6. Egyensúlyi számítások

Elméleti összefoglaló

Egyensúlyi reakciók

A megfordítható kémiai reakciók esetén a kiindulási anyagokból képződő termékek visszaalakulnak a kiindulási anyagokká. Elvileg minden kémiai reakció megfordítható. Mikor az oda-vissza alakulás sebessége egyenlővé válik, úgynevezett dinamikus egyensúly alakul ki.

Az egyensúlyi állapotot jellemzi az egyensúlyi állandó, mely adott hőmérsékleten jellemző egy reakcióra. Az egyensúly törvénye (tömeghatás törvénye) szerint a termékek egyensúlyi koncentrációjának megfelelő hatványon vett szorzatából és a kiindulási anyagok egyensúlyi koncentrációjának megfelelő hatványon vett szorzatából képzett tört értéke adott hőmérsékleten állandó.

Például a N_2 (g) + **3** H_2 (g) ↔ 2 NH_3 (g) folyamat eseten az egyensúlyi állandó:

$K = \frac{[NH_3]_e^2}{[H_2]_e^3 \cdot [N_2]_e}$, ahol a $[NH_3]_e$, $[H_2]_e \cdot [N_2]_e$, az egyensúlyi koncentrációk.

Az egyensúlyi állapot *megzavarható.* Ezt a Le Chatelier-elv alapján becsülhetjük meg.

Le Chatelier-elv (a legkisebb kényszer elve):
Ha egy egyensúlyi rendszert külső hatás ér, akkor abban az a folyamat erősödik fel, amelyik ezt a hatást kompenzálni igyekszik.

A koncentráció változtatásának hatása:
A kiindulási anyagok koncentrációjának növelése vagy a termékek elvezetése az egyensúlynak az átalakulás irányába va1ó eltolódását hozza létre. A kiindulási anyagok koncentrációjának csökkentése és, vagy a termékek koncentrációjának növelése a visszaalakulás irányába tolja el az egyensúlyt.

A hőmérséklet-változás hatása
A Le Chatelier-elv alapján a hőmérséklet *emelése* az *endoterm,* a hőmérséklet *csökkentése* az *exoterm* irányba tolja el az egyensúlyt. A hőmérséklet változtatásakor *megváltozik az egyensúlyi állandó,* mivel a hőmérséklet nem egyforma mértékben változtatja meg az oda- és visszaalakulás reakciósebességet (azaz a reakciósebességi állandókat).

A nyomásváltoztatás hatása:
A nyomás *csak* akkor befolyásolja az egyensúlyi állapotot, *ha* a folyamat molszám-változással jár. A nyomás növelése a Le Chatelier-elv értelmében a molszám csökkenése irányába tolja el az egyensúlyt. (A kisebb molszám kisebb nyomást jelent. A rendszer csökkenteni igyekszik a nyomást.)

A katalizátor hatása az egyensúlyra:
A katalizátor mindkét irányban csökkenti az aktiválási energiát, ezért az egyensúly gyorsabban alakul ki, de az egyensúlyi *koncentrációviszonyokat* a katalizátorok *nem befolyásolják.*

Sav-bázis reakciók

Arrhenius szerint: a savak olyan anyagok, amelyek hidrogénionra (és anionra), a bázisok olyan anyagok, amelyek hidroxidionra (és kationra) disszociálnak (vizes oldatban).

Bronsted szerint: a savak protonleadásra, a bázisok protonfelvételre képes anyagok.
A Bronsted-féle sav-bázis fogalom magába foglalja az arrheniusi savakat és bázisokat, de annál szélesebb körben értelmezi a sav-bázis fogalmat.
Értelmezhető:
- nemcsak vegyületek, hanem ionok is rendelkeznek sav-bázis tulajdonsággal,

- nemcsak vizes oldatban értelmezhetők a sav-bázis reakciók [pl. az $NH_3(g) + HCl(g) = NH4Cl(sz)$ folyamat is annak tekinthető].
A továbbiakban elsősorban *Bronsted elmélete* szerint értelmezzük a sav-bázis reakciókat.

Sav-bázis párok:
- A sav-bázis fogalom *relatív.* Egy anyagot csak akkor nevezhetünk savnak vagy bázisnak, ha ismerjük a *partnereit.* (A leszakadó protonok szabadon nem léteznek, tehát csak akkor viselkedhet savként egy anyag, ha van egy másik, amely képes megkötni a pozitív töltésű protont.)
- Egy reakcióban savként viselkedő anyag (pl. HCl) olyan részecskévé (Cl^-) alakul, amelyik a mellette feltüntetett reakciópartnerek (H_3O^+) protonját képes felvenni, vagyis bázis lesz (ezért „konjugált bázis"-nak nevezik). Ez fordítva is igaz, vagyis egy bázisból a reakció során sav keletkezik (konjugálr sav):

$$\underset{sav_1}{HCl} + \underset{bázis_2}{H_2O} \leftrightarrow \underset{bázis_1}{Cl^-} + \underset{sav_2}{H_3O^+}$$

Bronsted elmélete szerint a sav-bázis fogalom egy adott reakcióban betöltött szerepre vonatkozik. (Egy adott vegyület viselkedhet savként és bázisként is a reakciópartnertől függően.)

A protolitikus reakciók is egyensúlyi reakciók. Erős savaknak azokat a vegyületeket nevezhetjük, amelyek híg vizes oldatban gyakorlatilag teljesen disszociálnak, vagyis egyensúlyi állandójuk értéke nagy. pl.: HCl, HBr, HI, H_2SO_4, HNO_3, $HClO_4$ stb.

A gyenge savak híg vizes oldatban sem disszociálnak teljesen. A disszocióciófok a hígítással még híg ($c < 0,l$ mol/dm^3) oldatok esetén is nagymértékben nő. Pl.: H_2S, H_2SO_3, HNO_2, $HClO_2$, HOCl, H_2CO_3) és a legtöbb szerves sav (HCOOH, CH_3COOH, a fenol stb.).
A saverősséget a savállandóval adhatjuk meg. Egy HA összképletű savra ez:

$$K_s = \frac{[H_3O^+] \cdot [A^-]}{[HA]}$$

Minél kisebb a Ks értéke, annál gyengébb savról van szó.

Erős bázisokat gyakorlatilag csak az ionvegyületek között találunk. Ilyenek az alkálifém-hidroxidok (pl. NaOH, KOH) és a legtöbb alkáliföldfém-hidroxid (kálcium-, stroncium- és bárium-hidroxid), melyek vízben jó1 oldódnak, az oldódás során teljesen disszociálnak:

$$NaOH\ (sz) = Na^+\ (aq) + OH^-\ (aq)$$

Gyenge bázisok: egyrészt azok az anyagok, amelyek molekulái közül meg híg vizes oldatban sem protonálódik az összes. Például: $NH_3 + H_2O = NH_4^+ + OH^-$

A bázisállandó $K_b = \frac{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}{[NH_3]}$

Ilyen gyenge bázisok a szerves vegyületek közé tartozó aminok is.
A bázisokra is igaz, hogy minél gyengébb bázisról van szó, annál kisebb a bázisállandó értéke.
Továbbá gyenge bázisnak tekinthetők a vízben rosszul oldódó, rosszul disszociáló hidroxidok is.
Pl. $Mg(OH)_2$, $Fe(OH)_3$ stb., gyakorlatilag az összes p- és d-mezőbeli fém-hidroxid.

A víz autoprotolízisből($H_2O + H_2O \leftrightarrow H_3O + OH^-$) következően a tiszta víz is tartalmaz oxónium- és hidroxidionokat. Például 25 ^oC -on: $[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ mol/dm^3.
Ezek koncentrációját az oldatba bevitt savak és bázisok megváltoztatják. A bevitt sav növeli az oxóniumion-koncentrációt, ezáltal csökkenti a víz autoprotolízisből származó ionokat (Kv = $[H_3O^+] \cdot [OH^-]$ ugyanis állandó), és így csökkenti a kizárólag a vízből származó hidroxidion-koncentrációt. A bevitt bázis növeli a hidroxidion-koncentrációt és lúgos kémhatást okoz. (Csökkenti a víz autoprotolízisét, és ezzel visszaszorítja az oxóniumionok koncentrációját.)

A 25 ^oC-on fennálló összefüggések: $Kv = [H_3O^+] \cdot [OH^-] = 1 \cdot 10^{-14}$,
semleges kémhatású oldatban: $[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ mol/dm^3,
savas kémhatású oldatban: $[H_3O^+] > [OH^-]$, így $[H_3O^+] > 10^{-7}$ mol/dm^3,
lúgos kémhatású oldatban: $[H_3O^+] < [OH^-]$, igy $[H_3O^+] < 10^{-7}$ mol/dm^3.

A kémhatás egyszerűbb kifejezésére vezették be a pH fogalmát, amely az oldat oxóniumion-koncentrációjának negatív, tízes alapú logaritmusa: pH = - lg[H_3O^+]
Bár minden oldat kémhatását a pH-val szokás jellemezni, a lúgoldatokbő1 előbb célszerű a pOH-t meghatározni, és abból pKv segítségével a pH-t megadni: pKv = pH + pOH = - lg10^{-14} = 14

Így a különböző kémhatású oldatok pH-ja 25 ^oC-on:
- semleges oldat: pH = 7,
- savas oldat: pH < 7,
- lúgos oldat: pH > 7.

Sók hidrolízise: olyan kémiai reakció, amelyben valamilyen só anionja vagy kationja lép protolitikus reakcióba a vízmolekulákkal.

Ha egy erős sav (pl. HCl) a vízzel reakcióba lép, a belőle képződő bázis (Cl^-) a mellette feltüntetett savval (H_3O^+) szemben igen gyenge bázisként viselkedik:

$$\underset{\text{erős } s_1}{HCl} + \underset{b_2}{H_2O} = \underset{\text{gyenge } b_1}{Cl^-} + \underset{s_2.}{H_3O^+}$$

Ebből az is következik, hogy egy, a vízhez képest gyenge savbó1 származó anion az oxóniumionokkal szemben erős bázisként viselkedik:

$$\underset{\text{gyenge } s_1}{CH_3COOH} + \underset{b_2}{H_2O} \leftrightarrow \underset{\text{erős } b_1}{CH_3COO^-} + \underset{s_2.}{H_3O^+}$$

Ha egy vizes oldatba az erős savból, illetve a gyenge savból származó ion kerül (pl. a sav nátriumsója, pl. NaCl, CH_3COONa), akkor ezek közül csak a gyenge savból származó anionról feltételezhető, hogy az oxóniumionokhoz képest jóval gyengébb savként viselkedő vízmolekulákkal szemben számottevő bázicitást mutat: $CH_3COO^- + H_2O \leftrightarrow CH_3COOH + OH^-$ folyamat egyensúlyi állandója tulajdonképpen a gyenge savból származó anionra vonatkoztatott bázisállandó, amit hidrolízisállandónak is nevezhetünk:

$$K_b = K_b(CH_3COO^-) = \frac{K_v}{K_s(CH_3COOH)} = 5{,}6 \cdot 10^{-10}$$

A gyenge savból származó iont tartalmazó, vízben oldódó *só* esetében az *anion lúgosan hidrolizál.*

Hasonló gondolatmenettel bizonyítható az is, hogy a *gyenge bázisból származó* iont tartalmazó só esetében a *kation savasan hidrolizál:* például az ammónium-klorid, vagy az ammónium-nitrát vizes oldatában az $NH_4^+ + H_2O \leftrightarrow NH_3 + H_3O^+$ folyamat megy végbe.

Febes feladatok

6/f-1 a)Mennyi a pH-ja a 0,005 M NaOH oldatnak?
b) Mennyi a pH-ja a 0,03 M ecetsav oldatnak?
c) Mennyi lesz a pH, ha a fenti oldatokból 50-50 cm^3-t összeöntünk?
d) Mennyi NaOH oldatot kell még a c) pontban kapott oldathoz adni, hogy az ecetsav teljes mennyisége Na-acetáttá alakuljon?
e) Mekkora lesz a keletkező só koncentrációja?
f) Mennyi lesz ekkor a pH?
K_s (CH_3COOH) = 1,78.10^{-5} mol/dm^3 $K_v = 10^{-14}$

6/f-2 Rendelkezésünkre áll egy 0,1 mólos benzoesav (K_s=6,6·10^{-5}) oldat és egy 0,01 mólos NaOH-oldat.

a.) Mennyi az oldatok pH-ja külön-külön?
b.) Mennyi lesz a pH, ha 100 cm^3 benzoesav oldathoz 500 cm^3 lugoldatot öntünk?
c.) Mennyi lesz a pH, ha 10 cm^3 benzoesav oldathoz 100 cm^3 lugoldatot öntünk?

6/f-3 A Tanarak rengeteg szabadidejükben színes indikátorokkal játszottak. 0,1 M-os NaOH oldathoz az alábbi oldatokat öntögették hozzá, segíts nekik kiszámolni a kapott pH-kat. (A térfogatok összeadhatók.)

a) 13,41 cm^3 NaOH-hoz 5,2 cm^3, 0,2 M HCl-t adtak hozzá. **Mennyi lett a pH ekkor?**

b) A játék másik feléhez először Kincsőnek meg kellett határoznia a 0,05 M-os benzoesav oldat pontos pH-ját! (Ks= $6,16*10^{-5}$).

c) Egy újabb adag (V=13,41 cm^3, mivel a laborban csak ennyit tudunk pontosan kimérni) NaOH-hoz hozzáadtunk a fent említett benzoesavból 26,82 cm^3-t. **Mennyi lesz így az oldat pH-ja?**

d) Valamiért úgy éreztük, hogy kéne bele locsolni még egy keveset a benzoesav oldatból. Az így kapott oldat pH-ja 5,4 lett. **Határozd meg helyettünk, hogy mennyi benzoesav oldatot sikerült hozzáadnunk!**

6/f-4 a) Mekkora 0,150 M-os tejsavoldat pH-ja és hány %-a disszociált, ha tudjuk, hogy 201,5 ml tejsavunk van? (A tejsav egyértékű sav) K_S= $1,38*10^{-4}$

b) Az előző oldathoz hány ml 0,2015 mólos KOH oldatot adjunk hozzá, hogy az oldatban csak szabályos só maradjon? Mekkora a keletkező oldat pH-ja?

c) A b) pontban említett oldathoz adunk még 50,0 ml 0,150 mólos tejsavat. Mennyi lesz az így keletkező oldat pH-ja?

6/f-5 a) Mekkora a 0,0500 M-os HNO_3 pH-ja?

b) 201,5 ml ilyen koncentrációjú salétromsavhoz hány ml pH=12,30-as KOH-oldatot kell adni, hogy semleges oldatot kapjunk?

c) Mekkora 0,150 M-os benzoesav-oldat pH-ja és hány %-a disszociált? (A benzoesav egyértékű sav) K_S= $6,16*10^{-5}$

6/f-6 a) Mekkora 0,15M-os tejsavoldat pH-ja és hány %-a disszociált, ha tudjuk, hogy 201,3 ml tejsavunk van? (A tejsav egyértékű sav) Ks= $1,38*10^{-4}$

b) Az előző oldathoz hány ml 0,2013 mólos $Ca(OH)_2$ oldatot adjunk hozzá, hogy az oldatban csak szabályos só maradjon? Mekkora a keletkező oldat pH-ja?

c) A b) pontban említett oldathoz adunk még 50 ml 0,15 mólos tejsavat. Mennyi lesz az így keletkező oldat pH-ja?

6/f-7 10 cm^3 0,1 mol/dm^3-es ecetsav-oldatot titrálunk 0,05 mol/dm^3-es NaOH-oldattal. Az ecetsav savállandója $1,78*10^{-5}$ (ezt ugye sokan tudják már fejből). A térfogatok összeadhatóak.

a) Mennyi az oldat pH-ja a titrálás kezdete előtt?
b) Mennyi az oldat pH-ja 8 cm^3-es fogyásnál?
c) Mennyi az oldat pH-ja az ekvivalenciapontban (sztöchiometrikus mennyiségű mérőoldat hozzáadása után)?
d) Mennyi az oldat pH-ja 35 cm^3 NaOH-oldat hozzáadása után (erős túltitrálás)?

6/f-8 2-(metilamino)etanol - ami mérgező, gyúlékony, korrozív, színtelen, viszkózus folyadék (pK_b = 4,05) – 0,05 M-os oldatát titráljuk 0,1 M-os HCl-mérőoldattal. Mennyi lesz az oldat pH-ja

a) **0 %-os**
b) **45 %-os**
c) **100 %-os és**
d) **160 %-os titráltságnál?** (Egyébként a gőztenziója 20 °C-on 70 Pa és 23,90 °F-on fagy. Ja, a térfogatok összeadhatóak.)

6/f-9 Rendelkezésünkre áll egy 0,2 mólos propionsav (CH_3CH_2COOH, K_s=$1,3\cdot10^{-5}$) oldat és egy 0,02 mólos NaOH-oldat.

a.) Mennyi az oldatok pH-ja külön-külön?
b.) Mennyi lesz a pH, ha 100 cm^3 propionsav oldathoz 500 cm^3 lúgoldatot öntünk?
c.) Mennyi lesz a pH, ha 10 cm^3 propionsav oldathoz 100 cm^3 lúgoldatot öntünk?

6/f-10 A diklór-ecetsav ($Cl_2CHCOOH$) $1,18.10^{-2}$ mol/dm^3-es oldatának pH-ja 2,0.

a)**Határozzuk meg a disszociációfokot (α) és az egyensúlyi állandót (K)!**

b)A fenti oldatból 50 cm^3-t hány cm^3 0,1 mol/dm^3 NaOH oldattal lehet közömbösíteni? (Az összes bemért sav elreagál.)

6/f-11 A C_2H_6 (g) ⇔ C_2H_4 (g) + H_2 (g) folyamat egyensúlyra vezet. Zárt, 20 °C-os tartályt megtöltünk 1 mol 250,0 kPa nyomású etángázzal (C_2H_6). Ezután 1227 °C-ra melegítjük a rendszert. Ekkor a nyomás 2,457 MPa növekszik.

a) Mekkora az etán disszociációfoka? (α)

b) Mekkora 1227 °C-on a folyamat egyensúlyi állandója (K_n) ?

c) Hogyan változik meg az etán disszociációfoka és a nyomás, ha az 1227 °C-on egyensúlyi gázelegy térfogatát, állandó hőmérsékleten a kétszeresére növeljük?

6/f-12 A FEB-tábori kisvegyészek, Ági, Benkő, Anna, Kincső, míg a szülők a következő órára készültek, beszabadultak a kémia szertárba - Benkő legnagyobb örömére. Mivel kémiailag rendelkeztek előképzettséggel, bátran kísérletezésbe kezdtek és megszerezték a benzoesavas és a NaOH-oldatos üveget. A benzoesvas üvegen ez állt: 0,1 M, Ks= $6,6*10^{-5}$.

a) Mennyi a benzoesavas oldat pH-ja?
b) A NaOH-oldatos üvegen a felirat kissé elmosódott volt, így az oldat pH-ját mérték meg pH papírral. Ez az eredményt kapták: pH=12. **Milyen volt a NaOH-oldat koncentrációja?**
c) És csak ezután indult az izgalmas játék. Kincső kimért 100 cm^3 benzoesav oldatot, Anna pedig 500 cm^3 lúgoldatot. Benkő pedig egy óvatlan pillanatban összeöntötte azokat, Ági pedig gondosan és szakszerűen megmérte az összeöntött oldat pH-ját. **Milyen pH-t mért Ági?**
d) Ezek után Ági-Benkő páros is kedvet kapott egy kis összeöntéshez, úgyhogy Ági 10 cm^3 benzoesav oldatot, Benkő pedig 100 cm^3 lúgoldatot mért ki. Az összeöntést Kincső végezte gumikesztyűben és védőszemüvegben betartva a szükséges munkavédelmi előírásokat, a pH-t pedig Anna határozta meg. **Milyen pH-t mért Anna?**

6/f-13 A foszfor-pentaklorid – PCl_5 – gőzfázisban foszfor-triklorid keletkezése közben bomlik. **Számítsuk ki a komponensek egyensúlyi koncentrációit**, ha K = 0,800 340 °C-on és a kezdeti PCl_5 mennyisége 0,120 mol volt az 1,00 dm^3 térfogatú palackban.

6/f-14 NOCl-t, NO-t és Cl_2 gázt elegyítettünk 35,0 °C-on egy tartályban. A következő reakciójátszódott le és egyensúly állt be.

$$2\ NOCl\ (g) = 2\ NO\ (g) + Cl_2\ (g)$$

Az alábbi egyensúlyi koncentrációkat mértük:

$[Cl_2] = 3,04\cdot10^{-1}$ mol/dm^3 $[NO] = 8,00\cdot10^{-3}$ mol/dm^3 $[NOCl] = 7,92\cdot10^{-1}$ mol/dm^3

Számítsuk ki K értékét!

6/f-15 Állapítsa meg az alábbi oldatok pH-ját!

a) 0,050 mol/dm^3 HI-oldat
b) 0,160 g/dm^3 NaOH-oldat
c) 3,00 tömeg%-os HNO_3-oldat (d: 1,019 g/ml)
d) $1,00*10^{-7}$ mol/dm^3 HCl-oldat

6/f-16 Összekeverünk 100,00 cm^3 3,00 pH-jú HCl- és 300,00 cm^3 9,60 pH-jú $Ca(OH)_2$-oldatot. **Mekkora a keverék pH-ja?** A térfogatokat tekintsük összeadhatónak!

6/f-17 Számítsuk ki a $3,00\cdot10^{-3}$ mol/dm^3 koncentrációjú kénsavoldat pH-ját, ha a második disszociációs állandó $K_{s2} = 1,20\cdot10^{-2}$

6/f-18 Számítsuk ki a 0,100 mol/dm^3 koncentrációjú foszforsavoldat pH-ját! K_{s1} = 7,5·10^{-3}, K_{s2} = 6,2·10^{-8}, K_{s3} = 2,2·10^{-13}

6/f-19 Számítsuk ki a 0,010 mol/dm^3 koncentrációjú nátrium-benzoát-oldat pH-ját, ha Ks = 6,6·10^{-5}!

6/f-20 8,75 pH-jú vizes oldatot kell készítenünk úgy, hogy a felsorolt sók közül egyet oldunk vízben. Melyik sót használjuk fel és mekkora legyen az oldat molaritása? A rendelkezésre álló sók: NH_4Cl, $KHSO_4$, KNO_2, $NaNO_3$. $K_b(NH_3)$ = 1,78·10−5, $K_{s2}(H_2SO_4)$ = 1,2·10^{-2}, Ks(HNO_2) = 4,60·10^{-4}.

6/f-21 5,00 cm^3 1,00 mol/dm^3 koncentrációjú HCl-oldatot adtunk 100 cm^3 0,100 mol/dm^3 koncentrációjú ecetsavoldathoz! Határozzuk meg a pH-t, ha a térfogatok összeadhatóak! Ks(CH_3COOH) = 1,79·10^{-5}

6/f-22 Adjuk meg annak a puffernek a pH-ját, amely literenként 0,100 mol/dm^3 koncentrációban NH_3-át és 0,300 mol/dm^3 koncentrációban NH_4Cl-ot tartalmaz. Számítsuk ki a pH-t abban az esetben is, ha a pufferoldatot 10,0-szeres térfogatra hígítottuk. Kb = 1,78·10^{-5}

6/f-23 50,0 cm^3 0,600 mol/dm^3 koncentrációjú NH_4Cl-oldatba 30,0 cm^3 0,400 mol/dm^3 koncentrációjú NaOH-oldatot öntöttünk. Számítsuk ki, hogy mennyi az így keletkezett pufferoldat pH-ja! Kb(NH_3) = 1,78·10^{-5}

6/f-24 Mennyi lesz a pH-ja annak az oldatnak, amit úgy készítünk, hogy 2,46 g nátrium-acetátot (M:82,0 g/mol) 100 cm^3 0,100 mol/dm^3 koncentrációjú HCl-oldatban oldunk? A térfogatváltozást elhanyagoljuk. Ks(CH_3COOH) = 1,78·10^{-5}

6/f-25 Mekkora lesz a pH, ha 10,0 ml 0,200 M ammónia-oldathoz (Kb=1,8·10^{-5})

a) 0,0 cm^3 (kiindulási oldat); b). 3,0 cm^3; c). 6,0 cm^3; d) 10,0 cm^3; e) 15,0 cm^3 0,200 M-os HCl-oldatot adunk?

Középszintű érettségi

6/k-1 (2005. október, 7. feladat)
Három nagy főzőpohárban 1,00-es és 3,00-as pH-jú salétromsav-, valamint 13,00-as pH-jú nátrium-hidroxid-oldat van.

a) Fenolftalein-indikátort cseppentve az oldatokhoz melyik esetben történik színváltozás? Milyen lesz az oldat színe?

b) Milyen színű lesz, az indikátor hatására, a keletkező oldat és miért, ha az 1,00-es pH-jú salétromsavoldatból és a nátrium-hidroxid-oldatból öntünk össze 100−100 cm^3-t?
Válaszát számítással is támassza alá!

c) Milyen színű lesz, az indikátor hatására, a keletkező oldat és miért, ha a 3,00-es pHjú salétromsavoldatból és a nátrium-hidroxid-oldatból öntünk össze 100−100 cm^3-t?
Számítsa ki az oldat oxónium- és hidroxidion-koncentrációját! (A keverés közben az oldatok térfogata összeadódik.)

d) Mekkora térfogatú 1,00-es pH-jú salétromsavoldatot kell a c) kérdésben keletkezett oldathoz önteni, hogy a b) kérdésben képződött oldatéval azonos kémhatású oldatot kapjunk?

