

IV. kategória

Döntő



VIII. Oláh György

Országos Középiskolai

Kémia Verseny

# VIII. Oláh György

## Országos Középiskolai Kémia Verseny

### Döntő

### IV. kategória



2022. március 4.  
Budapest

2022. március 4.

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

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



---

**A feladatsorokat lektorálta:**

Keglevich Kristóf

**A feladatokat írta**

Balogh Marcell

Bartek Máté

Csorba Benjámín

Fent Máté

Harcsa-Pintér Zsófia

Hornyánszky Ágnes

Jurányi Petra

Nyerges Gyula

Pásztor Bettina

Pócsik Bálint

Veress Hunor

Vészi Blanka

---

**2022. március 4.**

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

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



## Együttműködő partnerek:



## Támogatók:

## Koplányi Krisztián



RICHTER GEDEON



2022. március 4.

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

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

**Feleletválasztós kérdések (10p)**

1. A ciklohexán-molekula konformációi közül melyik a legstabilabb?
  - a) kád
  - b) szék
  - c) twist
  - d) félszék
2. Melyik vegyület nem adja az ezüstitűkörpróbát?
  - a) fruktóz
  - b) szacharóz
  - c) akrolein
  - d) butanal
3. Milyen tápanyagigénye nincs egy mikroorganizmusnak?
  - a) szénforrás
  - b) nitrogénforrás
  - c) oxigén
  - d) argonforrás
4. Hány fázisú és komponensű rendszernek tekinthető, ha egy pohár vízbe 2 db jégkockát helyezünk?
  - a) egyfázisú, egykomponensű
  - b) egyfázisú, kétkomponensű
  - c) kétfázisú, egykomponensű
  - d) három fázisú, egykomponensű
5. Melyiknek a legmagasabb a forráspontja?
  - a) etanol
  - b) acetaldehid
  - c) ecetsav
  - d) etil-amin
6. Melyik purin bázis nem tartalmaz oxigén atomot?
  - a) adenin
  - b) guanin
  - c) hipoxantin
  - d) xantin



7. Melyik a legbázikusabb anion?

- a)  $\text{HO}^-$   
b)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^-$   
c)  $\begin{array}{c} \text{O}^- \\ | \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \end{array}$   
d)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{O}^- \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

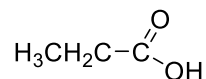
8. A porfirin vázban hány pirrolgyűrű található?

- a) 4  
b) 2  
c) 7  
d) 5

9. Egy felnőtt emberi szervezet átlagosan hány gramm vasat tartalmaz?

- a) 4 g  
b) 4 ug  
c) 40 g  
d) 4 mg

10. Mennyi a képen látható molekula funkciós csoportja szénatomjának oxidációs száma?



- a) +3  
b) +2  
c) -3  
d) -2

**Ipari feladat (10p):**

A vegyészmérnöki tudományok egyik legfontosabb tématerülete a vegyipari művelettan, mely a vegyészmérnöki képzés során is hangsúlyos szerepet kap. A modern vegyipar és így a vegyipari művelettan egyik fontos területét adják az elválasztó műveletek. Az elválasztó műveleteknek az értékes termékek nyerstermékből való kinyerésén túl környezetvédelmi jelentősége is van (például ipari szennyvizek, technológiai vizek tisztítása).

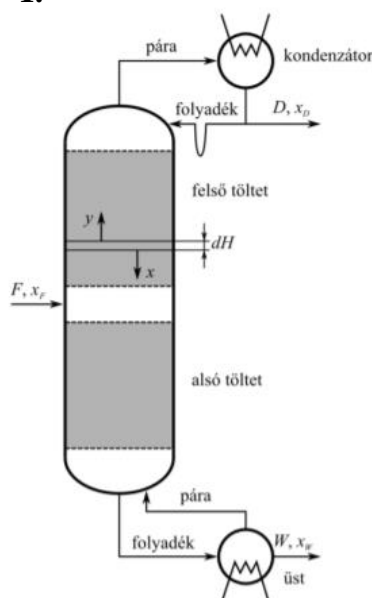
Jelen feladatban 5 vegyipari elválasztó műveletet kell a megfelelő leírással, valamint ábrával párosítanotok. Vigyázat! A meghatározások és az ábrák között 2-2 olyan is szerepel, mely nem párosítható egyik itt szereplő elválasztó művelettel sem.

Elválasztó művelet	Meghatározás betűjele	Ábra sorszama
Desztilláció		
Extrakció		
Adszorpció		
Ülepítés		
Ioncsere		

