

XVIII. Dürer Verseny

Döntő (2025. 02. 07-09.)

Kifejtős megoldókulcs



1. feladat

Dürer Detektív egy átlagos reggelen épp belépett a laborjába, ahol óriási nagy (de tényleg, hatalmas) felfordulást talált... VOLNA, ha nem tűnt volna el minden! Az összes vegyszeres üvege és laboreshozója köddé vált. Csupán a kedvenc laborasztalán állt néhány eszköz és egy rejtélyes papír, amin a következő volt olvasható:

Az itt található vegyszeres üvegben egy nátrium-halogenid só oldata van. Határozd meg az összetételét ezüst-nitrátos ($0,1 \text{ mol/dm}^3$) titrálással! A bürettáidat eldugdum: így ezt a bürettát kalibrálnod kell! A halogenid oldat koncentrációjából megtudod, hogy melyik garázsban rejtettem el az eszközeidet!*

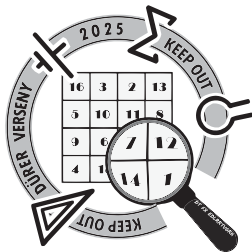
*A rosszabb minőségű laboreshozókat gyakran kalibrálni kell, hiszen csak a valódi térfogatuk ismeretében tudunk pontos eredményeket kapni. A kalibráláshoz általában desztillált vizet használunk. A büretták kalibrálása: először desztillált vízzel jelre állítjuk a bürettát, majd mérlegen letárazott csiszolatos Erlenmeyer-lombikba bizonyos mennyiséget leengedve megmérjük a víz pontos tömegét. Minden egyes oldatrészlet leengedése előtt 0-ra állítjuk a bürettát. A pontos tömegek és a víz sűrűségének ismeretében a pontos térfogatokat is meghatározhatjuk. A kalibrációt a névleges (leolvasott) térfogat és a valós (méréssel meghatározott) térfogat különbségeként kapjuk meg.

Dürer Detektív egy pillanatra se csüggedt, egyből nekilátott a kalibrálásnak:

Névleges térfogat (cm^3)	3,00	6,00	9,00	12,00
Valós térfogat (cm^3)	3,04	6,03	8,98	12,04
Kalibráció (k)				

A titráláshoz 10 cm^3 halogenid mintát 100 cm^3 -re hígított és ebből háromszor 10 cm^3 -t titrált. A kalibráció ismeretében ezüst-nitráttal töltötte fel a bürettát, a névleges fogyás $8,70$, $8,65$ és $8,80 \text{ cm}^3$ volt.

- A táblázat segítségével számítsátok ki a kalibráció értékeket!
- Határozzátok meg a titrálás valós fogyásait, ha a két fogyás közötti szakaszokat lineárisnak tekintjük és a $6,00$ és $9,00 \text{ cm}^3$ névleges fogyások közötti lineáris szakasz egyenesének egyenlete: $k = -0,0167 \cdot V_{\text{névleges}} + 0,13$!
- Melyik halogenid só oldata lehetett az üvegcsében, ha sárga színű csapadék keletkezett? Írjátok fel a csapadékképződés reakcióegyenletét!
- Számítsátok ki a halogenid só koncentrációját a kiindulási oldatban!



XVIII. Dürer Verseny

Döntő (2025. 02. 07-09.)

Kifejtős megoldókulcs



1. feladat megoldása

a) kalibráció (k) = $V_{\text{valós}} - V_{\text{névleges}}$

Névleges térfogat (cm ³)	3,00	6,00	9,00	12,00
Valós térfogat (cm ³)	3,04	6,03	8,98	12,04
Kalibráció (k)	-0,04	-0,03	0,02	-0,04

b) Az egyenes egyenletébe behelyettesíthetjük a névleges fogyásokat ($V_{n1} = 8,70 \text{ cm}^3$, $V_{n2} = 8,65 \text{ cm}^3$, $V_{n3} = 8,80 \text{ cm}^3$).

