

VERSENYHÍRADÓ



A 2004/2005 évi OKTV első fordulójának számítási feladatai és megoldásai

1. feladat

A és **B** fehér színű, vízben jól oldódó só, anionjuk megegyező. Az **A vegyület** vizes oldata savas kémhatású. Ha a szilárd anyagra tömény nátrium-hidroxid-oldatot öntünk, szúrós szagú gáz felszabadulását észleljük, mely vízben jól oldódik, lúgos kémhatást okozva. A **B vegyület** vizes oldata semleges kémhatású, lángfestése sárga. Ha a szilárd anyagra tömény kénsavat öntünk, szintén szúrós szagú gáz felszabadulását észleljük, amely vízben jól, savas kémhatást okozva oldódik. A kísérletekben felszabaduló két gáz egymáshoz viszonyított relatív sűrűsége azonos állapotban 0,466.

- Az ismertetett tapasztalatok és adatok felhasználásával állapítsa meg **A** és **B vegyület** összegképletét!*
- Írja fel a gázfejlődést leíró reakcióegyenletet mindkét vegyület esetében!*
- Egyenlet felírásával magyarázza meg az **A vegyület** vizes oldatának kémhatását!*

8 pont

2. feladat

Nátrium-nitrát és egy másik alkálifém-nitrát azonos tömegű mintáiból 20 °C-on telített oldatot készítettünk. Az elkészült nátrium-nitrát-oldat anyagmennyiség-koncentrációja 2,704-szerese, térfogata 2,273-ed része az ismeretlen fém-nitrát-oldaténak.

- a) Számítással határozza meg az ismeretlen fém-nitrát anyagi minőségét!
b) Adja meg az ismeretlen fém-nitrát oldhatóságát 20 °C-on 100,0 g vízben!

(A nátrium-nitrát oldhatósága 20 °C-on 88,00 g/ 100,0 g víz, telített oldatnak sűrűsége 1,3683 g/cm³. Az ismeretlen fém-nitrát-oldat sűrűsége 1,1623 g/cm³.)

11 pont

3. feladat

A szilárd NaOH könnyen köt meg a levegőből vizet és szén-dioxidot. Egy régóta a szertárban lévő, szilárd NaOH-ot tartalmazó dobozból 13,32 gramm mintát vettünk. Feloldottuk 200,0 cm³ 2,00 mol/dm³ koncentrációjú sósavban. Ennek során 980 cm³ standardállapotú gáz fejlődött. A reakcióelegyből 250,0 cm³ törzsoldatot készítettünk, majd ennek 10,0 cm³-ét ismét 250 cm³-re hígítottuk. E második törzsoldat pH-ja mérés alapján 1,717-nek bizonyult.

- a) Adja meg az előregedett NaOH-minta eredeti NaOH-tartalmát!
b) Az eredeti nátriumhidroxid mennyi szén-dioxidot és mennyi vizet kötött meg állás közben?

12 pont

4. feladat

(NH₄)₂Fe(SO₄)₂-t állítottunk elő. A kapott szennyezett anyag 0,070 mol-t tartalmaz a termékből. 100 g víz 70 °C-on 57 g, 20 °C-on 22 g (NH₄)₂Fe(SO₄)₂-t old.

- a) Hány cm³ forró (vegyük 70 °C fokosnak) vízben oldjuk fel az anyagot, hogy a sóra nézve telített oldatot kapjunk?
b) Hány gramm kristályvizes só (NH₄)₂Fe(SO₄)₂·6H₂O fog kiválni az átkristályosítás során, miután a rendszer 20 °C-ra hűlt?

A kapott anyag analitikailag tiszta vegyületnek tekinthető. 2,000 g-ból 100,00 cm³ oldatot készítünk. A Fe²⁺ ionokat tartalmazó oldat 20,00 cm³-es mintájának titrálására 11,48 cm³ savas KMnO₄ oldat fogyott.

- c) Mi volt a permanganát-oldat pontos koncentrációja?

