

# VI. Oláh György

Országos Középiskolai  
Kémiaverseny

## Döntő

## II. kategória



2020. február 28-29.

Budapest

**II. kategória  
Döntő**



# **VI. Oláh György Országos Középiskolai Kémiaverseny**

**A feladatsorokat lektorálta:**

Dóbiné Cserjés Edit

**Együttműködő partnerek:**



**Támogatók:**

Koplányi Krisztián



**2020. február 28.**

E-mail cím: [olahverseny@gmail.com](mailto:olahverseny@gmail.com)

Honlap: [olahverseny.szasz.bme.hu](http://olahverseny.szasz.bme.hu)

2/19



### Feleletválasztós (10p)

1. Űrhajók felszállásakor közvetlenül a kilövés pillanata után zöld láng figyelhető meg. Melyik anyag okozhatja?
  - a) Bór
  - b) Arzén
  - c) Cézium
  - d) Magnézium
2. Miként használható a  $\text{BaSO}_4$ ?
  - a) Ízesítőként
  - b) Gyógyszer hatóanyagként
  - c) Űtésre érzékeny lőpor alapanyagaként
  - d) Röntgen-kontrasztanyagként
3. Melyik elem oxidásványa a korund?
  - a) Szilícium
  - b) Kobalt
  - c) Magnézium
  - d) Alumínium
4. Honnan ered a Paracetamol elnevezés?
  - a) a *para*-ketil-amino-etanol rövidítése
  - b) a *para*-acetyl-amino-fenol rövidítése
  - c) első előállítója vezetéknevének és az amino-diol rövidítésének összevonásából
  - d) egy latin kifejezés, jelentése fájdalommentesség
5. Melyik szénhidrogén tartalmaz 84,2 tömeg% szenet?
  - a)  $\text{C}_8\text{H}_{18}$
  - b)  $\text{C}_4\text{H}_{10}$
  - c)  $\text{C}_2\text{H}_6$
  - d)  $\text{CH}_4$



6. Melyik a helyes sorrend, ha olvadáspont szerinti növekvő sorrendbe szeretnénk sorolni az alábbi ionrácsos anyagokat?
- NaF<NaCl<MgO<KBr
  - KBr<NaCl<MgO<NaF
  - KBr<NaCl<NaF<MgO
  - MgO<NaF<KBr<NaCl
7. MgSO<sub>4</sub> gyakorlati életben sokszor használt vegyület. Mi a köznapi neve?
- Klórmész
  - Gipsz
  - Karbid
  - Keserűsó
8. Mit jelent a paraffin szó?
- Viasz
  - Kevésbé reakcióképes
  - Kevésbé illékony
  - Nem elágazó
9. Az alábbi vegyületek közül melyik molekulái között alakulhatnak ki hidrogén-kötések?
- Glikol
  - Benzol
  - Dietil-éter
  - Formaldehid
10. Kinek a nevét viseli a gondolkodtató kérdésekből ismert Jutka?
- Oláh György édesanyja
  - Oláh György lánya
  - Oláh György felesége
  - Az egyik idei főszervező

### Ipari feladat (9p)

A vegyipari művelettan a vegyészmérnöki tudományok egyik rendkívül nagy jelentőségű részterülete. Az alábbiakban 6, viszonylag fontos műveletről találtak 1-1 rövid leírást, illetve a jellemző berendezésről 1-1 vázlatos ábrát. Írd a művelet neve mellé a **leírás betűjelét** és az **ábra számát**!

Művelet neve	Leírás betűjele	Ábra száma
Rektifikálás		
Reverz ozmózis		
Szűrés		
Abszorpció		
Centrifugálás		
Extrakció		

**A)** Alapvetően az ülepítési műveletek csoportjába tartozik, de alkalmazzák szűréssel kombinálva is. Működési elve a centrifugális erőn alapszik, amely akár több 100-1000-szerese is lehet a gravitációs erőnek. A hagyományos ülepítéshez képest jelentős előnye, hogy sokkal gyorsabb annál, hátránya viszont hogy a berendezés nagy fordulatszámú mozgó alkatrészt tartalmaz, így kifejezetten hajlamos a meghibásodásra.

**B)** Ennek a műveletnek két fő típusát különböztetjük meg. Az első esetben két, egymásban nem elegyedő folyadékot érintkeztetünk intenzíven, melyek között megoszlik egy harmadik, jellemzően az előző kettőnél lényegesen kisebb mennyiségű, ám jelentősen drágább komponens. A második esetben egy alkalmas oldószer segítségével vonunk ki alacsony koncentrációjú, de értékes komponenst valamilyen szilárd szemcséből. Mindkét típus többféleképpen megvalósítható, pl.: töltött oszlopos, tányéros oszlopos, mixer-settler, rotocell, Podbielnak, Luwesta, stb...