6/k-2 (2008. május, 6. feladat)

Négy, megjelölt kémcsőben a következő anyagok 0,100 mol/dm^3 koncentrációjú vizes oldatait találjuk:

A) Kálium-hidroxid B) Nátrium-karbonát
C) Ammónium-klorid D) Salétromsav

Az oldatok kémhatását indikátorpapírral vizsgáljuk.

a) Milyen kémhatásúak a fenti oldatok?
b) Írja fel a kémhatást okozó folyamatok ionegyenletét a B-, C- és D-jelű kémcsőben!
c) Hány g oldott anyagot tartalmaz az A-jelű oldat 2,000 dm^3-e?
Ar(O) = 16,0; Ar(H) = 1,0; Ar(K) = 39,1

d) Számítsa ki az A- és D-jelű oldatok pH-ját!

6/k-3 (2010. október, 6. feladat B)
Nátrium-hidroxid és nátrium-klorid 5:1 tömegarányú keverékéből 2,50 dm^3 oldatot készítünk.
A készített oldat pH-ja 12,0.
Ar(H) = 1,00, Ar(O) = 16,0, Ar(Na) = 23,0, Ar(Cl) = 35,5

a) Mi a keverék tömeg%-os összetétele?
b) Mekkora tömegű keveréket oldottunk fel a vízben?
c) Milyen pH-jú oldatot kapnánk, ha a fenti tömegű keverékből 0,250 dm^3 oldatot készítenénk? Válaszát indokolja!

6/k-4 (2014. október, 8. feladat)
450,0 cm^3 4,00 g/dm^3 koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldathoz 50,0 cm^3 kénsavoldatot öntöttünk. Az így kapott 500,0 cm^3 oldat koncentrációja nátrium-hidroxidra nézve 0,0100 mol/dm^3 lett.

a) Számítsa ki a kiindulási nátrium-hidroxid-oldat pH-ját!
b) Számítsa ki a nátrium-hidroxid-oldathoz öntött kénsavoldat anyagmennyiségkoncentrációját!

6/k-5 (2016. október, 9. feladat)
Két oldatunk van. Az **A)** oldat 10,00 tömegszázalékos, 1,078 g/cm^3 sűrűségű kénsavoldat.
A **B)** oldat: pH = 13 kálium- hidroxid-oldat.

a) Mennyi az *A)* és *B)* oldat anyagmennyiség-koncentrációja?
b) Ha 10,0 cm^3 *A)* oldathoz 20-szor akkora térfogatú B) oldatot adunk, milyen lesz a kapott oldat kémhatása? Válaszát számítással támassza alá!

Ar(H) = 1,00, Ar(O) = 16,0, Ar(S) = 32,0, Ar(K) = 39,0,

Emelt szintű érettségi feladatok

6/e-1 (1997. IV/1)
0,140 g frissen kiizzított kalcium-oxidot kevés vízzel megoltunk, majd térfogatát vízzel 500 cm^3-re kiegészítjük. Mennyi az oldat pH-ja? Ar(Ca) = 40,0; Ar(O) = 16,0

6/e-2 (1999. V/4)
A $H_2(g) + I_2(g) \Leftrightarrow 2\ HI(g)$ reakció egyensúlyi állandója 400°C-on K=200. Ezen a hőmérsékleten 2,00 dm^3 térfogatú légüres edénybe 0,0800 mol hidrogént, 0,0800 mol I_2-gőzt és 0,600 mol HI-gázt vezetünk be.

Indokolja meg (számítással alátámasztva) milyen irányú reakció várható! Számítsa ki a reakcióban résztvevő anyagok koncentrációját az egyensúly beállta után!
Mekkora az edényben a gázok együttes nyomása a reakció kezdetén illetve az egyensúly beállása után? R=8,314 $J/mol^{-1}K^{-1}$

6/e-3 (2004. május, 6. feladat)
Erős és gyenge savak, bázisok pH-ja
A) A táblázat különböző sorai a következő anyagok vizes oldataira vonatkoznak: HCl, CH_3COOH, NaOH, NH_3.

Azonosítsa, melyik sorban melyik vegyület szerepel, majd töltse ki a megadott információk alapján a táblázatot!

Vegyület	Bemérési koncentráció (mol/dm^3)	$[H^+]$ (mol/dm^3)	$[OH^-]$ (mol/dm^3)	pH	Fenolftalein színe az oldatban
1.	$5,5 \cdot 10^{-2}$	2.	3.	3,00	4.
NaOH	$1,0 \cdot 10^{-1}$	5.	6.	7.	8.
9.	10.	11.	12.	5,00	13.
14.	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-10}$	15.	16.	17.

B**) A táblázat adatai alapján számítással határozza meg az ecetsav savállandójának értékét!**

6/e-4 (2005. május, 7. feladat)
Két, egyaránt 1,00 dm^3-es tartály egyikében A_2, a másikban B_2 képletű gáz van. A két gáz nyomása és hőmérséklete azonos. Ha az összekötő vezeték csapját kinyitjuk, az alábbi egyensúlyi folyamat játszódik le:

$$A_2 + 3\,B_2 \longrightarrow 2\,AB_3$$

miközben változatlan hőmérséklet mellett a nyomás 10,0%-kal csökken.

Adja meg az egyensúlyi elegy anyagmennyiség-százalékos összetételét!

6/e-5 (2005. október, 7. feladat)
A savak és bázisok erősségének mértékét számszerűen a sav-, illetve bázisállandókkal fejezik ki, ezeket kémiai táblázatokban megtalálhatjuk. A sav-, illetve bázisállandó értéke az anyagra jellemző, adott hőmérsékleten független a hígítástól.
Egy gyenge sav 0,0566 mol/dm^3 koncentrációjú oldatának pH-ja 3,00.

Az adatok ismeretében számítsa ki a sav savállandóját, majd az alábbi táblázat segítségével azonosítsa a savat!

Vegyület	**Képlet**	**Moláris tömeg (g/mol)**	**Ks**
Hangyasav	HCOOH	46	$2,1 \cdot 10^{-4}$
Ecetsav	CH_3–COOH	60	$1,8 \cdot 10^{-5}$
Propánsav	CH_3–CH_2–COOH	74	$1,3 \cdot 10^{-5}$
Tejsav	CH_3–CH(OH)–COOH	90	$1,4 \cdot 10^{-4}$
Benzoesav	C_6H_5–COOH	122	$6,6 \cdot 10^{-5}$

6/e-6 (2006. február. 9. feladat)
Egy gyenge bázis 0,0900 mol/dm^3 koncentrációjú oldatában a pH = 11,00.

a) Határozza meg a bázisállandó értékét!
b) Hányszoros térfogatra hígítottuk az oldatot, ha a hígított oldat pH-ja 10,00 lett?

6/e-7 (2006. október. 9. feladat)
Két oldat közül az egyik sósav, a másik hangyasavoldat. Mindkét oldat azonos koncentrációjú (mol/dm^3). Ha 1,00 cm^3 sósavat desztillált vízzel 100 cm^3-re hígítunk, akkor a keletkező oldat pH-ja 3,00 lesz.

a) Határozza meg a kiindulási sósav koncentrációját!
b) Mekkora térfogatú hangyasavoldatot kell 100 cm^3-re hígítanunk, hogy ennek az oldatnak is 3,00 legyen a pH-ja? (A hangyasav savállandója: Ks = 1,74 · 10^{-4}.)

6/e-8 (2007. május, 9. feladat)
5,65 cm^3 térfogatú, 1,115 g/cm^3 sűrűségű és 20,00 tömegszázalékos salétromsavoldatban kálium-hidroxid szemcsét oldottunk, majd desztillált vízzel 1500 cm^3 térfogatra hígítottuk. Az oldat pH-ja 2,00 lett.

a) Mekkora tömegű kálium-hidroxidot oldottunk a salétromsavban?
b) Milyen az oldat anyagmennyiség-koncentrációja a benne oldott anyagokra nézve?
c) Hány gramm monoklór-ecetsavat (CH_2Cl-COOH) kellene kimérni 200,0 cm^3, ugyancsak 2,00 pH-jú oldat készítéséhez? (K_S = 1,40 · 10^{-3})

6/e-9 (2007. október, 5. feladat)

Egyensúlyi folyamatok

A kén-trioxid keletkezése kén-dioxidból egyensúlyra vezető folyamat:

$$2\ SO_2(g) + O_2(g) \Leftrightarrow 2\ SO_3(g)\ \Delta r H = -198\ \text{kJ/mol}.$$

Válaszoljon az alábbi kérdésekre! Válaszát minden esetben indokolja!
a) Hogyan változnak a reagáló anyagok egyensúlyi koncentrációi, ha az egyensúlyban levő gázelegy hőmérsékletét tovább emeljük?

b) Hogyan változnak a reagáló anyagok egyensúlyi koncentrációi, ha állandó térfogaton növeljük a nyomást?

c) A reakció kezdetén katalizátort adunk a kiindulási gázelegyhez. Hogyan változnak a reagáló anyagok egyensúlyi koncentrációi a katalizátor alkalmazása nélküli esethez képest?

d) Egy kísérlet során 0,500 mol/dm^3 kiindulási kén-dioxid- és 0,500 mol/dm^3 kiindulási oxigénkoncentráció esetén, zárt, állandó térfogatú tartályban, adott hőmérsékleten kialakuló egyensúlyban a kén-trioxid egyensúlyi koncentrációja: [SO_3] = 0,300 mol/dm^3. Számítsa ki, hány százalékos a kén-dioxid, illetve az oxigén átalakulása, és mekkora az adott hőmérsékleten az egyensúlyi állandó!

6/e-10 (2008. május, 8. feladat)
Azonos térfogatú, 13,0-es pH-jú nátrium-hidroxid oldatot és 2,00 pH-jú kénsav oldatot összeöntünk.

Az összeöntés során a térfogatok összeadódnak. (A kénsav disszociációját mindkét lépésben tekintse teljesnek).

a) Írja fel a lejátszódó kémiai reakció egyenletét és számítsa ki a keletkező oldatban az egyes oldott anyagok koncentrációját!
b) Számítsa ki, hány dm^3 standard nyomású 25 ºC hőmérsékletű hidrogén-klorid gázt kell a keletkező oldat 100 cm^3-ben elnyeletni, hogy az oldat kémhatása semleges legyen?
(Amennyiben az a) részt nem tudta megoldani, számoljon úgy, hogy az a) részben keletkezett oldat minden anyagra nézve 9,00 · 10^{-2} mol/dm^3 koncentrációjú!)

6/e-11 (2008. május 9. feladat)

Az **A** és **B** gázok az alábbi egyensúlyra vezető kémiai egyenlet szerint reagálnak egymással:

$$\mathbf{2\,A + 3\,B \Leftrightarrow C + 2\,D}$$

1,00 dm^3-es zárt tartályban 2,00 mol **A** gázt és 4,00 mol **B** gázt elegyítünk, majd beindítjuk a reakciót. Az **A** gázra nézve az átalakulás 50,0 százalékos.

a) Számítsa ki, hány százalékos az átalakulás a B gázra nézve!
b) Számítsa ki mind a négy anyag egyensúlyi koncentrációját és a folyamat egyensúlyi állandóját!

c) Az egyensúlyi rendszer térfogatát a felére csökkentjük, miközben a D gáz anyagmennyisége 30,0 százalékkal megnő. Számítsa ki az egyes anyagok új egyensúlyi koncentrációit!
(Amennyiben a b) részt nem tudta megoldani számoljon úgy, mintha minden anyag kiindulási anyagmennyisége a térfogatcsökkentés előtt 1,00 mol lett volna!)
d) Az eddigi adatok alapján eldönthető-e, hogy a térfogattal együtt a hőmérsékletet is megváltoztattuk-e? Válaszát indokolja!

6/e-12 (2008. október, 9. feladat)
A háztartásban sósavat és ecetet is használnak a vízkő eltávolítására. Egy diák két egyforma üvegben megegyező anyagmennyiség-koncentrációjú sósavat és ecetet talált a háztartási szerek között, de nem tudta melyik üvegben melyik van. Ezért az egyik üvegben levő oldatból először 20,00 cm^3-t 200,0 cm^3-re hígított, majd megmérte az így kapott oldat pH-ját. Ez pH = 2,00 volt. Ezt követően a kapott 200,0 cm^3 oldatot tovább hígította 2000 cm^3-re. Ennek az oldatnak megmérve a pH-ját, pH = 3,00 értéket kapott. Ks(ecetsav) = $2{,}00\cdot10^{-5}$.

a) Melyik oldatot hígította a diák? Számítással igazold állításodat!
b) Mennyi volt az eredeti oldatok koncentrációja?
c) A másik oldatból 20,00 cm^3 térfogatot hány cm3-re kellett volna hígítani, hogy az így kapott oldat pH-ja is 3,000 legyen?

6/e-13 (2009. május, 10. feladat)
Nitrogén-dioxidot állítunk elő, és a fejlődő gázt vízben, oxigén jelenlétében elnyeletjük. A keletkező, 4,00 dm^3 térfogatú oldat, amely csak egyetlen savat tartalmaz pH-ja 2,00. Ezután az oldatot 11,0 pH-jú szalmiákszesszel közömbösítjük.(Az ammónia bázisállandója $Kb = 1{,}80\cdot10^{-5}$)

a) Írja fel a nitrogén-dioxid vízben való elnyeletésének reakcióegyenletét a fenti körülmények között!
b) Milyen lesz a keletkező sóoldat kémhatása, miért? Válaszát ionegyenlet felírásával is indokolja!
c) Mekkora térfogatú szalmiákszeszt használtunk a közömbösítéshez?

6/e-14 (2009. október, 8. feladat)
Zárt tartályban hidrogén- és nitrogéngázból 350 °C-on, katalizátor jelenlétében ammóniát állítunk elő. Az egyensúlyi rendszerben kialakult koncentrációk a következők:
$[H_2] = 3{,}60$ mol/dm^3, $[N_2] = 1{,}20$ mol/dm^3, $[NH_3] = 0{,}540$ mol/dm^3.

a) Mekkora az egyensúlyi állandó értéke?
b) A bemért nitrogén, illetve hidrogén hány százaléka alakult át?
c) Számítsa ki az egyensúlyi gázelegy nyomását!
d) Mekkora volt a tartály térfogata, ha 1,00 kg ammóniát sikerült előállítanunk?

6/e-15 (2010. október, 9. feladat)

A tejsav egyértékű, gyenge sav. A savállandó: Ks = 1,40 · 10^{-4} mol/dm^3

a) Számítsa ki, mekkora annak a tejsavoldatnak a kiindulási (ún. bemérési) koncentrációja, amelynek pH-ja pontosan 3,00!
b) Az oldatot tízszeres térfogatra hígítjuk. Számítsa ki, hányszorosára változott (hányszorosára nőtt, vagy hanyadrészére csökkent) az oxóniumionok koncentrációja!

6/e-15 (2011. május, 9. feladat)

10,0 dm^3-es tartályban 200 °C-on 1,00 mol hidrogént és 1,00 mol jódot reagáltattunk. Az egyensúly beállását követően a kapott gázelegyet – gyors lehűtést követően – lúgoldaton vezettük át (feltételezzük, hogy az egyensúlyi elegy összetétele a hűtés hatására nem változott meg). A lúgoldatban a gázelegy egyik komponense nem oldódott fel: a maradék színtelen gáz nyomása az eredeti tartályban és a kiindulási hőmérsékleten a kiindulási gázelegyének 11,0%-ára csökkent.

a) A kiindulási hidrogén, illetve jód hány %-a alakult át az egyensúlyi folyamatban?
b) Számítsa ki az egyensúlyi koncentrációkat, majd a reakció egyensúlyi állandóját 200 °C-on!
c) Hogyan változna az átalakulási százalék, ha ugyanezen a hőmérsékleten ugyanennyi hidrogént és jódot 100 dm3-es tartályban reagáltatnánk egymással? Válaszát indokolja!

6/e-16 (2011. október, 8. feladat)
Egy „A” üzemben naponta 500 m3 4,00-es pH-jú szennyvíz keletkezik. (Tételezzük fel, hogy a szennyvíz kémhatását kizárólag a sósav okozza.) A környezetvédelmi hatóság abban az esetben nem büntet, ha a szennyvíz pH-ja 6,00 és 8,00 között van, ellenkező esetben komoly környezetvédelmi bírságot ró ki az üzemre.

a) Minimálisan mekkora tömegű égetett mészre, illetve mészkőre van szüksége naponta „A” üzemnek, hogy ne kelljen környezetvédelmi bírságot fizetnie? (A szilárd anyagok hozzáadása gyakorlatilag nem változtatja meg az oldat térfogatát.)
b) Melyik eljárás az olcsóbb az „A” üzemnek: az égetett mésszel vagy a mészkőporral való közömbösítés? Válaszát számítással is támassza alá! Melyik eljárás során okoz nagyobb környezetszennyezést az üzem és miért? (Az égetett mész egységára 10200 Ft/kg, a mészkőpor egységára 6800 Ft/kg.)

A szomszédos „B” üzemben napi 1000 m3 10,0-es pH-jú szennyvíz képződik (ezt tekintsük NaOH-oldatnak). A „B” üzem felajánlja az „A” üzemnek saját szennyvizét, hogy azzal ártalmatlanítsa az ott képződött szennyvizet.

c) A „B” üzem szennyvízének minimálisan hány %-a marad meg?
(A híg oldatok térfogatai összeadódnak.)

6/e-17 (2012. október, 7. feladat)
Hangyasav és etanol egyensúlyi reakciójában egy olyan vegyület állítható elő, melyet régebben rumaroma készítésére is használtak.

a) Írja fel a folyamat reakcióegyenletét, és nevezze el a reakcióban keletkező szerves terméket!
b) Számítsa ki, hogy 10,0 cm^3 hangyasavhoz hány cm^3 etanolt mérjünk, ha azt szeretnénk, hogy a karbonsav 75,0 %-a alakuljon át a reakcióban!

ρ(HCOOH) = 1,23 g/cm^3, $\rho(C_2H_5OH)$ = 0,789 g/cm^3. A reakció egyensúlyi állandója K =3,25.

c) Ha a 10,0 cm^3 hangyasavat rumaroma előállítása helyett oldatkészítésre használnánk, mekkora térfogatú, 2,00-es pH-jú oldatot állíthatnánk elő belőle?(K_S = 1,77·10^{-4} mol/dm^3)

6/e-18 (2013. május, 9. feladat)
A $H_2(g) + I_2(g) \rightleftarrows 2\ HI(g)$ folyamat egyensúlyi állandója 427 °C-on K_1 = 54,8
447 °C-on K_2 = 48,0

a) Két egyenlő térfogatú tartály egyaránt az alábbi összetételben tartalmazza a három anyagot: [HI] = 0,600 mol/dm^3 [H_2] = 0,0700 mol/dm^3 [I_2] = 0,100 mol/dm^3
Ezután az egyik tartályt 427 °C-ra, a másikat 447 °C-ra melegítjük. Változnak-e a tartályokban a koncentrációk? Ha igen, melyik esetben hogyan?

b) Egy másik kísérletben mekkora anyagmennyiségű hidrogént keverjünk 1,00 mol jódhoz, hogy 447 °C-on a jód 99,0%-a hidrogén-jodiddá alakuljon? Hány százalékos ekkor a hidrogén átalakulása?

c) Egy harmadik esetben sztöchiometrikus arányú (azaz 1 : 1 anyagmennyiség-arányú) hidrogént és jódot kevertünk össze és felmelegítettük a tartályt. A mérések szerint 77,6%-os a hidrogén, illetve a jód átalakulása. 427 °C-ra vagy 447 °C-ra melegítettük a tartályt? Mekkora az egyensúlyi elegy átlagos moláris tömege és az egyensúlyi össznyomás, ha az egyensúlyi gázelegy sűrűsége 12,8 g/dm^3?

6/e-19 (2014. május, 7. feladat)
A hangyasav középerős sav, savi állandója Ks = 1,77·10^{-4} mol/dm^3. Megtalálható a hangyák méregváladékában, a méhek és csalánozók mérgében valamint a csalánban és fenyőtűkben. A sósav is előfordul az élő szervezetekben, így például az emberi szervezetben a gyomorsav alkotója. Két üvegben hangyasavoldat, illetve sósav található, a két oldat pH-ja azonos: pH = 2,00. Mindkét oldatból 40,0 cm^3-t ugyanazzal a kálium-hidroxid-oldattal közömbösítünk.

a) Írja fel mindkét sav esetén a közömbösítés során lejátszódó reakció egyenletét, és adja meg a keletkezett sók nevét!
b) A sósav 40,0 cm^3-ére ebből a kálium-hidroxid-oldatból 32,0 cm^3 fogy. A hangyasav közömbösítéséhez szükséges kálium-hidroxid-oldat térfogata hányszorosa ennek a mennyiségnek?
c) Milyen lesz a közömbösítéssel kapott oldat kémhatása a két savminta esetén?
Válaszát indokolja!

6/e-20 (2014. október, 7. feladat)
A háztartási ecet 10,0 tömegszázalékos ecetsavra nézve. Ebből az ecetből 15,0 cm^3-t 500,0 cm^3-re hígítva, a kapott oldat pH-ja 3,00 lett.
Ar(H) = 1,00; Ar(C) = 12,0; Ar(O) = 16,0; Ks(ecetsav) = 2,00·10^{-5}

a) Mennyi a háztartási ecet anyagmennyiség-koncentrációja?
b) Számítással határozza meg a háztartási ecet sűrűségét!

6/e-21 (2015. május, 7. feladat)
Egy 10,0 dm^3-es, állandó térfogatú tartályt megfelelő hőmérsékleten 387 gramm hexángázzal töltünk meg, majd a lezárt tartályt 700 °C-ra melegítjük. Ekkor a hexán benzolra és hidrogénre disszociál.

a) Írja fel a hexán termikus disszociációjának rendezett egyenletét!
b) Számítsa ki 700 °C-on a folyamat egyensúlyi állandóját, ha tudjuk, hogy a hexán 80,0%-a disszociált!
c) Határozza meg az egyensúlyi elegy nyomását!

d) Egy másik kísérletben ugyanabba a tartályba ismét 387 g hexánt töltöttünk, de ezúttal valamekkora tömegű benzolt is kevertünk hozzá, majd így melegítettük fel 700 °C-ra a rendszert. Ekkor a hexán 60,0%-a alakult át. Hány gramm benzolt kevertünk a hexánhoz?

6/e-22 (2015. október, 9. feladat)
A kén-dioxid gáz vízben való oldódása során a fizikai oldódáson túl további reakciólépésekkel kell számolnunk. Először az oldott kén-dioxid reakcióba lép a vízzel. Az egyensúlyra vezető folyamat reakcióegyenlete: SO_2 (aq) + H_2O (f) ⇌ H_2SO_3 (aq)

Második lépésben a keletkező kénessav a vízzel szintén egyensúlyra vezető folyamatban reagál:
H_2SO_3 (aq) + H_2O (f) ⇌ HSO_3^- (aq) + H_3O^+ (aq) K_{s1} = 0,0120 mol/dm^3

A kénessav K_{s2} értéke olyan kicsi ($1{,}00 \cdot 10^{-7}$), hogy a hidrogén-szulfit-ionok további disszociációjától eltekinthetünk.

2,00 dm^3 vízben 256 mg kén-dioxidot oldottunk fel. (A víz sűrűségét vegyük 1,00 g/cm^3-nek. Az oldódáskor bekövetkező térfogatváltozás elhanyagolható.) A keletkező oldat pH-ja 3,32. Ebben az oldatban az oxóniumion-koncentráció $4{,}79 \cdot 10^{-4}$ mol/dm^3.

Számítsa ki a kénessav és a kén-dioxid egyensúlyi koncentrációját a keletkezett oldatban!

6/e-23 (2016. május, 9. feladat)
Egy dipropil-aminból készült vizes oldat pH-ja 12,00. Az oldat 10,00 cm^3-ét – megfelelő indikátor alkalmazása mellett – sósavval közömbösítjük. A titráláshoz szükséges 0,100 mol/dm^3-es sósav térfogata 11,00 cm^3.

a) Határozza meg a dipropil-aminból készült oldat koncentrációját!
b) Határozza meg a dipropil-amin bázisállandóját!
c) Hányszoros térfogatra kell hígítani a 12,00-es pH-jú oldatot, hogy a pH-ja 11,00-re csökkenjen?

6/e-24 (2016. október, 6. feladat)
Három főzőpohárban (*A, B, C*) 250,0-250,0 cm^3, azonos anyagmennyiség-koncentrációjú savoldat van. A három sav közül kettő egyértékű, a harmadik kétértékű erős sav. Az egyértékű savak közül az egyik erős sav, a másik gyenge.

Ha mindhárom főzőpohárban levő oldathoz 5,00-5,00 cm^3 0,500 mol/dm^3 koncentrációjú nátrium- hidroxid-oldatot adunk, akkor az *A* főzőpohárban levő oldat kémhatása savas, a *B* főzőpohárban levő oldat semleges, míg a *C* főzőpohárban levő oldat lúgos kémhatást mutat.

Ha újabb 5,00 -5,00 cm^3 0,500 mol/dm^3 koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldatot adunk mindhárom főzőpohárban levő oldathoz, akkor az *A* főzőpohárban semleges, a másik két főzőpohárban pedig lúgos kémhatású oldat lesz.

a) Melyik főzőpohárban van a kétértékű sav? Válaszát indokolja!
b) Az első kísérlet után az egyértékű savat tartalmazó oldatok esetén eltérő tapasztalatokat jegyeztünk fel. Ennek alapján állapítsa meg, melyik főzőpohár tartalmazza a gyenge savat, és melyik az erős savat! Válaszát indokolja!
c) Mekkora a savoldatok koncentrációja?
d) A gyenge savat tartalmazó főzőpohárban eredetileg az oldat pH-ja 3,00 volt. Mekkora a gyenge sav savállandója?
e) Mekkora az egyértékű erős savat tartalmazó főzőpohárban az eredeti oldat pH-ja?

