

Természettudományi Szakosztály közleményei.

Szerkeszti : Dr. Balogh Ernő.

Természetes gázforrások.

Különös tekintettel a székelyföldi előfordulásokra.

Írta: Bányai János.

A háború által felbolygatott s mindegyre idegeskedő emberiséget az új háború rémeként odadobott s komoly aggodalomra okot is adó gázkérdés foglalkoztatja. A feszültségig vitt politikai problémák megoldását sokan a minél tökéletesebb háborús felkészültségben látják s e szempontból a mindent megsemmisíteni akarásukban a mai divatos harci gázokban keresik erre az eszközöket.

A társadalomnak egy másik s békésebb gondolkozású része inkább a gazdasági eszközök teljes felkészültségével készül a nemzetek adózó nagy versenyére s e célból természeti erőknél, új energiaforrásoknak felkutatása után lát. Ezzel az elgondolással jutunk el egy másik gázkérdéshez, mely a nagy természetnek egyik újabb erőtartálya.

A földből kiáramló sok mindenféle gáz közül nagy tömegével és sokoldalú felhasználhatóságánál fogva a metán emelkedett a helyzet magaslatára, amely születési módjánál fogva hamar elnyerte az általánosabban ismert „földgáz” nevet.

A metángáznak a többi természetadta erőforrás mellett az adott nagy fontosságot, hogy nemcsak mint hőenergia értékes, hanem olyan hatalmas nyomással lép ki a felszínre, hogy több helyen már az eleven erejét felhasználhatták gépek hajtására. A többi tüzelőanyagunkkal összehasonlítva azonban nemcsak ez adott fölényt, hanem azért is fontossá vált, mert a vegyi iparnak is nyersanyagokat szolgáltatott.

Amikor a „divatba” jött metán bevonult közgazdasági életünkbe s közismert „földgáz” néven mindennapi beszélgetések tárgya lett, senki nem gondolt arra, hogy ezzel egy gázfajtát illettek egy olyan névvel, mely tulajdonképen egy egész nagy s egymástól igen elütő természetű tagokból álló gázcsaládra vonatkozik. Mert születési helyüknél fogva ép ily jogot formálhatnak e névre akár az elég gyakori széndiokszid, vagy a szagáról még a laikusok által is könnyen felismerhető kénhidrogén is.

A földből kiáramló gázok már emberemlékezet óta ismeretesek. Úgy a hatalmas robbanásokkal kitört és meggyulladt metángázok, mint az emberi életre veszedelmes széndiokszid gázömlések érthető módon figyelmessé tették magukra a környékükön levő lakosságot.

Az emlékezet határára visszamenő időkből ismeretesek a perzsi és kaukázusi örökgeő gázkútak, amelyek természetfölötti erejének a hatása váltotta ki egy vallási szektának, a tűzimádásnak a születését. A bákui gázforrások fölé a Zoroaster tűzimádó hívei már a VI. században templomot emeltek, amelyet azonban Heraklius császár 624-ben lerombol-

latott, de a hívők azt újból fölépítették s még a mult század vége felé is zarándokolni jártak oda. A kegyelettal nem sokat törődő technika az utóbbi időben profanizálta a szent helyet, amennyiben mészégető kemencék alakjában értékesítik a természetnyujtolta ajándékot.

Az 1729-ben felfedezett *friz* krónika említi a már a Kr. utáni 4. esztendőben kitért és nagy lánggal égő gázakat Hollandiából. Az olaszországi még ma is égő gázforrásokat megörökíti leírásában az ifjabb *Plinius* is (Kr. u. 90-ben). 1600-ban *Libavius* gyulékony bányalégről beszél. 1672-ban nagy feltűnést keltett, amikor a báznai pásztorok a még ma is meglevő gázforrásokat meggyújtották. Igen érdekesek a kínai adatok is. 1827-ben *Imbert* püspök egy 50 km. hosszú és 20 km. széles területen 1000-nél több kútát számolt meg, amelyeknek a gázát 200 km.-re is elvezették bambusz-csöveken. Igazi praktikus módon az északamerikaiak használták fel a több mint 150 évvel ezelőtt felfedezett földgázukat. A mult század 80-as éveiben nagy feltűnést keltett az artézikút furással feltárt gáz Püspökladányban, amelyet igen ügyesen mindjárt fel is használtak a pályaudvar világítására. Nálunk igazi jelentősége a földgáznak akkor lett, mikor a kissármási II. számú kúttal az addigi méreteket jóval túlhaladó óriási mennyiségű és nagy nyomású metánt feltárták.

