



2017/2018. tanévi
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny
második forduló

KÉMIA
I. kategória

FELADATLAP

Munkaidő: 300 perc
Elérhető pontszám: 100 pont

ÚTMUTATÓ

A munka megkezdése előtt nyomtatott nagybetűkkel ki kell tölteni a versenyző adatait tartalmazó részt! A munkalapokra nem kerülhet sem név, sem más megkülönböztető jelzés, kizárólag a **versenyző kódszáma**, amelyet minden munkalapra rá kell írni!

A feladatok megoldásához íróeszközön kívül csak függvénytáblázat és szöveges adatok tárolására nem alkalmas zsebszámológép használható, de egyéb elektronikus eszköz (pl. mobiltelefon) nem!

A pótlapok száma:

A megoldást tartalmazó lapok sorszámozva, ezzel a borítólapal együtt küldendők be!

A VERSENYZŐ ADATAI

A versenyző kódszáma:

A versenyző neve: oszt.:

Az iskola neve:

Az iskola címe: irsz. város

..... utcahsz.

Megye:

A felkészítő tanár(ok) neve:

.....

Ú T M U T A T Ó

a dolgozat elkészítéséhez

1. A második forduló feladatlapja két feladatsort tartalmaz.

Az **I. feladatsor** megoldásait a **borító III. és IV. oldalán lévő VÁLASZLAPON** jelöljük.

A **II. feladatsor** számítási feladatait feladatonként **külön lapra** kérjük megoldani. A lap felső részén tüntessük fel a versenyző

kódszámát,
kategóriáját és
a feladat sorszámát.

2. **FIGYELEM!**

A **dolgozathoz** (a II. feladatsor megoldásához) **csatolni kell** az **ADATLAPOT** és a **VÁLASZLAPOT (a feladatlap I-IV. oldalszámú borítólapiját)**!

Az I. és a II. feladatsor nyomtatott feladatait (**csak a feladatlap 1-8. oldalait!**) megtarthatják a versenyzők.

3. A megoldásokat tetszés szerinti sorrendben lehet elkészíteni. Fogalmazványt (piszkozatot) nem szükséges készíteni. Törekedjünk a megoldások világos, szabatos megfogalmazására és **olvasható, áttekinthető leírására!**

4. A dolgozatnak **a feladat megoldásához szükséges egyenleteket, mellékszámításokat, indoklásokat is tartalmaznia kell!** Ferde vonallal határozottan áthúzott részeket nem veszünk figyelembe.

A számítások végeredményét – **a mértékegységek megjelölésével** – kétszer húzzuk alá!

A végeredmény pontossága feleljen meg az adatok pontosságának!

5. Segédeszközként függvénytáblázat és szöveges adatok tárolására nem alkalmas zsebszámológép használható.

I. FELADATSOR

Az I. feladatsorban 9 feladat szerepel. Válaszait a borítólapon III. és IV. oldalán található **VÁLASZLAPRA** írja!

1. *Hogyan változik a kötésszög az alábbi reakciók lejátszódásakor? A táblázat megfelelő cellájába tegyen X jelet!*

	<i>kötésszög</i>	<i>nő</i>	<i>csökken</i>	<i>nem változik</i>
ammóniamolekula protonálódása	H – N – H			
etén hidrogénaddíciója	H – C – H			
kén-dioxid oxidációja kén-trioxiddá	O – S – O			
oxóniumion képződése vízmolekulából	H – O – H			
grafit katalitikus átalakulása gyémánttá	C – C – C			

5 pont

2. A tiazil-klorid (NSCl) molekulája V alakú, a központi atom a kénatom.

a) *Rajzolja fel a molekula szerkezeti képletét!*

A tiazil-klorid könnyen trimerizálódik. A trimer hattagú gyűrűt tartalmaz, amelyben a kénatomok és a nitrogénatomok felváltva helyezkednek el. Érdekes módon mindegyik S–N kötés egyforma hosszú. A gyűrű gyakorlatilag sík, a kén-klór kötések pedig közel merőlegesek a gyűrű síkjára.

b) *A monomer tiazil-kloridban vagy a trimerben nagyobb az S–N kötéshossz?*

- A) A monomerben.
 B) A trimerben.
 C) A monomerben és a trimerben azonos az S–N kötéshossz.

c) *Mire következtethetünk a gyűrűn belüli kötéshosszak egyenlőségéből?*

- A) Arra, hogy egyik gyűrűt alkotó atomon nincs nemkötő elektronpár.
 B) A π -kötések delokalizációjára.
 C) Arra, hogy a gyűrűben csak egyszeres kötések találhatók.
 D) Arra, hogy a kénatom és a nitrogénatom sugara közel azonos.

