

„A kénsav volt a legkorábban megismert erős sav. Különböző természetben előforduló szulfátok [...], különösen a kristályvíztartalmú vas-szulfát hevítésével állították elő. A 13. században Geber csupán összefoglalta a korábbi ismereteket, amikor leírta a szilárd só desztillációjából származó kénsavat. Ezen a módszeren alapult a 16. században is az ipari előállítás, amit Nordhausenben valósítottak meg. Ennek érdekessége az, hogy kén-trioxidtartalmú, ún. „füstölő” kénsavhoz jutottak. 1660-ban Lefèvre kén elégetésével jutott kénsavhoz. Ekkor dolgozta ki Glauber a tiszta kénsav előállításának módszerét, eszerint az átkristályosítással megtisztított vas-szulfátból jutott el a kénsavhoz.

Az ipari méretű kénsavgyártást Ward oldotta meg Lefèvre és Glauber leírásai alapján. A kén a megfelelő mennyiségű salétrommal égette el, és a keletkező kén-trioxidot vízben elnyelte. Ward 1749-ben szabadalmaztatta eljárását.

A modern kénsavgyártás megteremtője Roebuck volt, aki Garbettel 1746-ban alapított gyárat. A 18. század közepére a kénsav iránti érdeklődés fokozódott, ami a textiliparból indult ki: a vászonfehérítést kellett megoldani. Roebuck ötletét tanulmányai során kapta: az ólom a kénsavnak ellenáll. A kén és salétrom égetésekor keletkező gázokat Ward üvegballonokban fogta fel, de ezek méretét nem lehetett korlátlanul megnövelni. Az ólommal bélelt tornyokat azonban már tekintélyes méretűvé alakíthatták. A módszer nevét is adó ólomkamrákban égették el a keveréket, és ugyanitt fogták fel a kénsavat is. 1803-ban Tennant javaslatára különítették el az égésteret és a gázelnyelés helyét. Az ólomkamrás kénsavgyártás a 18. század második felétől világszerte elterjedt, 1793-ban már Amerikában is megépítették az első kénsavgyárat. A módszert Clément–Desormes fejlesztette tovább, és 1806-ban megállapították a nitrogén-oxidok oxigénátvivő hatását a kén-dioxid oxidációjánál. 1827-ben dolgozta ki Gay-Lussac a róla elnevezett elnyelő tornyot, amelynek alkalmazására azonban csak 1838-ban került sor. A nitrogén-oxidok visszanyerésére szolgáló egységet Glover készítette el, amit 1859-től használtak fel az iparban.

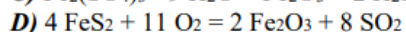
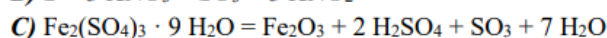
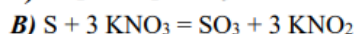
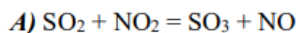
A kénsavgyártás alapanyaga, a kén, amit Európában főként Szicíliából hozattak, kezdett megdrágulni. 1818-ban fedezték fel, hogy helyette piritet [...] is használhatnak, amelynek hevítésével szintén kén-dioxid keletkezik. 1838-ban vezették be a piritpörkölőt a kénsavgyártásban.

Már 1817-ben javasolta Humphry Davy azt, hogy a kén-dioxid oxidációjának elősegítésére platinakatalizátort használjanak. Mitscherlich az ilyen típusú anyagokat nevezte el kontaktoknak, amelyeket – miután 1835-ben Berzelius a katalizátor elnevezést bevezette – kontaktkatalizátorként emlegették. Innen származik a kontakt kénsavgyártás megnevezés is, amelynek ipari megoldását 1831-ben Phillips dolgozta ki. Csakhogy a gyakorlatban az is kiderült, hogy platinakatalizátor hamar tönkremegy: „mérgeződik”. 1852-ben Wöhler és Mahla a platinát olcsóbb és alkalmasabb katalizátorral cserélte fel: vas(III)-oxidot használtak. Más megoldást talált 1876-ban Messel, aki inkább a kén-dioxid-gáz tisztítását tartotta célszerűnek. Ma vanádium(V)-oxid katalizátort alkalmaznak.