6/e-25 (2017. május, 6. feladat)
A ciklohexán magas hőmérsékleten benzollá alakul át, a következő egyenlet szerint:

$$C_6H_{12}(g) \longleftrightarrow C_6H_6(g) + 3\ H_2(g)$$

Szobahőmérsékleten egy 5,00 dm^3-es tartályba öntöttünk valamennyi ciklohexánt, majd az edény lezárása után a hőmérsékletet jelentősen megnöveltük. Az egyensúly kialakulásakor a koncentrációkról a következőket tudjuk: $[H_2(g)] = 2{,}40\ mol/dm^3$, $[C_6H_{12}(g)] = [C_6H_6(g)]$.

a) Határozza meg az egyensúlyi folyamat reakcióhőjét (szobahőmérsékletre vonatkoztatva) az alábbi adatok segítségével! $\Delta kH(C_6H_{12}(f)) = -158$ kJ/mol $\Delta kH(C_6H_6(f)) = +47{,}0$ kJ/mol
b) A fenti kísérletben a ciklohexán hány %-a alakult át az egyensúlyi folyamatban?
c) Határozza meg az egyensúlyi állandó értékét a kísérlet hőmérsékletén!
d) Mekkora tömegű ciklohexánt töltöttünk az edénybe?
e) Ha még tovább növelnénk a hőmérsékletet, hogyan változna a ciklohexán disszociációfoka és miért?

6/e-26 (2017. október, 8. feladat)
Egy kémiatanár a kis szénatomszámú észterek jellegzetes illatát szerette volna bemutatni az etil-acetát példáján. A szertárban azonban sem az etil-acetátot, sem az elkészítéséhez szükséges szerves anyagokat nem találta meg.

a) Adja meg az etil-acetát szerkezeti képletét a molekula kötő-, és nemkötő elektronpárjainak feltüntetésével!

Talált azonban metanolt és hangyasavat.

b) Írja fel annak a folyamatnak a reakcióegyenletét, amelyben metanol és hangyasav felhasználásával észtert állítanak elő!

A függvénytáblázatban utánanézett a folyamat egyensúlyi állandójának is: K = 4,60.
A laboratóriumban talált összes, 100 g tömegű metanol felhasználásával azt szerette volna elérni, hogy az egyensúlyi elegy 45,0 g tömegű észtert tartalmazzon. Amikor azonban munkához látott, szomorúan vette észre, hogy a tiszta hangyasav helyett csak 46,0 *m*/*m*%-os oldat áll rendelkezésére.

c) Mekkora tömegű, 46,0 *m*/*m*%-os oldatot mérjen a 100 g tömegű metanolhoz, ha eredeti célját nem szeretné feladni?

Az észteres kísérlet elvégzése után már csak 82,0 g maradt a 46,0 *m*/*m*%-os hangyasav-oldatból. Elhatározta, hogy ebből hígítással 2,00-es pH-jú oldatot készít.

d) Számítsa ki, hogy a maradék 46,0 *m*/*m*%-os oldatból mekkora térfogatú, 2,00-es pH-jú oldat készíthető! (A számoláshoz szükséges savi disszociációs állandó: $K_s = 1{,}76 \cdot 10^{-4}$)

6/e-27 (2018. május, 7. feladat)
Egy egyértékű erős savat tízszeres anyagmennyiségű vízben oldunk. A keletkező oldat 31,0 *m/m* % -os, anyagmennyiség-koncentrációja 4,83 mol/dm^3.

a) Számítással határozza meg a sav moláris tömegét!
b) Számítsa ki az oldat sűrűségét!
c) A savoldatot tízszeresére hígítottuk. Mekkora térfogatú hígított savoldat közömbösíthető 10,0 cm^3 pH = 12,0-es metil-amin-oldattal? K_b(metil-amin) = $4{,}37 \cdot 10^{-4}$ mol/dm^3

6/e-28 (2019. május, 9. feladat)
Egy egyértékű, gyenge szerves savról tudjuk, hogy molekulája 46,15 tömegszázalék oxigént tartalmaz. 2,196 g-jából 250,0 cm^3 törzsoldatot készítve, annak pH-ját 2,90-nek mérjük. Ezután a törzsoldat 20,00 cm^3-es részleteit megfelelő sav-bázis indikátor mellett megtitrálva átlagosan 16,64 cm^3 0,1015 mol/dm^3-es nátrium-hidroxid-oldat fogyást mérünk.

a) Határozza meg a sav moláris tömegét és az összegképletét (molekulaképletét)!
b) Számítsa ki a vegyület savállandóját!
c) Határozza meg a vegyület konstitúcióját, ha tudjuk, hogy a sav akirális, és enyhe oxidációját követően adja az ezüsttükörpróbát!

OKTV feladatok

6/o-1 (2015/1/12/5)
Ecetsav, monoklór-ecetsav és diklór-ecetsav azonos anyagmennyiség-koncentrációjú vizes oldatát készítjük el. Ezután mindegyik oldatban meghatározzuk a gyenge sav disszociációfokát (a fenti sorrendben 2,90%; 39,9%; 99,1%) és a diklór-ecetsav-oldat pH-ját, ami 1,82-nek adódott.

a) Mennyi a savoldatok koncentrációja?
b) A mérések alapján mennyi az egyes savak savi disszociációs állandója?

6/o-2 (2016/1/12/9)
A **HA** szerves vegyület sokáig kedvelt reagens volt a klasszikus szerkezetvizsgálatban. Ez az egyértékű sav vízben oldódik. Telített oldatához 0,506 g **HA**-t kell oldanunk 100 cm^3 vízben. Az oldat pH-ja 2,85. Műszeres analitikai módszerekkel meghatároztuk ebben az oldatban **HA** és **A–** arányát, amely 18,2-nek adódott.

a) Számítsa ki a *HA* vegyület savi disszociációs állandóját!
b) Számítsa ki *HA* moláris tömegét!

6/o-3 (2006/2/2/3)
Van egy 0,0100 mol/dm^3 koncentrációjú trifluor-ecetsav- és egy 0,0100 mol/dm^3 koncentrációjú ecetsavoldatunk.

a) Adja meg a két oldat pH-ját!
b) Milyen arányban kell összeönteni a két oldatot, hogy a keletkezett oldat pH-ja a két eredeti oldat pH-jának pont a számtani közepe legyen? Ks(ecetsav) = $1{,}86 \cdot 10^{-5}$

6/o-4 (2006/2/2/5)
a) Mekkora annak a savnak a savi disszociációs állandója, amely oldatának közömbösítéséhez 1,10-szer akkora tömegű szilárd NaOH szükséges, mint semlegesítéséhez?
b) Hányszoros mennyiségű szilárd NaOH szükséges egy ecetsavoldat közömbösítéséhez, mint semlegesítéséhez? Ks(ecetsav) = $1{,}86 \cdot 10^{-5}$
(A NaOH adagolása közben a térfogat állandónak tekinthető.)

6/o-5 (2007/2/2/3)
Egy ismeretlen, egyértékű karbonsav 3,00 grammját 1,00 dm^3 vízben oldják. A kapott oldat sűrűsége 1,00 g/cm^3 maradt.

Az oldat fagyáspont-csökkenéséből meg lehetett állapítani, hogy 37,6 mmol volt az oldatban az oldott ionok és molekulák teljes anyagmennyisége.

Az oldat vezetőképességének vizsgálata pedig arra mutatott, hogy a savmolekulák 18,5 %-a disszociált az oldatban.

A vegyület elégetésekor keletkező égéstermékeket salétromsavval megsavanyított ezüstnitrát-oldatba vezetve fehér csapadék vált le.

Mi volt a sav disszociációállandója és moláris tömege? Melyik savról lehet szó?

6/o-6 (2008/2/2/8)

Egy hallgató azt a feladatot kapta, hogy analitikai tisztaságú borkősavból készítsen pontosan 2,00 pH-jú oldatot. A vegyszerek között talált is egy felbontatlan üvegben vízmentes borkősavat.

Kézikönyvben utánanézett a borkősav savállandóinak, és ezt találta:

	T (°C)	K_1	K_2
L-(+)-borkősav	25	$1{,}05 \cdot 10^{-3}$	$4{,}57 \cdot 10^{-5}$

Ennek alapján kiszámolta, hogy 1,000 dm^3 oldat elkészítéséhez hány gramm borkősavra van szükség, azt nagy pontossággal bemérte, desztillált vízben feloldotta, majd az oldatot felhígította 1,000 dm^3-re.

Az elkészült oldatból kimért 100,0 cm^3-t és megmérte a pH-ját. Meglepődve tapasztalta, hogy a pH néhány százalékkal eltér a kívánt 2,00 értéktől, amit különösen furcsállott, tekintettel az oldatkészítés pontosságára. A 100,0 cm^3 oldatban még 1,066 g borkősavat fel kellett oldania ahhoz – elhanyagolható térfogatváltozás mellett –, hogy a pH pontosan 2,00 legyen.

Ezzel elkészült ugyan a kért oldat, de a hallgatót nem hagyta nyugodni a kiszámolt és a szükséges borkősavmennyiség közötti eltérés problémája. Ellenőrizte számításait: azok kétséget kizáróan helyesnek és pontosnak bizonyultak. Ezután a felhasznált borkősav szennyezettségére gondolt. A laboráns említette neki, hogy a borkősavban néha előfordulhat oxálsav szennyezés. Ezt a lehetőséget azonban rövid számolás után elvetette, egyébként pedig a felhasznált anyag – a doboz felirata szerint – igen nagy tisztaságú volt.

Hamarosan azonban eszébe jutott valami. Egy kis számolgatás után elővett egy részletes analitikai kézikönyvet, majd alaposabban megvizsgálta a felhasznált borkősav dobozát is. Örömmel nyugtázta, hogy végre megoldotta a „rejtélyt”, és még a feladatot is maradéktalanul teljesítette.

a) Hány gramm borkősavat mért be az 1,000 dm^3 oldat elkészítéséhez?

b) Ésszerű közelítéseket alkalmazva számítsa ki, hogy mennyivel tért el az eredetileg elkészített oldat pH-ja a kívánt 2,00 értéktől!

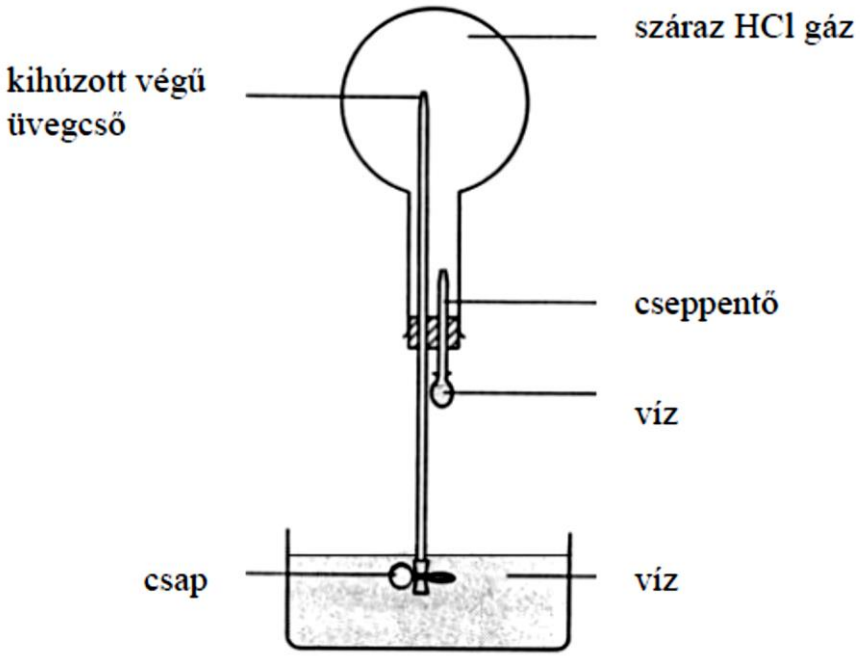
c) Miért zárható ki, hogy oxálsav szennyezés okozta a pH-eltérést?

d) Vajon milyen adatot ellenőrzött a hallgató a kézikönyvben, és mit talált a doboz címkéjén, amely végül elvezette a megoldáshoz?

M(borkősav) = 150,09 g/mol; K_1(oxálsav) = $5{,}89 \cdot 10^{-2}$; K_2(oxálsav) = $6{,}46 \cdot 10^{-5}$

6/o-7 (2009/2/2/1)

A sósav-szökőkút kísérletet az ábrán mutatott berendezésben végzik. 1 dm^3 térfogatú lombikot megtöltenek HCl-gázzal. A cseppentőből egy csepp vizet juttatnak a lombikba. A lombik alapos összerázása után kinyitják a csapot. A lombikba a víz szőkőkútszerűen felspriccel.



Becsülje meg, hogy a kísérlet végén milyen pH-jú oldat lesz a lombikban!

6/o-8 (2009/2/2/7)

Mennyi a következő oldatok pH-ja?

a) 0,02 mol/dm^3-es sósav

b) 0,02 mol/dm^3-es kénsav

c) a fenti két oldat 1:1 arányú elegye K_2(kénsav) = 0,012

6/o-9 (2010/2/2/6)

Mekkora térfogatú 25 ºC-os, standard nyomású ammóniát kell elnyeletni 1,00 dm^3 2,00 pH-jú kénsavoldatban, hogy a pH-ja 1,00 egységgel változzon? (Az oldódás során bekövetkező térfogatváltozás elhanyagolható.)

$Ks_2(H_2SO_4) = 1{,}20 \cdot 10^{-2}$; $Kb(NH_3) = 1{,}78 \cdot 10^{-5}$

6/o-10 (2011/2/2/8)

Ecetsav és hangyasav azonos koncentrációjú vizes oldatát 5,00 : 1,00 térfogatarányban összekeverve 3,00 pH-jú oldatot kapunk.

a) Mekkora volt az eredeti oldatok koncentrációja?

b) Mekkora lesz a pH, ha az oldatokat 1,00 : 5,00 térfogatarányban elegyítjük? (A számítás során tehet ésszerű elhanyagolásokat, ha igazolja ezek jogosságát.)

Ks(ecetsav) = $1{,}75 \cdot 10^{-5}$; Ks(hangyasav) = $1{,}77 \cdot 10^{-4}$

6/o-11 (2012/2/2/8)

A 3,4-dinitro-benzoesav telített oldatának összetétele 20° C-on 0,67 g sav / 100 cm^3 víz. A telített oldat pH-ja 2,21.

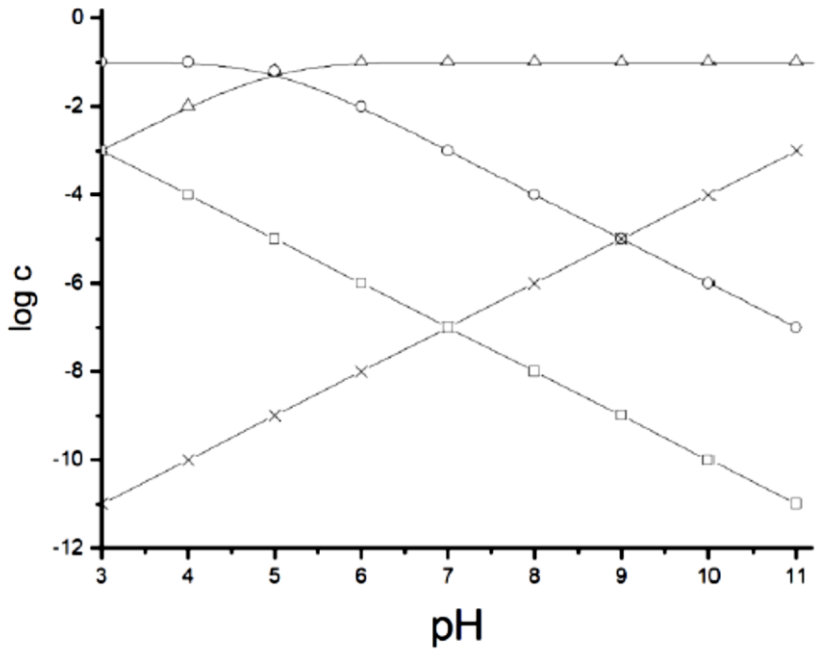
a) Mennyi a sav disszociációs állandója?

b) Hány gramm szilárd NaOH-t kell a 100 cm^3 vízben oldani, hogy a savból 20 °C-on pontosan kétszer annyi oldódjon, mint a tiszta vízben?

Az oldódás során bekövetkező térfogatváltozást minden esetben elhanyagolhatjuk.

6/o-12 (2013/2/2/5)

Egy egyértékű savat (jelölje HA) 0,10 mol/dm^3 koncentrációban tartalmazó vizes oldatban meghatározták bizonyos molekulák, illetve ionok (specieszek) egyensúlyi koncentrációját, miközben az oldat pH-ját – gyakorlatilag állandó térfogaton – egy szilárd anyag hozzáadásával változtatták. Az alábbi diagram mutatja néhány koncentráció logaritmusának pH-függését.



a) Milyen specieszek (azaz molekulák vagy ionok) koncentrációját mutatja a négy görbe (x, o, □, Δ)?
b) Mi lehet az a speciesz, aminek az ábrázoltakon felül is jelen kell még lennie az oldatban pH = 7-nél?
c) Mennyi a HA gyenge sav disszociációállandója?
d) Mennyi lesz a [HA]+[A^-] mennyiség értéke 12-es pH-n?
e) A kiindulási sav tiszta (0,10 mol/dm^3 koncentrációjú) oldatát ezerszeresére hígítva mi lesz a kapott oldat pH-ja?

6/o-13 (2013/2/2/7)
Ismeretlen koncentrációjú nátrium-hidrogén-szulfát-oldatot vizsgálunk. Ha az oldatot tízszeres térfogatúra hígítjuk, vezetőképesség-méréssel kideríthető, hogy a hidrogén-szulfát-ionok disszociációfoka az eredeti 1,683-szorosa lesz.

a) Mekkora volt a hidrogén-szulfát-ionok disszociációfoka a kiindulási oldatban?

A kiindulási oldatba merített pH-mérő 1,72-es értéket mutatott.

b) Mekkora volt a mérések alapján a kiindulási oldat koncentrációja?
c) A mérések alapján mekkorának adódik a kénsav második savi disszociációs állandója?

6/o-14 (2014/2/2/6)
Dr. Ezésez Géza vízköves forralóját kívánta megtisztítani. Minthogy irodájában nem akadt háztartási ecet, a munkavédelmi szabályokat súlyosan megsértve a laborjában analitikailag tiszta ecetsav (jégecet) néhány cseppjét öntötte a bögréjében levő fél liter vízhez. Ezt az oldatot a forralóba akarta önteni, de egy hirtelen ötlet hatására előbb visszaszaladt a laborba és újabb szabálytalanságként egy tápoldatot ellenőrző pH-mérőt merített bele a bögrébe.

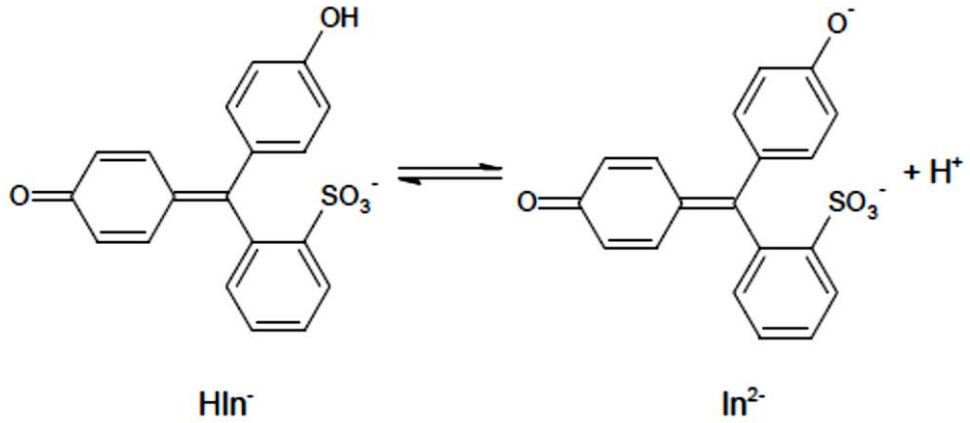
Azt a pár percet, amíg az ecet hat, az e-mailjei ellenőrzésével akarta tölteni, de miután órák múlva felállt a számítógépe mellől, a forraló már ragyogóan tiszta volt. Diákjai rosszalló tekintete előtt most a laborban a pH-mérőt magába a forralóba merítette bele. Két pH-értéket – 3,95 és 4,67 – dünnyögve ment vissza a szobájába és pár perc múlva elégedetten újságolta mindenkinek a közelben, hogy hány milligramm vízkövet termelt az évben. Persze az segítette a számolásban, hogy unalmas kémiapéldák sokasága a memóriájába égette az ecetsav *K*s értékét ($1{,}75\cdot10^{-5}$).

Milyen értéket kellett kapnia Ezésez doktornak, ha úgy tekintette, hogy a vízkő tisztán mészkőből áll?

6/o-15 (2015/2/2/4)
Az indikátorok olyan vegyületek, amik maguk is gyenge savak (vagy bázisok), és a disszociáció során egymásba alakuló két forma eltérő (és élénk) színű. Az oldat színét (a szín árnyalatát) a két forma koncentrációjának aránya határozza meg. Ha a savas közegre jellemző forma koncentrációja legalább tízszerese a bázikus alakának, akkor az indikátor a savas közegre jellemző színt mutatja. Fordítva, ha a bázisos közegre jellemző forma koncentrációja haladja meg minimum tízszeresen a savas közegre jellemző forma koncentrációját, akkor az indikátor bázisos közegre jellemző színét látjuk.

Ha az arány a két érték között van, akkor az indikátor átmeneti színe jelenik meg.
(Mivel a látás a különböző színekre eltérően érzékeny, az 1:10-es arány nem minden indikátor esetén jellemző, azaz az átcsapási tartomány sem egyformán széles. De ettől most el fogunk tekinteni.)

A fenolvörös indikátor savas közegben sárga, lúgos közegben vörös színű. Átcsapását az alábbi reakcióegyenlet mutatja:



a) A két forma közül melyik felel a savas közegben látható sárga színért? Használja az ábrán látható HIn^-, illetve In^{2-} jelöléseket!

1 liter ismert pH-jú oldathoz 2 csepp fenolvörösoldatot cseppentünk.

b) Fejezze ki a fenti reakció egyensúlyi állandója (K) és a pH értéke segítségével, hogy egy adott pH-értéken mennyi a két forma koncentrációjának aránya ($[HIn^-]/[In^{2-}]$)!
c) Milyen pH értékek között látjuk a fenolvörös átmeneti, narancssárga színét?
$K = 2{,}5 \cdot 10^{-8}$

6/o-16 (2015/2/2/7)
Az alábbi oldatok állnak rendelkezésünkre: 0,100 mol/dm^3 koncentrációjú kénsavoldat, 0,100 mol/dm^3 koncentrációjú ecetsavoldat, 0,100 mol/dm^3 koncentrációjú nátrium-hidroxid oldat.

a) Mekkora az egyes oldatok pH-ja?
b) Az oldatok páronkénti összeöntésével mely esetekben kaphatunk 3,00-as pH-jú oldatot? Mekkora térfogatarányban kell ekkor az oldatokat összeönteni? (Az oldatok összeöntése során bekövetkező térfogatváltozást tekintsük elhanyagolhatónak!)

$Ks_2(H_2SO_4) = 1{,}90 \cdot 10^{-2}$, $Ks(CH_3COOH) = 1{,}86 \cdot 10^{-5}$

6/o-17 (2016/2/2/4)

A Fehling-II-oldatot az alábbi recept alapján készíthetjük el: 17,3 g kálium-nátrium-tartarátot és 7,0 g nátrium-hidroxidot oldjunk fel vízben, és az oldat térfogatát 70 cm^3-re egészítsük ki.

A tartarátion a borkősav savmaradékionja. A borkősav savi disszociációs állandói:
$K_1 = 9{,}2 \cdot 10^{-4}$, $K_2 = 4{,}3 \cdot 10^{-5}$

A kapott oldatot egy kísérlethez százszoros térfogatra hígítják desztillált vízzel.

a) Határozza meg a hígított Fehling-II-oldat pH-ját!

Egy figyelmetlen laboráns kálium-nátrium-tartarát helyett véletlenül kálium-hidrogén-tartarátot használt az oldat készítéséhez (de egyébként követte a recept utasításait).

b) A hibásan készített oldatot is felhígították százszoros térfogatúra. Mennyi lett ennek az oldatnak a pH-ja?