$$k = -0,0167 \cdot V_{\text{névleges}} + 0,13$$

$$k_1 = -0,0167 V_{n1} + 0,13 = -0,015$$

$$k_2 = -0,0167 V_{n2} + 0,13 = -0,014$$

$$k_3 = -0,0167 V_{n3} + 0,13 = -0,017$$

kalibráció (k) = $V_{\text{névleges}} - V_{\text{valós}}$, tehát $V_{\text{valós}} = V_{\text{névleges}} - k$, így a valós fogyások:

$$V_{v1} = 8,715 \text{ cm}^3$$

$$V_{v1} = 8,664 \text{ cm}^3$$

$$V_{v1} = 8,816 \text{ cm}^3$$

c) Az ezüst jodid-ionnal képzett csapadék sárga színű: $\text{Ag}^+ + \text{I}^- \longrightarrow \text{AgI}$

d) A térfogatokat átlagolhatjuk: $V = 8,732 \text{ cm}^3 = 8,732 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$.

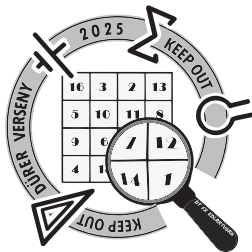
Ezen adatok ismeretében kiszámítható az elreagált anyagmennyiség:

$$n = Vc = 8,732 \cdot 10^{-4} \text{ mol ezüst nitrát reagált el.}$$

Ekvivalens mennyiségű, $8,732 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ jodidion volt 10 cm^3 mintában.

Tehát a 100 cm^3 törzsoldatban és így a 10 cm^3 kiindulási mintában $8,732 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ volt.

A kiindulási minta koncentrációja $c = n/V = 0,8732 \text{ mol/dm}^3$



XVIII. Dürer Verseny

Döntő (2025. 02. 07-09.)

Kifejtős megoldókulcs



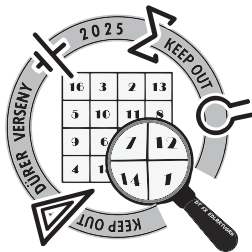
2. feladat

A biodízel üzemanyagok növényi olajok észterezésével vagy transzészterezésével állíthatók elő. Észterezés során karbonsav és alkohol reakciója során észter képződik, míg transzészterezés során egy meglévő észter és egy másik alkohol reagál egymással, így egy új észter és egy alkohol képződik. Az így előállított zsírsav-metilészterek által csökkenthető a fosszilis energiahordozók felhasználása.

- Írjatok fel egy tetszőleges, észterképződéssel járó reakciót és nevezzétek el a terméket!
- Hogy nevezzük azt a folyamatot, amikor egy észterből karbonsav (vagy karbonsav sója) és alkohol keletkezik?
- Milyen, a hétköznapiakban is használt anyagokat állítanak elő a b) pontban leírt folyamat során?

Miután kivezették a háztartási tüzelőolaj adalékanyagok színezését, egy addig olajszőkítéssel foglalkozó bünszervezet biodízel üzemanyag előállítására állt át, amihez a privatizáció során alacsony áron szerzett termőföldek biztosították a szerves alapanyagot. A biodízel üzemanyag (zsírsav-metilészter) előállításához repceolajat és metil-alkoholt, valamint KOH katalizátort használtak. A repceolaj 16 és 18 szénatomszámú telített és egyszeresen telítetlen zsírsavak elegyének tekinthető, a többi összetevő elhanyagolható mennyiségben van jelen. Az üzemanyag (zsírsav-metilészter) 100,0 grammjának oxigénfeleslegben történő tökéletes égése során 281,7 g szén-dioxid és 109,7 g víz keletkezett.

- Hogyan lehet a szükséges metanolt ipari körülmények között előállítani? Reakciógyenletet is írjatok!
- Mennyi volt a repceolajban a 16 és 18 szénatomszámú zsírsavak molaránya?
- Mennyi volt a repceolajban a telített és telítetlen zsírsavak molaránya?



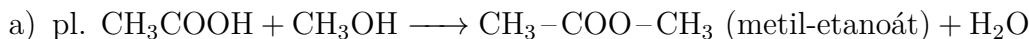
XVIII. Dürer Verseny

Döntő (2025. 02. 07-09.)