Az $N_3S_3Cl_3$ megfelelő körülmények között $N_3S_3Cl_3O_3$ összegképletű vegyületté oxidálható. Ebben a gyűrűs szerkezet változatlan, az oxigénatomok a kénatomokhoz kapcsolódnak, a kén-oxigén kötések gyűrűhöz viszonyított helyzete a kén-klór kötésekhez hasonló.

d) Válassza ki a felsoroltak közül azokat az atompárokat, amelyek között **nincs** kovalens kötés az $N_3S_3Cl_3O_3$ molekulájában!

- A) N–Cl
- B) S–N
- C) S–Cl
- D) O–N
- E) S–O

Érdekes megfigyelést tettek az $N_3S_3Cl_3O_3$ vegyülettel kapcsolatban. Attól függően, hogy a gyűrűn kívüli atomok hogyan helyezkednek el a gyűrű síkjához képest (az alatt vagy fölött), több izomer lehetséges. Ezeket valóban elő is állították.

e) Hány izomer várható?

5 pont

3. Egy oldat azonos ($0,100 \text{ mol/dm}^3$) koncentrációban tartalmaz nátrium-acetátot és nátrium-formiátot. $K_s(\text{ecetsav}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$, $K_s(\text{hangyasav}) = 1,8 \cdot 10^{-4}$
Az alábbi állítások közül melyek helyesek erre az oldatra?

- 1. $[H^+] < [OH^-]$
- 2. $[H^+] > [OH^-]$
- 3. $[H^+] = [OH^-]$
- 4. $2[Na^+] = [CH_3COO^-] + [HCOO^-]$
- 5. $[Na^+] = [CH_3COO^-] + [HCOO^-]$
- 6. $[Na^+] > [CH_3COO^-] + [HCOO^-]$
- 7. $[Na^+] < [CH_3COO^-] + [HCOO^-]$
- 8. $[CH_3COO^-] = [HCOO^-]$
- 9. $[CH_3COO^-] < [HCOO^-]$
- 10. $[CH_3COO^-] > [HCOO^-]$

3 pont

4. Azonos tömegű kálium-permanganátra, cinkre és vas(II)-szulfidra főlegben 20 m/m%-os sósavat öntünk.

A reakció teljes lejátásódását feltételezve melyik esetben fejlődik a legkisebb és melyikben a legnagyobb térfogatú gáz (azonos hőmérsékleten és nyomáson)?

2 pont

5. Öt kémcső – ismeretlen sorrendben – a következő vegyületek $0,1\text{--}1,0 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú vizes oldatát tartalmazza: alumínium-szulfát, bárium-klorid, ezüst-nitrát, kálium-jodid, nátrium-hidroxid.

Egy kémiatanár az oldatok azonosítását páronkénti összeöntéssel szánta fakultációs foglalkozásnak, de diákjai 15 percen belül elkészültek az azonosítással, ugyanis már az 1. kémcső tartalmát hozzáöntve a többi oldathoz egyértelmű választ tudtak adni.

a) Melyik anyag oldata volt az 1. kémcsőben?

b) Milyen reakciótermékeket figyelhettek meg az összeöntésekkor a kísérletezők? Adja meg ezen anyagok képletét!

4 pont

6. Egy citromba magnéziumszalagot és rézlemezt dugunk, majd a két fémot rézdróttal összekötjük. Az így kapott áramkörben áram folyik, amit egy fogyasztó beiktatásával könnyen ellenőrizhetünk is.

a) Vizsgálja meg a következő állításokat, és döntse el, hogy igazak vagy hamisak! A megfelelő cellába tegyen X jelet!

	Igaz	Hamis
A berendezésben a magnéziumszalag az anód.		
A folyamat során a magnézium oxidálódik, a réz pedig redukálódik.		
Az áramkörben akkor is folya áram, ha a rézlemezt ezüstlemezre cserélnénk.		
Az áramkörben akkor is folya áram, ha a magnéziumot ezüstre cserélnénk.		
A berendezés működése közben hidrogéngáz képződik.		

b) Egyetlen egyenlettel írja fel a fent leírt kísérlet során végbemenő áramtermelő reakciót!