Megoldások

Febes feladatok

6/f-1

a) $[OH^-] = 0{,}005\ mol/dm^3$

$pOH = -lg[OH^-] = 2{,}3$

$pH = 14 - pOH =$ **11,7**

b)

	CH_3COOH	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	H^+
K	$0{,}03\ mol/dm^3$		-	-
Á	-x		x	x
E	$0{,}03\ mol/dm^3$-x		x	x

$$K_s = \frac{[CH_3COO^-] * [H^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{x^2}{(0{,}03 - x)}$$

$x_1<0$; $x_2 = [H^+] = 7{,}22*10^{-4}\ mol/dm^3$

$pH = -lg[H^+] =$ **3,14**

c)

$$[H^+] = K_s * \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = K_s * \frac{n_{acetát}}{n_{ecetsav}^{maradék}}$$

$NaOH + CH_3COOH = CH_3COO^- Na^+ + H_2O$

$n_{NaOH} = [OH^-] * V = 0{,}005\ mol/dm^3*0{,}05\ dm^3 = 2{,}5*10^{-4}\ mol$

$n_{ecetsav}^0 = [CH_3COOH]*V = 0{,}03\ mol/dm3*0{,}05\ dm^3 = 1{,}25*10^{-3}\ mol$

$n_{acetát} = n_{NaOH}$

$n_{ecetsav}^{maradék} = n_{ecetsav}^0 - n_{acetát} = 1{,}25*10^{-3}\ mol$

$$[H^+] = 1{,}78 * 10^{-5} * \frac{2{,}5*10-4\ mol}{1{,}25*10-3\ mol} = 3{,}56 * 10^{-6}\ mol/dm^3$$

$pH = -lg[H^+] =$ **5,45**

d) $n_{NaOH}^{plusz} = n_{ecetsav}^{maradék}$

$V_{NaOH}^{plusz} = n_{NaOH}^{plusz}/[OH^-] =$ **250 cm³**

e) $n_{acetát}' = n_{ecetsav}^0$

$V' = 2*V+V_{NaOH}^{plusz} = 350\ cm^3$

$C_{acetát} = n_{acetát}'/ V' =$ **$4{,}28*10^{-3}\ mol/dm^3$**

f)

	CH_3COO^-	H_2O	$\rightleftharpoons$	CH_3COOH	OH^-
K	$4{,}28*10^{-3}\ mol/dm^3$			-	-

Á	-y	y	y
E	$4{,}28*10^{-3}$ mol/dm^3-y	y	y

$$\frac{K_v}{K_s} = K_b = \frac{[CH_3COOH] * [OH^-]}{[CH_3COO^-]} = \frac{y^2}{(4{,}28 * 10^{-3} - y)}$$

$y_1 < 0$; $y_2 = [OH^-] = 1{,}55*10^{-6}$ mol/dm^3

pOH = -lg[OH^-] = 5,81

pH = 14- pOH = **8,19**

6/f-2

a) Benzoesav:

	HA	$\rightleftharpoons$	A^-	H^+
K	0,1 mol/dm^3		-	-
Á	-x		x	x
E	0,1 mol/dm^3-x		x	x

$$K_s = \frac{[A^-] * [H^+]}{[HA]} = \frac{x^2}{(0{,}1 - x)}$$

$x_1 < 0$; $x_2 = [H^+] = 2{,}54*10^{-3}$ mol/dm^3

pH = -lg[H^+] = **2,6**

NaOH:

[OH^-] = 0,01 mol/dm^3

pOH = -lg[OH^-] = 2

pH = 14-pOH = **12**

b) HA + NaOH = $Na^+ A^-$ + H_2O

$n_{sav} = V_{sav} * [HA] = 0{,}01$ mol

$n_{OH} = V_{OH} * [OH^-] = 5*10^{-3}$ mol

$n_{sav}^{maradt} = n_{só} = 0{,}5* n_{OH}$

$$[H^+] = K_s * \frac{[A]}{[HA]} = K_s * \frac{n_{só}}{n_{sav}^{maradék}} = K_s$$

pH = -lg[H^+] = **4,18**

c) HA + NaOH = $Na^+ A^-$ + H_2O

$n_{sav} = V_{sav} * [HA] = 10^{-3}$ mol

$n_{OH} = V_{OH} * [OH^-] = 10^{-3}$ mol

$n_{sav} = n_{OH} = n_{só}$

$C_{só} = n_{só}/(V_{sav7} + V_{OH}) = 10^{-3}$ mol/0,11 dm^3 = $9{,}09*10^{-3}$ mol/dm^3

	A^-	H_2O ⇌	HA	OH^-
K	$4{,}28*10^{-3}$ mol/dm^3		-	-
Á	-y		y	y
E	$4{,}28*10^{-3}$ mol/dm^3-y		y	y

$$\frac{K_v}{K_s} = K_b = \frac{[HA] * [OH^-]}{[A^-]} = \frac{y^2}{(9{,}09 * 10^{-3} - y)}$$

$y_1 < 0$; $y_2 = [OH^-] = 1{,}17*10^{-6}$ mol/dm^3

pOH = -lg[OH^-] = 5,93

pH = 14- pOH = **8,07**

6/f-3

a) NaOH + HCl = NaCl + H_2O

$n_{OH} = V_{OH}*[OH^-] = 1{,}341*10^{-3}$ mol

$n_{HCl} = V_{HCl}*[HCl] = 1{,}04*10^{-3}$ mol

$n_{OH}^{maradt} = 3{,}01*10^{-4}$ mol

$[OH^-]' = n_{OH}^{maradt} / V = 3{,}01*10^{-4}$ mol/ 0,01861 dm^3 = =0,016 mol/dm^3

pOH = -lg[OH^-]' = 1,79

pH = 14-pOH = **12,21**

b)

	HA	⇌	A^-	H^+
K	0,05 mol/dm^3		-	-
Á	-x		x	x
E	0,05 mol/dm^3-x		x	x

$$K_s = \frac{[A^-] * [H^+]}{[HA]} = \frac{x^2}{(0{,}05 - x)}$$

$x_1 < 0$; $x_2 = [H^+] = 1{,}784*10^{-3}$ mol/dm^3

pH = -lg[H^+] = **2,75**

c) HA + NaOH = $Na^+ A^- + H_2O$

$n_{sav} = V_{sav} * [HA] = 1{,}341*10^{-3}$ mol

$n_{OH} = V_{OH} * [OH^-] = 1{,}341*10^{-3}$ mol

$n_{sav} = n_{OH} = n_{só}$

$C_{só} = n_{só}/(V_{sav7} + V_{OH}) = 1{,}341*10^{-3}$ mol/0,04023 dm^3 = 0,033 mol/dm^3

	A^-	H_2O ⇌	HA	OH^-

K	0,033 mol/dm^3	-	-
Á	-y	y	y
E	0,033 mol/dm^3-y	y	y

$$\frac{K_v}{K_s} = K_b = \frac{[HA] * [OH^-]}{[A^-]} = \frac{y^2}{(0{,}033 - y)}$$

$y_1 < 0$; $y_2 = [OH^-] = 2{,}25*10^{-6}$ mol/dm^3

pOH = -lg[OH$^-$] = 5,65

pH = 14- pOH = **8,35**

d) $[H^+] = 10^{-pH} = 3{,}98*10^{-6}$ mol/dm^3

$$[H^+] = K_s * \frac{[A]}{[HA]} = K_s * \frac{n_{só}}{n_{sav}^{maradék}}$$

$$n_{sav} = \frac{K_s * n_{só}}{[H^+]} = \frac{6{,}6 * 10^{-5} * 1{,}341 * 10^{-3}}{3{,}98 * 10^{-6}} = 0{,}0222\ mol$$

$V_{sav} = n_{sav}/[H^+]$ = **444 cm^3**

6/f-4

a)

HA ⇌ A$^-$ H$^+$

K	0,15 mol/dm^3	-	-
Á	-x	x	x
E	0,15 mol/dm^3-x	x	x

$$K_s = \frac{[A^-] * [H^+]}{[HA]} = \frac{x^2}{(0{,}15 - x)}$$

$x_1 < 0$; $x_2 = [H^+] = 4{,}48*10^{-3}$ mol/dm^3

pH = -lg[H$^+$] = **2,35**

$\alpha = [H^+]/[HA]_0 = 4{,}48*10^{-3}$ mol/dm^3/0,15 mol/dm^3 = **0,029**

b) HA + KOH = K$^+$ A$^-$ + H_2O

$n_{sav} = V_{sav} * [HA] = 0{,}03$ mol

$n_{OH} = V_{OH} * [OH^-] = 0{,}03$ mol

$n_{sav} = n_{OH} = n_{só}$

A$^-$ H_2O ⇌ HA OH$^-$

K	0,03 mol/dm^3	-	-
Á	-y	y	y
E	0,03 mol/dm^3-y	y	y

$$\frac{K_v}{K_s} = K_b = \frac{[HA] * [OH^-]}{[A^-]} = \frac{y^2}{(0{,}03 - y)}$$

$y_1 < 0$; $y_2 = [OH^-] = 2{,}49*10^{-6}$ mol/dm^3

pOH = -lg[OH^-] = 5,6

pH = 14- pOH = **8,4**

c) $n_{sav}' = [HA]_0 * V_{sav}' = 0{,}15$ mol/dm^3 0,05 dm^3 = $7{,}5*10^{-3}$ mol

$$[H^+] = K_s * \frac{[A^-]}{[HA]} = K_s * \frac{n_{só}}{n'_{sav}} = 1{,}38 * 10^{-3} * \frac{0{,}03}{7{,}5 * 10^{-3}}$$

$[H^+] = 5{,}52*10^{-4}$ mol/dm^3

pH = **3,25**

6/f-5

a) pH = -lg[HNO_3] = **1,3**

b) $HNO_3 + KOH = KNO_3 + H_2O$

$n_{sav} = V_{sav}*[HNO_3] = 10^{-2}$ mol

pOH = 14-pH = 1,7

[KOH] = 10^{-pOH} = 0,02 mol/dm^3

$n_{OH} = n_{sav}$

$V_{OH} = n_{OH}/[KOH]$ = **501 cm^3**

c)

	HA	⇌	A^-	H^+
K	0,15 mol/dm^3		-	-
Á	-x		x	x
E	0,15 mol/dm^3-x		x	x

$$K_s = \frac{[A^-] * [H^+]}{[HA]} = \frac{x^2}{(0{,}15 - x)}$$

$x_1 < 0$; $x_2 = [H^+] = 3*10^{-3}$ mol/dm^3

pH = -lg[H^+] = **2,5**

$\alpha = [H^+]/[HA]_0 = 3*10^{-3}$ mol/dm^3/0,15 mol/dm^3 = **0,02**

6/f-6

a)

	HA	⇌	A^-	H^+
K	0,15 mol/dm^3		-	-
Á	-x		x	x
E	0,15 mol/dm^3-x		x	x

$$K_s = \frac{[A^-] * [H^+]}{[HA]} = \frac{x^2}{(0{,}15 - x)}$$

$x_1<0$; $x_2 = [H^+] = 4{,}48*10^{-3}$ mol/dm^3

pH = -lg[H^+] = **2,35**

α = [H^+]/[HA]$_0$ = $3*10^{-3}$ mol/dm^3/0,15 mol/dm^3 = **0,03**

b) 2 HA + $Ca(OH)_2$ = CaA_2 + 2 H_2O

n_{sav} = [HA]*V_{sav} = 0,0302 mol

n_{OH} = n_{sav}/2 = 0,0151 mol

V_{OH} = n_{OH}/[$Ca(OH)_2$] = **75 cm^3**

$C_{s,anion}$ = n_{sav}/$V_ö$ = 0,0302 mol/(0,2013 dm^3+0,075 dm^3) = 0,11 mol/dm^3

	A^-	H_2O ⇌	HA	OH^-
K	0,11 mol/dm^3		-	-
Á	-y		y	y
E	0,11 mol/dm^3-y		y	y

$$\frac{K_v}{K_s} = K_b = \frac{[HA] * [OH^-]}{[A^-]} = \frac{y^2}{(0{,}11 - y)}$$

$y_1 <0$; $y_2 = [OH^-] = 2{,}8*10^{-6}$ mol/dm^3

pOH = -lg[OH^-] = 5,55

pH = 14- pOH = **8,45**

c) n_{sav}' = [HA]*V_{sav}' = $7{,}5*10^{-3}$ mol

$$[H^+] = K_s * \frac{[A^-]}{[HA]} = K_s * \frac{n_{s,anion}}{n'_{sav}} = 1{,}38 * 10^{-3} * \frac{0{,}0302}{7{,}5 * 10^{-3}}$$

[H^+] = $5{,}56*10^{-4}$ mol/dm^3

pH = **3,26**

6/f-7

a)

	HA ⇌	A^-	H^+
K	0,11 mol/dm^3	-	-
Á	-x	x	x
E	0,11 mol/dm^3-x	x	x

$$K_s = \frac{[A^-] * [H^+]}{[HA]} = \frac{x^2}{(0{,}1 - x)}$$

$x_1<0$; $x_2 = [H^+] = 1{,}3*10^{-3}$ mol/dm^3

pH = -lg[H^+] = **2,88**

b) $n_{OH} = [OH]*V_{OH} = 4*10^{-4}$ mol

$n_{sav} = [HA]*V_{sav} = 10^{-3}$ mol

$n_{sav,maradt} = n_{sav} - n_{OH} = 6*10^{-4}$ mol

$n_{só} = n_{OH}$

$$[H^+] = K_s * \frac{[A^-]}{[HA]} = K_s * \frac{n_{só}}{n_{sav}^{maradt}} = 1{,}38 * 10^{-3} * \frac{0{,}03}{7{,}5 * 10^{-3}}$$

$[H^+] = 1{,}19*10^{-5}$ mol/dm^3

pH = **4,92**

c) $n_{só}' = n_{sav} = n_{OH}'$

$V_{OH}' = n_{OH}'/[OH] = 20$ cm^3

$V_{só} = V_{sav} + V_{OH}' = 0{,}03$ dm^3

$C_{só} = n_{só}'/ V_{só} = 0{,}033$ mol/dm^3

	A^-	H_2O ⇌	HA	OH^-
K	0,033 mol/dm^3		-	-
Á	-y		y	y
E	0,033 mol/dm^3-y		y	y

$$\frac{K_v}{K_s} = K_b = \frac{[HA] * [OH^-]}{[A^-]} = \frac{y^2}{(0{,}033 - y)}$$

$y_1 < 0$; $y_2 = [OH^-] = 4{,}33*10^{-6}$ mol/dm^3

$pOH = -\lg[OH^-] = 5{,}36$

pH = 14- pOH = **8,64**

d) $n_{lúg}^{össz} = [OH]*V_{OH}^{fel.} = 1{,}75*10^{-3}$ mol

$n_{lúg}^{maradt} = n_{lúg}^{össz} - n_{sav} = 7{,}5*10^{-4}$ mol

$C_{só} = n_{só}/(V_{sav} + V_{OH}^{fel.}) = 0{,}022$ mol/dm^3

$[OH]^{maradt} = 0{,}0166$ mol/dm^3

	A^-	H_2O ⇌	HA	OH^-
K	0,022 mol/dm^3		-	0,0166 mol/dm^3
Á	-z		z	z
E	0,022 mol/dm^3-z		z	0,0166 mol/dm^3+z

$$\frac{K_v}{K_s} = K_b = \frac{[HA] * [OH^-]}{[A^-]} = \frac{z * (z + 0{,}0166)}{(0{,}022 - z)}$$

$z_1 < 0$; $z_2 = 7{,}5*10^{-10}$ mol/dm^3

A só és az OH koncentrációhoz képest elhanyagolható. Az oldat pH-ját a feleslegben lévő NaOH határozza meg.

$pOH = -\lg[OH^-]^{maradt} = 1{,}78$

pH = 14- pOH = **12,22**

6/f-8

$K_b = 10^{-pKb} = 8{,}91*10^{-5}$

a) 0 %

	B	H_2O ⇌	BH^+	OH^-
K	0,05 mol/dm^3		-	-
Á	-x		x	x
E	0,05 mol/dm^3-x		x	x

$$K_b = \frac{[HA] * [OH^-]}{[A^-]} = \frac{x^2}{(0{,}05 - x)}$$

$x_1 < 0$; $x_2 = 2{,}07*10^{-3}$ mol/dm^3

pOH = -lg[OH^-] = 2,68

pH = 14- pOH = **11,32**

b) Vegyünk 1 dm^3 oldatot. V_B = 1 dm^3

n_B = 0,05 mol

n_B^{maradt} = 0,0275 mol

$n_{só}$ = 0,0225 mol

$$[OH^-] = K_b * \frac{[BH^+]}{[B]} = K_b * \frac{n_{só}}{n_B^{maradt}} = 8{,}91 * 10^{-5} * \frac{0{,}0225}{0{,}0275}$$

[OH^-] = $7{,}29*10^{-3}$ mol/dm^3

pOH = 4,13

pH = **9,87**

c) 100 %

$n_{só} = n_B = n_{sav}$

$V_{sav} = n_{sav}/C_{sav}$ = 0,05 mol/0,1 mol/dm^3 = 0,5 dm^3

$V^ö = V_B + V_{sav}$ = 1,5 dm^3

$C_{só} = n_{só}/V^ö$ = 0,033 mol/dm^3

	BH^+	⇌	B	H^+
K	0,033 mol/dm^3		-	-
Á	-y		y	y
E	0,033 mol/dm^3-y		y	y

$$\frac{K_v}{K_b} = K_s = \frac{[B] * [H^+]}{[BH^+]} = \frac{y^2}{(0{,}033 - y)}$$

$y_1 < 0$; $y_2 = 1{,}93*10^{-6}$ mol/dm^3

pH = -lg[H^+] = **5,71**

d) 160 %

$n_{só} = n_B$

$n_{sav}^{össz} = 1,6*n_B = 0,08$ mol

$V_{sav} = n_{sav}^{össz}/[HCl] = 0,8\ dm^3$

$n_{sav}^{maradt} = 0,6*n_B=0,03$ mol

$C_{só} = n_{só}/(V_{sav}+ V_B) = 0,0277\ mol/dm^3$

$[H]^{maradt} = 0,0166\ mol/dm^3$

	A^-	H_2O ⇌	HA	OH^-
K	$0,022\ mol/dm^3$		-	$0,0166\ mol/dm^3$
Á	-z		z	z
E	$0,022\ mol/dm^3$-z		z	$0,0166\ mol/dm^3$+z

$$\frac{K_v}{K_b} = K_s = \frac{[B]*[H^+]}{[BH^+]} = \frac{z*(z+0,0166)}{(0,027-z)}$$

$z_1 <0$; $z_2 = 71,87*10^{-10}\ mol/dm^3$

A só és az H^+ koncentrációhoz képest elhanyagolható. Az oldat pH-ját a feleslegben lévő HCl határozza meg.

$pH = -lg[H^+]^{maradt}$ = **1,77**

6/f-9

a)

	HA	⇌	A^-	H^+
K	$0,2\ mol/dm^3$		-	-
Á	-x		x	x
E	$0,2\ mol/dm^3$-x		x	x

$$K_s = \frac{[A^-]*[H^+]}{[HA]} = \frac{x^2}{(0,2-x)}$$

$x_1<0$; $x_2 = [H^+] = 1,6*10^{-3}\ mol/dm^3$

$pH = -lg[H^+]$ = **2,79**

b) $HA + NaOH = Na^+A^- + H_2O$

$n_{sav} = V_{sav}*[HA] = 0,02$ mol

$n_{OH} = V_{OH}\ [OH^-] = 0,01$ mol

$n_{sav}^{maradt} = n_{sav}-n_{OH} = 0,01$ mol

$n_{só} = n_{sav}^{maradt}$

$$[H^+] = K_s*\frac{[A^-]}{[HA]} = K_s*\frac{n_{só}}{n_{sav}^{maradt}} = 1,3*10^{-5}*\frac{0,01}{0,01}$$

$[H^+] = 1,3*10^{-5}\ mol/dm^3$

pH = **4,88**

c) HA + NaOH = Na^+A^- + H_2O

$n_{sav} = V_{sav}'*[HA] = 0{,}002$ mol

$n_{OH}' = V_{OH}'\ [OH^-] = 0{,}002$ mol

$n_{só} = n_{sav}'$

$C_{só} = n_{só}/(V_{sav}'+ V_{OH}') = 0{,}0182$ mol/dm^3

	A^-	H_2O $\rightleftharpoons$	HA	OH^-
K	0,0182 mol/dm^3		-	-
Á	-y		y	y
E	0,0182 mol/dm^3-y		y	y

$$\frac{K_v}{K_s} = K_b = \frac{[HA] * [OH^-]}{[A^-]} = \frac{y^2}{(0{,}0182 - y)}$$

$y_1 < 0$; $y_2 = [OH^-] = 3{,}74*10^{-6}$ mol/dm^3

$pOH = -\lg[OH^-] = 5{,}43$

pH = 14- pOH = **8,57**

6/f-10

a) $[H^+] = 10^{-pH} = 0{,}01$ mol/dm^3

$$K_s = \frac{[A^-] * [H^+]}{[HA]} = \frac{0{,}01^2}{(1{,}18 * 10^{-2} - 0{,}01)}$$

K_s = **0,055**

$\alpha = [H^+]/[HA]$ = **0,85**

b) $n_{sav} = V_{sav}*[HA] = 5{,}9*10^{-4}$ mol

$n_{OH} = n_{sav}$

$V_{OH} = n_{OH}/[OH^-]$ = **5,9 cm^3**

6/f-11

a)

	C_2H_6	$\rightleftharpoons$	C_2H_4	H_2
K	1,0 mol		-	-
Á	-x		x	x
E	1,0 mol-x		x	x

$$n = \frac{p * V}{R * T}$$

$$\frac{n'}{n^0} = \frac{\frac{p' * V}{R * T'}}{\frac{p^0 * V}{R * T^0}} = \frac{\frac{p'}{T'}}{\frac{p^0}{T^0}} = \frac{\frac{2457kPa}{1500K}}{\frac{250kPa}{293K}} = 1{,}92$$

n' = 1,92 mol

1,0 mol-x+x = 1,92 mol

x = 0,92 mol

$\alpha = n'/n^0 = 0{,}92$

b)

$$K_n = \frac{x^2}{(1{,}0 - x)} = \mathbf{10{,}54}$$

c) A térfogat növelése miatt a rendszer nyomása csökkenne, ezért olyan folyamatok indulnak meg amik a nyomás növekedését eredményezik. Az etán disszociációfoka nőni fog, míg a nyomás csökkeni fog, de nem fog a kiindulási nyomás felére lecsökkeni.

6/f-12
a)

	HA $\rightleftharpoons$	A^-	H^+
K	0,1 mol/dm^3	-	-
Á	-x	x	x
E	0,1 mol/dm^3-x	x	x

$$K_s = \frac{[A^-] * [H^+]}{[HA]} = \frac{x^2}{(0{,}1 - x)}$$

$x_1<0$; $x_2 = [H^+] = 2{,}54*10^{-3}$ mol/dm^3

pH = -lg[H^+] = **2,59**

b) pOH = 14-pH = 2

[OH^-] = 10^{-pOH} = **0,01 mol/dm^3**

c) HA + NaOH = Na^+A^- + H_2O

$n_{sav} = V_{sav}*[HA] = 0{,}01$ mol

$n_{OH} = V_{OH}$ [OH^-] = 0,005 mol

$n_{só} = n_{sav}^{maradt} = n_{OH}$

$$[H^+] = K_s * \frac{[A^-]}{[HA]} = K_s * \frac{n_{só}}{n_{sav}^{maradt}} = 6{,}6 * 10^{-5} * \frac{0{,}005}{0{,}005}$$

[H^+] = $6{,}6*10^{-5}$ mol/dm^3

pH = **4,18**

d) HA + NaOH = Na^+A^- + H_2O

$n_{sav} = V_{sav}'*[HA] = 0{,}001$ mol

$n_{OH}' = V_{OH}'$ [OH^-] = 0,001 mol

$n_{só} = n_{sav}'$

$C_{só} = n_{só}/(V_{sav}'+ V_{OH}') = 9{,}09*10^{-3}$ mol/dm^3

A^- H_2O $\rightleftharpoons$ HA OH^-

K	$9{,}09*10^{-3}$ mol/dm^3	-	-
Á	-y	y	y
E	$9{,}09*10^{-3}$ mol/dm^3-y	y	y

$$\frac{K_v}{K_s} = K_b = \frac{[HA] * [OH^-]}{[A^-]} = \frac{y^2}{(9{,}09 * 10^{-3} - y)}$$

$y_1 < 0$; $y_2 = [OH^-] = 1{,}18*10^{-6}$ mol/dm^3

pOH = -lg[OH^-] = 5,93

pH = 14- pOH = **8,07**

6/f-13

$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 \quad Cl_2$

K	0,12 mol/dm^3	-	-
Á	-x	x	x
E	0,12 mol/dm^3-x	x	x

$$K = \frac{[PCl_3] * [Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{x^2}{(0{,}12 - x)}$$

$x_1 < 0$; $x_2 = [Cl_2] = [PCl_3]$ = **0,106 mol/dm^3**

$[PCl_5]$ = 0,12-0,106 = **0,014 mol/dm^3**

6/f-14

$$K = \frac{[NO]^2 * [Cl_2]}{[NOCl]^2} = \frac{0{,}008^2 * 0{,}304}{0{,}792^2} = \mathbf{9{,}43 * 10^{-3}}$$

6/f-15

a) pH = -lg[HI] = **1,3**

b) Hiányzik egy tömegszázalék

c) Vegyünk V = 1 dm^3 oldatot.