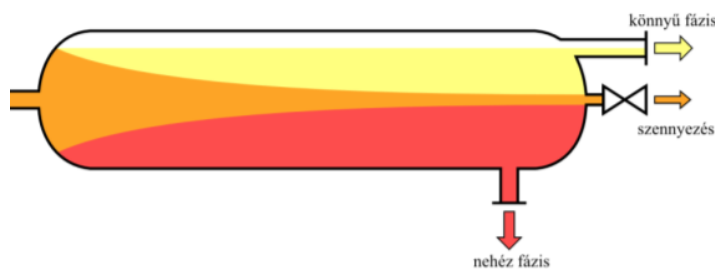
- A) Az elválasztandó anyagok illékonyágkülönbségén, azaz adott nyomáson mérhető eltérő forráspontján alapuló elválasztó művelet. Folyadékelegyek elválasztására használatos, a vegyiparban leggyakrabban előforduló formája a folyamatos rektifikálás. Jellemzően magas tornyokban, ún. kolonnákban megy végbe a folyamat, mely az elválasztás hatékonyságának növelése érdekében különböző tölteteket vagy tányérokat tartalmazhat. A felfelé haladó légnemű halmazállapotú anyagáram az illékonyabb, míg a lefelé haladó folyékony anyagáram a kevésbé illékony komponensekben/dúsul.
- B) Ez az elválasztó művelet a kinyerendő értékes komponens(ek) különböző oldószerekhez való eltérő affinitásán alapul. Ezt az ún. megoszlási hányadossal számszerűsíthetjük, mely megadja a kinyerendő komponens koncentrációinak arányát a kialakuló két folyadékfázisban az adott rendszer egyensúlyi állapotában. Jellemzően a belépő anyagáram oldószereiben a kinyerendő komponens kevésbé jól oldódik, mint abban az oldószereben, amibe ki szeretnénk ezt az anyagot nyerni. Az előbbi két oldószere egymással csak korlátoltan elegyedhet, különben az elválasztás nem következik be.
- C) Ezzel az elválasztó művelettel jellemzően folyadék- vagy gázáramból szeretnénk kinyerni egy olyan komponenst, mely jelenléte az eredeti fázisban valamiért nem kívánatos (például nem kívánt melléktermék, szennyező, katalizátorméreg, stb.) úgy, hogy azt egy megfelelően megválasztott anyag felületére megkötjük. Emiatt tehát az erre a célra megfelelő anyagok egyik legfontosabb tulajdonsága a fajlagos felületük (egységnyi térfogatú anyagra eső felület, beleértve a belső pórusok felületét is). Az ilyen célra egyik leggyakrabban használt anyag az aktív szén. Ezen folyamatnak az elválasztáson kívül a heterogén katalízisben is kiemelt jelentősége van.

- D) Jelen elválasztó művelet az elválasztandó anyagok eltérő sűrűségét használja ki. Gyakran valamilyen oldatban jelen lévő szilárd komponens elválasztására használják, például a szennyvíztisztítás során. Az elválasztandó szilárd anyagok oldatból való kiválását sok esetben különböző vegyszerek hozzáadásával vagy megfelelő pH kialakításával érik el.
- E) Oldatok megtisztítására használt elválasztó művelet. Lényege, hogy megfelelő végcsoportokat tartalmazó gyanták segítségével a végcsoportokat az eltávolítandó ionra cserélik, ez által kinyerik az oldatból. Jellemzően az eltávolítandó kationok helyett oxóniumionok, az eltávolítandó anionok helyett pedig hidroxidionok kerülnek az oldatba. Miután elértük a gyanta kapacitását, azt regenerálni kell, ami jellemzően tömény sav- vagy lúgoldatokkal történik (a végcsoportoktól függően), ezzel onnan az előzőleg eltávolított ionok leoldódnak, a végcsoportok pedig visszaalakulnak eredeti formájukra.
- F) Ezzel az elválasztó művelettel valamilyen kinyerendő vagy eltávolítandó anyagot kötnek meg egy megfelelően megválasztott anyag teljes térfogatában (tehát nem csak a felületén). Gyakran használják jelen műveletet gázok szárítására (pl. víztartalom elnyeletése tömény kénsavban), tisztítására (pl. szén-dioxid tartalom elnyeletése lúgoldatban).
- G) Jelen elválasztó művelet lelke a membrán. A membrán lényege, hogy bizonyos komponensek számára átjárható, míg más komponensek számára nem, azaz ezek a komponensek elválaszthatók a segítségével. Jelen eljárások közé tartozik például az ozmózis is.

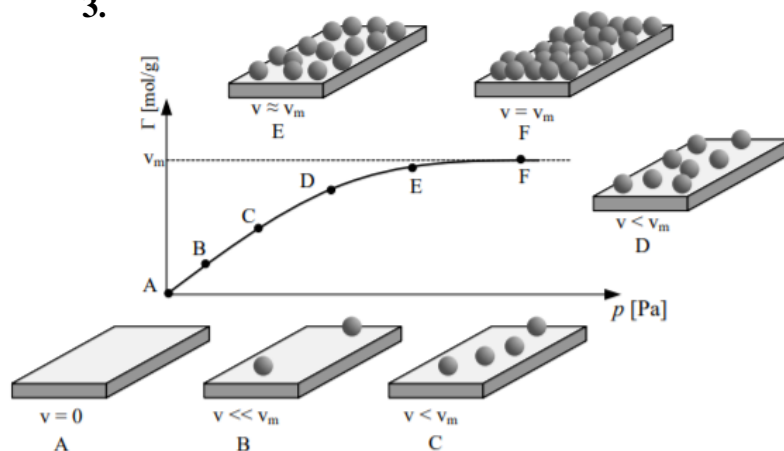
1.



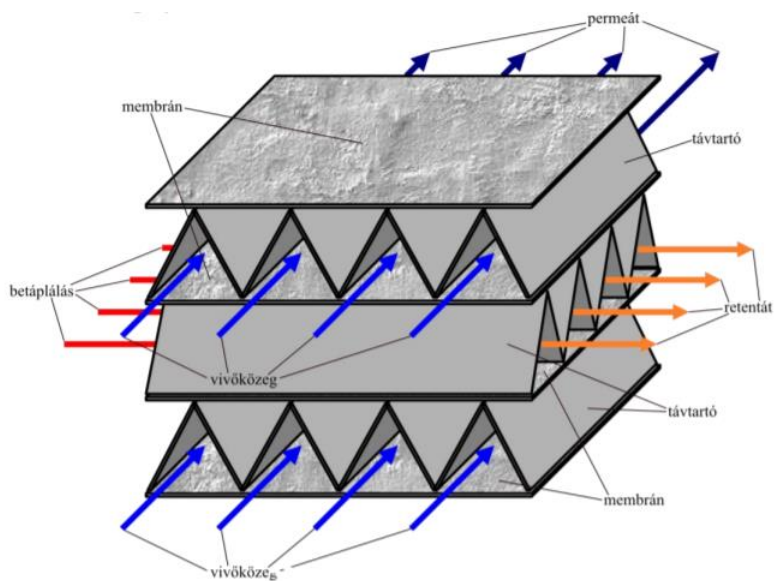
2.