13 pont

5. feladat

A homológ sorban egymást követő két szénhidrogéngázból álló elegy sűrűsége standard nyomáson és 25 °C hőmérsékleten 2,100 g/dm³. A gáz-elegy 1,225 dm³-e 7,99 g brómot képes megkötni.

- a) Számítással állapítsa meg, melyik két szénhidrogéngáz alkotta az elegyet!
b) Adja meg a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét!

10 pont**6. feladat**

A kettős kötésű vegyületek ózonnal történő reakciója az egyik legelterjedtebb azonosítási módszer volt a szerves kémiai analitikában. Ilyenkor úgynevezett ozonidok képződnek, amelyek bomlékonyak és nem szokták elkülöníteni őket, hanem fém cinket és híg savoldatot adnak a reakció-elegyhez. Így az ozonidokból végül C=O kettős kötést tartalmazó vegyületek keletkeznek, azaz aldehidek és ketonok. A reakciósor eredményeként a C=C kettős kötés hasad el és helyére kerülnek az oxigén tartalmú funkciós csoportok.

- a) Rajzolja fel a kiindulási anyagok és a várható termék(ek) szerkezetét a propén, a gamma-terpinén (1-izopropil-4metil-1,4 ciklohexadién), illetve a természetes kaucsuk (poliizoprén) ozonolízises reakciója esetén?

Két vegyület ozonolízises vizsgálata során csak egy-egy termék képződését tapasztalták. Az egyik esetben ez az aceton volt, a másik esetben az ciklooktán-1,5-dion. Mi volt ez a két vegyület?

- b) Vázolja fel a vegyületek és a termékek szerkezeteit!

13 pont**7. feladat**

A marhaszérum-albumin (BSA) a szarvasmarha vérében legnagyobb mennyiségben előforduló, egy láncból álló fehérje, melyet 583 aminosav épít fel. A fehérje összegképlete C₂₉₃₄H₄₆₁₅N₇₈₁O₈₉₇S₃₉. A fehérjét alkotó aminosavak kapcsolódási sorrendje és aminosav-összetétele a mellékelt ábrán látható. A megadott adatok alapján válaszolja meg, az alábbi kérdéseket!

	1	11	21	31	41	51
1			DTHKSE	IAHRFKDLGE	EHFKGLVLIA	FSQYLQQCPF
61	DEHVKLVLNEL	TEFAKTCVAD	ESHAGCEKSL	HTLFGDELCK	VASLRETYGD	MADCCEKQEP
121	ERNECFLSHK	DDSPDLPLK	PDPNTLCDEF	KADEKKFWGK	YLYEIAARRHP	YFYAPELLYY
181	ANKYNGVFQE	CCQAEDKGAC	LLPKIETMRE	KVLASSARQR	LRCASIQKFG	ERALKAWSVA
241	RLSQKFPAE	FVEVTKLVTD	LTKVHKECCH	GDLLECADDR	ADLAKYICDN	QDTISSKLKE
301	CCDKPLLEKS	HCIAEVEKDA	IPENLPPLTA	DFAEDKDVCK	NYQEAKDAFL	GSFLYEYSRR
361	HPEYAVSVLL	RLAKEYEATL	EECCAADDPH	ACYSTVFDKL	KHLVDEPQNL	IKQNCDDQFEK
421	LGEYGFQNAL	IVRYTRKVPQ	VSTPTLVEVS	RSLGKVGTRC	CTKPESERMP	CTEDYLSLIL
481	NRLCVLHEKT	PVSEKVTKCC	TESLVNRRPC	FSALTPDETY	VPKAFDEKLF	TFHADICTLP
541	DTEKQIKKQT	ALVELLKHKP	KATEEQKLTV	MENFVAFVDK	CCAADDKEAC	FAVEGPKLVV
601	STQTALA					
Ala (A)	47		8.1%			
Arg (R)	23		3.9%			
Asn (N)	14		2.4%			
Asp (D)	40		6.9%			
Cys (C)	35		6.0%			
Gln (Q)	20		3.4%			
Glu (E)	59		10.1%			
Gly (G)	16		2.7%			
His (H)	17		2.9%			
Ile (I)	14		2.4%			
Leu (L)	61		10.5%			
Lys (K)	59		10.1%			
Met (M)	4		0.7%			
Phe (F)	27		4.6%			
Pro (P)	28		4.8%			
Ser (S)	28		4.8%			
Thr (T)	33		5.7%			
Trp (W)	2		0.3%			
Tyr (Y)	20		3.4%			
Val (V)	36	6.2				