$m_0 = \rho*V$ = 1019 g

$m_{sav} = m_0*t\ \%/100$ = 30,57 g

$n_{sav} = m_{sav}/M_{sav}$ = 0,485 mol

$[HA] = n_{sav}/V$ = 0,485 mol/dm^3

pH = -lg[HA] = **0,3**

d)

	H_2O	$\rightleftharpoons$	OH^-	H^+
K			-	10^{-7} mol/dm^3
Á			x	x
E			x	10^{-7} mol/dm^3+x

$$K_v = [H^+] * [OH^-] = x * (10^{-7} + x)$$

$x_1<0$; $x_2 = 6{,}18*10^{-8}$ mol/dm^3

$[H^+] = [HA]+x_2 = 1{,}618*10^{-7}$ mol/dm^3

pH = -lg$[H^+]$ = **6,79**

6/f-16

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3}$ mol/dm^3

pOH = 14-pH = 4,4

$[OH^-] = 10^{-pOH} = 3{,}98*10^{-5}$ mol/dm^3

$n_{sav} = [H^+]*V_{sav} = 10^{-4}$ mol

$n_{OH} = [OH^-]*V_{OH} = 1{,}2*10^{-5}$ mol

$n_{sav}^{maradt} = n_{sav}* n_{OH} = 8{,}8*10^{-5}$ mol

$[H^+]^{maradt} = n_{sav}^{maradt}/(V_{sav}+ V_{OH}) = 2{,}2*10^{-4}$ mol/dm^3

pH = -lg$[H^+]^{maradt}$ = **3,66**

6/f-17

Első lépésben

	H_2SO_4	⇌	HSO_4^-	H^+
K	0,003		-	-
Á	-0,003		0,003	0,003
E			0,003	0,003

Második lépésben

	HSO_4^-	⇌	SO_4^{2-}	H^+
K	0,003		-	0,003
Á	x		x	x
E	0,003-x		0,003	0,003+x

$$K_s = \frac{[SO_4^{2-}] * [H^+]}{[HSO_4^-]} = \frac{x * (x + 0{,}003)}{0{,}003 - x}$$

$x_1<0$; $x_2 = 2{,}1*10^{-3}$ mol/dm^3

$[H^+]' = C_0+x_2 = 5{,}1*10^{-3}$ mol/dm^3

pH = -lg$[H^+]'$ = **2,3**

6/f-18

Tegyük fel, hogy már beállt az egyensúly és az egyensúlyi koncentrációkat jelöljük:

$[H^+]$ = h
$[H_3PO_4]$ = a
$[H_2PO_4^-]$ = b
$[HPO_4^{2-}]$ =c
$[PO_4^{3-}]$ = d

Az 5 ismeretlenes egyenletrendszer megoldásához 5 db egyenletre van szükségünk. 3 egyenletet kapunk a savállandók (I.-III.) felírásából, 1 egyenletet az anyagmegmaradásból (IV.) és 1 egyenletet a töltés megmaradásból (V.).

I. K_{s1} = h*b/a
II. K_{s2} = h*c/b

III. $K_{s3} = h*d/c$
IV. $C_0 = a+b+c+d$
V. $h = b+2*c+3*d$

I.-III. egyenleteket felhasználva *b, c,* és *d* változókat megadhatjuk *a* és *h* változók függvényében.

$b = a*K_{s1}/h$
$c = a*K_{s1}*K_{s2}/h^2$
$d = a*K_{s1}*K_{s2}*K_{s3}/h^3$

b; c és *d*-t behelyettesítve a IV. egyenletbe megkapjuk *a*-t *h* függvényében.

1. egyenlet $a = \frac{C_0}{1+\frac{K_{S1}}{h}+\frac{K_{S1}*K_{S2}}{h^2}+\frac{K_{S1}*K_{S2}*K_{S3}}{h^3}}$

b; c és *d*-t behelyettesítve a V. egyenletbe ismét megkapjuk *a*-t *h* függvényében.

2. egyenlet $a = \frac{h}{\frac{K_{S1}}{h}+\frac{K_{S1}*K_{S2}}{h^2}+\frac{K_{S1}*K_{S2}*K_{S3}}{h^3}}$

Ha 1. és 2. egyenletet egyenlővé tesszük, akkor *h*-ra egy negyedfokú egyenletet kapunk.

$h^4+K_{s1}* h^3+ h^2(K_{s1}* K_{s2}-C_0* K_{s1})+h(K_{s1}* K_{s2}* K_{s3}- C_0* K_{s1}* K_{s2})- C_0* K_{s1}* K_{s2}* K_{s3} = 0$

Behelyettesítve a savállandókat.

$h^4-7,5*10^{-3}*h^3-7,5*10^{-4}*h^2-4,65*10^{-11}*h- 1,02*10^{-23} = 0$

Jól látható, hogy a h^2-es és a *h*-s tag együtthatója között már 7 nagyságrendi különbség van. A konstans tag esetében ez a különbség már 19 nagyságrend. A *h*-s tag és a konstans tag elhanyagolható az egyenlet többi tagjához képest, így egy másodfokúra visszavezethető egyenletet kaptunk.

$h^4-7,5*10^{-3}*h^3-7,5*10^{-4}*h^2 = 0$

$h^2*(h^2-7,5*10^{-3}*h-7,5*10^{-4})=0$

$h_1 = h_1 = 0$

$h_3<0$

$h_4 = 0,031$

$pH = -lgh_4 =$ **1,5**

6/f-19

$C_6H_5^- + H_2O = C_6H_6 + OH^-$

0,01	0	0
-x	x	x
0,01-x	x	x

$K_h = \frac{K_v}{K_s} = \frac{10^{-14}}{6,6*10^{-5}} = 1,515 * 10^{-10} = \frac{x^2}{0,01-x}$

$x^2 + 1,515 * 10^{-10}x - 1,515 * 10^{-12} = 0$

$x_1 = 1,23 * 10^{-6}$, $x_2 = -1,23 * 10^{-6}$ → nem megoldás

$pOH = -lg(1,23 * 10^{-6}) = 5,91$ → **pH** = 14-pOH = **8,09**

6/f-20

A sók közül a KNO_2 a megfelelő, mert ez lúgosan hidrolizál.

$NO_2^- + H_2O = HNO_2 + OH^-$

c	0	0

-x x x
c-x x x

$K_h = \frac{K_v}{K_b} = \frac{10^{-14}}{4{,}6*10^{-4}} = 2{,}174 * 10^{-11} = \frac{x^2}{c-x} \rightarrow c = \frac{(5{,}623*10^{-6})^2}{2{,}174*10^{-11}} + 5{,}623 * 10^{-6} = \mathbf{1,45}\ \frac{\boldsymbol{mol}}{\boldsymbol{dm^3}}$

pOH = 14 – 8,75 = 5,25 → x = $10^{-5,25}$ = 5,623 * 10^{-6}

6/f-21

$n_{HCl} = 1 * 5 * 10^{-3} = 5 * 10^{-3} mól$

$n_{ecetsav} = 0{,}1 * 0{,}1 = 0{,}01\ mól$

Vö = 105 cm^3

$c_{HCl} = \frac{0{,}005}{0{,}105} = 0{,}0476\ mól/dm^3$, $c_{ecetsav} = \frac{0{,}01}{0{,}105} = 0{,}0952\ mól/dm^3$

$CH_3COOH + H_2O = CH_3COO^- + H_3O^+$

0,0952 0 0,0476
-x x x
0,0952-x x 0,0476+x

$K_s = 1{,}79 * 10^{-5} = \frac{x(x+0{,}0476)}{0{,}0952-x}$

$x^2 + 0{,}0476x - 1{,}704 * 10^{-6} = 0$

x_1 = 3,577 * 10^{-5}, x_2 = -0,0447 → nem megoldás

pH = -lg(0,0476 + 3,577 * 10^{-5}) = **1,322**

6/f-22

$[OH^-] = K_b * \frac{c_{NH3}}{c_{só}} = 1{,}78 * 10^{-5} * \frac{0{,}1}{0{,}3} = 5{,}93 * 10^{-6}\ mól/dm^3$

pOH = -lg(5,93 $* 10^{-6}$) = 5,23 → **pH = 8,77**

A hígítás során a két komponens koncentrációjának aránya nem változik, így a pH sem.

6/f-23

$n_{NH4Cl} = 0{,}05 * 0{,}6 = 0{,}03\ mól$

$n_{NaOH} = 0{,}06 * 0{,}4 = 0{,}012\ mól$

$NH_4Cl + NaOH = NaCl + NH_3 + H_2O$

$n_{NH4Cl} = 0{,}03 - 0{,}012 = 0{,}018\ mól$

$n_{NH3} = 0{,}012\ mól$

$[OH^-] = K_b * \frac{n_{NH3}}{n_{só}} = 1{,}78 * 10^{-5} * \frac{0{,}012}{0{,}018} = 1{,}19 * 10^{-5}\ mól/dm^3$ → **pH = 9,074**

6/f-24

$CH_3COONa + HCl = NaCl + CH_3COOH$

$n_{\mathrm{CH3COONa}} = \frac{2{,}46}{82} = 0{,}03\ mól \rightarrow n_{\mathrm{CH3COONa,maradék}} = 0{,}02\ mól$

$n_{\mathrm{CH3COOH}} = n_{HCl} = 0{,}01\ mól$

$[H^+] = K_s * \frac{n_{\mathrm{CH3COOH}}}{n_{\mathrm{CH3COONa}}} = 1{,}78 * 10^{-5} * \frac{0{,}01}{0{,}03} = 8{,}9 * 10^{-6}$ → **pH = 5,05**

6/f-25

a) $NH_3 + H_2O = NH_4^+ + OH^-$

0,2 0 0
-x x x
0,2-x x x

$K_b = \frac{x^2}{0{,}2-x} = 1{,}8 * 10^{-5}$ → x = 1,89*10^{-3} mol/dm^3 → **pH = 11,27**

b) $NH_3 + HCl = NH_4Cl$

$n_{NH3} = 0{,}01 * 0{,}2 = 0{,}002\ mól \rightarrow n_{NH3,maradék} = 1{,}4 * 10^{-3}$

$n_{HCl} = 0{,}003 * 0{,}2 = 6 * 10^{-4} mól = n_{NH4Cl}$

$[OH^-] = K_b * \frac{n_{NH_3}}{n_{só}} = 1{,}8 * 10^{-5} * \frac{1{,}4*10^{-3}}{6*10^{-4}} = 4{,}2 * 10^{-5}\ mol/dm^3$ → **pH = 9,62**

c) $n_{HCl} = 0{,}006 * 0{,}2 = 1{,}2 * 10^{-3} mól = n_{NH4Cl}, n_{NH3,maradék} = 0{,}8 * 10^{-3} mól$

$[OH^-] = K_b * \frac{n_{NH_3}}{n_{só}} = 1{,}8 * 10^{-5} * \frac{0{,}8*10^{-3}}{1{,}2*10^{-3}} = 1{,}2 * 10^{-5}\ mol/dm^3$→ **pH = 9,08**

d) $n_{HCl} = 0{,}01 * 0{,}2 = 0{,}002\ mól = n_{NH4Cl}$ Vö = 20 cm^3 → $c_{NH4Cl} = \frac{0{,}002}{0{,}02} = 0{,}01\ mól/dm^3$

$NH_4^+ + H_2O = NH_3 + H_3O^+$

0,01	0	0
-x	x	x
0,01-x	x	x

$K_h = \frac{K_v}{K_b} = \frac{10^{-14}}{1{,}8*10^{-5}} = 5{,}56 * 10^{-10} = \frac{x^2}{0{,}01-x}$→ x = 2,357*10^{-6} → **pH = 8,37**

e) $n_{HCl} = 0{,}015 * 0{,}2 = 0{,}003\ mól, n_{HCl,maradék} = 0{,}001\ mól$ →

$c_{HCl} = \frac{0{,}001}{0{,}025} = 0{,}04\ mól/dm^3$

$0{,}002\ mól = n_{NH4Cl}$, Vö = 25 cm^3 → $c_{NH4Cl} = \frac{0{,}002}{0{,}025} = 0{,}08\ mól/dm^3$

$NH_4^+ + H_2O = NH_3 + H_3O^+$

0,08	0	0,04
-x	x	x
0,08-x	x	0,04-x

$K_h = 5{,}56 * 10^{-10} = \frac{x(x+0{,}04)}{0{,}08-x}$ → x = 1,112*10^{-9} mol/dm^3 → pH = 1,398 = **1,4**

Középszintű érettségi

6/k-1 (2005. október, 7. feladat) **14 pont**

a) A lúgoldat lesz bíborvörös (lila, piros) színű. ***2 pont***

b) pH = 1,00 → 0,10 mol/dm^3-es salétromsavoldat

pH = 13,00 → 0,10 mol/dm^3-es NaOH-oldat ***1 pont***

100 cm^3 savban: 0,010 mol H^+, 100 cm^3 lúgoldatban 0,010 mol OH^- ***1 pont***

$H^+ + OH^- = H2O$ egyenlet (azaz az 1 : 1 arány) miatt semlegesítődés történt.
A pH = 7 lesz. ***1 pont***
Az oldat **színtelen** lesz. ***1 pont***

c) pH = 3,00 → 0,0010 mol/dm^3-es salétromsavoldat
100 cm^3 savban: 0,00010 mol H^+ ***1 pont***

Ez : 0,00010 mol OH^--t semlegesít, marad 0,010 − 0,00010 = 0,0099 mol

200 cm^3-ben: **[OH^-]** = 0,0099 mol : 0,2 dm^3 = **0,0495 mol/dm^3** ***2 pont***

[$H3O^+$] = *K*v/[OH^-] = **2,02 · 10^{-13} mol/dm^3.** ***2 pont***
Az oldat marad **piros**. (A pH 12 és 13 között lesz.) ***1 pont***

d) A semlegesítéshez 0,0099 mol OH^- kell. ***1 pont***
Az 1,00-es pH-jú oldatból:
V = *n/c* = 0,0099 mol : 0,10 mol/dm^3 = 0,099 dm^3 = **99 cm^3** kell. ***1 pont***

(Minden más, helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6/k-2 (2008. május, 6. feladat) **15 pont**

a) A: lúgos ***1 pont***
B: lúgos ***1 pont***
C: savas ***1 pont***
D: savas ***1 pont***

b) B: Pl. $CO_3^{2-} + H_2O \leftrightarrow HCO_3^- + OH^-$ ***2 pont***

C: $NH_4^+ + H_2O \leftrightarrow NH_3 + H_3O^+$ ***2 pont***
D: $HNO_3 + H_2O = H_3O^+ + NO_3^-$ ***1 pont***
c) M(KOH) = 56,1 g/mol ***1 pont***
n(KOH) = 2,0 · 0,1 mol = 0,2 mol ***1 pont***
m(KOH) = 0,2 · 56,1 g = **11,22 g** (11,2 g) ***1 pont***
d) A: c(KOH) = 0,1 mol/dm^3 = [OH^-] ***1 pont***
[$H3O^+$] = Kv / [OH^-] = 10^{-14} / 0,1 mol/dm^3 = 10^{-13} mol/dm^3; **pH = 13** ***1 pont***
D: c(HNO_3) = 0,1 mol/dm^3 = 10^{-1} mol/dm^3 = [$H3O^+$]; **pH = 1** ***1 pont***
(Minden más, helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6/k-3 (2010. október, 6. feladat B) **15 pont**
a) Induljunk ki 5,00 g NaOH-ból és 1,00 g NaCl-ból, m(keverék) = 6,00 g ***1 pont***
(m/m)%-os összetétel (a fogalom ismerete, használata): ***1 pont***
5,00/6,00·100 = **83,3 % NaOH,** 1,00/6,00·100 = **16,7 % NaCl** ***1 pont***
b) pOH = 2,00, ***1 pont***
[OH^-] = 0,0100 mol/dm^3 ***1 pont***
c(NaOH) = 0,0100 mol/dm^3 ***1 pont***
V(oldat) = 2,50 dm^3, n(NaOH) = 2,50 · 0,0100 mol/dm^3 = 0,0250 mol ***1 pont***
M(NaOH) = 40,0 g/mol, M(NaCl) = 58,5 g/mol ***1 pont***
m(NaOH) = 0,0250 mol · 40,0 g/mol = 1,00 g ***1 pont***
m(NaCl) = 1/5 · 1,00 g = 0,200 g ***1 pont***
m*(keverék) = 1,20 g *1 pont
c) V(oldat) = 0,250 dm^3, n(NaOH) = 0,0250 mol,
c(NaOH) = 0,100 mol/dm^3 (a koncentráció tízszeres) ***2 pont***
[OH^-] = 0,100 mol/dm^3, ***1 pont***
pOH = 1,00, **pH = 13,0** ***1 pont***
(szöveges válaszért – tized térfogat miatt tízszeres a koncentráció, így a pH 12,0 helyett 13,0 – is teljes értékű pont jár)

6/k-4 (2014. október, 8. feladat) **14 pont**
a) M(NaOH) = 40,0 g/mol, 1,000 dm^3 kiindulási nátrium-hidroxid-oldatban:
n(NaOH) = 4,00 g / 40,0 g/mol = 0,100 mol ***1 pont***
A kiindulási nátrium-hidroxid-oldat: c(NaOH) = 0,100 mol/dm^3 ***1 pont***
NaOH (erős bázis) esetén: c(NaOH) = [OH^-] (vagy ennek alkalmazása) ***1 pont***
[OH^-] = 0,100 mol/dm^3
pOH = –lg [OH^-] (vagy ennek alkalmazása) ***1 pont***
pH + pOH = 14 (vagy ennek alkalmazása) ***1 pont***
pOH = 1,00, **pH = 13,00** ***1 pont***
b) n(NaOH) = $c \cdot V$ (vagy ennek alkalmazása) ***1 pont***
A kiindulási nátrium-hidroxid-oldatban: n(NaOH) = 0,0450 mol ***1 pont***
A kapott oldatban: n(NaOH) = 0,00500 mol ***1 pont***
$2\ NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2\ H_2O$ (vagy a mólarányok helyes használata) ***1 pont***
A reakcióban reagált: n(NaOH) = 0,0450 – 0,0050 = 0,0400 mol ***1 pont***
n(H_2SO_4) = ½ n(NaOH) = 0,0200 mol ***1 pont***
V(H_2SO_4-oldat)kiindulási = 50,0 cm^3, ***1 pont***
c*(H_2SO_4)** = 0,0200 mol / 0,0500 dm^3 = **0,400 mol/dm^3** ***1 pont
(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6/k-5 (2016. október, 9. feladat) **12 pont**
a) *A)* oldat: legyen V(oldat) = 1,00 dm^3, m(oldat) = 1078 g ***1 pont***

$m(H_2SO_4)$ = 1078 g · 0,10 = 107,8 g ***1 pont***

$M(H_2SO_4)$ = 98,0 g/mol, $n(H_2SO_4)$ = 107,8 g / 98,0 g/mol = 1,10 mol ***1 pont***

c*(H$_2$SO$_4$-oldat) = 1,10 mol/dm^3** ***1 pont

B) oldat: pH = 13,0, pOH = 1,00, erős bázis esetén: c(bázis) = $[OH^-]$ ***1 pont***
(megfelelő alkalmazás esetén is jár a pont)

c*(KOH-oldat) = 0,100 mol/dm^3** ***1 pont

b) $n(H_2SO_4)$ = 0,010 dm^3 · 1,10 mol/dm^3 = 0,0110 mol ***1 pont***

V(KOH-oldat) = 200 cm^3 = 0,200 dm^3 ***1 pont***

n(KOH) = 0,200 dm^3 · 0,100 mol/dm^3 = 0,0200 mol ***1 pont***

$H_2SO_4 + 2\ KOH = K_2SO_4 + 2\ H_2O$

1 mol H_2SO_4-at 2 mol KOH közömbösít (az egyenlet felírása vagy az arányok megfelelő alkalmazása) ***1 pont***

0,020 mol KOH 0,010 mol H_2SO_4-at közömbösít, ***1 pont***

A kénsav marad feleslegben (0,001 mol kénsavfelesleg).

Az elegyítés után az **oldat kémhatása savas** lesz. ***1 pont***

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

Emelt szintű érettségi

6/e-1 (1997. IV/1) **5 pont**

Ar(Ca)=40,0; Ar(O)=16,0 $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$ ***1 pont***

A kalcium-oxid anyagmennyisége: (0,140/56,0) mol = 0,0025 mol ***1 pont***

1 mol CaO-ból 2 mol OH^-, koncentrációja: $[OH^-]$ = (0,0050/0,500) mol/dm^3 = 0,010 mol/dm^3 ***1 pont***

$[H^+] = 10^{-14}/ 10^{-2} = 10^{-12}$ mol/dm^3 ***1 pont***

pH = -lg$[H^+]$ = **12** ***1 pont***

6/e-2 (1999. V/4) **15 pont**

A 2,00 dm^3-es edényben a kezdeti koncentrációk: $[H_2]$ = 0,0400 mol/dm^3; $[I_2]$ = 0,0400 mol/dm^3; [HI] = 0,300 mol/dm^3 ***1 pont***

A folyamat egyensúlyi állandója: $K = [HI]^2 / ([H_2][I_2]) = 200$ ***1 pont***

A kiindulási koncentrációkat helyettesítve: 0,302 / (0,04×0,04) = 56,2 < K

A K = 200 érték a HI keletkezésével, vagyis a H_2 és I_2 koncentrációjának csökkenésével érhető el.

A reakció tehát **HI keletkezésének irányába** megy végbe. ***3 pont***

Az egyensúly eléréséig a H_2 és I_2 koncentrációja x mol/dm3-rel csökken, a HI koncentrációja 2x mol/dm^3-rel nő, ***1 pont***

az egyensúlyban: $200 = (0,30 + 2x)^2 / (0,040 - x)^2$ ***1 pont***

Az egyenletet megoldva: x_1= 0,0713, x_2=0,0165.

Az x_1-et felhasználva a nevezőben negatív koncentrációt kapunk, tehát csak az x_2 igaz. ***2 pont***

A reakcióban részt vevő anyagok koncentrációja az egyensúly beálltakor: [HI] = 0,333 mol/dm^3; $[H_2] = [I_2]$ = 0,0235 mol/dm^3. ***1 pont***

A gázok anyagmennyisége a reakció kezdetén: n= (0,080 + 0,080 +0,600) mol = 0,760 mol. ***1 pont***

Nyomása: p = nRT / V

p = 0,760 mol × 8,314 J/mol^{-1}K^{-1} × 673 K / 0,0020 m^3 = 2,126×106 Pa

A reakció kezdetén a reakcióedényben a gázok nyomása **2,126 MPa**. ***2 pont***

A reakció során az anyagmennyiség nem változik, ezért a nyomás az egyensúly beállta után változatlan. ***1 pont***

6/e-3 (2004. május, 6. feladat) **11 pont**

A) 1. CH_3COOH	1., 9., 14.
2. $1{,}0 \cdot 10^{-3}$	***egy találat: 1 pont; jó megoldás: 2 pont***
3. $1{,}0 \cdot 10^{-11}$	2., 3.
4. színtelen	***a két válasz együtt: 1 pont***
5. $1{,}0 \cdot 10^{-13}$	5., 6.
6. $1{,}0 \cdot 10^{-1}$	***a két válasz együtt: 1 pont***
7. 13,00	7.
8. piros	***1 pont***
9. HCl	10., 11., 12.
10. $1{,}0 \cdot 10^{-5}$	***a három válasz együtt: 1 pont***
11. $1{,}0 \cdot 10^{-5}$	15.
12. $1{,}0 \cdot 10^{-9}$	***1 pont***
13. színtelen	16.
14. NH_3	***1 pont***
15. $1{,}0 \cdot 10^{-4}$	4., 8., 13., 17.
16. 10,00	***a négy válasz együtt: 1 pont***
17. piros	

B.) $\mathbf{K_{ecetsav}} = [CH\ COO^-]\ [H^+] / CH_3COOH] =$
$= (1{,}0 \cdot 10^{-6}) : (5{,}5 \cdot 10^{-2} - 1{,}0 \cdot 10^{-3})$ $\mathbf{1{,}9 \cdot 10^{-5}\ mol/dm^3}$ ***2 pont***

6/e-4 (2005. május, 7. feladat)
Ha nyomás 10,0%-kal csökken, az anyagmennyiség is ilyen arányban csökken. ***1 pont***
Volt x mol A_2 és x mol B_2 (vagyis azonos anyagmennyiségű) ***1 pont***
Az egyensúlyi elegyben: A_2: $(x - y)$ mol, B_2: $(x - 3y)$ mol, AB_3: $2y$ mol gáz van ***2 pont***
A 10%-os anyagmennyiség csökkenés miatt a $2x$ mol gázból $1{,}80x$ gáz keletkezik. ***1 pont***
$(x - y) + (x - 3y) + 2y = 1{,}80x$ ***1 pont***
$y = 0{,}100x$ ***1 pont***
Az egyensúlyi elegy összetétele: $A_2 = 0{,}90x$ $B_2 = 0{,}70x$ $AB_3 = 0{,}20x$ ***1 pont***
Az anyagmennyiség százalékos összetétel: **50,0 mol% A_2 38,9 mol% B_2 11,1 mol% AB_3** ***2 pont***
(Minden más, helyes – például 1-1 mol A_2-ből és B_2-ből kiinduló – levezetés maximális pontszámot ér! Ha sztöchiometrikus, azaz 1 : 3 anyagmennyiség-arányból indul ki, és a levezetésének többi része elvileg helyes, maximálisan 5 pont adható. Ekkor az eredmény: 22,2 mol% A_2, 66,7 mol% B_2, 11,1 mol% AB_3.)