Az éghető gázon kívül azonban a *széndiokszid* gázkiömlések is már régen nevezetességre tettek szert. A nápolyi „*Kutya barlang*” s a Yellowstone-parkban (Amerikai Egyesült Államok) a „*Halál torka*” jó idők óta közismert kiránduló helyei a csodalátóknak. A torjai Büdös barlangról gr. *Teleki Domokos* 1796-ban tesz említést útleírásában. Ennek a gőzölgéseit oly erősnek mondja, hogy „az ott elrepülő madarak annak szagától megöletnek”. A kovásznai Pokolsár eldugódott torka is többször eredményezett a felgyülemlett széndiokszid miatt kitérést. Általánosan ismertekké váltak emberemlékezet óta a székelyföldi *iszaptúró gázforrások*, amelyeket a lakosság fenekellen iszapgödröknek tart s nem nagyon szereti az ilyen helyeket, mert a sósvíz miatt oda igyekvő állatok elsüllyednek s így a tulajdonosok a „csúf” helyek miatt nagy károkat szenvednek.

A földből kiömlő különböző gázfajta tehát mindenféle úton-módon igyekezett magát elárulni, magáról hírt adni. Hol sziszegő hangot hallatott a szűk földrepedéseken való feltörés alkalmával, más helyen meggyúlva, mint „*Öröktűz*” vált ismertté. A babonás emberek réme, a „*lédércfény*” is sok embert ijesztett már meg. Egyes helyeken a gáz szikla-odukban gyűlt fel s a betévedt embert, állatot ölte meg (*Gyilkos barlang* Toriánál). Ha a felszínre kilépésnél víz állta az útját, úgy azt bugyborékkoltatta (innen a sok lobogó, fortyogó, bugyogó, buffogó, puffogó, tortyogó stb. változatos elnevezés a

A kénes gázak kiömlései jellegzetes záptojás-szagukkal árulták el magukat már nagyobb távolságra is s innen eredtek a Hargita mentén szinte faluról-falura megisméltődő „*Büdös*” elnevezések (torjai, lázárfalvi, szentsimoni, szentimrei, csicsói stb.).

A földből kiáramló gáztömeg ritkán áll csak egyfajta gázból. Rendesen egész keverékek kerülnek ki a földből s az egyes elemzések a legtarkább változatosságot mutatták ki. Tehát ha bizonyos csoportosításról akarunk beszélni, csak típusok kiemeléséről

Különböző földgázak elemzési adatai százalékokban.

Összetétel		Helység, kutató, dátum																	
		Sarmasel II. sz. kút Szinyei Merse Zs. 1911.	Basna Jeller R. 1904.	Mezőhegyes Nuricsán J. 1901.	Hajduszoboszló (1621 m.) ifj. Finály István. 1932.	Kojatin (Nyitra m.) Budai E. 1914.	Püspökledány Muraközy K. 1887.	Terje (Bihar m.) Budai E. 1914.	Wels (Austria) Jeller R. 1895.	Báicoi (Prahova) Lendvay B. 1880.	Neuengamme (Németo) Hamb. Hyg. Inst. 1910.	Hannover (Németorsz.) Bunsen. 1851.	Greifswald (Németorsz.) Scholz. 1881.	Dzwintaz (Galicia) Zalosiecki. 1896.	Stawropol (Kaukázus) Nastjukoff	Bacu (Kaukázus) Örökégőgáz	Róma, Queensland Des Erdöl II.	Grapeville (Pensylvania) Morell. 1880.	Dexter (Kansas) Mabery és Dunn. 1896.
Metán	CH ₄	99'11	97'02	92'05	91'40	90'93	83'64	55'45	96'20	80'00	91'20	56'61	35'90	38'66	37'50	93'09	72'60	35'08	14'85
Etan	C ₂ H ₆	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12'25	—	1'50	—	—
Etilen	C ₂ H ₄	—	1'11	—	0'50	—	—	0'64	0'69	5'00	2'10	—	—	—	1'20	3'26	9'80	28'87	0'41
Hidrogén	H	0'35	—	—	—	—	—	—	—	15'00	—	—	2'12	—	27'25	0'98	—	7'5	nyom.
Okszigén	O	0'40	0'31	nyom.	0'5	0'22	—	2'57	0'63	—	1'50	—	—	13'40	0'80	—	—	0'16	0'20
Nitrogén	N	0'14	1'36	7'3	—	4'48	14'98	41'13	2'32	—	4'90	25'12	34'43	43'74	20'30	0'49	3'40	27'87	82'70
Helium	He	0'001	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1'84
Szénoksizid	CO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27'53	0'60	—	—	5'80	0'22	—
Széndioks. id	CO ₂	—	0'2	0'65	—	4'37	1'38	0'21	0'15	—	0'30	14'41	—	0'60	0'70	2'18	1'50	0'58	—
Kénhidrogén	H ₂ S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3'18	—	—	—	—	—	—	—

lehet szó, amelyekben egyes gázok vagy fölényes nagy tartalmukkal, vagy gyakorlati jelentőségükkel váltak feltűnővé a többiekhez képest.