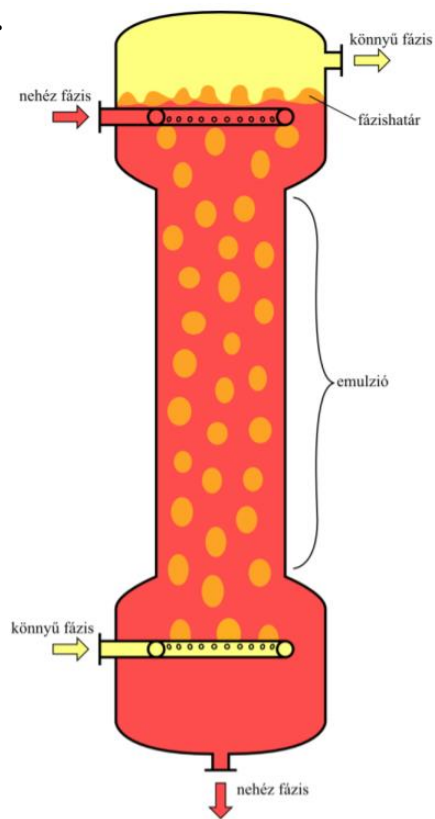
3.



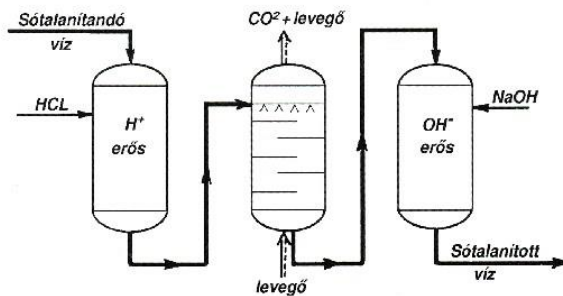
4.



5.

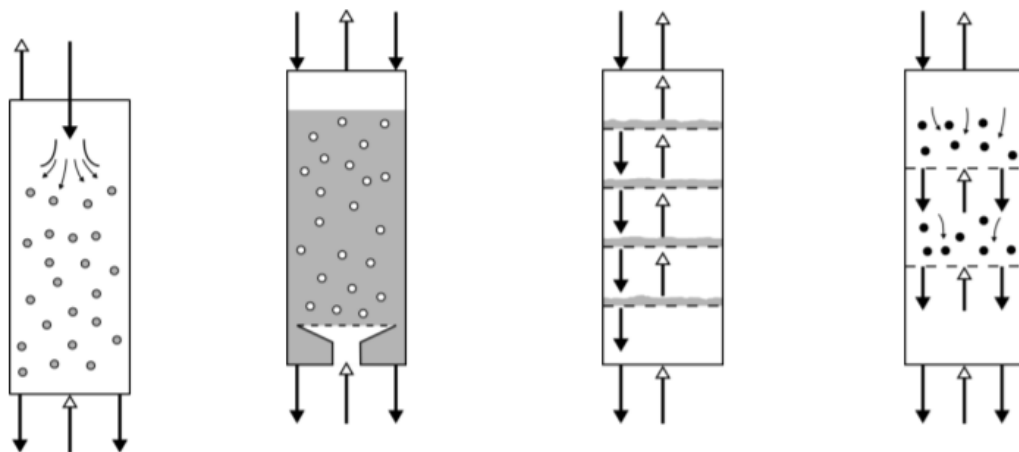


6.



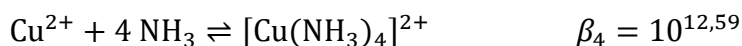
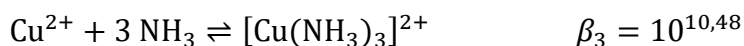
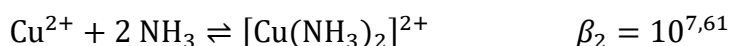
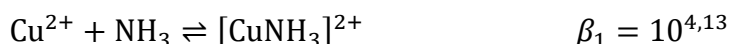


7.



**Számolós példák (17p + 12p):**

1. A középiskolában is tanított, az emelt szintű érettségi követelményei között is szerepel a kék színű  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  komplex ismerete. Az már kevésbé ismert, hogy a réz az ammóniával, mint ligandummal nem csak tetraammin komplexet képez, hanem léteznek egyéb komplexeik is. Az ezek közti, valamint a szabad  $\text{Cu}^{2+}$ -ionok és az ammóniamolekulák közti egyensúlyokat a következő reakcióegyenletek, és a hozzájuk tartozó egyensúlyi állandók írják le (az itt használt, úgynevezett kumulatív komplexstabilitási állandókat jellemzően nem  $K$ -val, hanem  $\beta$ -val jelöljük):



Egy, ahhoz, hogy az ammóniumionok koncentrációja az ammóniamolekulákhoz képest elhanyagolható legyen, bázis hozzáadásával kellően meglúgosított oldat 1 literjében elnyeletünk 17 g ammóniagázt, majd feloldunk benne 0,1595 g kristályvízmentes réz(II)-szulfátot. A gázelnyeletés és az oldódás során fellépő esetleges térfogatváltozást elhanyagoljuk.