6/e-5 (2005. október 7. feladat) **8 pont**
A pH alapján: $[H^+] = 1{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3, ***1 pont***

	HA $\longleftrightarrow$	A^- +	H^+
Kiindulás	0,0566	–	–
Átalakult	$1{,}0 \cdot 10^{-3}$	$1{,}0 \cdot 10^{-3}$	$1{,}0 \cdot 10^{-3}$
Egyensúly	0,0556	$1{,}0 \cdot 10^{-3}$	$1{,}0 \cdot 10^{-3}$ ***3 pont***

$Ks = [H^+] \cdot [A^-]/[HA] = (1{,}0 \cdot 10^{-3})^2/0{,}0556$ ***2 pont***
$Ks = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$ ***1 pont***
A táblázat alapján ez az **ecetsav**. ***1 pont***
(Minden más, helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6/e-6 (2006. február, 9. feladat) **10 pont**

a) $[OH^-] = 1{,}00 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3 ***1 pont***

$BOH \longleftrightarrow B^+ + OH^-$ (vagy $B + H_2O \longleftrightarrow BH^+ + OH^-$) alapján:

$[B^+] = [OH^-] = 1{,}00 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3

$[BOH] = 0{,}0900 - 1{,}00 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3 = $8{,}90 \cdot 10^{-2}$ mol/dm^3 ***2 pont***

K*b** = $1{,}00 \cdot 10^{-6} / 8{,}90 \cdot 10^{-2}$ = **$1{,}12 \cdot 10^{-5}$ mol/dm^3** ***2 pont

b) $[OH^-] = 1{,}00 \cdot 10^{-4}$ mol/dm^3 ***1 pont***

A bázisállandóba helyettesítve: $1{,}12 \cdot 10^{-5} = 1{,}00 \cdot 10^{-8} / (c - 1{,}00 \cdot 10^{-4})$ ***2 pont***

$c = 9{,}93 \cdot 10^{-4}$ mol/dm^3 ***1 pont***

A hígítás: $9{,}00 \cdot 10^{-2} / 9{,}93 \cdot 10^{-4}$ = **90,6-szeres.** ***1 pont***

(Minden más, helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6/e-7 (2006. október, 9. feladat) **10 pont**

a) pH = 3,00 → $[H^+] = 1{,}00 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3, tehát $1{,}00 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3-es a sósav. ***1 pont***

Ha 1,00 cm^3-t hígítottunk 100 cm^3-re, akkor a koncentrációja eredetileg százszoros volt, vagyis az oldat eredetileg **0,100 mol/dm^3**-es volt. ***1 pont***

b) A hangyasav gyenge sav, így a 3,00-as pH-jú oldatban:

$[H^+] = [HCOO^-] = 1{,}00 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3 ***1 pont***

$[HCOOH] = c - 1{,}00 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3, ahol c a bemérési koncentráció. ***2 pont***

Az egyensúlyi állandó alapján: $1{,}74 \cdot 10^{-4} = (1{,}00 \cdot 10^{-3})^2 / (c - 1{,}00\ 10^{-3})$ ***1 pont***

Ebből: $c = 6{,}75 \cdot 10^{-3}$, vagyis $6{,}75 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3 lett a hangyasavoldat. ***1 pont***

Ha eredetileg 0,100 mol/dm^3-es volt, akkor az oldat térfogata: $0{,}100/6{,}75 \cdot 10^{-3}$ = 14,8-szorosára növekedett.

100 cm^3 3,00-as pH-jú hangyasavoldatot 100 cm^3 / 14,8 = **6,75 cm^3** oldatból lehet hígítani. ***3 pont***

(Minden más, helyes levezetés maximális pontszámot ér! *Ha az a) részt elszámolta, akkor a hibás adattal helyesen kiszámított eredmény − ha nem ellentmondásos – esetén a b) részre maximális pontszámot kell adni!)*

6/e-8 (2007. május, 9. feladat) **13 pont**

a) pH = 2,00 → $[H^+] = 1{,}00 \cdot 10^{-2}$ mol/dm^3 1,500 dm^3 oldatban $n(H^+) = 1{,}50 \cdot 10^{-2}$ mol ***1 pont***

A 20,00%-os salétromsav-oldatban: $n(HNO_3) = 5{,}65 \cdot 1{,}115 \cdot 0{,}200 / 63{,}0 = 0{,}0200$ mol ***2 pont***

Ebből a $KOH + HNO_3 = KNO_3 + H_2O$ reakció a fenti adatok alapján:

$2{,}00 \cdot 10^{-2} - 1{,}50 \cdot 10^{-2} = 5{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol H^+ -t fogyasztott. ***1 pont***

$5{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol H^+ -t ugyanennyi KOH semlegesít:

m*(KOH)** = $5{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol · 56g/mol = **0,28 g** ***1 pont

b) Az oldatban $1{,}50 \cdot 10^{-2}$ mol HNO_3 van:

c*(HNO_3)** = $1{,}50 \cdot 10^{-2}$ mol / 1,500 dm^3 = **0,0100 mol/dm^3** ***1 pont

Az oldatban $5{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol KNO_3 van:

c*(KNO_3)** = $5{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol / 1,500 dm^3 = **$3{,}3 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3** ***1 pont

c) A monoklór-ecetsav oldatában (ha c a koncentrációja):

$[H^+] = [CH_2ClCOO^-] = 1{,}00 \cdot 10^{-2}$ mol/dm^3 ***1 pont***

$[CH_2ClCOOH] = c - 1{,}00 \cdot 10^{-2}$ mol/dm^3 ***1 pont***

A savállandóba helyettesítve: $1{,}40 \cdot 10^{-3} = (1{,}00 \cdot 10^{-2})^2 / (c - 1{,}00 \cdot 10^{-2})$ ***1 pont***

Ebből: c = 0,0814 mol/dm^3 ***1 pont***

200 cm^3 oldathoz: 0,200 · 0,0814 mol = $1{,}629 \cdot 10^{-2}$ mol,

azaz ***m*** = $1{,}629 \cdot 10^{-2}$ mol · 94,5 g/mol = **1,54 g monoklór-ecetsav**. ***2 pont***

6/e-9 (2007. október, 5. feladat) **14 pont**

a) A SO_2 és O_2 koncentrációja nő, a SO_3 koncentrációja csökken. ***1 pont***

Hőmérsékletnövelés hatására az egyensúlyban lévő rendszer az endoterm reakció irányba tolódik. ***1 pont***

b) A SO_2 és O_2 koncentrációja csökken, a SO_3 koncentrációja nő. ***1 pont***

A nyomás növelésére az egyensúlyi rendszer az anyagmennyiség-csökkenés irányába tolódik. ***1 pont***

c) Az egyensúlyi összetétel nem változik. ***1 pont***

A katalizátor az egyensúlyi koncentrációkat nem befolyásolja. ***1 pont***

d) A kén-dioxid egyensúlyi koncentrációjából:

az átalakult SO_2 0,300 mol/dm^3, ***1 pont***

az átalakult O_2 0,150 mol/dm^3. ***1 pont***

Az átalakulás mértéke:

SO_2: 0,300 / 0,500 = 0,600, ami **60,0 százalék**, ***1 pont***

O_2: 0,150 / 0,500 = 0,300, ami **30,0 százalék**. ***1 pont***

Az egyensúlyi koncentrációk:

$[SO_2]$ = (0,500 - 0,300) mol/dm^3 = 0,200 mol/dm^3, ***1 pont***

$[SO_3]$ = (0,500 - 0,150) mol/dm^3 = 0,350 mol/dm^3. ***1 pont***

Az egyensúlyi állandó:

$K = [SO_3]^2 / ([SO_2]^2 \cdot [O_2])$ ***1 pont***

$K = 0{,}300^2 / (0{,}200^2 \cdot 0{,}350)$ = **6,43 dm^3/mol** ***1 pont***

6/e-10 (2008. május, 8. feladat) **11 pont**

a) $2\ NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2\ H_2O$ ***1 pont***

A pH-ból: $[OH^-]_{NaOH}$ = 0,100 mol/dm^3, illetve $[H^+]_{H2SO4}$ = 0,0100 mol/dm^3 ***1 pont***

1,00 dm^3 oldatokból kiindulva a NaOH anyagmennyisége 0,100 mol, a kénsav anyagmennyisége $5{,}00 \cdot 10^{-3}$ mol. ***1 pont***

A reakcióban elreagál $1{,}00 \cdot 10^{-2}$ mol NaOH, a végén marad $9{,}00 \cdot 10^{-2}$ mol NaOH fölösben. ***1 pont***

NaOH-ra nézve a koncentráció: $c_{NaOH} = 9{,}00 \cdot 10^{-2}$ mol / 2,00 dm^3 =**$4{,}50 \cdot 10^{-2}$ mol/dm^3** ***1 pont***

keletkezik $5{,}00 \cdot 10^{-3}$ mol Na_2SO_4 ***1 pont***

Na_2SO_4-ra nézve a koncentráció: $c_{Na2SO4} = 5{,}00 \cdot 10^{-3}$ mol / 2,00 dm^3 = **$2{,}50 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3** ***1 pont***

b) A reakcióegyenlet: $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$ (vagy ennek alkalmazása) ***1 pont***

A semlegesítéshez $4{,}50 \cdot 10^{-3}$ mol NaOH-ot kell elreagáltatni, ***1 pont***

Amivel ugyanennyi HCl reagál. ***1 pont***

A HCl térfogata: $V_{HCl} = 4{,}50 \cdot 10^{-3}$ mol · 24,5 dm^3/mol = **0,110 dm^3** ***1 pont***

Ha az a) részt a vizsgázó nem tudta megoldani, akkor a megadott adatokkal:

A HCl térfogata: $V_{HCl} = 9{,}00 \cdot 10^{-3}$ mol · 24,5 dm^3/mol = **0,220 dm^3** ***3 pont***

(Minden más, helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6/e-11 (2008. május, 9. feladat) **11 pont**

a) Az **A** gázból 1 mol alakult át. ***1 pont***

Az egyenlet alapján a **B** gázból 1,5 mol alakult át, ***1 pont***

ami **37,5 %-os átalakulást** jelent. ***1 pont***

b) Az egyenlet alapján az egyensúlyi koncentrációk:

[A] = 1,00 mol/dm^3; [B] = 2,50 mol/dm^3; *(a kettő együtt 1 pont)* ***1 pont***

[C] = 0,500 mol/dm^3; [D] = 1,00 mol/dm^3; *(a kettő együtt 1 pont)* ***1 pont***

$K = ([C] \cdot [D]^2) / ([A]^2 \cdot [B]^3)$ *(vagy ennek alkalmazása)* ***1 pont***

$K = 3{,}20 \cdot 10^{-2}$ dm^6/ mol^2 ***1 pont***

c) Keletkezett 0,300 mol **D** gáz, az edény térfogata 0,5 dm^3. ***1 pont***

Az egyenlet alapján az új egyensúlyi koncentrációk:

[A] = 1,40 mol/dm^3; [B] = 4,10 mol/dm^3; *(a kettő együtt 1 pont)* ***1 pont***

[C] = 1,30 mol/dm^3; [D] = 2,60 mol/dm^3; *(a kettő együtt 1 pont)* ***1 pont***

Ha a b)-t nem számolta, akkor az eredmények:

Keletkezett 0,300 mol **D** gáz, az egyenlet alapján 0,150 mol **C** gáz, fogyott 0,300 mol **A** gáz, és 0,450 mol **B** gáz, az edény térfogata 0,5 dm^3.

Az anyagmennyiségek: n_A = 0,700 mol; n_B = 0,55 mol; n_C = 1,15 mol; n_D = 1,30 mol; ***1 pont***

[A] = 1,40 mol/dm^3; [B] = 1,10 mol/dm^3; *(a kettő együtt 1 pont)* ***1 pont***

[C] = 2,30 mol/dm^3; [D] = 2,60 mol/dm^3; *(a kettő együtt 1 pont)* ***1 pont***

d) Igen, eldönthető. Az új koncentrációkkal ki kell számolni az egyensúlyi állandót. Ha változott az értéke, akkor a hőmérsékletnek is változnia kellett. ***1 pont***

K= 6,50 ·10^{-2} dm^6/mol^2, tehát változott a hőmérséklet. (Ezt az eredményt a feladat szövege már nem kérdezte, külön pont nem adható, de az erre az értékre való hivatkozással az indoklás helyes)

(Minden más, helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6/e-12 (2008. október, 9. feladat) **13 pont**

a) A 200,0 cm^3 (első hígítás utáni) oldatban: pH = 2,000 [H_3O^+] = 0,010 mol/dm^3 ***1 pont***

az 2000 cm^3 (második hígítás utáni) oldatban: pH = 3,000 [H_3O^+] = 0,0010 mol/dm^3 ***1 pont***

Ebből látható, hogy 10-szeres hígítás esetén az [H_3O^+] koncentráció is 10-szeresére csökkent ez az erős savoldatokra jellemző, így a **sósavat hígította meg a** diák ***1 pont***

b) 20,00 cm^3 oldatot 200,0 cm^3-re hígítottunk (tízszeres hígítás), a hígított oldatban: *c*(HCl) = 0,010 mol/dm^3, eredeti oldatban: ***c*(HCl) = 0,100 mol/dm^3** ***3 pont***

(*n*(HCl) = 0,200 dm^3 · 0,010 mol/dm^3 = 0,0020 mol ugyanennyi HCl volt az eredeti 20,00 cm^3 oldatban: így: *c*(HCl) = 0,0020 mol / 0,020 dm^3 = 0,100 mol/dm^3)

c) az ecet hígításával kapott oldatban: [H_3O^+] = 0,0010 mol/dm^3

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$$ ***1 pont***

kiindulás: *c*

egyensúly: *c*–0,001 0,001 0,001 ***1 pont***

*K*s = [H_3O^+] · [CH_3COO^-] / [CH_3COOH] = $0{,}001^2$ / *c*–0,001 = 2,00·10^{-5} ***1 pont***

c = 0,0510 mol/dm^3 ***1 pont***

az eredeti oldatban: *c* = 0,100 mol/dm^3

20,00 cm^3 oldatban: *n*(CH_3COOH) = 0,0020 mol ***1 pont***

ugyanennyi lesz hígítás után a hígított oldatban: ***1 pont***

V = 0,0020 mol / 0,051mol/dm^3 = 0,0392 dm^3 = 39,2 cm^3

A 20,0 cm^3 ecetet 39,2 cm^3 térfogatra kell felhígítani. ***1 pont***

(Minden más, helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6/e-13 (2009. május, 10. feladat) **10 pont**

a) A nitrogén-dioxid vízben való elnyeletésének reakcióegyenlete oxidatív körülmények között:

$$4\ NO_2 + 2\ H_2O + O_2 = 4\ HNO_3$$

(Helyes képletek felírása 1 pont, helyes együtthatók feltüntetése 1 pont.) ***2 pont***

b) A keletkező sóoldat az ammóniumion hidrolízise miatt savas kémhatású. ***1 pont***

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$$ ***1 pont***

c) A salétromsav-oldat oxóniumion- és salétromsav-koncentrációja:

[H_3O^+] = *c*(HNO_3) = 1,00 ·10^{-2} mol/dm^3 ***1 pont***

A reagáló salétromsav és ammónia anyagmennyisége:

n(HNO_3) = *n*(NH_3) = 4,00 dm^3 ·1,00 ·10^{-2} mol/dm^3 = 4,00·10^{-2} mol. ***1 pont***

Az ammóniaoldat hidroxidion-koncentrációja: $[OH^-]$= 1,00 ·10^{-3} mol/dm^3 ***1 pont***

A bázisállandóra felírható: $K_b = [OH^-]^2 / (c_b - [OH^-])$ ***1 pont***

Az összefüggésből az ammónia koncentrációja (cb) kiszámolható:

$c_b = ([OH^-]^2 + K_b \cdot [OH^-]) / K_b$ = 0,0565 mol/dm^3 ***1 pont***

Az oldat térfogata:

V(oldat) = $n(NH_3) / c_b$ = 4,00 ·10^{-2} mol / 0,0565 mol/dm^3 = 7,08 ·10^{-1} dm^3 = **708 cm^3** ***1 pont*** **(Bármely más helyes levezetés elfogadható!)**

6/e-14 (2009. október, 8. feladat) **9 pont**

a) Az egyensúlyi állandó és a koncentrációk közötti összefüggés helyes ismerete:***1 pont***

K **=** (0,542) / (1,2 · 3,63) = **5,21 · 10^{-3} (mol/dm^3)$^{-2}$** ***1 pont***

b) A kiindulási koncentrációk:

$c(N_2)$ = 1,2 + 0,27 = 1,47 mol/dm^3 ***1 pont***

$c(H_2)$ = 3,6 + 0,81 = 4,41 mol/dm^3 ***1 pont***

Az átalakulás mindkét gáznál ugyanannyi: (0,27 / 1,47) · 100 = **18,4%.** ***1 pont***

c) A gáztörvény helyes ismerete: ***1 pont***

Pl. 1,00 dm^3 térfogatban az anyagmennyiség a koncentrációk összege: 5,34 mol. ***1 pont***

$p = nRT/V$ = 1,00 dm^3 → 5,34 mol · 8,314 J/mol·K · 623 K = 27659 kPa,

Az egyensúlyi nyomás 27,7 MPa. ***1 pont***

d) 1 dm^3-es tartályban 0,54 mol, vagyis 9, 18 g ammóniát állítottunk elő, a tartály térfogata:

V = 1000 / 9,18 = **109 dm^3**. ***1 pont***

6/e-15 (2010. október 9. feladat) **12 pont**

a) A tejsavra: $HA + H_2O \rightleftarrows A^- + H3O^+$

pH = 3,00 → $[H3O^+]$ = 1,00 · 10^{-3} mol/dm^3 ***1 pont***

$[A^-] = [H3O^+]$ = 1,00 · 10^{-3} mol/dm^3 ***1 pont***

[HA] = c – 1,00 · 10^{-3} mol/dm^3 ***1 pont***

Ks = 1,40 · 10^{-4} mol/dm^3 = (1,00 · 10^{-3} mol/dm^3)^2 / (c–1,00 ·10^{-3} mol/dm^3) ***1 pont***

Ebből: ***c* = 8,14 · 10^{-3} mol/dm^3** ***1 pont***

b) ***c* = 8,14 · 10^{-4} mol/dm^3** a hígítás miatt ***1 pont***

A savállandó a hígítással nem változik. (Illetve ennek alkalmazása.) ***1 pont***

Ks = 1,40 · 10^{-4} mol/dm^3 = x^2/(8,14 · 10^{-4} – x) ***2 pont***

ahol x a disszociált molekulák és az oxóniumionok koncentrációja.

Ennek a másodfokú egyenletnek a megoldása: x = 2,75 · 10^{-4} mol/dm^3 ***2 pont***

Az oxóniumionok koncentrációja 0,275-szorosára változott (azaz 3,64 részére csökkent). ***1 pont***

6/e-15 (2011. május, 9. feladat) **11 pont**

a) $H_2 + I_2 \rightleftarrows 2\ HI$ *(vagy az egyenlet alkalmazása)* ***1 pont***

A nyomás a molekulák számával (anyagmennyiségével) egyenesen arányos (vagy ennek alkalmazása). ***1 pont***

A vízbe vezetett gázelegyből a H_2 nem oldódik a lúgoldatban.

A gázelegy molekuláinak 11,0 %-a H_2 és így az egyenlet szerint 11,0% a I_2. ***1 pont***

kiindulás:	1 mol H_2	1 mol I_2	0 mol HI
átalakult:	x mol H_2	x mol I_2	2x mol HI
egyensúly:	1–x mol H_2	1–x mol I_2	2x mol HI

A 10,0 dm^3 térfogatban az egyensúlyi gázelegy összes anyagmennyisége is 2,00 mol. *(Ennek megállapítása a fenti táblázattal vagy a reakcióegyenlet alapján.)* ***1 pont***

$n(H_2)$ = 2,00 mol · 0,110 = 0,220 mol

$n(I_2)$ = 2,00 mol · 0,110 = 0,220 mol

n(HI) = 2,00 mol – 0,440 mol = 1,56 mol, ***1 pont***

A HI-ból 2x = 1,56 mol, így x = 0,780,

A kiindulási jódnak és hidrogénnek is a **78,0 %-**a alakult át ***1 pont***

b) Az egyensúlyi gázelegy összetétele a 10,0 dm^3-es tartályban:

[HI] = 1,56 mol : 10,0 dm^3 = 0,156 mol/dm^3

$[H_2]$ = 0,220 mol : 10,0 dm^3 = 0,0220 mol/dm^3

$[I_2]$ = 0,220 mol : 10,0 dm^3 = 0,0220 mol/dm^3 ***1 pont***

$K = [HI]^2 / ([H_2] \cdot [I_2])$ *(vagy ennek alkalmazása)* ***1 pont***

$K = 0{,}156^2/(0{,}0220 \cdot 0{,}0220)$ **= 50,3** ***1 pont***

c) Ugyanannyi lenne az átalakulási százalék. ***1 pont***

Indoklás: a reakcióban nincs sztöchiometriaiszám-változás, ezért nem befolyásolja a nyomásváltozás. *(Bármely hasonló értelmű válasz.)* ***1 pont***

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér.)

6/e-16 (2011. október, 8. feladat) **12 pont**

a) $n(H^+) = 5 \cdot 10^5\ dm^3 \cdot 10^{-4}\ mol/dm^3$ = 50 mol ***1 pont***

A hozzáadandó anyagok minimális tömegének meghatározásakor az a cél, hogy 6,00 legyen a szennyvíz pH-ja. ***1 pont***

$n(H^+) = 5 \cdot 10^5\ dm^3 \cdot 10^{-6}\ mol/dm^3$ = 0,5 mol

$n(H^+)$ = 50 – 0,5 = 49,5 mol H^+-t kell közömbösíteni. ***1 pont***

A lejátszódó reakciók: $CaO + 2\ HCl = CaCl_2 + H2O$

$CaCO_3 + 2\ HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2$

m*(CaO)** = (49,5 : 2)mol · 56 g/mol = 1386 g = **1,39 kg** ***1 pont

m*($CaCO_3$)** = (49,5 : 2)mol · 100 g/mol = 2475 g = **2,47 kg** ***1 pont

b) Az égetett meszes eljárás az olcsóbb. ***1 pont***

Indoklás: 1,39 kg · 10200 Ft/kg ≈ 14200 Ft

2,47 kg · 6800 Ft/kg ≈ 16800 Ft ***1 pont***

A mészkőporos eljárás a környezetszennyezőbb, mivel ott CO_2 gáz keletkezik. ***1 pont***

c) Ha minél több szennyvizet akarnak „B” üzemnél felhasználni, akkor „A” üzem szennyvizének pH-ját 8,00-ra kell beállítani. ***1 pont***

A felhasznált szennyvíz legyen V dm^3, ekkor $n(OH^-) = 10^{-4}\ V$ mol

A kapott oldat: térfogata $(5 \cdot 10^5 + V)\ dm^3$

$c(OH^-) = 10^{-6}\ mol/dm^3$

$n(OH^-) = (10^{-4}\ V - 50)$ mol ***2 pont***

Az n = c · V összefüggésből adódik, hogy V = 510101 dm^3 = 510 m^3

„B” üzem szennyvizének minimálisan 49,0 %-a marad meg. 1 pont

(Minden más, helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6/e-17 (2012. október, 7. feladat) **14 pont**

a) A folyamat reakcióegyenlete: $HCOOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons HCOOC_2H_5 + H_2O$ ***1 pont***

A szerves termék neve: etil-formiát. ***1 pont***

b) A kiindulási hangyasav tömege: m(HCOOH) = 10,0 cm^3 ·1,23 g/cm^3 = 12,3 g

anyagmennyisége: n(HCOOH) = 12,3 g / 46,0 g/mol = 0,267 mol ***1 pont***

	HCOOH +	C_2H_5OH ⇌	$HCOOC_2H_5$ +	H_2O
kiindulás:	0,267 mol	x mol	0	0
átalakulás:	0,2005 mol	0,2005 mol	0,2005 mol	0,2005 mol
egyensúly:	0,0665 mol	(x – 0,2005) mol	0,2005 mol	0,2005 mol

2 pont

A reakció egyensúlyi állandója:

$K = [HCOOC_2H_5] \cdot [H_2O] / [HCOOH] \cdot [C_2H_5OH]$ ***1 pont***

A fenti adatokat behelyettesítve: $(0{,}2005)^2 / 0{,}0665 \cdot (x - 0{,}2005) = 3{,}25$ ***1 pont***

Az egyenletből: $x = 0{,}387$ mol ***1 pont***

A szükséges alkohol tömege: $m(C_2H_5OH) = 0{,}387$ mol · 46,1 g/mol = 17,8 g

Térfogata: $V(C_2H_5OH) = 17{,}8$ g / 0,789 g/cm^3 = **22,6 cm^3** ***1 pont***

c) A készítendő oldatban $[H_3O^+] = 10^{-2}$ mol / dm^3 ***1 pont***

A savi disszociácós állandó:

$Ks = [H_3O^+] \cdot [HCOO^-] / (c_s - [HCOO^-])$ vagy: $Ks = [H_3O^+]^2 / (cs - [H_3O^+])$ ***1 pont***

(Az egyenletben c_s a hangyasav összkoncentrációja a hígított oldatban.)

A feladatban szereplő adatokkal: $1{,}77 \cdot 10^{-4} = 10^{-2} \cdot 10^{-2} / (c_s - 10^{-2})$ ***1 pont***

Az egyenlet megoldása: $c_s = 0{,}575$ mol/dm^3 ***1 pont***

A keletkező oldat térfogata: $V_2 = 0{,}267$ mol / 0,575 mol/dm^3 = **0,464 dm^3** ***1 pont***

6/e-18 (2013. május, 9. feladat) **15 pont**

a) Az egyensúlyi állandó koncentrációfüggése: $K = [HI]^2 / [H_2][I_2]$ ***1 pont***

A koncentrációkból képzett tört: $x = (0{,}600)^2 / (0{,}0700 \cdot 0{,}100) = 51{,}4$ ***1 pont***

Ha a tört nagyobb *K*-nál, akkor a visszaalakulás, ha kisebb, akkor az odaalakulás irányába tolódik a folyamat. (Vagy ennek leírása vagy alkalmazása) ***1 pont***

427 °C-on a HI-képződés, 447 °C-on a HI-bomlás irányába tolódik el az egyensúly. ***1 pont***

b) Ha *y* mol H_2-t veszünk, akkor:

1,00 mol I_2-ből 0,99 mol H_2 0,99 mol I_2-dal lép reakcióba, 1,98 mol HI keletkezik. ***1 pont***

Az egyensúlyi anyagmennyiségek:

$n(HI) = 1{,}98$ mol $n(H_2) = (y - 0{,}99)$ mol $n(I_2) = 0{,}01$ mol ***1 pont***

Az egyensúlyi állandóba helyettesítve:

$$\frac{\left(\frac{1{,}98}{V}\right)^2}{\left(\frac{y-0{,}99}{V}\right)\cdot\left(\frac{0{,}01}{V}\right)}$$

= 48,0 (ahol *V* a térfogat) ***1 pont***

V-vel egyszerűsíthetünk, így: y = 9,16, vagyis **9,16 mol** hidrogént kell 1,00 mol jódhoz keverni. ***1 pont***

A hidrogén átalakulása: 0,99 / 9,16 = 0,108, azaz **10,8%-os.** ***1 pont***

c) Például 1 mol H_2-ből és 1 mol I_2-ból kiindulva: 0,776 mol H_2 és 0,776 mol I_2 alakul át és 1,552 mol HI keletkezik.