A köztudatba is átment ismertebb gázforrások elnevezése is sokszor megtévesztő. Igen érdekesek e tekintetben a már említett székelyföldi „Büdös” helyek, köztük a híres torjai „Büdös” barlang is, ahol a gáz vegyi összetétele Ilosvay L. szerint 95,55% széndiokszid és csak 0,37% kénhidrogén van benne.

Lehetően mindenféle szempontot egybevetve, a földből kiáramló gázforrásokat a következőkép csoportosíthatjuk:

I. Metán, II. széndiokszid, III. kén, IV. nitrogén források, V. vulkánokban, VI. ásványi zárványokban és VII. a termőtalajban előforduló gázok.

I. Metángázok forrásai.

A gazdasági életünkbe diadalmason bevonuló metángáz annak idején, mint újabb erőforrás, nagy feltűnést keltett. A felhasználási eshetőségek sokasága megmozgatta a szakembereket, de viszont a keletkezésének a kérdése is sok kutatásra, vizsgálódásra adott alkalmat. A keletkezése körül, mint a szénhidrogénekről, általában hatalmas vita fejlődött ki. Találón jegyzi meg kiváló kutatójuk, *Böckh Hugó*, hogy „a fosszilis szénhidrogének kérdése rendkívül kényes és azok a nézetek, amelyek erre vonatkoznak, igen kontraparok”.

Ezen a téren is úgy vagyunk, mint sok más természeti tünemény-nyel. A megfigyelések egy bizonyos speciális eset alapján s bizonyos szemszögletből történnek s így azok nem is sikerülnek. A természet nagy laboratóriumában lefolyó átalakulások rendkívül sok tényező igénybe-vételével mennek végbe s a szerint, hogy azok közül itt-ott melyik hang-súlyozódik ki jobban, más és más végkövetkeztetéseket vonhat le az ember.

Tisztán az állati maradványokból származtatja *Zaloziecki*, inkább több ösztönszerűséggel, mint adatokkal támogatva feltevését. Az újabb kutatókból *Engler K.* és *Höfer* adnak határozottabb formát a gondolat-nak azzal, hogy kísérleti úton sikerült állati zsirokból 15–20 atm. nyomás és 350° hőmérsékleten petroléumot, mint a metán sorozat felsőbbrendű tagját előállítani. *Mohr* velük szemben a növényi eredetet hangsúlyozza, mert neki a tengeri moszatok hatalmas tömegei tűntek fel (a *Macrocystisek* 300 m.-re is megnőnek), ezek ugyanis oly nagy tömegben fordulnak elő, hogy pl. az Atlanti Óceán ú. n. *Sargasso Tengere* 200.000 km² területet foglal el. A növényi eredetről szóló nézetet látszik támogatni a szén-bányák rétegei közt felgyülemelő szintén metán tartalmú bányalég is. E két irányt *Potonié* és *Gothan* úgy külső megfigyeléseikkel, mint laboratóriumi kísérleteikkel egyeztetették össze azzal, hogy a vízmedencék aljára lerakódó iszapban, mint állandóan képződő növényi és állati maradványokat felhalmozó anyagban találják a metán és kísérő gázai-nak szülőanyját.

Az előbbi, a szerves eredetet hangsúlyozó felfogással szemben már

Mendelejew az anorganikus eredet mellett foglal állást. Ő ugyanis a vizeknek a föld mélyében levő fémkarbidokra való hatásából származtatja a szénhidrogéneket. E felfogás szerint egyes tisztán metánt tartalmazó gázforrások keletkezése talán elfogadható volna, de ebből nem kapunk magyarázatot a rendkívül sokféle kíséző gáz születésére vonatkozóan (l. gázlemezési táblázatot). A vulkánikus eredetnek újabb hangadója *Brun A.* volt, aki a vulkáni gázak között mutatta ki a metánt s egyoldaluan, tisztán vulkáni tanulmányaira támaszkodva, sietett is nagy hirtelen tapasztalatát általánosítani,