- a) Számoljuk ki, hogy az oldatba került teljes rézmennyiség hányadrésze került a különböző komplexekbe, illetve hányadrésze maradt komplexátlan  $\text{Cu}^{2+}$  ion! Vajon miért van az, hogy legtöbbször a  $\text{Cu}^{2+}$  ionok és az ammónia közt végbemenő reakció felírása során csak az itt látható 4. egyenletet írjuk fel? (15p)
- b) Hogyan könnyítette meg számításunkat az, hogy kellően lúgos oldatban dolgoztunk ahhoz, hogy az ammóniamolekulák koncentrációjához képest az ammóniumionok koncentrációja elhanyagolható legyen? Savasabb oldatban milyen további egyensúlyt kellett volna figyelembe vennünk a számolásakor? (2p)
2. A glicin egy a fehérjékben is megtalálható  $\alpha$ -aminosav. Vízben jól oldódik. Szerkezetéből adódóan vízben oldva savként és bázisként is viselkedhet. Savállandója  $1,7 \cdot 10^{-10}$  és bázisállandója  $2,3 \cdot 10^{-12}$ . Attól függően, hogy milyen pH-t állítunk be, a glicinből az oldatban különböző töltésű részecskék keletkeznek.
- a) Mekkora lesz egy aminosav átlagos töltése, ha az oldat pH-ját 2,0-re, illetve 10,0-re állítjuk? (7p)
- b) Mekkora pH-n lesz egy aminosav átlagos töltése 0? (5p)



## Gondolkodtató kérdések (9p):

1. Mi a lézer? Sorolj fel 3 alkalmazását a tudományban!
2. Miért van, hogy a világítós párnák egy idő után már nem világítanak tovább? Mi a kémiai jelenség neve és háttere, amivel a párnák világítanak?
3. Erős savat erős bázissal titrálunk. Hasonlítsd össze, mennyi mérőoldat szükséges a pH 0,5 egységnyi megváltozáshoz a titrálás elején, közepén és végén (az ekvivalenciapont előtt közvetlenül)? Válaszodat indokold, esetleg ábrával igazold!

**Gondolatkísérlet (12 p):**

*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 vöröses, kristályos anyagról tudjuk, hogy kristályrácsa háromféle vegyületet tartalmaz. Vízben nem oldódik, azonban, ha a kristályokhoz sósavat adagolunk, kékeszöld oldatból fehér csapadék válik le **(1)** és szúrós szagú gáz fejlődik **(2)**. A csapadék leszűrése után a visszamaradt oldathoz Fehling II. oldatot, majd formalint adva melegítés hatására világosbarna csapadék válik le **(3)**. Az eredeti, fehér csapadék tömény sósav feleslegében könnyen feloldódik **(4)**. Az először említett sósavas oldás során fejlődő gáz fontos ipari alapanyag, katalitikus oxidációja során egy – standard körülmények között – folyékony halmazállapotú anyagot nyerünk **(5)**, amely egy higroszkópos szerves savnak az anhidridje. Ezt a savat etanollal keverve és 160 Celsius-fokra hevítve gáz fejlődését tapasztalhatjuk **(6)**. Az eredeti vegyületet oxigénatmoszférában hevíteni kezdjük. 850 °C-on egy fekete oxid képződik, mellette vízgőz és a 2. egyenletben szereplő gáz fejlődik **(7)**. Inert atmoszférában 1150 °C-on egy másik, világosbarna színű oxid képződik **(8)**. Mi a képlete az anyagnak, ha az ionos vegyületek anyagmennyiség-aránya 1:1, a harmadik vegyület anyagmennyisége pedig a másik két anyag anyagmennyiségének összege?

**Esettanulmány (18p):**

Egy régi raktárból előkerült újságban találtuk az alábbi cikket. Sajnos néhány szó, illetve kép elmosódott az idők során. Szeretnénk megjeleníteni a cikket a diáklapunkban, ehhez szükségünk lenne a segítségedre a szöveg helyreállításában.

Milyen szavak kerülhetnek az elmosódott részek helyére? Segítségül az alábbi szavak közül lehet válogatni (több szó van, mint szükséges):

alkohollá, desztillálóberendezést, barnaszén, gyümölcsös, alkoholfokát, párolgásnak, malátalevet, reakciónak, gázkromatográfiásan, szublimálásnak, organoleptikus, fenolok, cukor, bepárlókészüléket, élesztőt, törzsalkoholok, észtereződése, erjesztés, erjesztőkádakba, extrakciójából, kicsapódásából, érlelés, olvadásnak, cefreüstbe, cefrőzés, malátázás, lepárlás, whiskylaktonoknak (5p)

Végül válaszolj a feltett kérdésekre is a szöveg alapján!

**A whisky kémiaja**

*A világ legnépszerűbb erjesztett szeszpárlatának íz-, illat- és aromaváltozatossága*

Braun Tibor – Simig Gyula

**Bevezetés**

Annak érdekében, hogy a dolgozat címében említett „legnépszerűbb” jelzőt indokoljuk, az 1. ábrán bemutatjuk a whisky világfogyasztásának kereskedelmi forgalmát. Mint az ábrán látható, a világ whiskyfogyasztása jelentősen meghaladja az olyan más szeszpárlatokét, mint a vodka, a konyak, a likőrök, a rum és a tequila.