Egyensúlyban lesz: $n(HI) = 1{,}552$ mol $n(H_2) = 0{,}224$ mol $n(I_2) = 0{,}224$ mol ***1 pont***

A koncentrációkból képzett tört:

$$\frac{\left(\frac{1{,}552}{V}\right)^2}{\left(\frac{0{,}224}{V}\right)\cdot\left(\frac{0{,}224}{V}\right)}$$

= 48,0, tehát **447 °C-ra** melegítettük a tartályt. ***1 pont***

Az átlagos moláris tömeg:

M = (1,552 · 128 g/mol + 0,224 mol · 2 g/mol + 0,224 mol · 254 g/mol) / (0,224 mol + 0,224 mol + 1,552 mol) = **128 g/mol** ***1 pont***

(Megjegyzés: mivel a molekulák száma nem változik a reakcióban, az 1 : 1 arány miatt az átlagos moláris tömeg a két kiindulási anyag moláris tömegének számtani közepével:

(254 g/mol + 2 g/mol) / 2= *128 g/mol. Ez a megoldás is maximális pontszámot ér.)*

A gázelegy sűrűségéből az összes koncentráció: 12,8 g/dm^3 : 128 g/mol = 0,100 mol/dm^3 ***1 pont***

Az össznyomás:

$pV = nRT \rightarrow p = nRT/V$

p = 0,100 mol · 8,314 J/Kmol · 720 K / (1,00 ·10^{-3} m^3) = 598 608 Pa = **599 kPa** ***2 pont***

(Minden más, helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6/e-19 (2014.május, 7. feladat) **15 pont**

a) HCl + KOH = KCl + H_2O ***1 pont***

HCOOH + KOH = HCOOK + H_2O ***1 pont***

a HCl reakciójában keletkezett só: kálium-klorid

a HCOOH reakciójában keletkezett só: kálium-formiát ***1 pont***

(a két helyes névért együtt jár a pont)

b) pH = –lg[H3O$^+$] *(vagy ennek alkalmazása)* ***1 pont***

A sósav erős sav: c(sósav) = [H3O$^+$], c(sósav) = 0,0100 mol/dm^3 ***1 pont***

V(sósav) = 40,0 cm^3, n(HCl) = 4,00·10^{-4} mol ***1 pont***

n(KOH) = 4,00·10^{-4} mol, V_1(KOH) = 32,0 cm^3

c(KOH) = 4,00·10^{-4} mol / 0,0320 dm^3 = 0,0125 mol/dm^3 ***1 pont***

A hangyasavoldatban: [H3O$^+$] = 0,0100 mol/dm^3

	HCOOH +	H_2O ⟷	HCOO$^-$ +	H3O$^+$
kiindulási koncentrációk (mol/dm^3)	c		–	–
átalakulás (mol/dm^3)	0,0100		0,0100	0,0100
egyensúlyi koncentrációk (mol/dm^3)	c – 0,0100		0,0100	0,0100

Az egyensúlyi állandóra felírható:

$$K_s = \frac{[HCOO^-] \cdot [H_3O^+]}{[HCOOH]}$$

$$1{,}77 \cdot 10^{-4} = \frac{0{,}0100^2}{c(HCOOH) - 0{,}0100}$$

2 pont

c(HCOOH) = 0,575 mol/dm^3 ***1 pont***

V(HCOOH) = 40,0 cm^3, n(HCOOH) = 2,30·10^{-2} mol ***1 pont***

n(KOH) = 2,30·10^{-2} mol, c(KOH) = 0,0125 mol/dm^3

V_2(KOH) = 2,30·10^{-2} mol / 0,0125 mol/dm^3 = 1840 cm^3 ***1 pont***

$\boldsymbol{V_2/V_1}$ = 1840 / 32 = **57,5** ***1 pont***

(a két KOH-oldat térfogatának aránya a két sav koncentrációjának arányából közvetlenül is megadható, így a két savkoncentráció kiszámításáért és ebből (megfelelő indoklással) meghatározott arány megadásáért teljes pontszám (10 pont) jár)

c) A HCl közömbösítésével KCl-oldatot kapunk. Ez egy erős sav és egy erős bázis sója, így kémhatása semleges. ***1 pont***

A HCOOH közömbösítésével HCOOK-oldatot kapunk. Ez egy középerős sav és egy erős bázis sója, így a kémhatása lúgos (vagy reakcióegyenlet). ***1 pont***

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6/e-20 (2014. október 7. feladat) **12 pont**

a) pH = 3,00, $[H_3O^+] = 1{,}00 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3 ***1 pont***

	CH_3COOH	H_3O^+	CH_3COO^-
kiindulás	x mol/dm^3	–	–
átalakulás	10^{-3} mol/dm^3	10^{-3} mol/dm^3	10^{-3} mol/dm^3
egyensúly	$x - 10^{-3}$ mol/dm^3	10^{-3} mol/dm^3	10^{-3} mol/dm^3

2 pont

Ks $=[H_3O^+]\cdot [CH_3COO^-]/[CH_3COOH]$ összefüggést felhasználva ***1 pont***

$2{,}00 \cdot 10^{-5} = 10^{-6}/(x-10^{-3})$ egyenlet írható fel ***1 pont***

x = 0,051, tehát az 500,0 cm^3-re hígított oldatra: $c_1(CH_3COOH)$ = 0,0510 mol/dm^3 ***1 pont***

$n(CH_3COOH)$ = 0,0510 mol/dm^3 · 0,500 dm^3 = 0,0255 mol ***1 pont***

az eredeti ecetsav oldatra:

$\boldsymbol{c_2(CH_3COOH)}$ = 0,0255 mol / 0,0150 dm^3 **= 1,70 mol/dm^3** ***1 pont***

b) Ha 1000 cm^3 ecetet tekintünk, $n(CH_3COOH)$ = 1,70 mol ***1 pont***

$M(CH_3COOH)$ = 60,0 g/mol,

$m(CH_3COOH)$ = 1,70 mol · 60,0 g/mol = 102,0 g ***1 pont***

ha az oldat 10,0 tömeg%-os: m(oldat) = 102,0 g / 0,10 = 1020 g ***1 pont***

az oldat sűrűsége: $\boldsymbol{\rho}$ = 1020 g / 1000 cm3 **= 1,02 g/cm^3** ***1 pont***

(Vagy: 100 g oldatból kiindulva: $m(CH_3COOH)$ = 10,0 g

$n(CH_3COOH)$ = 10,0 g / 60,0 g/mol = 0,167 mol

V(oldat) = 0,167 mol / 1,70 mol/dm^3 = 0,0980 dm^3

$\boldsymbol{\rho}$ = 100 g / 98,0 cm^3 **= 1,02 g/cm^3**)

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6/e-21 (2015. május, 7. feladat) **14 pont**

a) $C_6H_{14} \longleftrightarrow C_6H_6 + 4\ H_2$ ***1 pont***

b) $n(C_6H_{14})$ = 387 g : 86,0 g/mol = 4,50 mol

$c(C_6H_{14})$ = 4,52 mol : 10,0 dm3 = 0,450 mol/dm^3 ***1 pont***

A 80,0%-os átalakulás miatt az egyensúlyi koncentrációk:

$[C_6H_{14}] = 0{,}2 \cdot 0{,}450 = 0{,}0900$ mol/dm^3 ***1 pont***

$[C_6H_6] = 0{,}8 \cdot 0{,}450 = 0{,}360$ mol/dm^3

$[H_2] = 4 \cdot (0{,}8 \cdot 0{,}450) = 1{,}44$ mol/dm^3 ***1 pont***

Az egyensúlyi állandó helyes kifejezése ***1 pont***

K **=** (0,36 · 1,444) : 0,09 = **17,2 (mol/dm^3)^4** ***1 pont***

c) A gáztörvény ismerete. ***1 pont***

Σc = 0,09 + 0,36 + 1,44 = 1,89 mol/dm^3

$\boldsymbol{p} = \Sigma c \cdot R \cdot T$ = 1,89 mol/dm^3 · (8,314 J/mol.K) · 973 K = 15289 kPa = **15,3 MPa** ***2 pont***

d) Kiindulási x mol/dm^3 benzol koncentráció esetén az egyensúlyi koncentrációk:

$[C_6H_6] = 0{,}6 \cdot 0{,}450 + x = (0{,}270 + x)$ mol/dm^3 ***1 pont***

$[C_6H_{14}] = 0{,}4 \cdot 0{,}450 = 0{,}180$ mol/dm^3

$[H_2] = 4 \cdot (0{,}6 \cdot 0{,}450) = 1{,}08$ mol/dm^3 ***1 pont***

Az egyensúlyi állandóba behelyettesítve: $17{,}2 = [1{,}084 \cdot (0{,}27 + x)] : 0{,}18$ ***1 pont***

x = 2,01 mol/dm^3 ***1 pont***

$\boldsymbol{m(C_6H_6)}$ = 10,0 dm^3 · 2,01 mol/dm^3 · 78,0 g/mol = **$1{,}57 \cdot 10^3$ g** ***1 pont***

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6/e-22 (2015. október, 9. feladat) **13 pont**

Az SO_2 kiindulási koncentrációja: $c = 2{,}00 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3 ***1 pont***

A kénessav vízzel való reakciójában:$[HSO_3^-] = [H3O^+] = 4{,}79 \cdot 10^{-4}$ mol/dm^3 ***1 pont***

Az egyensúlyi állandó értéke: $K1 = \{[HSO_4^-]\cdot[H3O^+]\} / [H_2SO_3]$ ***2 pont***

[H_2SO_3]-at kifejezve és behelyettesítve: **[H_2SO_3] = $1{,}91\cdot10^{-5}$ mol/dm^3** ***2 pont***
Az SO_2 vízben való oldódáshoz tartozó egyensúlyi állandó kifejezése: ***1 pont***
K = [H_2SO_3] / {[SO_2]·[H_2O]}
Az oldott SO_2 egy része H_2SO_3, egy része HSO_3^- formában van jelen. ***2 pont***
Az egyensúlyi koncentrációja:

[SO_2] = c − [H_2SO_3] − [HSO_3^-] = $2{,}00\cdot10^{-3} - 1{,}91\cdot10^{-5} - 4{,}79\cdot10^{-4}$ **= $1{,}50\cdot10^{-3}$ mol/dm^3**

(1 pont a helyes összefüggés, 1 pont a helyes érték.) ***2 pont***
(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6/e-23 (2016. május, 9. feladat) **11 pont**
a) n(HCl) = cV = 0,100 mol/dm^3 · 0,01100 dm^3 = $1{,}10 \cdot 10^{-3}$ mol ***1 pont***
A reakcióegyenlet: $C_3H_7 - NH - C_3H_7 + HCl = C_3H_7 - NH_2^+ - C_3H_7 + Cl^-$
(vagy B + HCl = $BH^+ + Cl^-$) /vagy ennek alkalmazása a számításban/ ***1 pont***
Ezek alapján $1{,}10 \cdot 10^{-3}$ mol dipropil-amin volt a 10,00 cm^3 oldatban. ***1 pont***
c(dipropil-amin) = $1{,}10 \cdot 10^{-3}$ mol : 0,01000 dm^3 = **0,110 mol/dm^3** ***1 pont***
b) pH = 12,00 → [OH^-] = $1{,}00 \cdot 10^{-2}$ mol/dm^3 ***1 pont***
[OH^-] = [BH^+] = $1{,}00 \cdot 10^{-2}$ mol/dm^3;
[B] = 0,110 mol/dm^3 – $1{,}00 \cdot 10^{-2}$ mol/dm^3 = 0,100 mol/dm^3 ***1 pont***
K_b = [B^+][OH^-]/[B] = $(1{,}00 \cdot 10^{-2})^2/0{,}100$ = **$1{,}00 \cdot 10^{-3}$** (mol/dm^3) ***1 pont***
c) pH = 11,00 → [OH^-] = $1{,}00 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3, [OH^-] = [BH^+] = $1{,}00 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3;
[B] = c – $1{,}00 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3 (ahol c az új bemérési koncentráció) ***1 pont***
$(1{,}00 \cdot 10^{-3})^2 / (c - 1{,}00 \cdot 10^{-3}) = 1{,}00 \cdot 10^{-3}$ ***1 pont***
Ebből: $c = 2{,}00 \cdot 10^{-3}$ ***1 pont***
A hígítás: $0{,}110/ 2{,}00 \cdot 10^{-3}$ = **55,0-szörös**. ***1 pont***
(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6/e-24 (2016. október, 6. feladat) **11 pont**
a) A kétértékű sav az *A* főzőpohárban van, mert több (vagy kétszer annyi) NaOH-oldat szükséges a közömbösítéshez, mint a másik két savoldathoz. ***1 pont***
b) A *B* főzőpohár tartalmazza az erős savat, a *C* főzőpohár a gyenge savat. ***1 pont***
Az erős sav közömbösítésekor kapott sóoldat (erős sav erős bázissal alkotott sója) kémhatása semleges, míg a gyenge sav közömbösítésekor kapott sóoldat (gyenge sav erős bázissal alkotott sója) kémhatása gyengén lúgos. *(Hasonló értelmű válasz is elfogadható.)* ***1 pont***
c) Az egyértékű savak közömbösítéséhez szükséges nátrium-hidroxid anyagmennyisége:
n(NaOH) = 0,00500 dm^3 · 0,500 mol/dm^3 = 0,00250 mol ***1 pont***
V(savoldat) = 0,250 dm^3, n(sav) = 0,00250 mol ***1 pont***
c(savoldat) = 0,00250 mol / 0,250 dm^3 = **0,0100 mol/dm^3** ***1 pont***
d) pH = 3,00, [$H3O^+$] = 0,00100 mol/dm^3 ***1 pont***
[$H3O^+$] = [A^-] ill.
[HA] = c – [H+]
Ks = {[A–]·[H3O+]} /[HA]
Ks = 0,0012 / 0,009 = **$1{,}11\cdot10^{-4}$** (mol/dm^3) ***3 pont***
(Az oxónium és a savmaradék egyenlősége 1 pont; az egyensúlyi koncentráció számolása 1 pont; a savállandó felírása és számolása 1 pont.)
e) c(erős sav) = 0,0100 mol/dm^3 = [$H3O^+$], **pH = 2,00** ***1 pont***
(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6/e-25 (2017. május, 6. feladat) **10 pont**
a) Hess tételének ismerete (vagy helyes alkalmazása) ***1 pont***

$\Delta rH = \Delta kH(C_6H_6(f)) - \Delta kH(C_6H_{12}(f))$ = **+ 205 kJ/mol** ***1 pont***

b) Mivel a H_2 koncentrációja háromszorosa a benzolénak, (1 : 3 arányú a reakció) $[C_6H_{12}(g)]$ = 0,80 mol/dm^3 ***1 pont***

Az átalakult ciklohexán is 0,80 mol/dm^3, a kiindulási koncentráció 1,60 mol/dm^3 (ezt a c) részben is elég kiszámolni) ***1 pont***

a ciklohexán **50,0 %-a alakult át**. ***1 pont***

c) Egyensúlyi állandó ismerete ***1 pont***

K = (2,43. 0,8) : 0,8 = **13,8 (mol/dm^3)^3** ***1 pont*** (A mértékegység lehagyása nem pontvesztő!)

d) ***m*(C_6H_{12})** = (5 dm$^{3\cdot}$ 1,6 mol/dm^3) · 84 g/mol = **672 g** ***2 pont***

e) Nőne, mivel a reakció endoterm (Le Chatelier-elv). ***1 pont***

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6/e-26 (2017. október, 8. feladat) **15 pont**

a) Etil-acetát szerkezeti képlete kötő- és nemkötő elektronpárok feltüntetésével. ***1 pont***

b) $HCOOH + CH_3OH \rightleftharpoons HCOOCH_3 + H_2O$ ***1 pont***

(A pont csak akkor jár, ha a vizsgázó egyensúly-jelet használt az egyenlet felírásához!)

c) A kiindulási metanol anyagmennyisége: $n_1(CH_3OH) = \frac{100\,g}{32{,}0\,g/mol} = 3{,}125\,mol$

A keletkező észter anyagmennyisége: $n_2(HCOOCH_3) = \frac{45{,}0\,g}{60{,}0\,g/mol} = 0{,}750\,mol$ ***1 pont***

A kiindulási *x mol* hangyasav tömege *46x (g)*.

Az oldatban lévő víz tömege: 54/46 · 46*x* = 54 *x*(*g*). ***1 pont***

Az oldatban lévő víz anyagmennyisége: 54*x* / 18 = 3*x mol*.

Egyensúlyi táblázat:

	HCOOH	CH_3OH	$HCOOCH_3$	H_2O	***Értékelés***
Kiindulás	*x mol*	**3,125 mol**	**0 mol**	**3x mol**	
Átalakulás	*0,750 mol*	*0,750 mol*	*0,750 mol*	*0,750 mol*	***1 pont***
Egyensúly	*(x-0,750) mol*	*2,375 mol*	**0,750 mol**	*(3x+0,750) mol*	***1 pont***

A folyamat egyensúlyi állandója: $K = \frac{[észter]_e \cdot [víz]_e}{[alkohol]_e \cdot [sav]_e}$ ***1 pont***

Az egyensúlyi állandóra felírható egyenlet: $4{,}60 = \frac{0{,}750 \cdot (3x + 0{,}750)}{2{,}375 \cdot (x - 0{,}750)}$ ***1 pont***

Az egyenlet megoldása: *x* = 1,009 ***1 pont***

Tehát a szükséges tiszta hangyasav tömege: $m_1(HCOOH)$ = 46,43 g

A szükséges hangyasav-oldat tömege: $m_{1\ oldat} = m_1(HCOOH) / 0{,}46 = 100{,}94g \approx$ **101 g** ***1 pont***

d) A kiindulási, 82,0 g tömegű oldatban lévő hangyasav tömege: *m*(*HCOOH*) = 37,72 g

Ennek anyagmennyisége: *n*(*HCOOH*) = 0,820 mol ***1 pont***

A hígítással keletkező, pH = 2,00 oldatban is 0,82 mol hangyasav lesz.

Ebben az oldatban az oxóniumion-koncentráció: $[H_3O^+]_2 = 10^{-2}$ mol/dm^3 ***1 pont***

A savi disszociációs állandó: $K = \frac{[H^+]_e \cdot [HCOO^-]_e}{c_s - [H^+]_e}$ ***1 pont***

A savi disszociációs állandóra felírható egyenlet: $1{,}76 \cdot 10^{-4} = \frac{10^{-2} \cdot 10^{-2}}{c_{s2} - 10^{-2}}$

Az egyenlet megoldása: c_{s2} = 0,578 *mol / dm^3* = ***1 pont***

A hangyasav anyagmennyiségére felírható egyenlet: $V_2 \cdot 0{,}578\ mol/dm^3 = 0{,}820 mol$

Megoldása: V_2= **1,42 dm^3** ***1 pont***

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6/e-27 (2018. május, 7. feladat) **11 pont**

a) A sav moláris tömege legyen *M*, 10 mol víz tömege 180 g.

0,31 . (*M* + 180) = *M* ***1 pont***

M **= 80,9 g/mol** ***1 pont***

b) Egy lehetséges megoldás: V_o = 1 dm^3 = 1000 cm^3

n(sav) = 4,83 mol

m(sav) = 4,83 mol . 80,9 g/mol = 391 g

*m*o = 391 : 0,31 = 1260 g

ρ = 1260 g : 1000 cm^3 = **1,26 g/cm^3** ***3 pont***

c) $[OH^-]$ = 0,01 mol/dm^3 ***1 pont***

A bázisállandó ismerete ***1 pont***

$c_b = [OH^-]_2 : K_b + [OH^-]$

c_b = 0,239 mol/dm^3 ***2 pont***

n(bázis) = *n*(sav) (vagy ennek használata) ***1 pont***

A hígított savoldat koncentrációja 0,483 mol/dm^3

V = (0,239 · 10) : 0,483 = **4,95 cm^3** ***1 pont***

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

6/e-28 (2019. május, 9. feladat) **13 pont**

a) *n*(NaOH) = *cV* = 1,689 · 10^{-3} mol

A HA + NaOH = NaA + H_2O egyenlet alapján ugyanennyi HA ***1 pont***

A teljes törzsoldatban: 250,0/20,00 · 1,689 · 10^{-3} mol = 0,02111 mol HA ***1 pont***

A sav moláris tömege: *M* = 2,196 g : 0,02111 mol = **104,0 g/mol** ***1 pont***

Az oxigéntartalom alapján: 104,0 g/mol · 0,4615 = 48,00 g/mol→ 3 O ***1 pont***

A maradék: 104,0 g/mol – 48,0 g/mol = 56,0 g/mol, amelyből reálisan csak a C_4H_8 adódik. ***1 pont***

A vegyület képlete: **$C_4H_8O_3$** ***1 pont***

b) pH = 2,90 → $[H^+]$ = 1,259 · 10^{-3} mol/dm^3 ***1 pont***

Az oldat bemérési koncentrációja: *c* = 0,02111 mol : 0,2500 cm^3 = 0,08444 mol/dm^3. ***1 pont***

Az egyensúlyi koncentrációk: $[H^+] = [A^-]$ = 1,259 · 10^{-3} mol/dm^3

[HA] = 0,08444 mol/dm^3 – 1,259 · 10^{-3} mol/dm^3 = 0,08318 mol/dm^3 ***1 pont***

$$K_s = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$ ***1 pont***

*K*s = (1,259 · 10^{-3} mol/dm^3)^2 / 0,08318 mol/dm^3 = **1,91 · 10^{-5}**(mol/dm^3). ***1 pont***

c) A feltételeknek megfelelő képlet: HO–CH_2–CH_2–CH_2–COOH ***2 pont***

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

OKTV feladatok

6/o-1 (2015/1/12/5) **9 pont**

a) A diklór-ecetsav-oldatra: [H+] = 1,51·10^{-2} mol/dm^3 (1)

$c = \frac{[H^+]}{\alpha}$ = 1,53·10^{-2} mol/dm^3

Az oldatok koncentrációja tehát 1,53·10^{-2} mol/dm^3. (1)

b) A többi savnál is megkapható a hidrogénion-koncentráció a disszociációfok segítségével:

$[H^+] = \alpha c$ (1)

Az ecetsavoldatra: *c* = 1,53·10^{-2} mol/dm^3 $[H^+] = \alpha c$ = 4,43·10^{-4} mol/dm^3 (1)

Ks(ecetsav) $=\frac{[H^+]^2}{c-[H^+]}$ = 1,3·10^{-5} (2) *1 pont a Ks kiszámításának ismerete. Ez elvileg hibásan számolt [H+] esetén is megadható.*

A monoklór-ecetsav-oldatra hasonlóképpen: [H$^+$] = αc = 6,09·10^{-3} mol/dm^3 (1)

Ks(monoklór-ecetsav) = 4,0·10^{-3} (1)

A diklór-ecetsav esetén: Ks(diklór-ecetsav) = 1,7 (1)

Ha a versenyző a savállandó nevezőjében nem az egyensúlyi savkoncentrációval ( ) számol, hanem a bemérési koncentrációval (c), az erre járó pontok nem adhatók meg. Ez összesen 3 részpontot érint (az ecetsav és a monoklór-ecetsav esetén). A diklór-ecetsav esetén olyan nagymértékű a disszociáció, azaz olyan kicsi a disszociálatlan sav koncentrációja, hogy a Ks számítása numerikusan igen érzékennyé válik. A művelet eredménye 1,67. A kerekített c, ill. [H+] értékekből 1,14 adódik. Emiatt ez esetben a Ks = $\frac{[H^+]}{c}$ összefüggés elvileg helyesnek fogadható el, indoklás nélkül is.

6/o-2 (2016/1/12/9) **7 pont**

a) [H$^+$] = 1,41·10^{-3} mol/dm^3 (1)

Ks = [H$^+$]·[A$^-$]/[HA] = 1,41·10^{-3} / 18,2 = 7,75·10^{-5} (2)

1 pont a savi disszociációs állandó kifejezéséért, 1 pont a számításért.

b) [H$^+$] = [A$^-$] = 1,41·10^{-3} mol/dm^3 (1)

[HA] = 18,2·[A$^-$] = 2,57·10^{-3} mol/dm^3 (1)

cHA = [HA] + [A$^-$] = 2,71·10^{-2} mol/dm^3 (1)

M(HA) = 0,506 g / 2,71·10^{-3} mol = 186,7 g/mol (1)

(Az oldat térfogatát 100 cm^3-nek vehetjük, tekintettel a feloldott anyag igen kis mennyiségére.)

6/o-3 (2006/2/2/3) **12 pont**

a) A trifluor-ecetsav (TFA) erős savnak tekinthető, pH-ja 2,00.

Ecetsav (HA) pH-ja: 1,86 · 10^{-5} = [H_3O^+]^2 /(0,01–[H_3O^+])

Ebből: pH = 3,37

b) A keletkezett oldat pH-ja 2,69, azaz az oldatban [H3O$^+$] = 2,05 · 10^{-3} mol/dm^3.

Vegyünk 1 dm^3-t az ecetsavoldatból és x dm^3-t a trifluor-ecetsav-oldatból! Az ecetsavból disszociál y mol.

