meg: a rendszer hőmérsékletének emelkedésében és munkában (a környezetnek a rendszeren végzett munkájában). Mondjuk, a környezet 100 J energia munkát végez a rendszeren, akkor a rendszer belső energiája 100 J-vel növekszik, környezeté ennyivel csökken.

Az első törvény értelmében bármilyen fizikai, vegyi, biológiai folyamatban a rendszer és környezetének energiataralma állandó, csak változik: átalakulhat egyik formájából a másikba és/vagy vándorolhat egyik helyről a másikba.

- *Második törvény*: Az energiafolyamatok irányát fogalmazza meg, azt fejezi ki, hogy milyen energiafolyamat nem mehet végbe önmagában (külső ráhatás nélkül). Sokféleképpen határozzák meg. Alapvetően azt mondja ki, hogy a hő soha nem terjed a hidegebb helyről a melegebbe, nem adódhat át a hidegebb testről a melegebbre, illetve egy folyamatban vagy rendszerben az energia soha nem fordítható 100 százalékban munkára (külső segítség nélkül).

Másként: A második törvény azt mondja ki, hogy ha az energiainak lehetősége van, szétterjed a rendszer egészében, a nagyobb energiataralmú helyről a kisebb

energiatartalmúba, amíg az energia eloszlása egyensúlyba nem kerül. Ebben a rendezetlenség eléri tetőpontját, nincs energia munkavégzésre.

- *Harmadik törvény:* Kimondja, hogy a tökéletes 0° , amelyben minden energiamozgás megállna, egyetlen folyamatban, rendszerben sem érhető el. Ez azt jelenti, hogy valamiféle mozgás a hőenergia következtében mindig van. (\rightarrow tökéletes 0 fok)
- *Nulladik törvény:* Ha két rendszer hőegyensúlyi állapotban van egy harmadikkal, a két rendszer egymással is hőegyensúlyi állapotban van. Például ha az *A*, a *B* és a *C* rendszerből az *A* és a *B* rendszer hőegyensúlyi állapotban van a *C* rendszerrel, akkor az *A* és a *B* rendszer között is hőegyensúlyi állapot van. Vagyis, ha $A = B$ és $B = C$, akkor *A* is egyenlő *C*-vel ($A = C$). (\rightarrow hőegyensúly-állapot)

HP1 (*heterochromatin protein 1*) a tömörödött kromatin alapszerkezeti fehérjéje. Három törzsökös gomolya van: az N-végi kromogomoly (chromodomain), amelyik a hisztonmag H3K9met3 végéhez kötődik. A kapocsrész (hinge region), amelyik hajlékony és a nukleinsavhoz kapcsolódik, valamint a távoli kromogomoly (chromo shadow domain), amelyik a HP1 kettőst hozza létre, és toboroz más fehérjéket, mint hiszton módosító enzimeket, magtestecseket alakító és kromatint tömörítő fehérjéket. Van még az N-végi gomolya, amelyik szabályoz.

A HP1 a kromatinhoz kötődve hidat képez a magtestecsek között, tömöríti azokat. A magfolyadékban cseppecseket képez (phase-separated liquid droplets), amelyek folyadék-elválasztó képződmények (liquid-liquid phase separation, LLP S), lehetővé téve önálló, környezetétől elkülönülő tevékenységet.

A HP1-nek az emberi sejtekben három rokonváltozata van: a $HP1\alpha$, a $HP1\beta$ és a $HP1\gamma$. A $HP1\alpha$ és a $HP1\beta$ a középrészű kromatinban van, némítja a géneket; a $HP1\gamma$ előfordul a génátírást hosszabbító gomolyokkal is, és részt vesz a RNS-ek módosításában.

hPB1 (*polybromo-1*) fehérje (egyéb nevei: BAF180, polybromo-1D, RSC1/2/4) a pBAF összes sajátos, jelzésérzékeny fehérjéje; a sejtburjánzás negatív szabályozója (daganatgátló fehérje). A *PBRM1* (egyéb nevei: BAF180, PB1, SMARCh1, RCC) gén (3p21.1) kódolja. A gén hibája következtében vesesejtes rák (renal cell carcinoma, RCC) alakulhat ki.

HRE (*hormon response element*) \rightarrow hormonkötő válaszelem

HR-hiány \rightarrow rokonmás átrendezés hiánya

HUGO (*Human Genome Organisation*) a *Genom Project* keretében létrehozott nemzetközi tudományos testület. Négy bizottsága van, tevékenységét ezeken keresztül fejti ki. A HUGO Gene Nomenclature Committee a génnevezetek bizottsága. (\rightarrow génélnévezés) A HUGO Committee on Ethics, Committee on Law és

Committee on Society a Genom Project erkölcsi, törvényi és társadalmi kérdéseivel foglalkozó három bizottság.

húgyúthám* *urothelium* (urothel) A vizeletelvezető utak nyálkahártyájának a hámrétege. Többrétegű átmeneti hám. Sejtjei (ernyősejtek) sajátos, csúcsos felépítésűek, ez teszi lehetővé, hogy elernyedjenek vagy megnyúljanak a telítődésétől függően. Az ernyősejtek tökéletesen illeszkednek egymásba, és az érintkező sejthártyák összeolvadva vízhatlan záróréteget (zona occludens, TA) képeznek; meggátolják a vizelet kijutását a hámalatti kötőszövetbe. A nyálkahártyában mirigyek nincsenek.

Hund-szabály *Hund's Law* (→elektronburok-feltöltődés)

Hückel-szabály az aromás vegyület fogalmát meghatározó szabály. Erich Hückel (1896–1980) német kémikusról elnevezve! Angolul *Huckel's rule*. (→aromás vegyületek, szerves vegyületek)

hybridization (→keresztezés)

hydro- vízzel kapcsolatos ■ **hydrostatic pressure** *nyugalmi víznyomás* (→nyomás) ■
hydrophilic (substance) vízzel kapcsolódó (vízkedvelő) pl. molekula (→víz) ■
hydrophobic effect/interaction →*vízutasító hatás*

hypermutation *túlmásulás* (→génmásulás)

hypoblast (~~hipoblaszt~~) az ébrénycsomó alsó sejtjei. (→ébrénycsomó, ébrénysejtek)

hysteroplasty →*méhhelyreállító műtét*