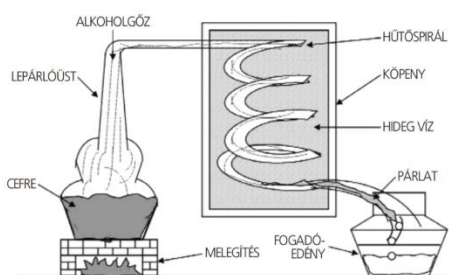
1. ábra: A világ legjobban eladott szeszpárlatai

**A whisky előállítása**

A whisky előállítása öt fő lépésben történik: malátázás, cefrőzés, erjesztés, lepárlás és érlelés. Az első lépés a *malátázás*. Ehhez gabonát (búza, árpa, rozs, hajdina), vagy kukoricát több napra friss forrásvízbe áztatják, a malátázóterem lyukacsos padlóján szétterítik, és rendszeresen megforgatják. Annak érdekében, hogy a csírázási folyamat ne induljon be, a megfelelő pillanatban ki kell szárítani a gabonát. Ez az eljárás kétféleképpen mehet végbe attól függően, hogy füstös vagy füstmentes ízvilágú whiskyt állítanak elő. Az utóbbi esetben száraz gőzt engednek át a már említett lyukacsos padlón. Ezzel a módszerrel meggátolják a csírázást, de nem befolyásolják az aromát. A másik lehetőség, hogy tőzeg elégetésével szárítják a gabonát. Ettől a végtermék füstös aromát kap. A tőzeg kiszárított állapotban a ██████████ (I)

színéhez közelít. Égetése közben illatos, tipikus füstöt áraszt. A tőzegben található olajok, általában (II) a gabonaszemekre tapadva sajátos ízt eredményeznek. A füstösebb malátawhiskyk azokról a területekről származnak, ahol a tőzeg hagyományosan tüzelőnek számított. A tőzeges szárítás közben figyelni kell, hogy a maláta füstössége (fenolok) és az árpa szárazsága összhangban legyen. A fenolkoncentráció szintjét azelőtt kolorimetriásan mérték, ugyanazt újabban (III) teszik. A füstösség ellenőrzésénél a tőzeges szárítást, amennyiben kell, a kívánt zamattól függően szárazgőzös szárításra cserélik. Miután az árpa malátává vált, és a szárítás befejeződött, pár napig pihenni hagyják a szemeket. A pihentetés után a malátát durva szemcsés őrleménnyé darálják. Vigyázni kell, hogy az őrlemény ne legyen túl finom, vagy túl durva. A dara összetétele akkor optimális, ha a szemek héja az őrlemény 20%-át teszi ki, a finom liszté őrölt rész csupán 10%, míg az értékes, úgynevezett közepes rész, a dara fő alkotórésze 70%. Az őrleményt (háromszor) egyre forróbb vízbe áztatják. Az őrlemény áztatását nagyméretű, perforált aljú kádakban végzik. A forró víz hatására az őrleményben lévő (IV) kioldódik. Az így keletkezett édes folyadékot átpumpálják a már említett lyukacsos aljon egy gyűjtőkádba. Ha a folyadék átkerült, jön a második fürdő, de ezúttal magasabb hőfokú vízben. A lepárlóban az első fürdő 60, a második 80, végül a harmadik 90 °C-os. Erre a háromlépcsős eljárásra azért van szükség, hogy a lehető legtöbb cukrot és ízanyagokat nyerjék ki az őrleményből.

A *cefrzés* kétféleképpen mehet végbe: a folyadékot lassan, fokozatosan pumpálják át a kád lyukacsos alján, akkor tiszta, cukros (V) kapnak. A másik lehetőség, hogy gyorsabban végzik el az átpumpálást, és így szilárd részecskék is belekerülnek a végtermékbe. A kád alján leülepedett maradékot szemcséknek nevezik. A cefrzésből kipumpált cukros levet mintegy 35 °C-ra visszahűtik, majd (VI) szivattyúzzák. A folyadék lehűtése fontos, kihagyhatatlan lépés, ugyanis túlzottan magas hőmérséklet kioltaná a későbbiekben hozzáadagolt (VII), és így nem indulna be az erjedés. Miután a kádak megteltek a langymeleg cukros lével, élesztőt adnak hozzá, aminek hatására a cukor elkezd (VIII) alakulni. Az élesztő és a maláta aránya lepárlónként eltérő.



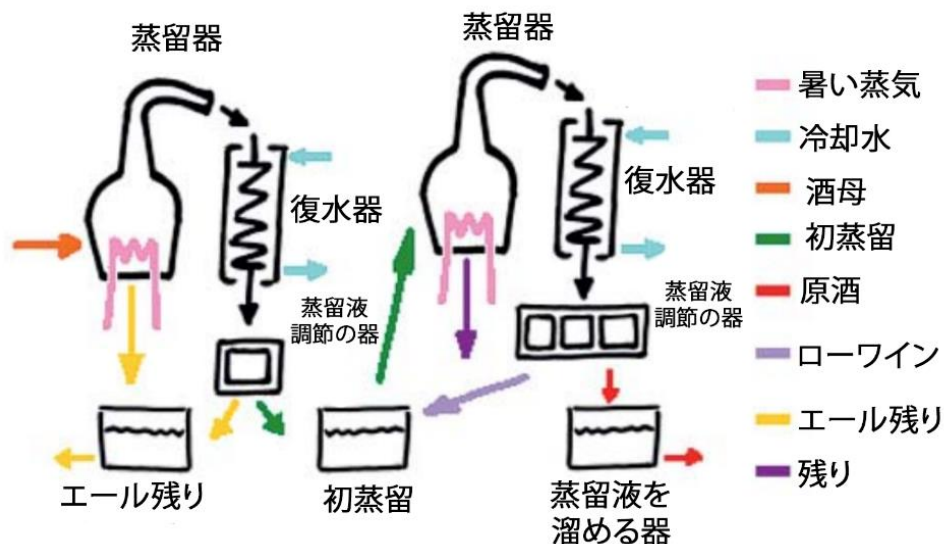
Az *erjesztés* az időtartamától függően kétféle lehet. Létezik az úgynevezett rövid erjesztés, amikor az élesztőt 48 órán keresztül hagyják dolgozni. Ennél a rövidebb eljárásnál a végtermék jóval malátásabb karakterű lesz. A másik, az úgynevezett hosszú erjesztés több mint 55 órán keresztül tart és a végeredmény (IX) lesz. Ezt a mintegy 8% körüli alkoholtartalmú, sörszerű folyadékot később lepárolják.