A keletkezési elméletek egybevetésével a részletes kutatásoknál kiűnt, hogy mindenféle módok lehetnek a természetben előforduló esetei. Az eddigi tapasztalatok szerint gyakorlati szempontból leginkább azok a metán gázas források jöhetnek tekintetbe, ahol a jelek tengeri lerakódásokra mutatnak. A tengerfenékre lerakódó finom iszap telítve van az elhalt szervezetek anyagával, amelyek ott egy zsírokkal átítatott (bitumenes) réteget alkotnak. Ez képezi a szénhidrogének anyakőzetét. Ha ezek megfelelő vastag agyagos kőzetekkel jól le vannak zárva, akkor a nagy nyomás, meleg hatása alatt az anyagok elszappanosítása után, főként a rétegek gyűrődése alkalmával, megkezdődik azoknak a megbomlása s a keletkezett termékeknek fajsúly szerinti elkülönülése. Így vándorolnak fel a rétegzavargások követeztében a felsőbb szintekbe s ott alkalmas rezervoár kőzetekben találják meg másodlagos elhelyezkedésüket. A felhalmozódásra alkalmas kőzet a homok s ha ez egy jól záró agyagos, márgás réteggel le van fedve, úgy ott hatalmas, nagy tömegű és magas nyomású gáz kaphat helyet. Tehát nem földalatti nagy üregek a gáztartók, mint azt sokan elképzelik, „gázmedencéről”, „boltozatról” hallván folytonosan beszélni.

Érthető aztán, hogy a rétegek gyűrődésével járó repedések miatt a fedő rétegen keresztül megkezdődik a gáznak a felszínre való kiszivárgása s így természetes gázforrások keletkeznek. Egy terület produktivitását is jelző ilyen tiszta gázforrásoknak van egy igen érdekes fajtája, mely ősidőktől fogva feltűnt az emkereknek, ezek az ú. n. *iszapforrások* (iszapvulkánok). Az ilyen helyeken a feltörő gáz útjában vízre s agyagos rétegekre találván, a felszínre a vízzel iszapot is tūr ki s azt ott rakva, többnyire kisebb iszapkúpokat is halmoz fel.

Az eddigi megfigyelések szerint a legtöbb típusú ilyen előfordulást a transzilván medencében találtak, ahol szerző vizsgálatai szerint* 4 főcsoportba oszthatjuk be azokat külső kifejlődésük alapján. a) *Feneketlenek* tartott iszapos gödrök, amelyeket a „*Selymék*”-nek neveznek. E formának a kifejlődését az okozza, hogy a felszínre kilépő víz egy csúszástól előidézett hepe-hupás mélyedésre talál. A földgázzal kihajtott víznek a bősége sohasem akkora, hogy annak a peremét túl léphesse s így egy állandó mély iszapos pocsolyát képez. b) Az előbbinek az ellentéte a „*Boglya*” típus, amely kiömiő iszapjával a forrás száját emeli, mert nem elég gyors a gyengén szivárgó víznek a lefolyása.

* Erdélyi Múzeum. 1932.

c) *Bogárhátas* lerakódás a meszes vizek mésztufájához hasonló dombot épít. d) A legérdekesebb kifejlődési formát az iszapvulkán névnek megfelelőbb *kráter típusú* iszapömlés képezi, amely rendszerint az egykori földgázrobbanással képezett külső sáncból áll (az udvarhelyiek 4–10 m. átmérőjűek). A felszint egy borszerűen megkeményedett iszapkéreg vonja be, amelynek közepét a miniatűr vulkáni kráterhez hasonló, állandóan folyó nyílás foglalja el. (2–4 dm, átm.)

Ilyen módon az állandóan bugyborékoló iszapforrásokban a metán-gázra jellemző jegyeket kapunk. Az iszapforrások gázai közül hozzánk legközelebbinek, a policiorinak az elemzését ismerjük, amely 36'55^o/_o metánt, 0'04^o/_o-ot az olefinekből, 8'44^o/_o széndiokszidot, 1'45^o/_o okszigént és 3'51^o/_o nitrogént tartalmaz.

A mi szerény formákban működő iszapfúrásainkkal szemben a bakui (Kaukázus) híres petroleumtelepek közelében levő földrepedésekből valószínűs vulkáni tünemények között melegen száll föl a gáz s több száz méter magas s egy km.-t megközelítő átmérőjű krátereket halmoz fel s működésük a valószínű vulkánok méreteivel ér fel.

Úgy a természetes, mint a fúrásokkal feltárt gázkút a kiömlő gázát nem mindig ugyanazon kifogyhatatlannak látszó mennyiségben ontja magából. A transzilván medencében már kimutathatóan kihalt természetes gázforrások is vannak. Viszont a kútak mennyiségi változásáról, sőt kitermelésük nagyságáról is vannak adataink.