1. *Hány peptidkötés található a BSA molekula láncában?*
2. *A fehérjeláncot diszulfid-hidak kapcsolják össze, melyek két cisztein (Cys) aminosav között jönnek létre. Honnan tudjuk, hogy ez a fehérje tartalmaz szabad –SH csoportot is?*
3. *Megállapítható-e a fehérje elsődleges szerkezete a megadott adatok alapján?*
4. *Forgatja-e a poláros fény síkját a BSA vizes oldata?*

Ilyen nagy molekulák tömegének számításakor nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy az elemek több stabil izotópot is tartalmazhatnak. Az

alábbi táblázat a fehérjét felépítő atomok természetes izotópeloszlását mutatja.

Elem	A	Gyakoriság (%)	Izotóp relatív atomtömege
H	1	99,986	1,00783
	2	0,014	2,01410
C	12	98,892	12,00000
	13	1,108	13,00335
N	14	99,635	14,00307
	15	0,365	15,00011
O	16	99,759	15,99491
	17	0,037	16,99913
	18	0,204	17,99916
S	32	95,018	31,97207
	33	0,750	32,97146
	34	4,215	33,96786
	36	0,017	35,96709

5. Mennyi a BSA relatív molekulatömege, ha csak a leggyakoribb izotópok jelenlétével számol?

6. Mennyi a legkönnyebb BSA molekula relatív molekulatömege?

7. A megadott adatok alapján mennyi a szén átlagos atomtömege?

8. Hány ^{13}C atomot tartalmaz átlagosan egy BSA molekula?

9. A BSA molekulák hányad része nem tartalmaz ^{13}C atomot?

10. Mennyi a BSA átlagos molekulatömege? (Használja a periódusos rendszer átlagos atomtömeg adatait!)

11. A marhahúsleves ízeért jórészt a marha fehérjéinek (így a BSA-nak is) a bomlásából származó nátrium-glutamát ($\text{HOOC}-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{C}_2\text{H}_4-\text{COONa} \cdot \text{H}_2\text{O}$, M_r : 187,14) a felelős.

Hány gramm nátrium-glutamátot lehet 1 kg BSA-ból előállítani?

(Nátrium-glutamátot az ipar szójafehérjéből állít elő, mely egyrészt jóval olcsóbb, másrészt sokkal több glutaminsavat (Glu) és glutamint (Gln) tartalmaz.)

13 pont

Megoldások

1. feladat

a)

A **B vegyület** sárga lángfestése nátrium-tartalomra utal. (1)

Az **A vegyületből** tömény NaOH-oldat hatására felszabaduló, vízben lúgos kémhatással oldódó gáz az *ammónia*. (1)

Sav és nátrium-só reakciójában vízben savas kémhatással jól oldódó, szúrós szagú gáz felszabadulása hidrogén-halogenidet (esetleg kén-dioxidot) jelent. Hogy mely vegyületről van szó, a felszabaduló gázok relatív sűrűségéből állapítható meg.

A második kísérletben felszabaduló gáz moláris tömege:

$$M = \frac{17,0}{0,466 \text{ g/mol}} = 36,5 \text{ g/mol, ez a lehetséges gázok közül csak a}$$

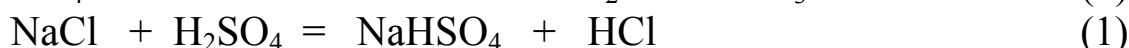
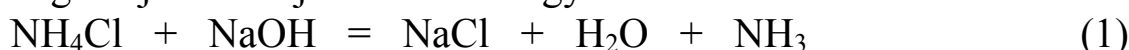
hidrogén-kloridot jelentheti,

tehát a **B vegyület** a **nátrium-klorid (NaCl)**. (2)