2. ábra: Egylépcsős berendezés

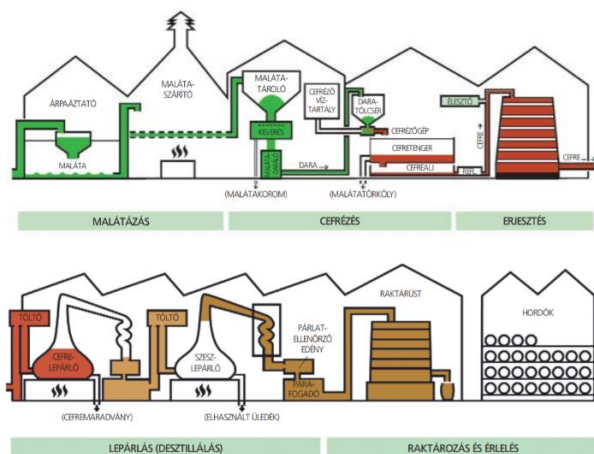
Többféle lepárlóüst és a két-, három-, négyszeres *lepárlás* mindegyike más karaktert kölcsönöz a készülő italnak. A skót malátawhiskyket általában kétszer párolják le, de természetesen vannak kivételek. A háromszoros lepárlás teszi könnyedebbé ezeket az ír whiskyket, ahol ez az általános eljárás. Elvégezhető a két és félszeres lepárlás, sőt a négyszeres lepárlás is. A 2. ábra

egy [redacted] (X) mutat be. Az elkészült párlatot először a [redacted] (XI) pumpálják. Ez rézből készült. A rézzel való érintkezés felelős a készülő ital változatosságáért. A lepárlóüst nyakának magassága és formája sem elhanyagolható tényező a készülő ital zamatának szempontjából. Minél magasabb egy lepárlóüst, annál könnyedebb ízeket csal elő a készülő whiskyből. Viszont, ha alacsony és tömzsi, akkor a nehezebb ízek fognak dominálni. A folyadék a lepárló belsejében hő hatására [redacted] (XII) indul. A felfelé áramló alkoholgőz a lepárló nyakán lecsapódik, majd a párlatellenőrző berendezésen átfolyva tárolóba kerül. A lepárlás során keletkező folyadékot három részre osztják. A folyamat elején lecsapódottat előpárlatnak nevezik. A tapasztalt lepárlómester a párlatellenőrző berendezésen keresztül figyeli a folyamatot. Amikor jónak látja, elforgat egy csapot és más tárolóba engedi a párlatot. Ezt nevezik középső résznek. Az első lepárlásnak ez a végterméke. Végül a lepárlómester újra elforgatja a csapot és a lepárlóból ömlő folyadék ismét külön tárolóba kerül. Ezt a harmadik részt faroknak hívják. A cefreüstből kifolyó folyadék alkoholtartalma 19–20%. Ezt a folyadékot vissza kell hűteni, hogy átessen a második párláson. Miután a folyadék lehűlt, következik a második lepárlás. A második lepárlás lépései megegyeznek az elsővel. A kifolyó folyadékot itt is három különálló részre osztják. Ezúttal is a középső rész az, amellyel tovább dolgoznak. A háromszoros lepárlásnál nem meglepő módon van egy újabb üst, amelybe a második lepárlásból keletkezett középső részt engedik. Mivel itt még több víz párolog el, ez a folyadék rész magasabb alkoholfokkal csöpög ki az üstből. A cefreüstből kicsöpögő folyadékot kettéosztják. Az egyik része folytatja útját a második, végül a harmadik üstbe, míg a másik fele csak a harmadik lepárlásnál lép újra színre. Tehát a két és félszeres lepárolt whisky úgy áll össze, hogy a folyadék egyik fele háromszor, míg a másik csak kétszer lett lepárolva. A lepárlás teljes folyamatát a 3. ábra mutatja be.



3. ábra: A cefreléparlás teljes folyamata

A lepárlási folyamat végére egy körülbelül 68% alkoholtartalmú színtelen folyadék készül el. Ezt a whiskynek még nem nevezhető párlatot hígítják hozzávetőlegesen 63,5%-ra. Ezután a