A gázmennyiségnek a fogyasztást a gáz nyomásának csökkenése árulja el a legjobban. Pl. a híres sarmaseli II. számú kút nyomását kezdetben 64 atm.-ra becsülték. Igazi pontos mérésre akkor került a sor, midőn 27 hónapi szabad ömlés után végre sikerült lezárni, de ekkor a nyomása már csak 23 atm. volt. 1923-ra pedig leszállott 23-ra.

Amerikai, sőt már európai tapasztalataink is vannak arról, hogy 20–30–40 évi működés után a kútak felmondják a szolgálatot, de viszont hosszabb pihenés után újból produktivakká válnak, amennyiben jól lezárták azokat a kitermelésük végén.

Azonban nemcsak a gázmennyiség van kitéve változásnak az idők folyamán, hanem maga a gáz összetétele is ingadozó. Erre vonatkozóan érdekes és feltűnő példát szolgáltatott *Lesley* a pensylvániai gázmezőn végzett elemzései alapján, mint az a következő táblázatból kitűnik:

	okt. 18.	okt. 28.	dec. 4.
CH ₄	57'85 ^o / _o	72'15 ^o / _o	49'58 ^o / _o
H	9'64 „	20'02 „	35'92 „
Telítetlen szénhidr. ..	15'20 „	4'20 „	12'30 „
Telített „ ..	0'80 „	0'70 „	0'60 „
O	2'10 „	1'10 „	0'80 „
CO	1'— „	1'— „	0'40 „
CO ₂	— „	0'80 „	— „
N	23'41 „	— „	— „

Az előbb említett s *fosszilisnek* nevezhető metán előfordulásoknak van egy másik fajtája is, amely a bányafeltárásokkal vált közismertté. Ez nem más, mint a sok szerencsétlenség okozója, a *bányalég*.

A keletkezését könnyen megérthetjük, ha arra a bonyolult átalakulási folyamatra gondolunk, amelyet elszenesedésnek nevezünk. A keletkező gázkeverék, amely főként metánból áll, felraktározódik a szén közt s a feltárások alkalmával kiömlik és összekeveredik a bánya levegőjével. Az észrevétlen fellépő gáz a legelső alkalommal, sokszor a munkás csákányának egyellen szikrájától felrobban.

Rége a bányauregekben felgyűlő robbanó keveréket arra vállalkozó s halálra szánt emberekkel gyűjtették fel a megfelelő óvintézkedések után, hogy a váratlan jövő s így nagy szerencsétlenségeket okozó önrobbanást elkerüljék. Ma már a különböző típusú (köztük a módosított legelső Davy-féle is) biztonsági lámpa miatt kevesebb a szerencsétlenség, de a mellett a lámpa lángjának ideges lobbanásai már idejében elárulják a kiömlő s a bánya levegőjében szaporodó metánt. Napjainkban a Haber-fél bányalégsíp jelzi a robbanást előidéző gázkeverék jelenlétét. A gáz százalékos szaporodásával összhangzásban sajátságos trillázó és messze hangzó füttyüléssel hívja fel a készülék a bányászok figyelmét a közeledő veszedelemre. Amerikában újabban a japán csikos egereket használják fel gázjelzőnek.

Amint megállapították, ez a veszedelmes bányalég inkább a mélyebb széntelepeinknek a kísérője. A felszínhez közel eső telepeknél a legnagyobb ritkaság előfordulásuk, mert valószínűen a felszínre kilépő repedéseken az idők hosszú folyamán a gáz lassanként kiszivárgott.

A bányalégnek legnagyobb részt metánból álló gázától élesen meg kell különböztetnünk a szénbányák égésével képződő égésgázakat, amelyek, mint azt a felszisziléziai elemzések mutatják, egy egész sorát tartalmazzák az égési termékeknek.

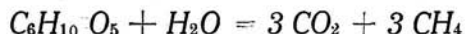
Azt tapasztalták, hogy a meggyulás kezdetén sok szénokszidot, hidrogént és szénhidrogénféléket tartalmaznak. Kezdetben a széndiokszid csodálatos módon majdnem teljesen hiányzik. Később azonban már teljes egészében uralkodóvá lesz. Ezek a gázok az égő bányarészekből, bármennyire is szigeteljük az égő területet, mégis csak átszivárognak a feltárások többi részeibe is, viszont ha az égő rész nincs messze a felszíntől, úgy azok a földből is kiléphetnek s így egy sajátságos fajtáját mutatják be a földből kiáramló gázforrásoknak.