6 pont

7. A laborban kén-dioxid-, klór-, kén-hidrogén- és ammóniagázt fejlesztettünk. A gázok kimutatására fenolftalein-oldatot, ólom-nitrát-oldatot, kálium-jodid-oldatot és kálium-jodát (KIO_3)-oldatot használtunk.

a) Párosítsa össze a gázokat és a kimutatásukra használható reagenseket! Mit tapasztalunk, ha a gázt a megfelelő reagenssel átítatott szűrőpapírdarabra vezetjük? Milyen kémiai reakció felelős a látványért?

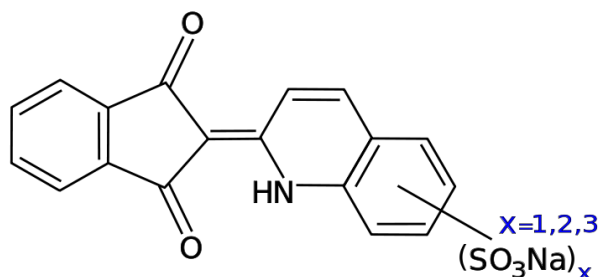
Gáz	Reagens	Látvány	A látvány magyarázata egyenlettel
SO_2		sötétbarna elszíneződés	
Cl_2			
H_2S		fekete elszíneződés	
NH_3			

b) Mely gázok esetén várható további változás a szűrőpapíron, ha a gázt huzamosabb ideig vezetjük rá?

c) Írja fel a további változást okozó kémiai reakció(k) egyenletét!

12 pont

8. A kinolinsárga ételfesték (E104) nem egységes anyag, hanem keverék. Az anyagot a vízben oldhatatlan (szulfonsavcsoportot nem tartalmazó) alapvázból állítják elő úgy, hogy tömény kénsavval szulfonsavcsoportokat ($-\text{SO}_2\text{OH}$) építenek be a kinolinrész fenilgyűrűjére. A termék molekuláiba 1-3 szulfonsavcsoport épül be. Kizárólag az ábrán jobb szélén látható gyűrű 4 szénatomja vesz részt a reakcióban. A szulfonálást követően a szulfonsavszármazékot nátriumsóvá alakítják, és ez a termék kerül forgalomba.



- a) Milyen anyaggal lehet a szulfonsav-intermedierekből nátriumsót készíteni?
b) Hányféle mono-, di-, ill. triszubsztituált termék létezhet?

4 pont

9. Múzeumokban a gyűjteményi tárgyakra az adatokat tartalmazó kártyát gyakran gumikarikával rögzítették. Megfigyelték, hogy a hagyományos gumi idővel súlyosan károsította az ezüsttárgyakat: fekete színű beárnyosulás keletkezett. Szilikongumit használva a probléma nem jelentkezik.

- a) A gumi melyik komponense okozza a problémát?
b) Mi az ezüsttárgyakon keletkező fekete anyag?

2 pont

II. FELADATSOR**1. feladat**

Az oldhatóságot laboratóriumban nagy pontossággal sokszor egy olyan készülékkel mérik, ahol egy kis üvegedény (mintatér) merül egy nagyobb hőszigetelt termoszba, mely igen pontosan szabályozott hőmérsékletű (esetünkben 20 °C-os) vizet tartalmaz. A kis edénybe egy keverőlapát nyúlik. Ebbe az edénybe bemértünk 1,342 g kristályvizes nátrium-acetátot ($\text{CH}_3\text{-COONa}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$) és 0,833 g vizet, majd lassan (másodpercenként 0,5 μl) sebességgel vizet adagolunk hozzá. Az edényen egy lézernyalábot is átocsátunk. Ha az edény tartalmaz feloldatlan kristályokat, akkor oldalról nézve a keveredő kristálykák lézerfelvillanásokat okoznak, melyeket egy kamera érzékel. A víz adagolását a számítógépes vezérlés addig folytatja, amíg a felvillanások megszűnnek.

A vizsgálatunk során átlagosan 758 másodperc után maradt abba az adagolás.