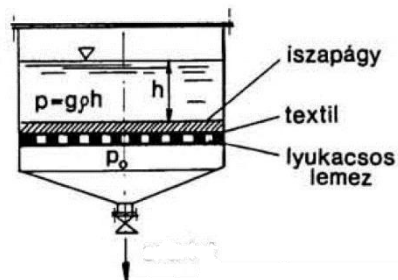
**C)** Ez a művelet a membránműveletek csoportjába tartozik. Jellemzően vízkezelési technológiában használják mind tiszta (ivó)víz előállítására, mind szennyvízkezelésre. A művelet hajtóereje a membrán két oldala között létrehozott nyomáskülönbség, amely elérheti a 80-160 bart is. Ezzel a beavatkozással akár desztillált vízzel megegyező minőségű tisztított vizet lehet elérni.

**D)** Az alapanyagokat előmelegítve egy jellemzően fémből vagy üvegből készült oszlopba vezetik, amelyben intenzív folyadék-gáz érintkeztetést biztosító töltetek vagy tányérok helyezkednek el. Két komponens esetén felfelé haladó gáz fázisú anyagáram az illékonyabb, míg a lefelé haladó, folyékony fázisú áram a kevésbé illékonyabb komponensben dúsul. Azeotrópok szétválasztása nehézkes lehet.

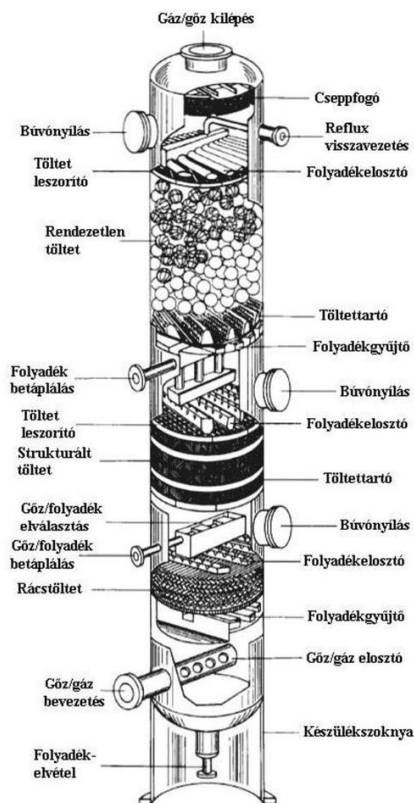
**E)** Egyensúlyi elválasztóművelet, melyben egy alkalmas oldószer segítségével vonunk ki egy gáz fázisú közegből értékes és/vagy mérgező komponenst. Jellemzően oldószerek visszanyerésénél, üzemek véggázkezelésénél vagy éppen kénsav- ill. salétromsavgyártás során használják.

**F)** Fizikai elválasztóművelet, melyben jellemzően (szilárd-folyadék) kétfázisú rendszereket választanak szét. Két fő típusa van: dead-end illetve a cross-flow elrendezés. A művelet nem tökéletesen választja el a fázisokat, a kapott szilárd fázis tartalmaz nedvességet, ahogyan a kapott folyadékfázis is tartalmaz valamennyi lebegő szilárd részecskét. Elterjedten használt művelet a háztartásokban is.

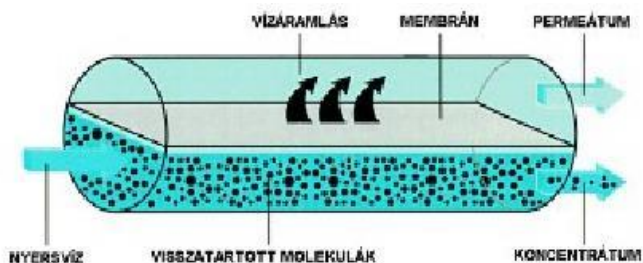
1)



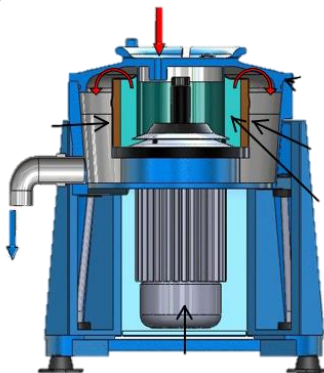
2)