A kontakt kénsavgyártás akkor indult fejlődésnek, amikor a színezékipar tömény kénsav iránti igénye jelentkezett. Az ólomkamrás eljárás ugyanis csak 60–70%-os kénsavat eredményezett, mert töményebb kénsavban az ólmot védő ólom-szulfát-réteg feloldódott.”

A feladat bázisszövege az eredeti forrásszöveg módosításával (rövidítésével, nyelvtani egyszerűsítésével), de az eredeti szöveg integritásának megtartása mellett jött létre. Az eredeti szöveg forrása: Dr. Balázs Lóránt–Dr. Hronszky Imre–Sain Márton: Kémia történeti ABC, Tankönyvkiadó, Budapest, 1981, 130-131. oldal

a) Az alábbi táblázatban a megadott reakcióegyenletek betűjelének beírásával jelölje, hogy a kénsavgyártás történetének melyik fontos mérföldkövéhez kapcsolódik!



Kémiai folyamat megnevezése	Reakcióegyenlet betűjele
Ward által szabadalmaztatott eljárás.	1.
Az elemi kén drágulása miatt egy új anyagot kezdenek használni a kén-dioxid előállításához.	2.
A kénsav Nordhausenben kidolgozott ipari előállítása.	3.
1806-ban született felismerés a kén-dioxid oxidációjával kapcsolatban.	4.

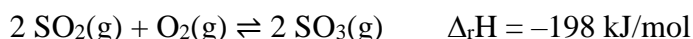
b) Adja meg azon „kontakt anyagok” képletét/vegyjelét, melyeket 1817-től napjainkig a kén-dioxid oxidációjának meggyorsítására használtak (használnak)!

c) Írja fel annak a reakciónak az egyenletét, amely akkor játszódna le, ha a Roebuck és Garbett által használt kamrákba kénsavoldat helyett tömény salétromsavoldatot öntenénk! Milyen színű lenne a reakcióban keletkező gáz?

d) Az a) feladatrészben felsorolt reakciók közül mely(ek) redoxifolyamat(ok)? Húzza alá az egyetlen helyes választ!

*Csak A*      *A, B és D*      *Egyik sem redoxireakció*      *Csak B*  
*A, B és C*      *B, C és D*      *Mindegyik redoxireakció*      *Csak C*

Napjainkban a kénsavgyártáshoz szükséges kén-trioxidot kén-dioxid és oxigén reakciójával állítják elő az alábbi egyensúlyi folyamatban:



e) Melyik sorban vannak felsorolva olyan lehetőségek, melyek mindegyike a kén-trioxid keletkezésének irányába tolja el a reakció egyensúlyát? Húzza alá az egyetlen helyes választ!

*Nyomás növelése, kontakt katalizátor alkalmazása, hűtés*

*Oxigéngáz feleslegben való alkalmazása, melegítés, nyomás növelése*

*Hűtés, kén-dioxid elvonása, nyomás csökkentése*

*Hűtés, oxigéngáz feleslegben való alkalmazása, nyomás növelése*

*Kontakt katalizátor alkalmazása, hűtés, kén-dioxid elvonása*

(2024. május id. )

**Megoldás:** (7 pont)

- a) 1. **B** ✓  
2. **D** ✓  
3. **C** ✓  
4. **A** ✓  
b) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ✓  
Pt ✓  
V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ✓  
c)  $\text{Pb} + 4 \text{HNO}_3 = \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$  **1 pont**  
Vörösbarna ✓  
d) Aláhúzva: **A, B és D** **1 pont**  
e) Aláhúzva: *Hűtés, oxigéngáz feleslegben való alkalmazása, nyomás növelése.* **1 pont**
- A ✓-val jelölt bármely 2 helyes válasz megadása 1 pont.*