Kifejtős megoldókulcs



2. feladat megoldása

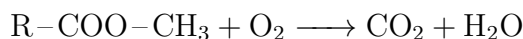


b) hidrolízis

c) szappanokat



e) A zsírsav-metilészterek égésének egyenlete a következő:



A keletkező termékek tömegéből megkaphatjuk az elégetett észter összetételét:

$$m(\text{CO}_2) = 281,7 \text{ g} \longrightarrow n(\text{C}) = 6,402 \text{ mol} \longrightarrow m(\text{C}) = 76,82 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 109,7 \text{ g} \longrightarrow n(\text{H}) = 12,18 \text{ mol} \longrightarrow m(\text{H}) = 12,18 \text{ g}$$

$$n(\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{m(\text{észter}) - (m(\text{C}) + m(\text{H}))}{M} = 0,6867 \text{ mol}$$

A tapasztalati képletet a mólok számát felszorozva kapjuk meg (tudva, hogy minden molekula 2 oxigént tartalmaz): $\text{C}_{18,64}\text{H}_{35,50}\text{O}_2$

Legyen a 18 szénatomos zsírsavból származó 19 szénatomos észter aránya x !

$$19x + 17(1-x) = 18,64$$

$$\text{Ebből } x = 0,820$$

$$\frac{1-x}{x} = \frac{0,180}{0,820} \approx \frac{1}{4,555}$$

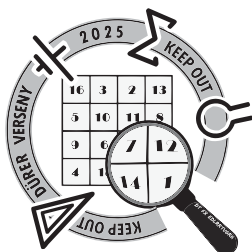
f) A metil-észterek összegképlete telített zsírsav esetén $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$, egyszeresen telítetlen zsírsav esetén $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{O}_2$.

Legyen a telített zsírsavból képződött észter aránya y !

$$2 \cdot 18,64y + (2 \cdot 18,64 - 2)(1-y) = 35,50$$

$$\text{Ebből } y = 0,110$$

$$\frac{y}{1-y} = \frac{0,110}{0,890} \approx \frac{1}{8,091}$$



XVIII. Dürer Verseny

Döntő (2025. 02. 07-09.)

Kifejtős megoldókulcs



3. feladat

Egy modern laboratóriumba hívták ki Bigyó felügyelőt, mert egy gázpalack eltűnt. A következő vallomást vette fel a detektív:

„Négy darab gázpalackunk volt, de ma reggelre egy darab eltűnt. Mégpedig nem akármelyik, hanem a legértékesebb, így kétmillió forintos kárunk keletkezett!”

Gyanús volt a történet Bigyó felügyelőnek, hiszen egy gázpalack nem szokott ilyen drága lenni. Megkérdezte hát, hogy pontosan miket tudnak a palackokról.

„4 féle gázzal dolgozunk: nitrogén, szén-dioxid, oxigén és hélium. A teli palackokban megegyező tömegű gáz van vásárláskor és egyedül a nitrogént tartalmazó palack érkezik úgy, hogy ismerjük a térfogatát és a benne lévő nyomást. A mostani szállítás során 20 cm belső átmérőjű és 1,5 m magasságú palackokat kaptunk, melyek hőmérséklete a töltéskor 20 °C volt. A nitrogénpalackban a nyomás 25 bar volt. Ma reggelre a legértékesebb palack tűnt el!”

Bigyó felügyelő az elmondottak alapján a következőket tette:

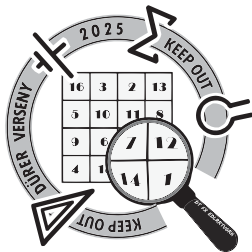
1. A nitrogén jelzésű palackból mintát vett és elemanalizátor segítségével megállapította, hogy az valóban nitrogén.
2. Az oxigén jelzésű palackból is mintát vett és kimutatta, hogy valóban oxigén van benne.
3. A szén-dioxid jelzésű palackból egy cső segítségével kalcium-hidroxid oldatba vezetett egy kis mennyiséget, amire az oldat megzavarosodott.

