

A tengervíz legismertebb tulajdonsága az édesvizénél lényegesen magasabb sótartalma. Ez az érték átlagosan 3,50 m/m%, de konkrét értékét sokféle tényező befolyásolja. Ahol folyók ömlenek a tengerbe, vagy ahol jéghegyek olvadnak el, ott a sótartalom kisebb. A Vörös-tenger a legsósabb nyílt tenger, magas sótartalmának oka az erős párolgás, a kevés beömlő folyó és a korlátozott áramlás. Egyes tavakban a sótartalom ennél is magasabb lehet. Legnagyobb sótartalma a száraz területeken fekvő lefolyástalan tavaknak van. A Holt-tenger vizének sótartalma eléri a 28,0 m/m%-ot.

Az oldott anyag azonban nem kizárólag nátrium-klorid sem a tengervízben, sem a Holt-tenger vizében. Egy kémia tanár a kísérleteiben mégis 3,67 m/m%-os, 1,03 g/cm³ sűrűségű nátrium-klorid-oldatot használt a tengervíz tulajdonságainak bemutatására.

- a) Számítsa ki a tanár által használt oldat anyagmennyiség-koncentrációját!
- b) Számítsa ki, mekkora tömegű vizet kell elpárologtatni 1,00 dm³ 3,67 m/m%-os nátrium-klorid-oldatból, hogy elérje a Holt-tenger tömegszázalékos sótartalmát!
- c) A b) feladatban leírt kísérletet nem lehet úgy megvalósítani, hogy 20 °C-on, nyitott edényben állni hagyjuk a nátrium-klorid-oldatot. Miért? Válaszát számszerű adattal támassza alá! (Használja a Négyjegyű függvénytáblázatok megfelelő adatát!)

Természetföldrajzi szempontból fontos tény, hogy a tengervíz nem 0 °C-on fagy meg, ugyanis a sóoldatok fagyáspontja alacsonyabb, mint a desztillált vizé. Az oldatnak a tiszta oldószerhez viszonyított *fagyáspont-csökkenését* (ΔT_f) úgy kaphatjuk meg, hogy az oldat ún. *Raoult-koncentrációját* (m_c) megszorozzuk az oldószerre jellemző *fagyáspont-csökkenési állandóval* (K_f):

$$\Delta T_f = m_c \cdot K_f$$

A Raoult-koncentráció megadja, hogy a vizsgált oldatban 1,00 kg oldószerre mekkora anyagmennyiségű oldott anyag jut. Ionokra disszociáló anyagok esetén itt az ionok összkoncentrációját kell figyelembe venni. Mértékegysége mol/kg.

A víz fagyáspont-csökkenési állandója $K_f = 1,86 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$

- d) Számítsa ki a 3,67 m/m%-os nátrium-klorid-oldat fagyáspontját!

A sós tavak vizének összetétele nagyon változatos, és általában jelentősen különbözik a világ-tengerekéitől. A szulfátokban szegény vizekben például feldúsulhat a kalcium. A karbonátokban gazdag tavak kémhatása erősen lúgos, és a legjellemzőbb kationjuk miatt nátrontavakként emlegetik őket.

e) Írja fel a nátrontavak kémhatását okozó kémiai folyamat ionegyenletét!

f) Mi a magyarázata annak, hogy a szulfátban és karbonátban gazdag tavakban nem lehet jelen számottevő koncentrációban kalciumion?

A tanár a tengervíz kloridion-tartalmának igazolására platinaelektrodokkal elektrolizálta a maga által készített nátrium-klorid-oldatot.

g) Mekkora térfogatú standard légköri nyomású, 25 °C-os klórgáz fejleszthető elegendő mennyiségű tengervízből 4,00 A erősségű árammal 4,00 óra alatt? Melyik elektródon válik le a klórgáz? Írja fel a megfelelő elektródfolyamat egyenletét is! (Tételezzük fel, hogy a klórgáz teljes mennyisége eltávozik az oldatból.)