Mennyi a nátrium-acetát oldhatósága 20 °C-on, g/100g víz egységben?

A víz sűrűsége 20 °C-on 0,997 g/cm³. 1 μl = 10⁻⁶ l.

5 pont**2. feladat**

Egy üzemben ammóniagáz vízben való elnyeletésével ammóniaoldatot készítenek. Az ammónia oldhatóságát standard légköri nyomáson az alábbi táblázat mutatja:

Hőmérséklet	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C
1,0 kg vízben oldható ammónia tömege	705 g	521 g	414 g	325 g

Az elnyeletés két lépésben történik: először egy elnyelető toronyban telített ammóniaoldatot készítenek, majd ezt az oldatot hígítják ki „kereskedelmi” töménységűre. Az elnyelető torony konstans 20 °C-os hőmérsékleten és standard légköri nyomáson működik. A kereskedelemben 25 m/m%-os ammóniaoldatot forgalmaznak, melynek sűrűsége 0,911 g/cm³. Egy munkanap során 15 m³ ilyen szalmiákszeszt készítenek.

- Mekkora tömegű vizet és telített (az elnyelető toronyról távozó) ammóniaoldatot kell elegyítenünk, hogy 15 m³ kereskedelmi szalmiákszeszt kapjunk?*
- Hány m³ vizet és hány m³ ammóniagázt kell naponta az elnyelető toronyra adagolnunk?*
- Az elnyeletés során a torony hőmérsékletének fenntartásához hűtést vagy fűtést kell alkalmaznunk?*

5 pont

3. feladat

Az üdítőitalok készítése során gyakran alkalmaznak olajszerű aromákat, például narancsolajat a kívánt íz eléréséhez. Kellemetlen dolog, hogy ezek az olajok, mivel vízzel nem elegyednek, és kisebb a sűrűségük, mint a vízé, hosszabb állás után az üdítő tetején elkülönülnek. Ezt a stabilitási problémát az Egyesült Államokban úgy küszöbölik ki, hogy az italokhoz ún. brómozott növényolajat (BVO) is adnak (Európában ez az adalék nem engedélyezett). Ennek a szintén olajos anyagnak a sűrűsége $1,33 \text{ g/cm}^3$, így be lehet állítani, hogy a narancsolaj-BVO keverék sűrűsége megegyezzen az italléval (kb. $1,00 \text{ g/cm}^3$), és az olaj mikroszkopikus cseppjei így nem különülnek el.

BVO-t növényi olajból készítenek elemi bróm segítségével.

a) *Írja fel az 1,2-dioleil-glicerinnél képződő BVO szerkezetét! A brómozási reakció során a brómot használtuk feleslegben. Jelölje csillaggal a kiralitáscentrumokat!*

A Texan Gold üdítő literenként 10 mg narancsolajat tartalmaz, melynek sűrűsége $0,853 \text{ g/cm}^3$.

b) *Hány mg BVO-t kell adagolnunk literenként, hogy az olajkeverék ne különüljön el az üdítőtől? (A BVO és a narancsolaj keveredése során a térfogatváltozás elhanyagolható.)*

Az USA szabályai a BVO használatát 8 ppm-ben (milliomod tömegrész) maximálták.

c) *Beleférünk ebbe az értékbe?*

A brómbevitel komoly egészségügyi veszélyekkel járhat: ismeretes, hogy régebben nyugtatóként használták a NaBr-t. Bizonyos esetekben megfigyelték, hogy szélsőséges mértékű üdítőfogyasztás (4 liter/nap éveken át) mellett kialakulnak a „bromizmus” idegrendszeri szövödményei.

d) *Mennyi brómot (mg/liter-ben megadva) tartalmaz a b) pontnak megfelelően előállított Texan Gold, ha a BVO-n kívül nem tartalmaz más brómforrást? A BVO-t ebben a számításban vegyük teljesen brómozott dioleil-glicerinnel.*

8 pont

4. feladat

A nyolcatomos kénmolekulában egy vagy több kénatomot más atomra (vagy atomcsoportra) cserélve stabil vegyületek állíthatók elő. Egy kísérletben az X „szubsztituens” beépülését vizsgálták a kénmolekulába. Az S_2Cl_2 reakciója egy megfelelő reagenssel több ilyen, a kénmolekulával analóg jellegű terméket adott, amelyek a beépült X „szubsztituensek” számában, ill. pozíciójában különböztek. Az egyiket ezek közül izolálták, és 93,73 tömegszázalék kéntartalmat mértek benne.