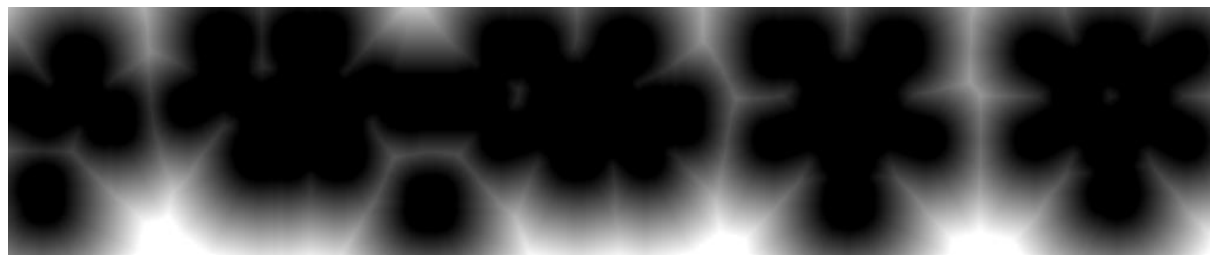


4. ábra: A whisky-előállítás öt lépése

tölgy fahordókban érlelhetik a whiskyt. Ha a kétéves érlelési ciklus a végére ér, a hordókat darabokra, azaz dongákra szedik és eladják valamelyik skót lepárlónak. Miután azok a hordókat újra összerakják, beletöltik a hígított párlatot és kezdetét veszi az új érlelés. Skóciában kizárólag használt hordókat vesznek igénybe. A használt hordó magába szívja az előzőleg benne tárolt ital jellegzetességeit, és a később beletöltött párlat az évek során azokat kinyeri a dongákból. Az érlelési folyamat másik fontos tényezője, hogy kap-e a készülő whisky utóérlelést, és ha igen, akkor az erre a célra szánt hordóban milyen italt tároltak, érleltek korábban. Az eddig említett kétféle hordótípuson kívül sokféle más áll rendelkezésre. Például boroshordók Európa jellegzetes borvidékeiről, portói hordók Portugáliából, vagy rumoshordók Közép- vagy Dél-Amerikából. Említésre érdemes, hogy nem egyszer használtak már magyar, főleg tokaji boroshordót. A teljes whisky-előállítás öt lépése követhető a 4. ábrán.

### Ízek, illatok és aromák a whiskyben

A whisky ízének, illatának és aromáinak forrása a felhasznált gabona, az (XIV), a (XV), illetve az érlelés tölgyfa hordókban. Az eredetileg felhasznált gabona, például árpa, búza, rozs, kukorica, nagyon nagy számú erjesztési íz-, illat- és aromaterméket eredményezhet. Így például a malátázás közben kialakul a *Maillard*-reakció, aminek során illékony akrolein (1), acetilformoin (3,4-dihidroxi-3-hexén-2,5-dion) (2), 4-hidroxi-2,5-dimetil-3-furanon (3) és 2,3,5,6-tetrametil-pirazin (4) vegyületek képződnek az előpárlathoz nagyon hasonló terméket hozva létre (5. ábra).



5. ábra: A Maillard-reakció során képződött illatmolekulák



Az ír és a skót whiskyben a malátázott magok tőzegesítése füstös vagy tőzeges ízt ad a végső termékben. Számos füstízü vegyület hasonló, mint azok, amik a szenesített hordókban való érleléskor jönnek létre. Ezek fenolszármazékok, például a krezolok (2-, 3- és 4-metilfenol), a gvajakol (2-metoxifenol) és 4-etil-, valamint 4-vinil-származéka, a sziringol (2,6-dimetoxifenol) és a sziringaldehid (3,5-dimetoxi-4-hidroxi-benzaldehid).

Valószínűleg ez az oka annak, hogy az ír és a skót whiskyket nem kell szenesített tölgyfa hordókban érlelni, lévén, hogy párlatuk eredetileg nagyobb mennyiséget tartalmaz ezekből a vegyületekből, amik hozzájárulnak füstös és tőzeges ízeikhez. A magok erjesztéséből származó íz-, illat- és aromavegyületek, amelyek gyümölcsös jelleget kölcsönöznek a párlatnak, a **██████████** (XVI): az izoamil-alkohol (3-metil-1-butanol), a 2-metil-1-butanol, az izobutanol (2-metil-1-propanol), továbbá ezek észterei (acetátok), valamint aldehidek, például az acetaldehid és a metional (3-metiltiopropionaldehid).

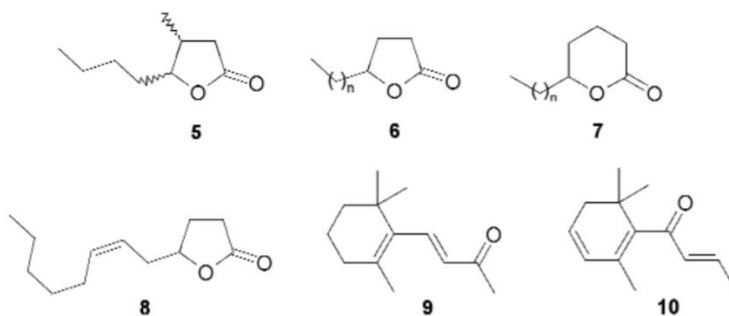
A lepárlás utáni hordóérlelést tekintik a whisky íz-, illat- és aromakialakulása legfontosabb lépésének. Az illékony komponensek három különböző folyamatból származhatnak: a farészek etanolíziséből, a hordó szenesítéséből származó lignin pirolíziséből, és a fa illékony vegyületeinek közvetlen

**██████████** (XVII). Ezeknek széles az íz-, illat- és aromakálaja. Különös fontosságuk van a tölgyfa-laktonoknak, közülük a cisz- és transz- $\beta$ -metil- $\gamma$ -oktalaktonnak (5). Ennek megfelelően

„**██████████**” (XVIII) is nevezik őket. Más laktonok, beleértve a  $\gamma$ -nanolaktont (6, n = 4), a  $\delta$ -nanolaktont (7, n = 3), a  $\gamma$ -dekalaktont (6, n = 5), a  $\gamma$ -dodekalaktont (6, n = 7) és a cisz-6-dodeceno- $\gamma$ -laktont (8), szintén hozzájárulnak a hamvas, üde, valamint krémes íz-, illataromákhoz (6. ábra).