Mivel az anionok megegyeznek, az **A vegyület** az **ammónium-klorid (NH₄Cl)**. (1)

b)

A gázfejlődéssel járó reakciók egyenletei:



c)

Az **A vegyület** vizes oldatának savas kémhatását okozó folyamat ion-egyenlete:



Összesen: 8 pont

2. feladat

a)

A telített oldatok molaritás- és térfogatarányából az oldatokban lévő nitrátok anyagmennyiség-viszonyára is következtethetünk:

$$\frac{n(\text{NaNO}_3)}{n(\text{XNO}_3)} = \frac{2,704}{2,273} = 1,190 \quad (3)$$

Mivel azonos tömegű mintákat oldottunk fel, ezért

$$M(\text{XNO}_3) = 1,190 \cdot M(\text{NaNO}_3) = 101,16 \text{ g/mol},$$

tehát a keresett vegyület a **kálium-nitrát (KNO_3)** (2)

b)

A kálium-nitrát oldhatóságának kiszámításához induljunk ki mindkét esetben 88,00 g tömegű szilárd anyagból.

Így a telített NaNO_3 -oldat

$$\text{térfogata: } V(\text{NaNO}_3) = \frac{188,00}{1,3683} \text{ cm}^3 = 137,4 \text{ cm}^3 \quad (1)$$

anyagmennyiség-koncentrációja:

$$c(\text{NaNO}_3) = \frac{88,00}{0,1374 \cdot 85,0} \text{ mol/dm}^3 = 7,534 \text{ mol/dm}^3 \quad (1)$$

c)

A kálium-nitrát-oldat anyagmennyiség-koncentrációja a megadott arány szerint:

$$c(\text{KNO}_3) = 2,786 \text{ mol/dm}^3 \quad (1)$$

az oldat térfogata a megadott arány szerint:

$$V(\text{KNO}_3) = 312,3 \text{ cm}^3 \quad (1)$$

Az oldat tömege a megadott sűrűség felhasználásával:

$$m(\text{KNO}_3) = 363,0 \text{ g} \quad (1)$$

363,0 g oldatban 88,00 g kálium-nitrát és 275,0 g víz van,

tehát a KNO_3 oldhatósága vonatkoztatva **32,0 g/100,0 g víz.** (1)

Összesen: 11 pont

3. feladat

a)

Az összes sósav anyagmennyisége:

$$n_1(\text{HCl}) = 0,200 \cdot 2,00 \text{ mol} = 0,400 \text{ mol}. \quad (1)$$

A mért pH-jú oldatban

$$c_1(\text{HCl}) = 10^{-1,717} \text{ mol/dm}^3 = 0,01919 \text{ mol/dm}^3. \quad (2)$$

A reakciótermékből készített törzsoldatban:

$$c_2(\text{HCl}) = 25 \cdot c_1 = 0,4797 \text{ mol/dm}^3 \quad (1)$$

A gázfejlődés után a maradék sósav anyagmennyisége:

$$n_2(\text{HCl}) = 0,250 \cdot 0,4797 \text{ mol} = 0,120 \text{ mol} \quad (1)$$

A mintára nátrium-vegyületeire fogyott sósav anyagmennyisége:

$$n_3(\text{HCl}) = (0,400 - 0,120) \text{ mol} = 0,280 \text{ mol.} \quad (2)$$

A minta eredeti nátriumhidroxid-tartalma tehát 0,280 mol, illetve 11,2 g. (2)

b) A savas oldás során fejlődött (vagyis a levegőből felvett) szén-dioxid

anyagmennyisége:
$$n(\text{CO}_2) = \frac{0,980}{24,5} \text{ mol} = 0,040 \text{ mol.}$$

tömege:
$$m(\text{CO}_2) = 0,040 \cdot 44 \text{ g} = 1,76 \text{ g} \quad (2)$$

A levegőből felvett víz tömege:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = (13,2 - 1,76 - 11,2) \text{ g} = 0,36 \text{ g} \quad (0,2 \text{ mol}) \quad (1)$$

Összesen: 12 pont

4. feladat

a)

A kristályvízmentes só moláris tömege: 283,5 g/mol,

a kristályvizes vegyületé 391,85 g/mol. (1)

A kiindulási 0,070 mol anyag tömege 19,9 g. (1)

Ez 70 °C-on $(100 \cdot 19,9 / 57) \text{ g} = 35 \text{ g}$ vízben oldódik,
aminek térfogata $\approx 35 \text{ cm}^3$. (1)

b)

Tételezzük fel, hogy x g só válik ki.