Az oldatban lévő részecskék koncentrációja:

[A$^-$] = $\frac{y}{x+1}$ [HA] = $\frac{0{,}01-y}{x+1}$ [TFA–] = $\frac{0{,}01x}{x+1}$

Összefüggések az ecetsavoldatra és a töltésegyenlegre:

1 $1{,}86 \cdot 10^{-5} = \frac{2{,}05 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{y}{x+1}}{\frac{0{,}01-y}{x+1}}$

2 $2{,}05 \cdot 10^{-3} = \frac{y}{x+1} + \frac{0{,}01x}{x+1}$

Az 1. egyenlet rendezve:

$9{,}073 \cdot 10^{-5} = \frac{y}{0{,}01-y}$

Ebből: y = 8,991 · 10^{-5}

A 2. egyenlet rendezve:

2,05 · 10^{-3} x + 2,05 · 10^{-3} = y + 0,01 x

Az y értékét behelyettesítve és ismételten rendezve:

2,05 · 10^{-3} – 8,991 · 10^{-5} = 0,01 x – 2,05 · 10^{-3} x

1,96 · 10^{-3} = 7,95 · 10^{-3} x

Ebből: x = 0,2465

A összeöntés során **1:4,056** arányban kellett venni az trifluor-ecetsav- és az ecetsavoldatot.

6/o-4 (2006/2/2/5) **14 pont**

a) Semlegesítés: pH = 7 Közömbösítés: pH > 7

Mivel $\Delta V = 0$, a két oldatban azonos a disszociált és disszociálatlan sav összkoncentrációja.

$c = [A^-]_1 + [HA]_1$ $c = [A^-]_2 + [HA]_2$

Semlegesítésnél, mivel $[H_3O^+] = [OH^-]$ így: $[Na^+]_1 = [A^-]_1$

Közömbösítésnél a hozzáadott NaOH anyagmennyisége megegyezik a sav anyagmennyiségével: $[Na^+]_2 = [A^-]_2 + [HA]_2$

Tudjuk, hogy 1,1-szer több NaOH kell a közömbösítéshez, mint a semlegesítéshez:

$1{,}1[Na^+]_1 = [Na^+]_2$

Ezt a koncentrációkkal kifejezve: $c = [Na^+]_2$

Az egyensúlyi állandó $K = \frac{10^{-7} \cdot [A^-]_1}{c - [A^-]_1}$

$$K = \frac{10^{-7} \cdot [Na^+]_1}{1{,}1[Na^+]_1 - [Na^+]_1} *$$

Ebből: $\boldsymbol{K = 1{,}00 \cdot 10^{-6}}$

b) $K_s = 1{,}86 \cdot 10^{-5} = 10^{-7}\,[Ac^-]1/(c-[Ac^-]_1)$

A *-gal jelöltegyenletbe behelyettesítve: $1{,}86 \cdot 10^{-5} = 10^{-7}\,[Na^+]_1/[Na^+]_1(x-1)$

Ebből: $x = 1{,}0054$

1,0054-szeres mennyiségű NaOH kell a közömbösítéshez.

6/o-5 (2007/2/2/3) **11 pont**

Jelöljük a savat HA-val!

A sav 3 grammjából készített oldatban H_3O^+-ionok, A^--ionok és HA molekulák vannak, összes anyagmennyiségük 37,6 mmol.

Ha 100 HA molekulából α disszociál, akkor az ionok és a molekulák összege:

$(100 - \alpha) + 2\,\alpha = 100 + \alpha$.

Eredetileg az oldatban tehát 37,6 mmol / 1,185 = 31,7 mmol HA volt.

HA moláris tömege tehát 3 g / 0, 0317 mol = **94,5 g/mol**.

A leváló, savban oldhatatlan csapadék ezüst-klorid lehet, ez a klór jelenlétére utal. A nem egész moláris tömeg alapján is feltételezhető, hogy klór szerepel HA molekulájában.

Egy lehetséges megoldás a **klór-ecetsav, $ClH_2C–COOH$**.

Az oldat össztömege 1003 g volt, térfogata 1003 cm^3.

Tehát a klórecetsav kiindulási koncentrációja, $c = \frac{0{,}0317\text{mol}}{1{,}003\text{dm}^3} = 3{,}16 \cdot 10^{-2}$ mol/dm^3.

A sav disszociációállandója: $\mathbf{K} = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{c\alpha \cdot c\alpha}{c(1-\alpha)} = c\frac{\alpha^2}{1-\alpha} = \mathbf{1{,}33 \cdot 10^{-3}\ mol/dm^3}$

6/o-6 (2008/2/2/8) **16 pont**

Vezessük be a következő jelölést: borkősav = H_2T

a) pH = 2,00 esetén: $K_1 = \frac{[H^+][HT^-]}{[H_2T]} \rightarrow \frac{[HT^-]}{[H_2T]} = 0{,}105$

$$K_2 = \frac{[H^+][T^{2-}]}{[HT^-]} \rightarrow \frac{[T^{2-}]}{[HT^-]} = 4{,}57 \cdot 10^{-3}$$

Töltésmérleg: $[H^+] = [HT^-] + 2[T^{2-}]$

Ezekből: $[HT^-] = 9{,}91 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3, ill. $c(H_2T) = [H_2T] + [HT^-] + [T^{2-}] = 0{,}1043$ mol/dm^3.

1,000 dm^3 oldat készítéséhez tehát 0,1043 · 150,09 = **15,65 g borkősavat** mért be.

b) 100 cm^3 oldathoz még $7{,}102 \cdot 10^{-3}$ mol borkősavat kellett adnia, tehát az így készített oldat bemérési koncentrációja $c_2 = 0{,}1043 + 0{,}07102 = 0{,}1753$ mol/dm^3 lett.

Mivel pH = 2,00, $[H^+]$ = 0,01 mol/dm^3.

$c(H_2T) = [H_2T] + [HT^-] + [T^{2-}]$.

Vegyük észre azonban, hogy már a hígabb oldatnál is gyakorlatilag elhanyagolható volt a tartarátionok koncentrációja, így jó közelítéssel felírható: 0,1753 mol/dm^3 = $[H_2T] + [HT^-]$

Továbbá szintén elfogadható közelítés: $[H^+] \approx [HT^-]$ = 0,01 mol/dm^3.

Ezek szerint $[H_2T]$ = 0,165 mol/dm^3, amiből $K_1 = 6{,}06 \cdot 10^{-4}$.

Ennek alapján az első oldatra: 0,1043 mol/dm^3 = $[H_2T] + [HT^-] \approx [H_2T] + [H^+]$

$K_1 = \frac{[H^+]^2}{0{,}1043-[H^+]}$ → $[H^+] = 7{,}65 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3 → **pH = 2,1(2), az eltérés tehát 0,1(2).**

c) Ha a minta oxálsavat is tartalmaz, ugyanakkora tömeget bemérve nagyobb bemérési koncentráció alakul ki (mert az oxálsav moláris tömege kisebb). Ráadásul az oxálsav K_1 értéke nagyobb, mint a borkősavé, ezért semmiképpen sem kaphattunk volna 2,00-nél nagyobb pH-t.

d) A hallgató végül tényleg borkősavból készítette el az oldatot, de a $K1$ értéke eltér a táblázatban szereplőtől. Ez csak úgy lehetséges, hogy a felhasznált anyag nem L-borkősav (és nem is D-borkősav) volt, hanem az **L-borkősav diasztereomerje (az optikailag inaktív ún. *mezo*-borkősav)**, hiszen annak eltérőek a savállandói. A hallgató nyilvánvalóan a pontos nevet találta meg a vegyszeres üvegen, ill. a *mezo*-borkősav K_1 értéket kereste meg a kézikönyvben, amely jó egyezést mutat a kiszámolt $6{,}06 \cdot 10^{-4}$ értékkel.

6/o-7 (2009/2/2/1) **6 pont**

A lombik térfogata 1 dm^3. Ebben 1/24,5 mol HCl gáz van szobahőmérsékleten. (1)

A kísérlet során ez mind elnyelődik a lombikba befecskeződő vízben, ami tiszta HCl gáz esetén teljesen megtölti a lombikot. (2)

Tehát 1 dm^3 oldatban 1/24,5 mol HCl van. A sósav erős sav, tehát a hidrogénionok koncentrációja is ennyi lesz. (2)

A pH = –log(1/24,5) = 1,39 (1)

6/o-8 (2009/2/2/7) **11 pont**

a) pH = $-\lg[H^+] = -\lg c_{sósav}$ = 1,70 (1)

b) a kénsav disszociációjának első lépése teljes, míg másodikban lépésben úgy kell számolni, mint a gyenge savaknál.

Anyagmérleg: $c_{kénsav} = [HSO_4^-] + [SO_4^{2-}]$

Töltésmérleg: $[H^+] = [HSO_4^-] + 2[SO_4^{2-}]$

Egyensúlyi állandó: $K_2 = [SO_4^{2-}][H^+]/[HSO_4^-]$ (3)

Az egyenletrendszer megoldása: $[H^+]$ = 0,026 mol/dm^3, azaz pH = 1,58 (2)

c) Az új oldat készítése során hígulás történik, ezért $c_{kénsav} = c_{sósav}$ = 0,01 mol/dm^3.

Anyagmérleg: $c_{kénsav} = [HSO_4^-] + [SO_4^{2-}] = [Cl^-] = c_{sósav}$

Töltésmérleg: $[H+] = [HSO_4^-] + 2[SO_4^{2-}] = [Cl^-]$

Egyensúlyi állandó: $K_2 = [SO_4^{2-}][H^+]/[HSO_4^-]$ (3)

Az egyenletrendszer megoldása: $[H^+]$ = 0,023 mol/dm^3, azaz pH = 1,63 (2)

6/o-9 (2010/2/2/6) **14 pont**

A 2,00 pH-jú kénsavoldatban $[H^+] = 10^{-2}$ mol/dm^3.

Összefüggések: $[HSO_4^-] + [SO_4^{2-}] = c$

$$\frac{[SO_4^{2-}][H^+]}{[HSO_4^-]} = 1{,}20 \cdot 10^{-2}$$

$$[HSO_4^-] + 2\,[SO_4^{2-}] = [H^+]$$

Ezekből: $c = 6{,}47 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3.

Az ammónia elnyeletése után $[H^+] = 10^{-3}$ mol/dm^3.

Összefüggések: $[HSO_4^-] + [SO_4^{2-}] = c$

$$\frac{[SO_4^{2-}][H^+]}{[HSO_4^-]} = 1{,}20 \cdot 10^{-2}$$

$$[[HSO_4^-] + 2\,[SO_4^{2-}] = [H^+] + [NH_4^+]$$

$$\frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = 1{,}78 \cdot 10{-}5$$

Ezekből: $[NH_4^+] = 1{,}144 \cdot 10^{-2}$ mol/dm^3

Az utolsó egyenletből kiszámolható, hogy $\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} = 1{,}78 \cdot 10^6$, vagyis az ammónia gyakorlatilag teljesen protonálódik.

$n(NH_3) = [NH_4^+] + [NH_3] = 1{,}144 \cdot 10^{-2}$ mol

$V(NH_3) = 280$ cm^3.

280 cm^3 25 °C-os, standard nyomású ammóniát kell elnyeletni.

6/o-10 (2011/2/2/8) **13 pont**

a) Vezessük be a következő jelöléseket: $[CH_3COO^-] = a$; $[HCOO^-] = b$

A keverékben az ecetsav koncentrációja legyen $5c$, míg a hangyasavé c. (1)

$[H^+] = 10^{-3}$ mol/dm^3 (1)

Felírhatók a következő egyenletek: $\frac{10^{-3}a}{5c-a} = 1{,}75 \cdot 10^{-5}$ (1)

$$\frac{10^{-3}b}{c-b} = 1{,}77 \cdot 10^{-4} \text{ (1)}$$

$$a + b = 10^{-3} \text{ (1)}$$

Az egyenletrendszerből $c = 4{,}23 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3 adódik. (1)

Az eredeti oldatok koncentrációja tehát: $c_{ecetsav} = c_{hangyasav} = 6c = 2{,}54 \cdot 10^{-2}$ mol/dm^3 (1)

b) Ha az oldatokat 1,00 : 5,00 térfogatarányban öntjük össze, az elegyben a bemérési koncentrációk a következők lesznek:

$c_{ecetsav} = c_1 = 4{,}23 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3

$c_{hangyasav} = c_2 = 2{,}12 \cdot 10^{-2}$ mol/dm^3 (1)

$[CH_3COO^-] = a'$; $[HCOO^-] = b'$; $[H^+] = x$

Felírhatók a következő összefüggések:

$$K_1 = \frac{a'x}{c_1 - a'}$$

$$K_2 = \frac{b'x}{c_2 - b'}$$

$$a' + b' = x$$

Az egyenletrendszerből a következő harmadfokú egyenlet adódik:

$$x^3 + (K_1 + K_2) \cdot x^2 + (K_1K_2 - K_1c_1 - K_2c_2) \cdot x - (K_1K_2c_1 + K_1K_2c_2) = 0$$

Bizonyos elhanyagolásokkal azonban leegyszerűsíthető a megoldás.

Tételezzük fel, hogy az oxóniumionok gyakorlatilag csak a hangyasavból származnak! (A hangyasav koncentrációja ötszöröse az ecetsavénak, ráadásul egy nagyságrenddel erősebb sav is.) (1)

Ebben az esetben az oldat pH-ja jó közelítéssel megegyezik egy $2{,}12 \cdot 10^{-2}$ mol/dm^3 koncentrációjú hangyasavoldat pH-jával, ami az ismert módon számítható: pH = 2,73

Vizsgáljuk meg, hogy jogos volt-e az ecetsavból származó oxóniumionok elhanyagolása!

Ha pH = 2,73, $[H^+] = 1{,}85 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3.

$\frac{a' \cdot 1{,}85 \cdot 10^{-3}}{c_1 - a'} = 1{,}75 \cdot 10^{-5}$, amiből $a' = 0{,}00938c_1 = 3{,}97 \cdot 10^{-5}$ mol/dm^3 adódik.

$b' = 1{,}81 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3, vagyis az oxóniumionok 98%-a a hangyasavból származik. (2)

Megállapíthatjuk tehát, hogy a kapott oldat pH-ja közelítőleg 2,7. (2)

(A harmadfokú egyenletből adódó oxóniumion-koncentráció kb. 1%-kal nagyobb, de a pH akkor is 2,73.)

6/o-11 (2012/2/2/8) **12 pont**

a) A 3,4-dinitro-benzoesav összegképlete $C_7H_4N_2O_6$. (1)

$M(C_7H_4N_2O_6)$ = 212,1 g/mol

A telített oldat koncentrációja: c = 6,7 g / 212,1 g/mol · dm^3 = 3,16·10^{-2} mol/dm^3 (1)

pH = 2,21 → [H$^+$] = 6,166·10^{-3} mol/dm^3 (1)

$Ks = \frac{[H^+]^2}{c-[H^+]}$ = 1,49·10^{-3} (2)

b) NaOH adagolására azért nő meg az oldhatóság, mert vízben jól oldódó só keletkezik, míg a disszociálatlan sav koncentrációja változatlan marad.

NaOH jelenlétében tehát: c' = 2·3,16·10^{-2} mol/dm^3 = [HA]' + [A$^-$]' (1)

[HA]' = [HA] = c–[H$^+$] = 2,54·10^{-2} mol/dm^3 (1)

[A$^-$]' = 3,78·10^{-2} mol/dm^3 (1)

$Ks = \frac{[H^+]\cdot[A^-]'}{[HA]'}$, amiből [H$^+$]' = 1,00·10^{-3} mol/dm^3 (1)

[Na$^+$]' + [H$^+$]' = [A$^-$]' + [OH$^-$]' (1)

Ebből [Na$^+$]'= 3,68·10^{-2} mol/dm^3 (1)

100 cm^3 oldatban tehát a NaOH anyagmennyisége 3,68·10^{-3} mol, tömege 0,147 g. (1)

6/o-12 (2013/2/2/5) **10 pont**

a) x: OH$^-$ o: HA □: H$^+$ Δ: A$^-$ (2)

b) A hozzáadott szilárd anyag (bázis) kationjának. (1)

c) $Ks = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$ (1)

pH = 3 esetén pl. [H$^+$] = 10^{-3} mol/dm^3, a grafikon szerint pedig [A$^-$] = 10^{-3} mol/dm^3 és [HA] = 10^{-1} mol/dm^3. (1)

Ebből Ks = 10^{-5} (1)

d) [HA] + [A$^-$] = c(HA) = 0,10 mol/dm^3 bármilyen pH-n. (1)

e) c(HA) = 10^{-4} mol/dm^3. $Ks = \frac{[H^+]^2}{c(HA)-[H^+]}$ (1)

Az egyenlet megoldása [H$^+$] = 2,7·10^{-5} mol/dm^3. (1)

pH = 4,6 (1)

6/o-13 (2013/2/2/7) **11 pont**

a) A hidrogén-szulfát-ion egyértékű sav, disszociációs állandója K.

Legyen a kiindulási oldat koncentrációja c_1!

$\alpha_1 = \frac{[H^+]_1}{c_1}$ (1)

$K = \frac{[H^+]^2}{c_1-[H^+]} = \frac{\alpha_1{}^2\cdot c_1}{1-\alpha_1}$ (2)

A hígított oldatra: $\alpha_2 = 1{,}683\ \alpha_1$ (1)

$c_2 = 0{,}1c_1$ (1)

$K = \frac{[H^+]^2}{c_2-[H^+]} = \frac{\alpha_2{}^2\cdot c_2}{1-\alpha_2} = \frac{0{,}283\alpha_1{}^2\cdot c_1}{1-1{,}683\alpha_1}$ (1)

$\frac{0{,}283\alpha_1{}^2\cdot c_1}{1-1{,}683\alpha_1} = \frac{\alpha_1{}^2\cdot c_1}{1-\alpha_1}$ (1)

α_1 = 0,512 a hidrogén-szulfát-ionok disszociációfoka a kiindulási oldatban. (1)

b) $[H^+]_1$ = 0,0191 mol/dm^3 (1)

A kiindulási oldat koncentrációja: $c_1 = \frac{[H^+]_1}{\alpha_1}$ = 0,037 mol/dm^3 (1)

c) $K = \frac{\alpha_1{}^2 \cdot c_1}{1-\alpha_1}$ = 1,99·10^{-2} (1)

6/o-14 (2014/2/2/6) **10 pont**

a) A kiindulási híg ecetsavoldat pH-ja 3,95.

$[H^+]_1$ = 1,122·10^{-4} mol/dm^3 (1)

$Ks = \frac{[H^+]^2}{c_1-[H^+]}$ (1)

Ebből c = 8,316·10^{-4} mol/dm^3 (1)

A vízkőoldás után a következő összefüggések állnak fenn a keletkezett oldatra:

$[H^+]_2$ = 2,138·10^{-5} mol/dm^3 (1)

$2[Ca^{2+}]_2 + [H^+]_2 = [Ac^-]_2$ (1)

$[HAc]_2 + [Ac^-]_2 = c$ (1)

$Ks = \frac{[H^+]_2\,[Ac^-]_2}{[HAc]_2}$ (1)

Az egyenletrendszer megoldásaként adódik az oldat kalciumion-koncentrációja:

$[Ca^{2+}]_2$ = 1,765·10^{-4} mol/dm^3 (1)

Az oldat térfogata 0,5 dm^3, tehát abban 8,823·10^{-5} mol Ca^{2+} van. (1)

A feloldódott $CaCO_3$ tömege: $m(CaCO_3)$ = 8,823·10^{-5} mol · $M(CaCO_3)$ = 8,83 mg (1)

6/o-15 (2015/2/2/4) **6 pont**

a) HIn^- (1)

b) $K = \frac{[H^+][In^{2-}]}{[HIn^-]}$ (1)

$\frac{[HIn^-]}{[In^{2-}]} = \frac{[H^+]}{K} = \frac{10^{-pK}}{K}$(1)

c) Az átmeneti színt akkor látjuk, amikor $[HIn^-] \leq 10\,[In^{2-}]$ és $10\,[HIn^-] \geq [In^{2-}]$ (1)

Az előbb meghatározott összefüggés szerint ekkor $10\,K \geq 10 - pH \geq 0{,}1\,K$ (1)

Ebből 6,6 < pH < 8,6 (1)

6/o-16 (2015/2/2/7) **22 · 0,5 = 11 pont**

a) A kénsavoldatra:

$Ks_2 = \frac{[SO_4{}^{2-}][H^+]}{[HSO_4{}^-]}$ **Hiba! Érvénytelen csatolás.**

$c = [HSO_4^-] + [SO_4^{2-}]$ (1)

$2\,[SO_4^{2-}] + [HSO_4^-] = [H^+]$ (1)

Az egyenletrendszer megoldása: $[H^+]$ = 0,114 mol/dm^3 (1)

pH = 0,94 (1)

Az ecetsavoldatra: $K = \frac{[H^+][Ac^-]}{c-[Ac^-]}$ **Hiba! Érvénytelen csatolás.**

Ebből $[H^+]$ = 1,35·10^{-3} mol/dm^3 (1)

pH = 2,87 (1)

A NaOH-oldatra: pH = 13 (1)

b) 3,00 pH-jú oldatot kaphatunk a kénsav- és a nátrium-hidroxid-oldat, valamint az ecetsavoldat és a nátrium-hidroxid-oldat összeöntésével. (1)

(1) H_2SO_4 + NaOH

1,00 dm^3 kiindulási kénsavoldathoz öntsünk V_1 térfogatú NaOH-oldatot.

$[H^+] = 1{,}00 \cdot 10^{-3}$ mol/dm^3

$K_{S2} = \frac{[SO_4{}^{2-}][H^+]}{[HSO_4{}^-]} \rightarrow \frac{[SO_4{}^{2-}]}{[HSO_4{}^-]} = 19$ **Hiba! Érvénytelen csatolás.**

$2 \cdot 19[HSO_4^-] + [HSO_4^-] = [H^+] + [Na^+]$ (1)

$19[HSO_4^-] + [HSO_4^-] = \frac{0{,}1\ mol}{1{,}00\ dm^3 + V_1}$ (1)

$[Na^+] = \frac{0{,}1\ mol \cdot dm^{-3} \cdot V_1}{1{,}00\ dm^3 + V_1}$ (1)

Az egyenletrendszer megoldásaként: $V_1 = 1{,}92$ dm^3 (2)

(2) CH_3COOH + NaOH

1,00 dm^3 kiindulási ecetsavoldathoz öntsünk V_2 térfogatú NaOH-oldatot.

$K = \frac{[H^+][Ac^-]}{[HAc]} \rightarrow \frac{[Ac^-]}{[HAc]} = 0{,}0186$ **Hiba! Érvénytelen csatolás**

$0{,}0186[HAc] = [H^+] + [Na^+]$ (1)

$0{,}0186[HAc] + [HAc] = \frac{0{,}1\ mol}{1{,}00\ dm^3 + V_2}$ (1)

$[Na^+] = \frac{0{,}1\ mol \cdot dm^{-3} \cdot V_2}{1{,}00\ dm^3 + V_2}$ (1)

Az egyenletrendszer megoldásaként: $V_2 = 8{,}18$ cm^3 (2)

6/o-17 (2016/2/2/4) **12 · 2/3 = 8 pont**

a) Az oldat pH-ját a NaOH határozza meg. (1)

n(NaOH) = 0,175 mol (1)

A felhígított oldatban: c(NaOH) = 0,025 mol/dm^3 (1)

pH = 12,4 (1)

b) Ebben az esetben számolni kell a hidrogén-tartarát pH-csökkentő hatásával.

A feloldott kálium-hidrogén-tartarát anyagmennyisége 0,0919 mol; (1)

végső koncentrációja 0,0131 mol/dm^3. (1)

Ez jóval kisebb, mint a NaOH-é, az oldat tehát erősen lúgos marad.

Emiatt elhanyagolható a borkősav és az oxóniumion koncentrációja az oldatban.

Felírhatók a következő összefüggések:

$[HT^-] + [T^{2-}] = 0{,}0131$ mol/dm^3 (1)

$[HT^-] + 2[T^{2-}] + [OH^-] = [Na^+] + [K^+] =$ (1)

$= 0{,}025$ mol/dm^3 + 0,0131 mol/dm^3 = 0,0381 mol/dm^3 (1)

$K_2 = \frac{[H^+][T^{2-}]}{[HT^-]} = \frac{[T^{2-}] \cdot K_v}{[HT^-][OH^-]}$ (1)

Ebből látható, hogy mivel az oldat erősen lúgos kémhatású, $[HT^-]$ koncentrációja is elhanyagolható $[T^{2-}]$ mellett.

Így $[OH^-] = 0{,}0381$ mol/dm^3 – 2·0,0131 mol/dm^3 = 0,0119 mol/dm^3 (1)

pH = 12,1 (1)

Másképpen:

Az erősen lúgos oldatban a hidrogén-tartarát gyakorlatilag teljesen deprotonálódik. (A K_2 kifejezéséből látszik, hogy még 11-es pH esetén is 4,3·106-szorosa a tartarátionok koncentrációja a hidrogén-tartaráténak.) (2)

Ezek szerint a hidroxidionok mennyisége a feloldott hidrogén-tartarát mennyiségével csökken: (2)

$OH^- + HT^- = H_2O + T^{2-}$

Mivel a feloldott kálium-hidrogén-tartarát anyagmennyisége 0,0919 mol; (1)

végső koncentrációja 0,0131 mol/dm^3, (1)

felírható: $[OH^-] = 0{,}025\ mol/dm^3 – 0{,}0131\ mol/dm^3 = 0{,}0119\ mol/dm^3$ (1)

pH = 12,1 (1)

Az elhanyagolásokra vonatkozó szöveges indoklások nélkül is maximális pontszámmal értékelhető a helyes számítás.