a) *Mi lehet az X?*

b) *Összesen elvileg hányféle termék képződése várható (az izomereket is beleértve), ha az X szubsztituensek szomszédos helyzetben nem fordulhatnak elő? Rajzolja fel szerkezetüket!*

6 pont

5. feladat

A humboldtin nevű ásvány egy fém kristályvizes oxalátja, kristályvíztartalma 20,03 m/m%. Ebből az ásványból 210,0 mg-ot megfelelő oldást követően $0,05002 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú KMnO_4 -oldattal titrálunk kénsavas közegben. A fogyás $14,00 \text{ cm}^3$.

Határozza meg számítással, milyen fémet tartalmaz az ásvány!

Ismert, hogy a KMnO_4 savas közegben az oxálsavat CO_2 -ig oxidálja Mn^{2+} keletkezése közben. A savas KMnO_4 -oldat emellett több fémiont is képes oxidálni, ha az nem a legoxidáltabb formájában van jelen.

8 pont

6. feladat

Kálium-nitrátot is tartalmazó, 100 cm^3 térfogatú ezüst-nitrát-oldatot elektrolizálunk két rézelektrod között állandó áramerősség mellett. Az elektrolízist huzamosabb ideig folytatjuk, és közben mérjük a katódként használt rézlemez tömegét. Gázfejlődést egyik elektródon sem tapasztaltunk. Néhány mérési eredményt tartalmaz a következő táblázat.

eltelt idő / perc	a katód tömege / g
0	8,500
15	8,903
30	9,306
45	9,528
60	9,647
75	9,766

- a) Írja fel az anódon, ill. a katódon lejátszódó folyamat(ok) egyenletét!
- b) Hogyan változik az oldat rézion-koncentrációja az elektrolízis alatt?
- A) Mindvégig nulla marad.
- B) Folyamatosan és egyenletesen nő, bármeddig is folytatjuk az elektrolízist.
- C) Egy ideig egyenletesen nő, majd állandó marad.
- D) Egy ideig egyenletesen nő, majd csökken.
- E) Egy ideig egyenletesen nő, majd eltérő sebességgel, de egyenletesen nő.
- c) Mennyi volt az eredeti oldat AgNO_3 -koncentrációja?
- d) Mekkora áramerősséggel végeztük az elektrolízist?
- e) Ha a 60. perc után a rézanódot platinára cserélnénk, és az elektrolízist változatlan áramerősséggel folytatnánk, mennyi idő múlva fogynának el az oldatból a fémionok?
- f) Mekkora volt a 60. percben kicserélt rézanód tömege, ha az elektrolízis kezdetekor 8,500 g volt?

10 pont

7. feladat

A magnézium nitrogénatmoszférában történő égetésével állítható elő a magnézium-nitrid, ami kis mennyiségben a levegőn történő égés során is keletkezik a magnézium-oxid mellett. A magnézium-nitrid tömegszázalékos nitrogéntartalma 27,74%.

a) *Adja meg a magnézium-nitrid tapasztalati képletét és keletkezésének egyenletét!*

Az iparban a magnézium-nitridet bizonyos gázok nedvességtartalmának meghatározására használják, mivel vízzel reagálva jellegzetes szúrós szagú gáz keletkezik belőle, melynek mennyisége könnyen mérhető.

b) *Adja meg a magnézium-nitrid és a víz reakciójának egyenletét! (A folyamat során magnézium-hidroxid képződik.)*

c) *A felsoroltak közül melyik anyag zavarja a magnézium-nitrides nedvességmeghatározást?*



Egy gázszolgáltató a földgáz vízgőztartalmát magnézium-nitrides módszerrel határozta meg, a következőképpen: A magnézium-nitrid-tartalmú abszorberen keresztül bocsátott földgázt ismert mennyiségű kénsavoldattal töltött gázmosón áramoltatta keresztül, majd a kénsav feleslegét NaOH-mérőoldattal titrálta.