Az előbb felsorolt s fossilisnek nevezhető metánnal szemben eléggé közismertek a mocsaraknak napjainkban is megfigyelhető bugyborékolásai, amelyek a vizalatti szerves anyagok bomlásának a termékei. Ennek a korhadó és szapropelnek nevezett iszapból fejlődő gázoknak a termékei közt *Potonie* szerint legtöbb a metán, 92—93%. A többi gáz a következőképpen oszlik meg:

hidrogén	1.64—2.35%	szénokszid	0.41—0.53%
nitrogén	2.98—3.85 „	széndiokszid	0.20—0.25 „
etilén	0.20—0.35 „	kénhidrogén	0.15—0.21 „

Ha a mocsárgáznak a keveréke még foszforhidrogént is tartalmaz, úgy azok könnyen lángrobbannak. Ezek a babonás embereket rémítő „Lidércfények“, „Bolygótüzek“.

Hoppe—Seyler kimutatta, hogy a növényi részek bakteriumos bomlása metánt és széndiokszidot ad eredményül:



A mocsárgáz többi részét a fehérjék bomlásából keletkező anyagok képezik.

A kiömlő földgáznak az emberi és állati életre gyakorolt hatásáról még keveset tudunk. Sjögren említi a bakui (Kaukázus) megfigyelései alapján, hogy a metángázakat kilehelő vidéken dolgozó munkások, ha egy hirtelen észre nem vett kiömlést kaptak, egyszerre minden előzetes jel nélkül a földre zuhantak eszméletlenül.

Annál több tapasztalatunk van a bányalég alakjában előforduló metángáz hatásáról, amely tarka keveréke lévén a gázoknak, nem ad olyan elfogadható adatokat, mint a felszínre kiömlő s aránylag több metánt tartalmazó források vagy kútak.

Egyes bányászok szerint a bányalég az arcon sajátságos, a pókháló csiklandozó hatásához hasonló érzést kelt. Édeskés ízzel csípi az orrot. A metános gázkeverékben hosszabban tartózkodót ittassa teszi, ami többé-kevésbé kellemes közérzéssel jár. A beszélő hangja természetellenes csengést nyer. A gázban elhaltak hulláját megtekintve, azok nem keltik az eltorzult, megfulladt emberek benyomását.

Rybak a bányalég hatását állatokon és magán is kitapasztalta. Úgy találta, hogy állatoknál a halált tulajdonképp fulladás okozza s hogy eltorzulás még sem fordul elő, azt a gáz narkotizálásának tulajdonítja. Önmagán azt a megfigyelést tette, hogy az első szippantásoknál az alkohol hatásához hasonló a hatás, amely kellemes álmosággal jár. Ez az állapot már az ötödik lélegzetvételnél eszméletlenségbe vezet. Vizsgálataiból az is kitűnt, hogy a bányalégben szerencsétlenül jártakat szabad levegőre szállítva és mesterséges lélekzéssel eszméletre lehet téríteni.

De lássuk most a metánnak olyan más tulajdonságait is röviden, amelyekre való vonatkozásokat gyakran látunk, hallunk a gyakorlati életben. Amint a vegyi összetételből kitűnik, a szén atom mellett négy hidrogén van, amelyek mindenike helyettesíthető, főként halogén elemekkel s így egy valóságos sora jön létre az olyan anyagoknak, amelyeknek nagy gyakorlati jelentősége van s gyártásuknak alapanyagát, szülőanyagát a metán képezi. Ilyenek pl. a triklormetán (kloroform), trijodmetán (jodoform) ismert gyógyszerek, továbbá a monoklormetán, tetraklormetán stb., stb.

A metán *fajsúlya* 0.559, tehát fél olyan súlyos, mint a levegő s így levegőben könnyen elszáll s felfogására szájával lefelé fordított edényt kell használni. Ha 10 térfogatrész levegővel keveredik, meggyújtva hevesen robban. Erre, sajnos, elég példa volt a metánt használó vidékeken, ahol a romlott csővezetékéből kiszabaduló gáz a szoba levegőjével keveredve, könnyen robban (1917-ben Turdán egy ilyen eset alkalmával egy emeletes ház dőlt romba, ahol 13-an meghaltak és 10-en súlyosan megsebesültek). A tiszta metán meggyújtva alig világító lánggal ég s ezért mint fényenergiát inkább izzókkal kapcsolatban lehet kihasználni. A fűtő-