Ennek sótartalma $283,85 x / 391,85 \text{ g}$, víztartalma $108 x / 391,85 \text{ g}$. (1)

A telített oldatban visszamaradó só és víz mennyisége az oldhatóságoknak felel meg:

$$\frac{100}{22} = \frac{35 - \frac{108x}{391,85}}{19,9 - \frac{283,85x}{391,85}} \quad (2)$$

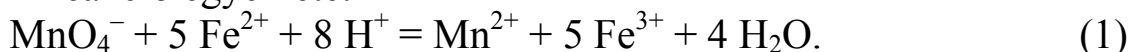
Ebből: $x = 18,4 \text{ g}$ (2)

c)

A kapott oldat $2000 \text{ mg} / 391,85 \text{ g/mol} = 5,104 \text{ mmol}$ sót tartalmazott,

a minta ennek csak ötödét $1,021 \text{ mmol}$ -t. (2)

A reakció egyenlete:



Ez szerint a reakcióban 0,2042 mmol permanganát fogyott. (1)

A keresett koncentráció: $(0,2042 / 11,48) \text{ mmol/cm}^3 = 0,01778 \text{ mol/dm}^3$
(1)

Összesen: 13 pont

5. feladat

a)

A brómmaddíció alapján telítetlen szénhidrogének homológ sorára gondolhatunk. (1)

A gázelegy anyagmennyisége: $n_{\text{g}} = \frac{1,225}{24,5} \text{ mol} = 0,05 \text{ mol}$ (1)

A reagáló bróm anyagmennyisége: $n(\text{Br}_2) = \frac{7,99}{159,8} \text{ mol} = 0,05 \text{ mol}$ (1)

Az anyagmennyiség arányából következik, hogy aszénhidrogénmolekulák egy kettős kötést tartalmaznak. ① (1)

A kiindulási gázelegy átlagos moláris tömege:

$M_{\text{átl}} = (2,100 \cdot 24,5) \text{ g/mol} = 51,45 \text{ g/mol}$ (1)

Mivel homológ sor egymást követő tagjairól van szó, az átlagos moláris tömeg alapján, biztosra vehető, hogy a keresett telítetlen szénhidrogének 3-as, ill. 4-es szénatomszámúak.

$(42 < 51,45 < 56; 40 < 51,45 < 54)$ ② (1)

A keresett gázok ① és ② alapján tehát a **propén** és a **butén** (C_3H_6 és C_4H_8). (1)

b)

A térfogatszázalékos (mólszázalékos) összetétel a fenti adatok birtokában többféleképpen számolható, pl.:

$51,45 \text{ g/mol} \cdot 100 \text{ mol} = x \text{ mol} \cdot 42 \text{ g/mol} + (100-x) \text{ mol} \cdot 56 \text{ g/mol}$
(1)