Ezek alapján Bigyó felügyelő igazolta, hogy valóban a héliumot tartalmazó palack tűnt el. Kollégáitól közben a következő táblázatot kapta ezen gázok árairól:

Hélium	720 Ft/mol
Nitrogén	80 Ft/mol
Oxigén	55 Ft/mol
Szén-dioxid	75 Ft/mol

Ezen adatok alapján Bigyó felügyelő már meg tudta állapítani, hogy valóban mekkora kára keletkezett a laboratóriumnak.

- a) Milyen módszerrel igazolhatta Bigyó felügyelő, hogy valóban oxigén van a palackban?
- b) Miért igazolja az oldat megzavarosodása a CO₂ jelenlétét? Írjátok fel a reakcióegyenletet!
- c) Mekkora tömegű gáz van az egyes palackokban?
- d) Mekkora nyomás uralkodik az egyes palackokban?
- e) Valóban a hélium palack a legdrágább?
- f) Valós-e a laboratórium becslése a keletkezett kárról?



XVIII. Dürer Verseny

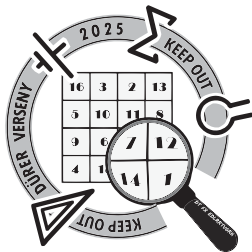
Döntő (2025. 02. 07-09.)

Kifejtős megoldókulcs



3. feladat megoldása

- A parázsló gyújtópálcát a gázáramba tartva az fellobban.
- $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3$ keletkezik, ami nem oldódik
- A nitrogén palack térfogata 47,1 liter, ezek alapján 48,4 mol nitrogén fér bele. Ennek tömege 1,354 kg, tehát mindegyik palackba 1,354 kg gáz lett töltve.
- Az oxigén esetében ez a tömeg 42,3 molnak felel meg, így a nyomás 21,9 bar. A szén-dioxid esetében 30,8 mol gáz van a palackban, a nyomás pedig 15,9 bar. A héliumpalackban 338,5 mol gáz van és a nyomás 174,9 bar.
- Teli palackok esetében a nitrogén értéke 3872 Ft, az oxigéné 2326 Ft, míg a szén-dioxidé 2310 Ft. Ezzel szemben a hélium értéke 243 720 Ft, tehát valóban ez a legdrágább.
- A laboratórium becslése nem valós, a keletkezett kár értéke egy nagyságrenddel kevesebb, 243 720 Ft.



XVIII. Dürer Verseny

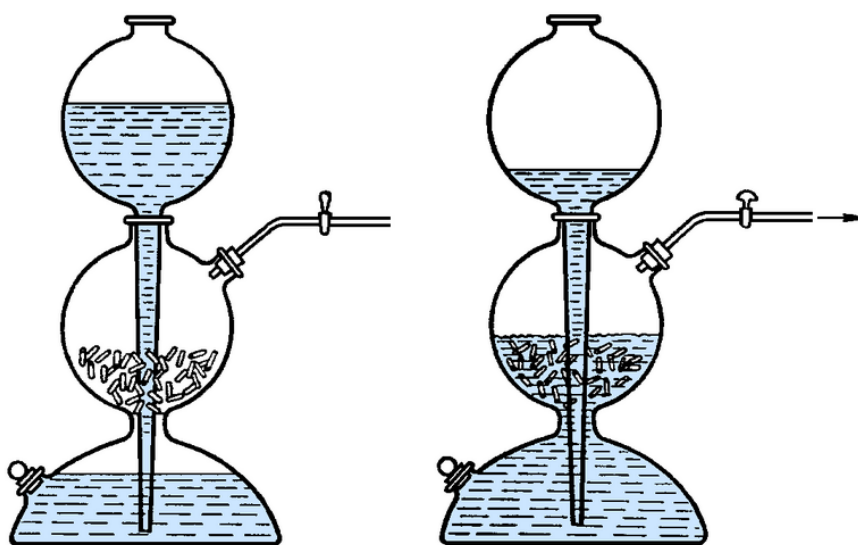
Döntő (2025. 02. 07-09.)

Kifejtős megoldókulcs



4. feladat

Sherlock Holmest egy különc hobbivegyész házához hívták ki, ahol egy holttestet találtak, de nem tudták megállapítani, hogy mitől halt meg. Holmes gyorsan felmérte a terepet: a zárt szobában számos vegyszert tartalmazó polc és szekrény volt, míg középen néhány asztal foglalt helyet. Az egyik asztalon egy Kipp-készülék volt, nyitott csappal (ld. ábra). A készülékben középen nem maradt szilárd anyag, csak alul egy nagyon halvány rózsaszín színű oldat.

