

**TAKÁCS CSABA KÉMIA EMLÉKVERSENY,
X. - XII. osztály, I. forduló - megoldás
2010 / 2011 –es tanév, XVI. évfolyam**

1. $As_2^{+3}S_3^{-2} + HN^{+5}O_3 \rightarrow H_3As^{+5}O_4 + H_2S^{+6}O_4 + N^{+2}O$ (0,5 p)
 (a) $2As^{+3} - 2 \times 2e^- \rightarrow 2As^{+5}$ (b) $3S^{-2} - 3 \times 8e^- \rightarrow 3S^{+6}$
 (a) + (b) = $28 e^-$ leadás/1 mol As_2S_3 (1,25 p)
 (c) $N^{+5} + 3e^- \rightarrow N^{+2}$ $3 e^-$ felvétel /1 mol HNO_3 (0,25 p)
 - a **leadott és felvett elektronok számának kiegyenlítése** eredményezi a **redox folyamat oxidációfok változásában résztvevő vegyületek együtthatóit**.
 $3As_2S_3 + 28HNO_3 \rightarrow 6H_3AsO_4 + 9H_2SO_4 + 28NO$ (1,0 p)
 - a **fenti folyamatban a baloldalon található H- és O-atomok számai nem egyeznek meg a jobb oldalon találhatóakkal**.
 - baloldalon: 84 db. O-atom és 28 db. H-atom, míg jobboldalon: 88 db. O-atom és 36 db. H-atom;
 - a **különbség: 4 db. O-atom és 8 db. H-atom**, amely **4 H₂O molekulának** felel meg; (1,0 p)
 - a helyes kiegyenlített reakcióegyenlet:
 $3As_2S_3 + 28HNO_3 + 4H_2O \rightarrow 6H_3AsO_4 + 9H_2SO_4 + 28NO$ (0,75 p)
2. a) $3HgO \rightarrow Hg_2O + Hg + O_2$ (0,5 p)
 b) A **lehetséges két folyamatban** az **egyikből a Hg₂O, a másikkól Hg keletkezik**, és **mindkét átalakulásban O₂-gáz is** felszabadul; (0,5 p)
 b1) $Hg^{+2}O^{-2} \rightarrow Hg^0 + O_2^0$ (0,25 p)
 $Hg^{+2} + 2e^- \rightarrow Hg^0$ és $O^{-2} - 2e^- \rightarrow O^0$ (0,5 p)
 $2HgO \rightarrow 2Hg + O_2$ (0,25 p)
 b2) $Hg^{+2}O^{-2} \rightarrow Hg_2^{+1}O^{-2} + O_2^0$ (0,25 p)
 $Hg^{+2} + 1e^- \rightarrow Hg^{+1}$ és $O^{-2} - 2e^- \rightarrow O^0$ (0,5 p)
 $2HgO \rightarrow Hg_2O + 1/2O_2$ (0,5 p)
- c) $4HgO \rightarrow Hg_2O + 2Hg + 3/2O_2$ **vagy** $8HgO \rightarrow 2Hg_2O + 4Hg + 3O_2$ **vagy**
 $6HgO \rightarrow 2Hg_2O + 2Hg + 2O_2$ **vagy** $3HgO \rightarrow Hg_2O + Hg + O_2$ (0,75 p)
- d) $Hg^{+2}O^{-2} \rightarrow Hg_2^{+1}O^{-2} + Hg^0 + O_2^0$
 $Hg^{+2} + 1e^- \rightarrow Hg^{+1}$ és $O^{-2} - 2e^- \rightarrow O^0$ összesen – $1e^-$ /mol HgO (0,75 p)
 $Hg^{+2} + 2e^- \rightarrow Hg^0$ (0,25 p)
 $3HgO \rightarrow Hg_2O + Hg + O_2$ (0,25 p)
 Vagy: $Hg^{+2} + 2e^- \rightarrow Hg^0$ és $2O^{-2} - 2 \times 2e^- \rightarrow 2O^0$ összesen – $2e^-$ /mol HgO
 $Hg^{+2} + 1e^- \rightarrow Hg^{+1}$
 $3HgO \rightarrow Hg_2O + Hg + O_2$
- e) A megadott 3 sztöchiometrikus egyenlet **helyes a tömegmegmaradás elve alapján** (egyenlet bal oldalán található atomok száma = jobboldalon található atomok számával). (0,75 p)
- f) Az **e)- és c)-pontok megoldásai** azt igazolják, hogy a **leírt folyamatnak több** (!!végtelen sok) olyan **megoldása van**, amely **matematikailag helyes**. Ennek az a **magyarázata, hogy a HgO termikus bomlásakor csak Hg + O₂ keletkezik, a másik bomlási folyamat csak „papíron” van hozzáadva!** (1,0 p)
3. a) **4-etil-5-izobutil-4-izopropil-2,2,3,3,8,8,9-heptametil-6-neopentil-6-n-butil-7-n-propil-7-szekbutil-5-tercbutil-dekán** (3,5 p)
 - a **főlánc** megkeresése (leghosszabb egyenes lánc): **10 C-atomos** (0,25 p)
 - a **főlánc C-atomjainak számozása**: az **oldalláncok helyzete a szélektől azonos távolságra** van, ezért az **oldalláncokat tartalmazó C-atomok számának összege** határozza meg az irányt: a **kisebb összeg a helyes irány**, (0,5 p)
 - **balról jobbra**: 2+2+3+3+4+4+5+5+6+6+7+7+8+8+9=79 (0,25 p)
 - **jobbról balra**: 2+3+3+4+4+5+5+6+6+7+7+8+8+9=86 (0,25 p)