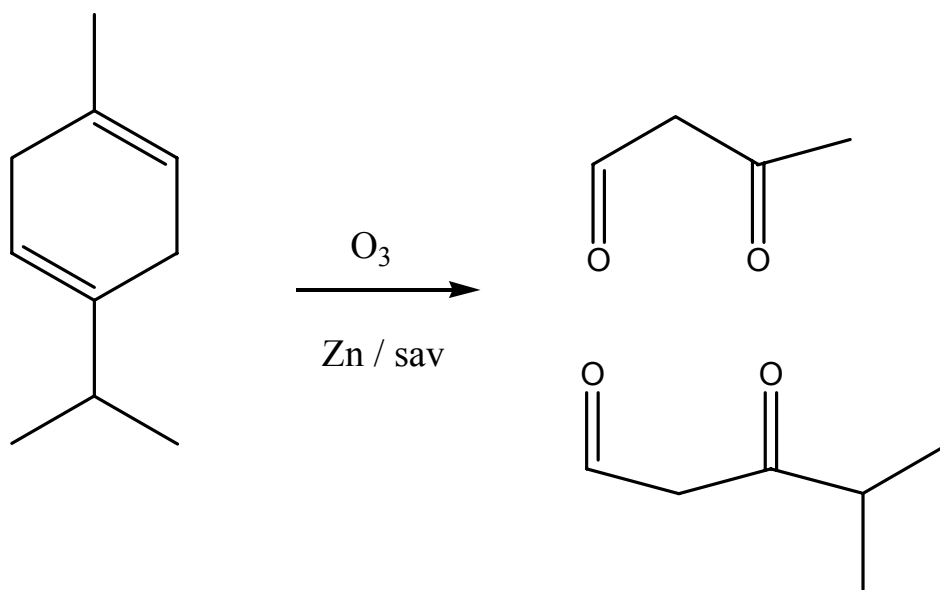
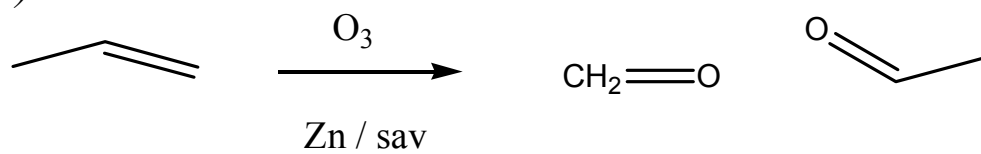
Ebből: $x = 32,5$. (1)

Tehát a gázelegy összetétele: 32,5 V/V % C_3H_6 és 67,5 V/V % C_4H_8 .
(1)

Összesen: 10 pont

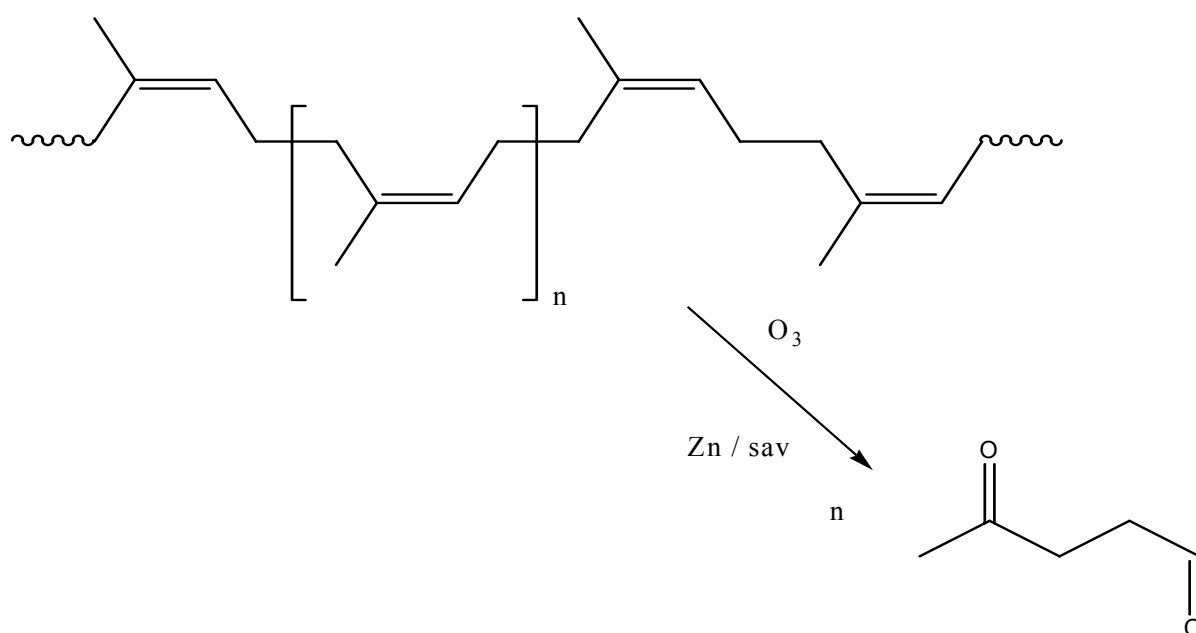
6. feladat

a)