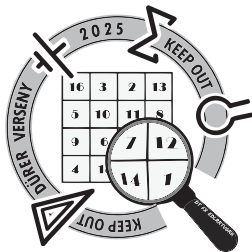


A készülék melletti jegyzőkönyvben a következő mondatok álltak:

„Hidrogén fejlesztése Kipp-készülékben: A készülék középső gömbjébe tegyünk cink forgácsot, a legjobb a fémesen csillogó apró szemű változat. A felső gömbbe pedig tegyünk 10 %-os sósav oldatot. A sósavat a cinkre engedve elindul a hidrogén fejlődése.”

Sherlock Holmes mintát vett a Kipp-készülékben található oldatból és elküldte egyik vegyész barátjának vizsgálatra. Azt a jelentést kapta, hogy az oldatban az egyetlen oldószer a víz, és az oldatnak savas kémhatása van. Bepárolva fehér por marad vissza. Ebben a fehér porban 19,45 m/m% kálium és 53,12 m/m% klór található. A maradék mennyiséget egy másik fém adja. Ezen adatok alapján Sherlock Holmesnak sikerült megfejtenie, hogy miért halt meg az áldozat.

- Milyen reakció játszódott volna le, ha a leírást követi a hobbivegyész?
- Miért biztonságos gázfejlesztő berendezés a Kipp-készülék? Mi történik, ha elzárjuk a csapot (vagy véletlenül eltömődik)?
- Mi a fehér porban található harmadik elem?
- Ezek alapján mi kerülhetett cink helyett a Kipp-készülékbe?
- Milyen reakció játszódott le, miért okozta ez a kísérletező halálát? Reakcióegyenletet is írjatok!



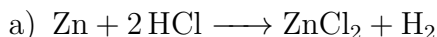
XVIII. Dürer Verseny

Döntő (2025. 02. 07-09.)

Kifejtős megoldókulcs



4. feladat megoldása



b) A gázfejlesztés veszélye, hogy dugulás esetén túlnyomás keletkezik, ami robbanáshoz vezethet. Viszont a Kipp készülékben a túlnyomás a folyadékot lefelé szorítja és a kiindulási helye felé szorul vissza. Így a szilárd reagenstől eltávolodik, és a reakció megáll. Nem keletkezik túlnyomás és robbanás sem fog történni.

c) Vegyünk 100 g fehér port! Ebben 19,45 g kálium van, ami 0,50 mol. Emellett 53,12 g klór található még benne, ami 1,50 mol. Tehát ezek aránya 1:3-hoz. Így felírható a KMe_zCl_3 általános képlet.

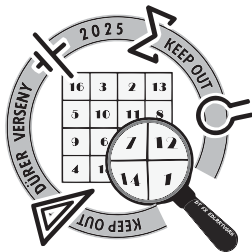
Ha $z = 1$, akkor moláris tömegre 55,0 g/mol adódik, ami mangánnak felel meg. Ez elképzelhető megoldás, hiszen KCl és MnCl_2 1:1 arányú keveréke megfelelne a fenti összegképletnek.

Ha $z = 2$, akkor moláris tömegre 27 g/mol adódik, ami lehetne az alumínium, de akkor a vegyértéke 1 lenne, ami nem felel meg a szabályoknak.

Tehát a harmadik elem a mangán.

d) A fentiek alapján a cink helyett egy káliumot és mangánt tartalmazó vegyület volt cink helyett a Kipp-készülékben. Ilyen vegyületből a legismertebb a kálium-permanganát, melyből valóban 1:1 arányban keletkezik KCl és MnCl_2 sósav hatására.

e) $2 \text{KMnO}_4 + 16 \text{HCl} \longrightarrow 2 \text{KCl} + 2 \text{MnCl}_2 + 8 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{Cl}_2$, klórgáz keletkezett, ami mérgező.



XVIII. Dürer Verseny

Döntő (2025. 02. 07-09.)