- b) $C_{46}H_{94}$ hexatetrakontán (0,75 p)
- c) Az alkánokban a kötőszög értéke $109^{\circ}28'$, ezért ezek a térben zeq-zugos láncot képeznek. A C–C kötéstávolság 0,154 nm. Ezek a szerkezeti sajátosságok nem teszik lehetővé, hogy két egymás melletti C-atomon több C-atomos oldalláncok létezzenek, mert térben gátoltak (=nem férnek el!). Pl. Egymás melletti C-atomokon: tercbutil-, neopentil-, szekbutil-, stb. gyökök. (A megadott szerkezet síkképletet jelöl, amely nem fejezi ki térbeli elrendeződést!). (1,0 p)
4. a) A kevés C-atomot (kb. $C_1 - C_6$) tartalmazó alkánok az A) szerint oxidálódnak, míg a több, mint 6 C-atomosak a B) folyamatnak megfelelően oxidálódnak. (0,75 p)
- b) Az A) reakcióban keletkezett termékek a CO_2 és $H_2O_{(g)}$, míg a B) folyamatban az előző termékek mellett korom is keletkezik. (1,5 p)
- c) A nagyobb C-atomszámú alkánok esetében a több C-atom több oxigént igényel a teljes oxidációhoz, ezért hamar bekövetkezik a nem tökéletes égés (=kevesebb oxigén), amelynek során a CO_2 és $H_2O_{(g)}$ mellett korom (C szemcsék) is keletkeznek. A koromszemcsék a magas hőmérsékletű lángban felízzanak, miközben látható fényt sugároznak. (2,0 p)
5. a) A kinyitáskor szétspriccol a palack, doboz tartalma. (0,5 p)
- b) Egy ilyen zárt rendszer kinyitáskor a benne levő nyomás lecsökken, ezért az edény falához, aljához tapadt buborékok kitágulnak és ennek a hatására a rendszerben található folyadék egy része távozik a palackból → a „szétspriccolás” jelensége következik be. (1,5 p)
- c) A jelenségnek megfelelő gáztörvényt leíró matematikai összefüggés: $p_1V_1 = p_2V_2$, állandó hőmérsékleten történő változás;
 V_1 – a palack térfogata; V_2 – a palackban levő anyag térfogata a kinyitás után;
 p_1 – a zárt palackban a nyomás; p_2 – külső nyomás (=kinyitásután) ($p_1 > p_2$)
A kinyitás után azért spriccol ki a folyadék, mert a fenti egyenlőség értelmében a $V_2 > V_1$ kell legyen. (2,0 p)
- d) Boyle – Mariotte törvény, állandó hőmérsékleten egy meghatározott tömegű gáz térfogata a gáz nyomásával fordított arányban változik. (1,5 p)
- e) A külső mechanikai hatás (=ütögetés) következtében a kis buborékok a palack (doboz) felső részében gyűlnek össze, mivel a belső nyomás nő. Az ilyen helyzetben kinyitott palack (doboz) esetében csak a felső részben összegyűlt gáz távozik a kitágulás következtében, a folyadék pedig marad. (1,5 p)
6. A csapvíz átlagosan 0,003% oldott levegőt tartalmaz, de a levegő oldékonysága a jégben ennél kisebb. A fagyasztóba betett jégkockatartó „rekeszeinek” felületéről indul meg a fagyás és befele tart. Ezért a jégkockák felületén képződött jégkristályok alig tartalmaznak levegőt. A fagyás befelé haladtával a víz egyre inkább telítődik a levegővel, amely viszont a jégképződés miatt a bezárt vízben marad. Amikor a maradék vízben a levegő koncentrációja eléri a 0,003 %-ot, a felesleges levegő buborékok formájában „bennmarad” a jégkockában. A víz fagyásával arányosan „hízik” a jég és egyre több buborék fejlődik. (3,0 p)
7. a) (1) $C_{46}H_{94} + 139/2 O_2 \rightarrow 46CO_2 + 47H_2O_{(g)}$ (0,75 p)
(2) $C_{46}H_{94} + 93/2 O_2 \rightarrow 46CO + 47H_2O_{(g)}$ (0,75 p)
(3) $C_{46}H_{94} + 47/2 O_2 \rightarrow 46C + 47H_2O_{(g)}$ (0,75 p)
- b) - a felhasznált anyagban a tiszta $C_{46}H_{94}$ tömege, $m = 22,8 \times 85 / 100 = 19,38 \text{ kg}$, az anyagmennyisége ($M=646$), $n = 19380 / 646 = 30 \text{ mol } C_{46}H_{94}$ (0,75 p)