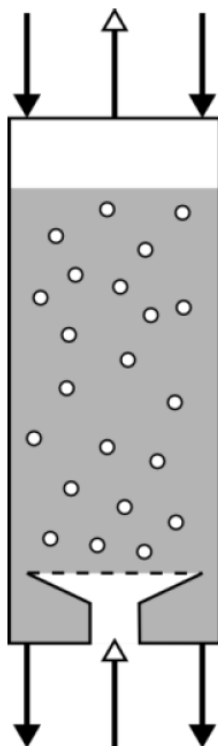
3)



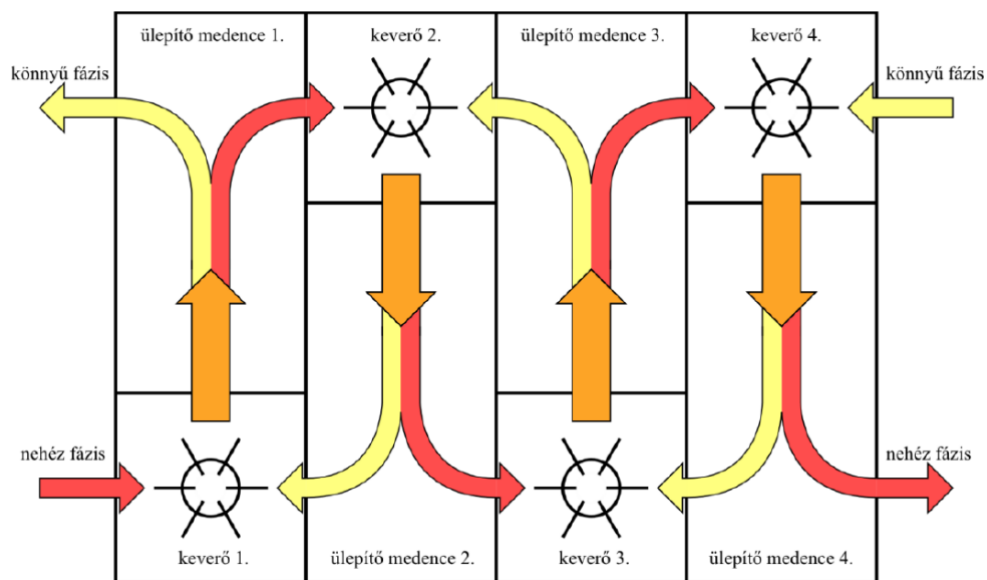
4)



5)



6)



2020. február 28.

E-mail cím: [olahverseny@gmail.com](mailto:olahverseny@gmail.com)

Honlap: [olahverseny.szasz.bme.hu](http://olahverseny.szasz.bme.hu)



## Számítási feladatok (34p)

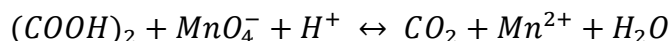
1. A Fővárosi Vízművek egy vízminta vas(II)-ion tartalmának meghatározásával bízta meg a BME Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszékét.

A mennyiségi meghatározás egyik lehetséges módja egy oxidimetriás titrálás. A vas(II)-ionok kálium-permanganát segítségével vas(III)-ionokká oxidálhatók erősen savas közegben, a következő, kiegészítendő reakcióegyenlet szerint:



A kapott vízminta 10,0 cm<sup>3</sup>-es részleteit titráltuk meg 0,005 mol/dm<sup>3</sup> névleges koncentrációjú KMnO<sub>4</sub>-oldattal. A mérőoldat fogyások átlaga 7,30 cm<sup>3</sup>.

A mérőoldatot előzetesen 0,01 mol/dm<sup>3</sup>-es oxálsav ((COOH)<sub>2</sub>) oldat segítségével faktoroztuk meg, hogy a tényleges koncentrációját meghatározzuk, az alábbi, rendezendő reakcióegyenlet szerint:



Ennek során az oxálsav oldat 10,0 cm<sup>3</sup>-ét titráltuk KMnO<sub>4</sub> mérőoldat segítségével, a mérőoldat fogyások átlaga pedig 8,33 cm<sup>3</sup> volt.