A földgáz hőmérséklete 20 °C, nyomása 0,150 MPa, áramlási sebessége 0,50 m³/perc volt. A gázmosó 1,00 dm³, 0,1000 mol/dm³ koncentrációjú kénsavat tartalmazott, és rajta keresztül 10,0 percig áramoltatták a földgázt. A kapott – gyakorlatilag változatlan térfogatú – oldat 10,0 cm³-ét 0,200 mol/dm³ NaOH-oldattal titrálva az átlagfogyás 9,5 cm³ volt.

d) *Határozza meg a földgáz vízgőztartalmát mg/m³-ben és térfogatszázalékban!*

8 pont**8. feladat**

Napjainkban a pH-t szinte kizárólag elektromos pH-mérővel mérnek, az indikátorok alkalmazása erősen háttérbe szorult. Van azonban néhány eset, amikor az érzékeny elektromos műszer használata nem célravezető.

Egy kísérletben 175 °C-on kellett egy zárt, nagy nyomású edényben folyamatosan mérni a pH értékét. E célból az oldatba kevés p-nitrofenolt tettek. Az anyag savas közegben színtelen, lúgos közegben sárga színű, savi disszociációs állandója 175 °C-on is ismert, $K = 2,67 \cdot 10^{-7}$.

A p-nitrofenol a 320 nm hullámhosszúságú fényt nyeli el, a fényelnyelés mértéke az anyag koncentrációjával arányos, míg a p-nitrofenolát ion a 460 nm-es fényt nyeli el, szintén a koncentrációjával arányos mértékben. Ha a vizsgálandó oldat átlátszó edényzetben található, akkor a kétféle fény átbocsátásával a két forma koncentrációjának aránya megállapítható, és ebből a pH számolható.

Egy mérés szerint a két koncentráció aránya a vizsgált oldatban:

$$\frac{[\text{R} - \text{O}^-]}{[\text{R} - \text{OH}]} = 0,2345$$

a) *Mekkora az oldat pH-ja?*

A mérés akkor végezhető el pontosan, ha a két koncentráció aránya az 1:50 – 50:1 tartományba esik.

b) *Milyen pH-érték-tartomány mérésére alkalmas ez az anyag?*

c) *Mekkora lenne a p-nitrofenol 0,10 mol/dm³ koncentrációjú vizes oldatának a pH-ja 175 °C-on, és mi lenne ebben az oldatban az $[\text{R} - \text{O}^-]/[\text{R} - \text{OH}]$ arány?*

7 pont

V Á L A S Z L A P

1.		<i>kötésszög</i>	<i>nő</i>	<i>csökken</i>	<i>nem változik</i>
	ammóniamolekula protonálódása	H – N – H			
	etén hidrogénaddíciója	H – C – H			
	kén-dioxid oxidációja kén-trioxiddá	O – S – O			
	oxóniumion képződése vízmolekulából	H – O – H			
	grafit katalitikus átalakulása gyémánttá	C – C – C			

2.	a)	b)	c)	d)	e)
----	----	----	----	----	----

3.		4.	legnagyobb:	legkisebb:
----	--	----	-------------	------------

5.	a)	b)
----	----	----

6. a)		Igaz	Hamis
	A berendezésben a magnéziumszalag az anód.		
	A folyamat során a magnézium oxidálódik, a réz pedig redukálódik.		
	Az áramkörben akkor is folya áram, ha a rézlemez ezüstlemezre cserélnék.		
	Az áramkörben akkor is folya áram, ha a magnéziumot ezüstre cserélnék.		
	A berendezés működése közben hidrogéngáz képződik.		

b)

7. a)	Gáz	Reagens	Látvány	A látvány magyarázata egyenlettel
	SO ₂		<i>sötétbarna elszíneződés</i>	
	Cl ₂			
	H ₂ S		<i>fekete elszíneződés</i>	
	NH ₃			

b)

c)

8. a)

monoszubsztituált:	diszubsztituált:	trisubsztituált:
--------------------	------------------	------------------
9. a)

	b)
--	----

A továbbiakat a Versenybizottság tölti ki!

		1. javítás	2. javítás	3. javítás
I. feladatsor				
II. feladatsor	1. feladat			
	2. feladat			
	3. feladat			
	4. feladat			
	5. feladat			
	6. feladat			
	7. feladat			
	8. feladat			
Összpontszám				

.....
1. javító tanár

.....
2. javító tanár

.....
3. javító tanár