- az (1) – (3) reakciókban felhasznált $C_{46}H_{94}$ anyagmennyisége:
 $n(1) = 30/6 = \mathbf{5 \text{ mól}}; n(2) = 30 \times 2/6 = \mathbf{10 \text{ mól}}; n(3) = 30 \times 3/6 = \mathbf{15 \text{ mól}}$ (1,0 p)

c) - az a)-pont (3)-as egyenlete alapján: $m(\text{korom}) = 15 \times 46 \times 12 = \mathbf{8280 \text{ g korom}}$ (0,75 p)
 - vízgőz mindhárom folyamatban keletkezik, minden esetben 1 mól $C_{46}H_{94}$ –ból 47 mól H_2O , így
 összesen: $m = 30 \times 47 \times 18 = 25380 \text{ g} = \mathbf{25,38 \text{ kg vízgőz}}$ (1,0 p)

8. a1) **Rövid időn belül a kékszínű kristályos rézszulfát színe fokozatosan elhalványodik, majd fehér** lesz: $CuSO_4 \cdot 5H_2O \rightarrow CuSO_4 + 5H_2O(g)$ (1,0 p)

a2) Az előző folyamatban keletkezett **fehér $CuSO_4$** a hozzáadott **víz hatására ismét kék színű** lesz: $CuSO_4 + 5H_2O \rightarrow CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (0,75 p)

Az a1) és a2) folyamatok színváltozásai azt igazolják, hogy a **$CuSO_4$ kristályrácsába vízmolekulák tudnak beépülni** (1:5 mólarányban) és ez olyan **szerkezetváltozást idéz elő**, amely **más hullámhosszú fénysugarakat nyel el**, ezért **megváltozik a látható színe** az anyagnak. (0,75 p)

a3) **Rövid időn belül az alma, illetve a „pityóka” felületére tett fehér színű $CuSO_4$ fokozatosan kezd megkékülni.** A jelenség azt bizonyítja, hogy az alma is, a burgonya is **vízet tartalmaz** (további válasz az a2)-pontban). (1,0 p)

b) Az **univerzális indikátorpapír** színe **mindkét esetben megváltozik**. A színskála alapján **az alma savasabb jellegű, mint a burgonya** (pH -alma < pH -burgonya). (A savasságra vonatkozó eredmény várható volt, mert az alma egy savas anyagot, ún. almasavat tartalmaz!) (0,75 p)