Az igazi tengervízben a nátrium-klorid mellett főleg magnézium-klorid, magnézium-szulfát és kálium-szulfát található oldott anyagként. Érdekes, hogy ha ilyen valódi tengervizet elektroli- zálunk (szintén platinaelektrodokkal), akkor a tapasztalatok kissé eltérnek a nátrium-klorid- oldat elektrolizálásához képest. Ebben az esetben a katód környezetében fehér csapadék leválása figyelhető meg. A csapadékot a katód folyamatban képződő ion és a tengervíz egyik ionja alkotja.

h) Adja meg a képződő csapadék képletét!

(2025. május)

Megoldás: (14 pont)

a) 1,00 dm³ térfogatú, 3,67 tömegszázalékos oldat tömege:
 $m_{\text{összes}} = 1000 \text{ cm}^3 \cdot 1,03 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1030 \text{ g}$
 A nátrium-klorid tömege 1,00 dm³ térfogatú oldatban
 $m(\text{NaCl}) = 0,0367 \cdot 1030 \text{ g} = 37,8 \text{ g}$ 1 pont
 A nátrium-klorid anyagmennyisége:
 $n = \frac{37,8 \text{ g}}{58,5 \text{ g/mol}} = 0,646 \text{ mol}$
 Az oldat anyagmennyiség-koncentrációja:
 $c = \frac{0,646 \text{ mol}}{1,00 \text{ dm}^3} = 0,646 \text{ mol/dm}^3$ 1 pont
 b) A 28,0 tömegszázalékos oldat tömege:
 $m_o = \frac{37,8 \text{ g}}{0,28} = 135 \text{ g}$
 Az elpárolgott víz tömege:
 $\Delta m(\text{H}_2\text{O}) = (1030 - 135) \text{ g} = 895 \text{ g}$ 1 pont
 c) 20 °C-on a nátrium-klorid oldhatósága 35,9 g / 100 g víz.
 vagyis ezen a hőmérsékleten legfeljebb 26,4 m/m%-os oldat nyerhető. 1 pont
 d) 1030 g tömegű oldatban lévő víz tömege:
 $m(\text{H}_2\text{O}) = (1030 - 37,8) \text{ g} = 992,2 \text{ g}$ 1 pont
 Az oldat Raoult-koncentrációja az oldott anyagra nézve:
 $m_c = \frac{0,646 \text{ mol}}{0,9922 \text{ kg}} = 0,6511 \text{ mol/kg}$ 1 pont
 Az oldat fagyáspont-csökkenése:
 $\Delta T_f = 2 \cdot m_c \cdot K_f = 2 \cdot 0,6511 \frac{\text{mol}}{\text{kg}} \cdot 1,86 \frac{\text{K kg}}{\text{mol}} = 2,42 \text{ K}$
 Tehát az oldat fagyáspontja -2,42 °C. 1 pont
 e) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ 1 pont
 f) A kalcium-szulfát és a kalcium-karbonát vízben rosszul oldódó anyagok.
 (A kalciumion csapadékként kiválik.) 1 pont
 g) Az anódon képződik a klórgáz: $2 \text{Cl}^- = \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$ (együitt.) 1 pont
 A cellán áthaladt töltésmennyiség:
 $Q = I \cdot t = 4,00 \text{ A} \cdot 1,44 \cdot 10^4 \text{ s} = 5,76 \cdot 10^4 \text{ C}$ 1 pont
 A reakcióban részt vevő elektronok anyagmennyisége:
 $n(\text{e}^-) = \frac{57600 \text{ C}}{9,65 \cdot 10^4 \text{ C/mol}} = 0,597 \text{ mol}$ 1 pont
 A keletkező klórgáz anyagmennyisége: $n(\text{Cl}_2) = 0,298 \text{ mol}$
 A keletkező klórgáz térfogata: $V(\text{Cl}_2) = 0,298 \text{ mol} \cdot 24,5 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 7,31 \text{ dm}^3$ 1 pont
 h) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 1 pont
 (Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)