A kiegészítő fakivonatok szintén szerepet játszanak a jellegzetes ízek és illatok kialakulásában. Ilyenek az eugenol [2-metoxi-4-(2-propen-1-il)-fenol] és az izoeugenol [2-metoxi-4-(1-propen-1-il)-fenol], amelyek szegfűszegszerű ízt kölcsönöznek. A  $\beta$ -ionon (9) és a  $\beta$ -damascenon (10) virágos és almás ízeket, illatokat és aromákat hoz létre. A vanillin (4-hidroxi-3-metoxibenzaldehid) általában a vaníliabab ízének, illatának és aromájának a létrehozója. Végül a fa savainak etilalkohollal történő **██████████** (XIX) különböző gyümölcsös ízt adó etilésztereket eredményez (pl. etilpropanoát, etil-butanoát, etil-hexanoát, etiloktanoát és ezek elágazó láncú izomerjei).

Az érlelés közben a fából extrahált nem illékony izaktív vegyületeket nemrég **██████████** (XX) (érzékszervi) ízleléssel, illetve folyadékkromatográfiával, valamint tömegspektrometriával tanulmányozták. Ezúton azonosítottak számos, bonyolult szerkezetű óriásmolekulát, az ellagén csersavak családjába tartozó vegyületet. A szakirodalomban több



6. ábra: A hordóérlelés során képződő íz- és illatanyagok

százra terjed ki a whiskyben azonosított ízek, illatok és aromák száma.

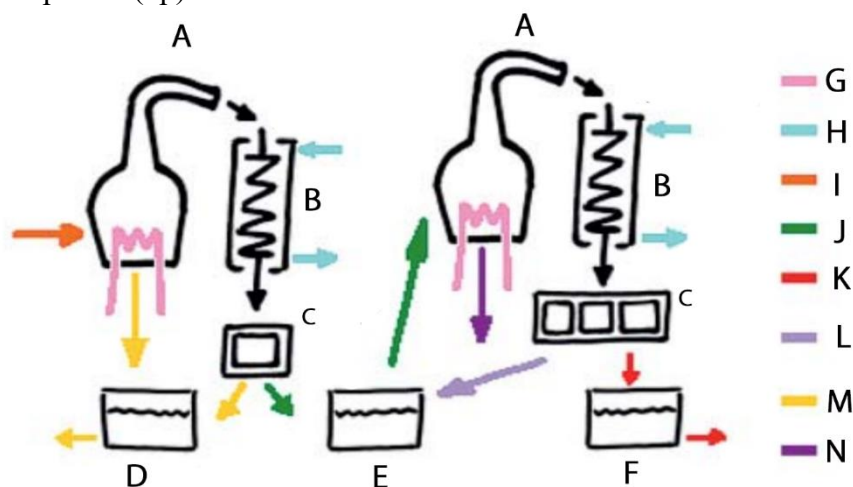
### Utószó

A whisky előállítása során alkalmazott öt lépés mindegyike lehetőséget nyújt az előállítási körülmények változtatására. A malátázás történhet egyetlen gabonából vagy gabonák különböző összetételű keverékéből. Másrészt a malátákat több időközre tehetik ki erjesztésnek. A lepárlást hőmérséklet szerint számos frakcióra lehet szétbontani és magát a lepárlást is többször el lehet végezni. Végül az érlelést is számos időpontra lehet beállítani, meghatározni. Ez terjedhet 2-től akár 15–20 évig. A felsorolt változatok egymással való kombinálása nagyon nagy számú lehetőséget nyújt, ami azt jelenti, hogy ezek rengeteg whiskyféleség, -fajta előállítását tették és teszik lehetővé. A whiskytörténelem során, mint az előbbieken láttuk, országneveket is kapcsoltak whiskyfajtákhoz. Így jött létre a skót, az ír, vagy az amerikai Bourbonwhisky sok száz változata. De léteznek például angol, francia, német, holland, sőt indiai, japán és sok más országbeli whiskyk is. A whiskyk típusainak, fajtáinak, változatainak jelenlegi számát eddig senkinek sem sikerült meghatározni, de úgy tartják, hogy körülbelül 18 ezerre tehető. Végül még egy ír közmondás a whiskyről: „What whisky will not cure, there is no cure for”.

Forrás: MKL LXXIII. évfolyam 9. szám (2018. szeptember)

### További kérdések, feladatok

1. A 3. ábra sajnos nagyon homályos volt már. Szerencsére sikerült megtalálni a képet egy japán folyóiratban, azonban sajnos senki sem tud japánul a szerkesztőségben. Vajon mi lehet az ábrafeliratok – a csak betűvel jelölt berendezések és a különböző színekkel is feltüntetett anyagok – magyar megfelelője a szöveg alapján? (7p)
2. Az 5. ábra olyannyira elmosódott, hogy arról még csak hasonló képet sem sikerült találni. Szerencsére, a szövegben legalább a vegyületek nevei szerepelnek. Rajzold fel az 1-2 vegyületek képletét! (2p)





- 
3. Malátázás során milyen a dara ideális összetétele? (1p)
  4. Hányféle osztják a lepárlás során keletkezett folyadékot, és hogy nevezik ezeket? (1p)
  5. Mely vegyületek adják a whisky füstös ízét? (1p)
  6. Milyen módon vizsgálhatók a fából extrahált nem illékony ízaktív vegyületek? (1p)