anyagként való felhasználásának inkább az ad nagy becset, nem is számítva a magas kalorikus értékét (8—900), hogy egyenletesen, hamu és korom nélkül ég. E tulajdonságok s a szállítási költségek minimuma a többi tüzelőanyag fölé emelik a metánt. A kezelésének egyetlen baja szagtalansága, amely miatt nem lehet észrevenni a veszélyes gázömléseket. Újabban szagosításán gondolkoznak, hogy ily módon idejében észrevehetővé tegyék az esetleges gázömléseket. Az elégetésnél, amennyiben nem jut elegendő oxigénhez, úgy a széntartalma igen finom korom alakjában rakódik le s ezt a tulajdonságát mesterségesen is felhasználják a nyomdafesték előállítására. Mint redukáló anyagot, a kénnek a gipszből való előállításánál alkalmazzák. Újabban nagy szerephez jutott a kohászatban a ferromangánnak, ferroszilíciumnak és a finom acélnak az előállításánál. —81,8°on 549 atm. nyomással cseppfolyósítható s így vaspalackokban szállítható világítóanyagot szolgáltat. Okszigénnel az autogénhegesztésnél is felhasználható.

Amint az elemzéséből kitűnik, a metán kíséző gázai közt sokszor találunk igen értékes anyagokat, amelyeket tényleg különválasztva értékesítenek is. Így pl. az amerikai előfordulásokban sok a helium és a gázolin. Az olaszországi Fontevivóban levő 196 m. mélységből 79 atm. nyomással feltörő gáz minden 100 m³-re 1 l. gázolint tartalmaz s ezt a benzol előállítására használják fel.

A metánforrások az anyagukkal szolgáltatott értéken kívül nagy jelentőséggel bírnak úgy a természet, mint az emberi közgazdaság tekintetében is. Az a nagy erő, amely sokszor 100 atm. nyomást képvisel, közvelen befogható munkagépek hajtására. Ennek a kifejített nagy nyomásnak igazi jelentősége a mély petroleumkútak kitermelésében nyilvánul, amennyiben a nagy mélységből, a kíséző metángáz nyomása nélkül, bajosan tudnók felszínre hozni a nyers petroleumot. Ugyan a gáznak ez a felhalmozott eleven ereje bajt is csinálhat, mert mint elég sok példa van rá, könnyen vezethet robbanásokra, amely ezen kívül a veszedelemmel is járhat, hogy a gyuló anyag könnyen lángra lobban (sarmaseli 1911, sárosi 1914, morenii 1929, mediaşi 1933). De ezeken kívül mennyi olyan földkirobbanás történhetett, amelyekről nincsenek feljegyzések s csak a különös geológiai képződmények (iszapvulkánok) mutatják azokat a föld történelmének nagyobb szakaszain keresztül (a minket közelebről érdeklő területen a Kárpátokban a kréta s a medencében az eddigi felfogásunk szerint a miocéntől számítva). Amint tehát láthatjuk, a metán nemcsak a levegővel keverten képezhet robbanó anyagot, hanem a nyomása is okozhat adandó alkalommal robbanásokat.

Ez az eset a metánnak azzal a már régebben s rossz híreről ismert rokonával is, amelyet bányalég néven ismerünk s amely évezredes fogságából kiszabadulni igyekezve, a bányafeltárások alkalmával 3-féle úton-módon ad hírt magáról: a) Szívárgás által sajátos sercegő, sziszegő hang mellett igyekszik felszínre kerülni. b) Ha a gázkitörés már erőteljesebb tempóban történik s ekkor erős fuvadék, áramlással árulja el magát, ami sokszor vezethet szerencsétlenségre. c) Robbanás akkor állhat be, ha a levegővel keveredett gáz tömeg meggyúl. E szerencsétlenségeknek egy igen érdekes esete volt 1930-ban a vo'kenrodai (Németország), ahol a kálisó-

bányában 1000 m. mélységben robbant fel a beszivárgott metángáz. Aveyronban (Franciaország) meg 1925-ben egy hegycsúszamlás alkalmával öngyúléból történt robbanás, amely az egész területet egy óriási égő kátránytóhoz tette hasonlóvá.

II. Széndiokszidos források.

Az egykori működő vulkánok életének legutolsó jelét a föld repedéseiben felszivárgó széndiokszidos gázömlések mutatják. E jelenség, mint a vulkáni utóműködések utolsó fázisa a mofetta néven ismeretes a tudományban.