9. a) (3,0 p)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 8 | 2 | 9 | 3 | 1 | 4 | 6 | 7 |
| 2 | 4 | 4 | 8 | 3 | 3 | 7 | 6 | 7 |
| 7 | 1 | 3 | 6 | 4 | 5 | 2 | 8 | 9 |
| 8 | 8 | 1 | 3 | 9 | 4 | 7 | 0 | 0 |
| 6 | 4 | 9 | 7 | 2 | 8 | 1 | 3 | 5 |
| 3 | 7 | 1 | 2 | 2 | 8 | 1 | 9 | 1 |
| 2 | 3 | 8 | 5 | 9 | 6 | 7 | 4 | 1 |
| 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 5 | 9 | 5 | 1 |
| 4 | 9 | 6 | 1 | 7 | 3 | 5 | 2 | 8 |
| 8 | 4 | 7 | 5 | 5 | 5 | 1 | 4 | 6 |
| 1 | 5 | 7 | 4 | 8 | 2 | 3 | 9 | 6 |
| 3 | 8 | 2 | 8 | 2 | 2 | 5 | 7 | 2 |
| 8 | 2 | 5 | 3 | 6 | 7 | 9 | 1 | 4 |
| 4 | 3 | 4 | 2 | 4 | 9 | 3 | 2 | 3 |
| 3 | 7 | 4 | 8 | 1 | 9 | 6 | 5 | 2 |
| 3 | 0 | 0 | 8 | 4 | 4 | 9 | 6 | 6 |
| 9 | 6 | 1 | 2 | 5 | 4 | 8 | 7 | 3 |
| 1 | 3 | 3 | 6 | 7 | 6 | 1 | 2 | 6 |

b)

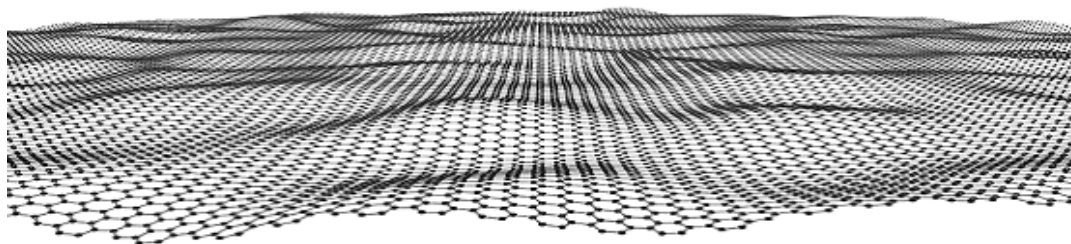
C_3H_8 – propán, 1 izomér; (0,3 p)
 $C_{15}H_{32}$ – pentadekán, 4347 izomér;
 (0,45p)
 $C_{20}H_{42}$ – ejkozán, 366319 izomér;
 (0,45 p)
 $C_{25}H_{52}$ – pentakozán, 36.797.588 izomér;
 (0,6 p)
 $C_{30}H_{62}$ – triakontán, 4.111.846.763
 izomér; (0,7 p)
 $C_{35}H_{72}$ – pentatriakontán,
 493.782.952.902 izomér; (1,0 p)
 $C_{40}H_{82}$ – tetrakontán,
 62.481.801.147.341 izomér; (1,0 p)

CSAK XI.-XII. OSZTÁLYOS VERSENYZŐKNEK KÖTELEZŐ FELADATOK:

10.a) A **grafénnel kapcsolatos** kutatási eredményekért kapta **két orosz származású fizikus: Andrej Geim** (holland állampolgár) és **Konsztantyin Novoszelov** (brit-orosz állampolgár). (1,0 p)

b) A grafén az utóbbi évek „sztárja” az anyagtudományban, mivel egy **teljesen új „materia”, amelynél vékonyabbat és erősebbet eddig nem ismertünk.** (0,25 p)