Kifejtős megoldókulcs

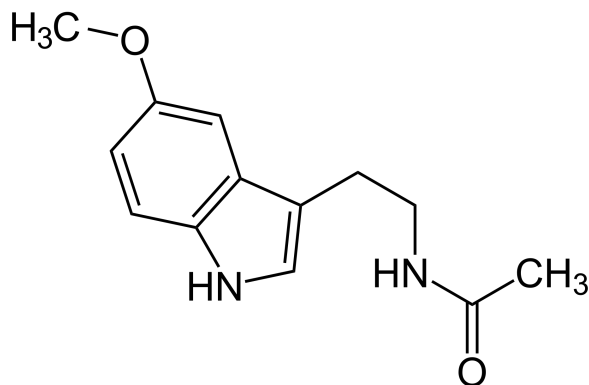


5. feladat

Egy kellemes őszi délutánon a munkából hazaérve két eszméletlen betörőt talált a nappalijában egy fiatal házaspár. Rögtön kihívták a rendőrséget és a mentőket, akik szén-monoxid mérgezés gyanújával szállították kórházba a besurranókat.

- Hogyan keletkezhet CO egy lakóházban? Írjátok fel a reakcióegyenletet is!
- Milyen magasságba érdemes a CO-mérő berendezést szerelni? (Hol gyűlik össze a keletkezett CO?)

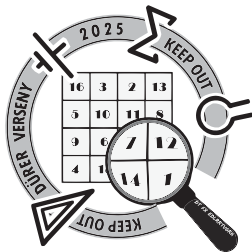
A kórházban kiderült hogy a betörők az ebéd utáni kávéjukba csempészett magas melatonin tartalmú altatószertől álmosodtak el. Az ábrán látható gyűrűs szerkezetű szerves vegyület a melatonin hormon, amely az alvás-ébrenlét ciklus szabályozásában kulcsfontosságú szerepet tölt be.



- Milyen oxigéntartalmú funkciós csoportjai vannak a melatonin hormonnak?

A melatonin hatóanyagú, kereskedelmi forgalomban kapható gyógyszerekben 3 mg melatonin van tablettánként. A betörők kávéjába egy őket megfigyelő nyomozó 1,50 ml térfogatú, 0,040 mol/dm³ koncentrációjú melatonin oldatot kevert.

- Hány tablettának megfelelő melatonint ittak meg a betörők?
- A vérben a melatonin koncentráció felezési ideje 30 és 60 perc között van. Hány mg melatonin maradt minimum a betörők vérkeringésében 3 órával az oldat elfogyasztása után? (Tételezzük fel, hogy a kávé elfogyasztása után elhanyagolható időn belül a teljes melatonin tartalom a vérkeringésbe került.)



XVIII. Dürer Verseny

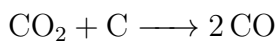
Döntő (2025. 02. 07-09.)

Kifejtős megoldókulcs



5. feladat megoldása

- a) nem tökéletes égés, magas hőmérsékletű, alacsony oxigénellátottság égés:



- b) 1-2 m magasságban, a CO sűrűsége/moláris tömege közel azonos a levegőjével, így jól elegyedik

- c) amidcsoport és étercsoport

- d) $M(\text{melatonin}) = 232,28 \text{ g/mol}$

$$c(\text{melatonin}) = 0,040 \text{ mol/l} \cdot 232,28 \text{ g/mol} = 9,29 \text{ g/l} = 9,29 \text{ mg/ml}$$

$$m(\text{melatonin}) = cV = 9,29 \text{ mg/ml} \cdot 1,50 \text{ ml} = 13,93 \text{ mg}$$

$$13,93 \text{ mg} / 3 \text{ mg} = 4,64 \text{ db tablettának megfelelő mennyiségű melatonint ittak meg}$$

- e) Ha 30 percnek vesszük a felezési időt, akkor marad a legkevesebb melatonin a szervezetben.

$$3 \text{ óra} / 30 \text{ perc} = 6 \text{ felezés}$$

$$m = m(\text{kezdeti}) \cdot \frac{1}{2^6} = 13,93 \cdot 0,015625 = 0,217 \text{ mg}$$