- Határozzuk meg a KMnO<sub>4</sub> mérőoldat faktorát! (A faktor a valós és a névleges koncentráció hányadosa.) (3p)
- A titrálás szerint mekkora a vízminta Fe(II)-ion koncentrációja (mol/dm<sup>3</sup>)? (3p)



2. A titrálás mellett a mennyiségi meghatározást atomabszorpciós spektroszkópia segítségével is elvégezték. A vizsgálat lényege, hogy a fémionokat egy magas hőmérsékletű lángba juttatják, majd olyan, az adott komponensre jellemző hullámhosszúságú fényel világítják meg, melyet a mérendő komponens elnyel (abszorbeál). Az átmenő (transzmittált – tehát el nem nyelt fény) intenzitását mérik. A mennyiségi meghatározás kalibráció segítségével valósítható meg. Itt ismert koncentrációjú oldatok abszorbanciáját mérik meg, majd ezt ábrázolják a koncentráció függvényében. Így egy egyeneshez jutnak, melyből a mérendő komponens mennyisége kiszámítható.

A kalibráció során 5 ismert koncentrációjú oldat (0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 mmol/dm<sup>3</sup>) abszorbanciáját mérték meg, majd a következő kalibrációs egyeneshez jutottak:

$$A = 202c + 0,017$$

ahol A a mért abszorbancia, c pedig a koncentráció (mol/dm<sup>3</sup> értékben kifejezve).

Ezt követően a vízminta 10,0 ml-éből 100,0 ml törzsoldatot készítettek, majd megmérték az így kapott oldat abszorbanciáját. Ez 0,3806-nak adódott.

- Számítsuk ki, hogy mekkora az eredeti vízminta Fe(II)-ion koncentrációja az atomspektroszkópiás mérés alapján! **(4p)**
- Mekkora eltérés tapasztalható (mol/dm<sup>3</sup>-ben kifejezve) a két mérési eredmény között? Nevezd meg legalább egy okot, hogy mi lehet a kapott eltérés oka! **(3p)**



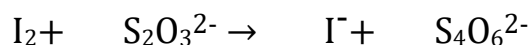
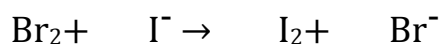
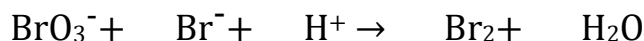
3. Különböző ionos karbidokban a szén oxidációs száma más és más lehet. Ettől függően a karbidok vízzel való reakciójában a hidroxid mellett többféle anyag is keletkezhet.
- a) Lítium-karbid 5,00 g-jának hidrolízisekor 3,232 dm<sup>3</sup> standard nyomású, 25 °C-os szénhidrogén keletkezik. A gáz eltávolítása után visszamaradó oldat semlegesítéséhez 64,6 g 20,0 tömeg%-os kénsavoldat szükséges. Mi a karbid és a keletkező szénhidrogén képlete? **(4p)**
- b) Alumínium-karbid 5,00 g-jának hidrolízisekor a keletkező 2,552 dm<sup>3</sup> standard nyomású, 25 °C-os szénhidrogént tökéletesen elégetjük, a keletkező forró gázelegyet savas mosófolyadékban buborékoltatjuk át. A savas mosó tömege 3,75 g-mal növekedett. Mi a karbid és a keletkező szénhidrogén képlete? **(5p)**
- c) Magnézium-karbid 5,00 g-jának hidrolízisekor 1,448 dm<sup>3</sup> standardállapotú szénhidrogén keletkezik. A gáz eltávolítása után visszamaradó szilárd anyag 20,0 tömeg%-os kénsavoldat feleslegében oldjuk. Az oldatból 1000 cm<sup>3</sup> törzsoldatot készítünk, és 10,00 cm<sup>3</sup> -ét ammóniás puffer és eriokrómfekete-T indikátor jelenlétében 0,09946 mol/dm<sup>3</sup> etilén-diamin-tetraacetát (EDTA) komplexképző oldatával titráljuk. Az EDTA 1:1 arányban reagál a magnéziumionokkal. Az átlagfogyás: 11,88 cm<sup>3</sup>. Mi a karbid és a keletkező szénhidrogén képlete? **(4p)**



4. Analitikai kémia laboron fenoltartalmat szeretnénk meghatározni a Koppeschar-módszer szerint. A minták előkészítése a következőképpen zajlik:

- Ampullánk tartalmából  $100,0 \text{ cm}^3$  törzsoldatot készítünk
- 3 titrálólombikba  $10,00$ - $10,00 \text{ cm}^3$  oldatokat mérünk ki
- Ezekhez  $20,00 \text{ cm}^3$   $1/60 \text{ mol/dm}^3$ ,  $1,000$  faktorú  $\text{KBrO}_3$  oldatot adunk, majd desztillált vízzel  $100 \text{ cm}^3$ -re egészítjük ki
- Ezután  $1 \text{ g}$  szilárd  $\text{KBr}$ -ot és  $10 \text{ cm}^3$   $20\%$ -os sósavat adunk hozzá
- Ledugózzuk és  $10$  percig állni hagyjuk
- $10$  perc után  $1 \text{ g}$  szilárd  $\text{KI}$ -ot adunk hozzá, majd összerázzuk
- Ledugózza újból  $5$  percet hagyjuk állni
- A kivált jódot  $0,1 \text{ mol/dm}^3$   $1,035$  faktorú  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  oldattal titráljuk
- Amikor a jód színe kezd eltűnni keményítőoldatot adunk hozzá
- A végpontot a kék szín eltűnése jelzi

A vizsgálatunk során az átlagfogyás  $7,87 \text{ cm}^3$  volt. Hány mg fenolt tartalmazott az ampulla, ha a reakciók az alábbi kiegészítendő egyenletek szerint mennek? (8p)



### **Gondolkodtató kérdések (7p)**

1. Jutkáék kémiaórán titráltak. A titrálás során ismeretlen koncentrációjú oldat koncentrációját határozták meg, egy másik, ismert koncentrációjú oldat segítségével. Ahhoz, hogy a műveletet el tudja végezni, ismernie kell a titrálás végpontja és egyenértékpontja fogalmakat. Magyarázd meg neki! **(2p)**
2. Titrálás közben nagyon kellett figyelnie arra, hogy észrevegye az oldat színének változását. Az anyagok színe a fénytel történő kölcsönhatás következménye. A látható fény részleges vagy teljes elnyelése általában elektrongerjesztéshez vezet. A jód vagy a bróm molekulái gerjeszthetők-e könnyebben, ha a brómgőz színét narancssárgának, a jódgőzét lilának vesszük? **(2p)**
3. Jutka ebédszünetben elfelejtette ledugaszolni a mintáját. Mikor visszaért, azt tapasztalta, hogy a lombikban jelentősen kevesebb oldat van. Ez milyen fázisátmenet? Milyen más fázisátmeneteket ismersz még? Írj három különbözőre példát! **(3p)**



## Gondolatkísérlet (8p)

*A gondolatkísérlet megoldása egy konkrét kémiai anyag. A feladat ennek a meghatározása egyértelmű módon. Ehhez szükséges a megfelelő reakcióegyenletek feltüntetése, melyeket számozással jeleztünk. A teljes értékű megoldáshoz szükséges a megoldás menetét is megadni. Ehhez feltüntetendők a számokkal jelölt reakcióegyenletek és ezek alapján a lehetséges ionok, továbbá a reakciók sorozatából jelölendő, hogy miként szűkül le a keresett ionokra a megoldás. A végleges megoldás az anyag képletéből, a kért egyenletekből és a megoldáshoz vezető logikusan leírt útból tevődik össze.*

Egy fehér, porszerű anyagot találtunk, mely vízben jól oldódik, vizes oldatának kémhatása erősen savas. A vizes oldatban sósav és kénhidrogén víz hozzáadására sem keletkezik csapadék, azonban ammónium-szulfid oldat hatására fehér csapadék válik le, semleges oldatból (1). A csapadék sósavban oldódik (2). Az így keletkezett oldat egyik feléhez nátrium-hidroxidot adva fehér csapadék válik le (3), mely a reagens feleslegében feloldódik (4). A másik feléhez ammónia oldatot adva szintén fehér csapadék válik le (5), mely a reagens feleslegében nem oldódik. Az eredeti oldathoz ezüst-nitrát oldatot adva fehér csapadék válik le (6), mely tömény salétromsavban sem oldódik, azonban nátrium-tioszulfát oldatban (7) feloldható.

## Esettanulmány (12p)

### Evolúció a kémcsőben

*Kiricsi Mónika*

2018. évi kémiai Nobel-díjat felerészben Frances H. Arnold kapta, a másik felén, egyenlő arányban, George P. Smith és Sir Gregory P. Winter osztozott. Az idei kémiai Nobel-díjak az evolúció erejének kémiai hasznosítását ismerték el. A három díjazott kutató munkája alapot teremtett az evolúciós folyamatok mechanizmusainak kiaknázásához és az emberiség szolgálatába állításához. Az irányított evolúció és a fágbemutató olyan technikai lehetőségeket jelentenek, melyek révén enzimfehérjéket és antitesteket lehet egyrészt ipari célú alkalmazások, másrészt számos autoimmun- és egyes áttétes tumoros betegségek elleni küzdelem számára előállítani és optimalizálni.