A grafén **egyetlen atom vastagságú grafitréteg** (amely nem más mint egy kitekért C-nanócső), **amelyben a C-atomok hatszöges rács csomópontjain helyezkednek el** 0,14 nm távolságra egymástól. (0,5 p)



A grafént **műanyaggal keverve** kiváló tulajdonságú **anyagok állíthatók elő, amelyek vezetik az áramot, erősek, könnyűek, a hőnek jól ellenállnak. Elektromos vezetőképessége a rézéhez hasonló, hővezetése pedig minden más anyagénál jobb. Majdnem teljesen átlátszó,** de mégis **olyan tömör, hogy a legkisebb gázatom sem képes áthaladni** rajta. (1,0 p)

c) Egy **amerikai elméleti fizikus** (P.R.Wallace) **már 1940-es évek** végén **kiszámolta az egy atom vastagságú grafitréteg elektronszerkezetét,** de hosszú ideig lehetetlennek tartották ennek az anyagnak a valós létét. Az **1990-es évek elején** katalízissel foglalkozó szakemberek **figyeltek fel először** arra, hogy ultranagy vákuumu berendezéseikben egy **monoréteg grafit vált ki.** (A jelenség őket bosszantotta, mert tönkretette a katalizátorait, más kutatók előtt viszont hihetetlen kutatási területet nyitott meg.) **A tudományos közösség 2003-2004 körül kezdett el intenzíven foglalkozni a grafénnel.** (1,0 p)

d) A **grafit ceruzákban is használt közönséges grafitból** állították elő. (Ragadós szalagot használtak arra, hogy egy atomnyi réteget „nyújtsanak” az anyagból.) (0,25 p)

e) Átlátszó és jó vezető, ezért **alkalmas lesz érintőképernyők, fénypanelek, napelemek gyártására. Új elektronikai termékek** keletkezhetnek. A jövőben **űreszközök, repülőgépek, autók anyagában** is találkozhatunk vele. A kétdimenziós C-réteggel végzett kísérletek lehetővé teszik a **fizikusoknak** azt, **hogy kvantumfizikai jelenségeket tanulmányozzanak** rajta, stb. (1,0 p)

f) **Richard F. Heck** (AEÁ), **Negisi Ei-icsi** (japán származású, AEÁ) és **Szuzuki Akira** (Japán) – kémikusok, akik **új és hatékony módon kapcsolták egybe a C-atomokat,** ezt a „keresztkapcsolás”-nak nevezett folyamatot **palládium katalizátor segítségével** oldották meg. (1,25 p)

g) Az **új C – C kötés kialakítása a szintetikus szerves vegyületek előállításának fő problémája. Egyszerűbb molekulák esetében** ez eddig is **megoldható volt** (a Grignard-, Wittig-reakciók, stb. használatával), de **bonyolultabb molekulák építésénél** az ismert reakciótipusok során **túl sok nem kívánt melléktermék keletkezett. A palládium által katalizált keresztkapcsolásoknál** éppen az **említett hátrányosság szüntethető meg,** mivel **a C-atomok egy Pd-atomon „találkoznak” és ez a közelség beindítja a kívánt kémiai folyamatot.** (1,5 p)
(Megj. „A szerves kémia a teremtés művészetévé vált a három tudós munkásságának köszönhetően. Kutatásaiknak az egész emberiség a haszonélvezője, hiszen az eljárásnak köszönhetően új gyógyszerek, sokkal fejlettebb elektronikai eszközök és technológiai anyagok jelentek meg. A Nobel-díj bizottság a napjainkban létező legfejlettebb vegyészeti eljárások egyikét ismerte el.” – emelte ki a Nobel – bizottság közleménye.)

h) Egyszerűbben **Pd-katalizált keresztkapcsolás, illetve** a terület úttörőiről: **Heck – Negisi- és Suzuki – reakció.** (0,5 p)

i) **102. alkalommal** osztották ki **2010-ben** a kémiai Nobel-díjat. (0,2 p)
8 alkalommal nem osztották ki: **1916, 1917, 1919, 1924, 1933, 1940, 1941 és 1942.** (0,8 p)

j) **62 – en kaptak egyedül, 22 alkalommal kapták ketten és 18 alkalommal kapták hárman** a kémiai Nobel – díjat. (0,75 p)