/1+1+2+2/

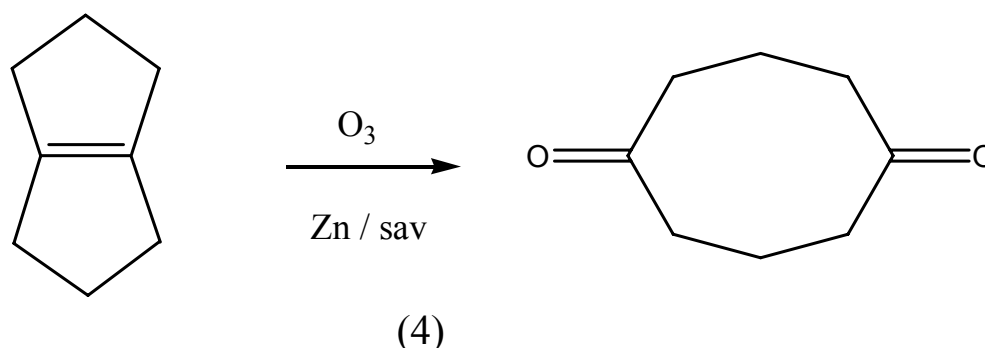
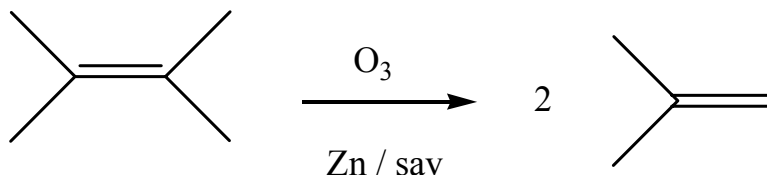
(6)



(3)

Ha a poliizoprén szerkezetében a természetes kaucsukra nem jellemző fej-fej és láb-láb kapcsolatokat is feltételez a versenyző, az így kapott hexán-2,5-dion és butándial is elfogadható.

b)



Összesen: 13 pont

7. feladat

1. $583 - 1 = 582$ (1)
2. Páratlan darab (35) cisztein aminosav építi fel a fehérjét, így mindenképpen kell, hogy legyen legalább egy páratlan. A fehérjében valóban 17 diszulfid-híd található, és egy páratlan cisztein, ennek a fehérje biológiai szerepében nagy jelentősége van. (2)
3. Az aminosav sorrend más néven az elsődleges szerkezet, tehát igen. (1)
4. A fehérje rengeteg királis-centrumot tartalmaz, tehát igen. (1)
5. $2934 \cdot 12,00000 + 4615 \cdot 1,00783 + 781 \cdot 14,00307 + 897 \cdot 15,99491 + 39 \cdot 31,97207 = \underline{66389,87812}$ (2)
6. Ugyanennyi, 66389,87812 (1)
7. $0,98892 \cdot 12,0000 + 0,01108 \cdot 13,00335 = \underline{12,011}$ (1)
8. $2934 \cdot 0,01108 = 32,51$ (1)
9. $0,98892^{2934} = 6,3 \cdot 10^{-15}$ mol azaz 1 mólból csupán $6,3 \cdot 10^{-15}$ mol, vagyis $3,78 \cdot 10^{-9}$ molekula (1)

10. $2934 \cdot 12,0112 + 4615 \cdot 1,00797 + 781 \cdot 14,0067 + 897 \cdot 15,9994 + 39$
 $\cdot 32,064 = \underline{\underline{66433,83}} \quad (2)$

11. A glutaminsavból és a glutaminból is keletkezik Na-glutamát:

$$1000 \text{ g} / (66433,8 \text{ g/mol}) \cdot (59 + 20) \cdot (187,14 \text{ g/mol}) = \underline{\underline{222,5 \text{ g}}} \quad (2)$$

Összesen: 13 pont