Az élet csíráinak megjelenése óta milliónyi kémiai probléma ütötte fel fejét, mellyel az élő szervezeteknek meg kellett birkóznuk. Számos esetben az életet felépítő és működtető molekulák módosítására, optimalizálására volt szükség az életfolyamatok fenntartásának érdekében. A természetes evolúció révén gének mutálódtak, így a keletkező fehérjék is átformálódtak, hogy javítsák az élő szervezet alkalmazkodóképességét a változó környezeti körülményekhez.

Az irányított evolúció viszont ember alkotta folyamat, melyet a természetes evolúció mechanizmusairól szerzett ismeretek ihlettek. A természetes folyamatokat lemásolva laboratóriumi körülmények között, praktikusán kémcsövekben valósíthatók meg a kívánt változtatások az életet felépítő legjelentősebb makromolekulákban. Jól megtervezett mértékű, random változások alakíthatók ki a fehérjék szerkezetében, melyeket szelekciós események követnek. Ennek során kiválasztható a keletkezett molekulák közül a legoptimálisabb tulajdonságokkal rendelkező. Mivel az irányított evolúció iteratív módszer, azaz részfolyamatai ciklikusan ismétlődnek, újabb random szerkezeti változtatások és szelekciós lépések következnek,



melyek eredményeképpen az előállított molekulák tulajdonságai ciklusról ciklusra egyre jobban közelítik az ideálisan várt termék tulajdonságait.

Az alap kutatásban, de az ipari, elsősorban gyógyszeripari és biotechnológiai enzimfejlesztések során is gyakran alkalmazott megközelítés az irányított evolúció. Az így előállított enzimek képesek aktivitásukat megváltozott körülmények között is kifejteni, akár új szubsztrátokat felismerni, esetenként új kémiai reakciókat katalizálni. Ez a megoldás növelheti a katalízis hatékonyságát vagy környezetkímélő alternatívát jelenthet a hagyományosan fémeket vagy szerves katalizátorokat alkalmazó kémiai és biotechnológiai ipari folyamatok számára. Az irányított evolúció azonban másra is jó: például adott molekulákat specifikusan megkötni képes kötőfehérjék esetében olyan variánsok létrehozását és azonosítását teszi lehetővé, melyek a kiindulási fehérjénél jelentősen nagyobb affinitással és szelektivitással képesek a célmolekulák megkötésére. A módszer segítségével azokat a fehérje szekvenciájában rejlő kritériumokat is azonosíthatjuk, melyek az optimalizált tulajdonságokért felelősek. Hasonló megközelítéssel valósítható meg terápiás célokra tervezett antitestek előállítása és karakterizálása is.

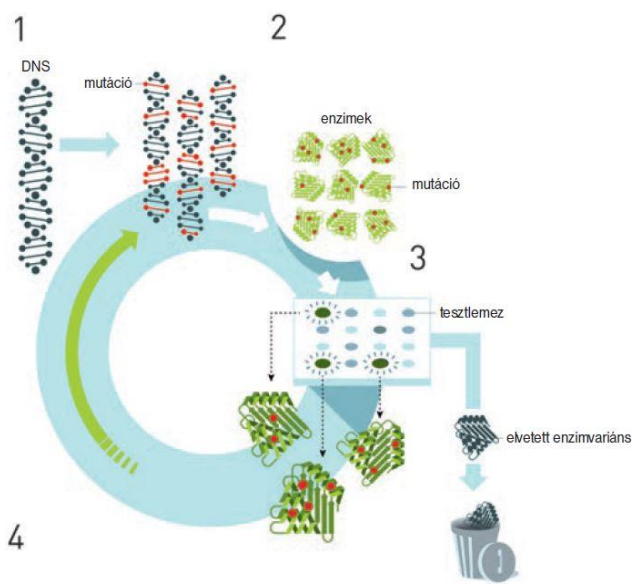
**Frances H. Arnold** vezetésével 1993-ban végezték az első, enzimek optimalizálásának céljából bevetett, irányított evolúciós eljárást. Az akkor még úttörőnek számító módszert azóta finomította, fejlesztette, és manapság már rutinszerűen használják új, környezetbarát katalizátorok, bioüzemanyagok, gyógyszerkészítmények létrehozására.

Manfred Eigen már 1984-ben felvázolta egy olyan munkafolyamat lehetőségét, ahol enzimek tökéletesített variánsai nem óriási molekulakönyvtárak előállításával és szűrésével, hanem több generációban képzett, kisebb könyvtárak segítségével optimalizálhatók egy tervezett, és irányított evolúciós „gépezet” révén. Egy évtizeddel később Frances H. Arnold sikeresen alkalmazta már a gyakorlatban is az Eigen által vázolt munkatervet, kontrollálta és felgyorsította az evolúciós folyamatokat. A szubtilizin E enzimet termelő baktériumokban irányított mutációk létrehozása révén olyan enzimvariánst állított elő, mely rendkívül extrém, denaturáló körülmények között is aktív maradt. Négy szekvenciálisan alkalmazott, mutagenézisből és a kapott variánsok szűréséből



álló ciklus után rendelkezésre állt a vad típusú fehérjénél 256-szor nagyobb aktivitást mutató enzimvariáns. Arnold részletesen bemutatta a módszer sikeréhez szükséges feltételeket. A leglényegesebb elemek közé sorolta a kiindulási enzim molekula helyes megválasztását, a megfelelően tervezett DNS-szekvencia-könyvtár létrehozását, a legalkalmasabb szelekciós kritériumok kitűzését az optimális variánsok szűrésére. Felvetette azt is, hogy nem érdemes egy adott enzimet minden aminosav-pozícióban mutáltatni, hanem elsősorban az aktív centrum környékén, vagy pedig az attól távol eső, az enzimfehérje felszínén található aminosavak megváltoztatása vezet legnagyobb valószínűséggel az enzimaktivitás jelentős növekedéséhez.

Arnold és munkatársai ezért arra is rávilágítottak, hogy a kialakítandó molekulakönyvtárat molekuláris és szerkezeti ismeretek birtokában kell megtervezni. Először tehát random mutációkat kell létrehozni az optimalizálni kívánt enzim kódoló génben (**1. ábra, 1**). A mutációt hordozó géneket baktériumokba kell bejuttatni, melyek így random mutációkat hordozó enzimfehérjéket állítanak elő (**1. ábra, 2**). A keletkező enzimek tesztelése, szűrése következik, hogy kiválasszuk a leghatékonyabb variánst (**1. ábra, 3**). A többi, kevésbé hatékony, vagy nem a kívánt reakciót katalizáló variánssal nem dolgozunk tovább. Az első szelekció során kiválasztott variánsokat kódoló géneket újabb mutagenézisnek vetjük alá (**1. ábra, 4**), így megint új DNS-könyvtár hozunk létre. Majd ismételt szűrés következik, melynek során az előző ciklusnál alkalmazottakhoz képest szigorúbb szelekciós kritériumok beállítása szükséges.



**1. ábra. Az enzimek irányított evolúciójának lépései**

(forrás: [www.nobelprize.org](http://www.nobelprize.org))

Így ciklusról ciklusra a tervezett módon javul és tökéletesedik az enzimfehérje szerkezete és katalitikus működése. Ennek megfelelően Arnold az irányított evolúció gyakorlati megvalósításának vizsgálatára a szubtilizin enzimet választotta. Polimeráz-lánreakciót alkalmazott a random mutagenézis és a DNS-szekvencia-könyvtárak létrehozására. Az így generált variánsok közül a legoptimálisabbat az alapján választotta ki, hogy melyik volt képes a legnagyobb mértékben a kazein tejfehérjét hidrolizálni dimetil-formamid oldószer jelenlétében. A legaktívabb enzimvariánsokat termelő klónok DNS-ét izolálta, majd ismételt mutagenézisnek vetette alá azokat. A szubtilizin aktivitásának irányított evolúcióval történő optimalizálása kulcsfontosságú lépésnek bizonyult, és megnyitotta az utat más enzimek evolúciója előtt.

A továbbiakban Arnold és munkatársai a *Bacillus subtilis* *p*-nitrobenzil-észteráz enzim olyan variánsait állították elő, melyeknek katalitikus aktivitása azonos, de hőstabilitásuk jóval nagyobb volt, mint a kiindulási variánsnak. De fejlesztettek olyan enzimeket is, amelyek az eredeti aktivitástól eltérő reakciókat katalizáltak, mint ahogy azt a *Pyrococcus furiosus* triptofán-szintetáz katalitikus doménjének irányított evolúciója is bizonyította, melynek eredményeképpen új triptofán-analógok előállítása válhatott lehetővé. [...]

Forrás: MKL LXXIV. évfolyam 2. szám (2019. február)

## KÉRDÉSEK

1. Mit jelent az iteráció, általánosságban mi a legfontosabb célja? (2p)  
Milyen gyakorlati alkalmazásai vannak a tradicionális mérnöki tudományokban? (pluszpont)
2. Mi az irányított evolúció elsődleges célja? (1p)
3. Miért hívhatjuk az enzimeket biokatalizátoroknak? (1p)
4. Mire adhat megoldást az irányított evolúció? (3p)



5. Melyik enzim változatának előállítását célozták először irányított evolúciós módszerrel?  
**(0,5p)**
6. Az előző feladatban szereplő enzim funkciója alapján az enzimek melyik csoportjába tartozik, milyen reakciót katalizál? **(1p)**
7. Az enzim szövegben említett felhasználása milyen gyakorlati alkalmazhatóságra enged következtetni? **(1,5p)**
8. Mi vezethet az enzim molekula aktivitásának növekedéséhez? **(2p)**

# AZ ELEMEEK PERIÓDUSOS RENDSZERE

1													2																													
H Hidrogén 1.00794	4												He Hélium 4.003																													
3	Li Lítium 6.941	4	Be Berillium 9.012182												5	B Bór 10.811	6	C Szén 12.0107	7	N Nitrogén 14.00674	8	O Oxigén 15.9994	9	F Fluor 18.9984032	10	Ne Neon 20.1797																
11	Na Nátrium 22.989770	12	Mg Magnezium 24.3050	21	Sc Szkatium 44.955910	22	Ti Titán 47.867	23	V Vanádium 50.9415	24	Cr Krom 51.9961	25	Mn Mangán 54.938049	26	Fe Vas 55.845	27	Co Kobalt 58.933200	28	Ni Nikkel 58.6934	29	Cu Réz 63.546	30	Zn Cink 65.39	31	Ga Gallium 69.723	32	Ge Germánium 72.61	33	As Arzén 74.92160	34	Se Szélén 78.96	35	Br Brom 79.904	36	Kr Kripton 83.80							
19	K Kálium 39.0983	20	Ca Kalcium 40.078	39	Y Ittrium 88.90585	40	Zr Cirkónium 91.224	41	Nb Nióbium 92.90638	42	Mo Molibdén 95.94	43	Tc Technécium (98)	44	Ru Ruténium 101.07	45	Rh Ródium 102.90550	46	Pd Palládium 106.42	47	Ag Ezüst 107.8682	48	Cd Kadmium 112.411	49	In Indium 114.818	50	Sn Ólom 118.710	51	Sb Antimon 121.760	52	Te Teller 127.60	53	I Jód 126.90447	54	Xe Xenon 131.29							
37	Rb Rubídium 85.4678	38	Sr Stroncium 87.62	57	La Lantan 138.9055	72	Hf Hafnium 178.49	73	Ta Tantal 180.9479	74	W Wolfrám 183.84	75	Re Rénium 186.207	76	Os Ozmium 190.23	77	Ir Iridium 192.217	78	Pt Platina 195.078	79	Au Arany 196.96655	80	Hg Higany 200.59	81	Tl Tallium 204.3833	82	Pb Ólom 207.2	83	Bi Bismut 208.98038	84	Po Polónium (209)	85	At Asztácium (210)	86	Rn Radon (222)							
55	Cs Cézium 132.90545	56	Ba Bárium 137.327	89	Ac Aktínium (227)	104	Rf Rutherfordium (261)	105	Db Dubnium (262)	106	Sg Szaborgium (263)	107	Bh Bohrium (262)	108	Hs Hassium (265)	109	Mt Meitnerium (266)	110		111		112		113		114																
87	Fr Francium (223)	88	Ra Rádium (226)												58	Ce Cérium 140.116	59	Pr Praezodimium 140.90768	60	Nd Neodimium 144.24	61	Pm Prométium (145)	62	Sm Szamárrium 150.36	63	Eu Európium 151.964	64	Gd Gadolínium 157.25	65	Tb Terbium 158.92534	66	Dy Diszprozium 162.50	67	Ho Holmium 164.93032	68	Er Erbium 167.26	69	Tm Tulium 168.93421	70	Yb Heterbium 173.04	71	Lu Lutecium 174.967
															90	Th Tórium 232.0381	91	Pa Protaktínium 231.03588	92	U Urán 238.0289	93	Np Neptúnium (237)	94	Pu Plutónium (244)	95	Am Amerícium (243)	96	Cm Kürüm (247)	97	Bk Berklum (247)	98	Cf Kalifornium (251)	99	Es Einsteinium (252)	100	Fm Fermium (257)	101	Md Mendelevium (258)	102	No Nobélium (259)	103	Lr Laurencium (262)