A kiömlés helye, tekintve, hogy a széndiokszidgáz színtelen és szagtalan és így nehezen lehet észrevenni, bizony meglehetősen veszedelmekre ad alkalmat. Ugyanis ha a felfelé törekvő gáz a felszínen gödörbe jut, akkor ezt, minthogy nehezebb a levegőnél, alulról kezdve lassanként megtölti s az oda betévedett embert, állatot megfojtja. E kiömlésekről híres Hargita zónában rengeteg olyan helyünk van, ahol a felszíni gödörökben állandóan lehet találni állati hullákat. Sőt volt eset, hogy az oda betévedt medve szunnyadt örök álomra benne. Szerencse ezen a vidéken, hogy a széndiokszid nem magára, hanem kénhidrogénnel együtt ömlik ki a felszínre s így a záptojás szagával már messziről elárulja a veszedelmet.

Ez a természeti kincs bizony a mi székely atyáinkfiainak sok gondot okoz, különösen, ha éppen emberi település helyén vannak ezek a gázömlések. Vannak falvak, hol pincét, kútát, árkot, meszegödröt megtölt a gáz és a figyelmetlenség sok szerencsétlenségnek lett okozója. (Megfojtotta a „doh”, mint mondják Covasán.) Ismerve a gáz tulajdonságait, a friss levegőre való gyors szállítással és mesterséges lélekzéssel esetleg még lehet segíteni ezeken a szerencsétleneken, de csak fokozott óvatosság mellett, nehogy a segítő is oda pusztuljon, mint amilyenre sok példa van éppen a székelyföldi eseteink között.

Amilyen veszedelmes az emberi és állati életre a széndiokszidgáz, éppen úgy megakadályozza a növényi élet fejlődését is a kiömlési helye körül. Rendszerint csupasz föld, vagy szikla mered élénk a különben dús növényi életet eláruló környezetben. A kiömlés központjától kifelé aztán apró satnya növények jelennek meg s lassan olvadnak be távolabb a dúsabb vegetációba. Ezek a feltűnő foltok mezőkön, pázsitos helyeken feltűnők, ahol mint valami beteg sebhelyek mutatják a kiömlés helyét.

Valószínűen a talajbaktériumok sem élnek meg az ilyen helyeken s ezért maga a talaj anyaga nélkülözi a megfelelő növényi táplálékot, másrészt meg a növények gyökerei fulladnak el, akár mint az áradással elöntött területen.

Az exhalációk nemcsak az állatokra és a növényekre gyakorolnak élettanilag is nagy hatást, hanem az új, holt anyagot, a kiömlések helyének anyaközetét is megtámadják, átváltoztatják. Így a homokos kőzetek szétporlanak, a földpátos eruptív kőzetek pedig elkaolinosodnak. A Hargita mentén sokszor már messziről jelzik ezek a kaolinos fehér foltok a kiömlések helyét.

A kiömlések mentén a rombolást, enyészetet jelentő hatás a laikusok

előtt is feltűnővé vált s a mindent hasznosítani igyekvő emberi természet az évezredek tapasztalat alapján a felszíni gázzal telt gödröket mint gázfürdőket, hüléses, reumatikus bántalmak gyógyítására igyekezett felhasználni. Közismertek a széltében-hosszában az ú. n. bűdös-gödrök, vagy némely helyen a mesterséges gázmedencék, az ú. n. „Gözlők”, mint azt Covasnán nevezik.

A száraz gázömlések, a tulajdonképpeni mofetták sem állanak igazában tiszta széndiokszidgázból. Amint egyik klasszikus helyünknek, a turiai Bűdös barlangnak *Ilosvay L.* által végzett vizsgálataiból tudjuk, az itt kiömlő gázban 95.55% széndiokszid mellett 0.37% H_2S , 0.14% O , 2.64% N és 1.31% vízgőz van. Valószínű, hogy a Hargita zóna összes gázömléses helyei kicsi ingadozással ugyanezt az összetételű gázat öntik ki a felszínre. Ami pedig a kiömlő gázmennyiséget illeti, erre vonatkozóan szintén *Ilosvay* közölt pontos mérési adatokat. A turiai Bűdös barlangból egy éven át 723.000 m^3 gáz ömlik ki, ami súlyban 1,425.000 kg.-nak felel meg. E vidék gáztermelő gazdagságát jellemzi, hogy ezzel szemben az összes híres rajnamenti források termelését 250.000 kg.-ra becsüli *Bischoff*. Ezek a számok nemcsak a természeti jelenség nagyszerű arányára jellemzők, hanem az anyag nagy gyakorlati jelentőségénél fogva igen fontos közgazdasági adatok is egyúttal. A száraz gázömléseken kívül igen nagy mennyiségű széndiokszid kerül a felszínre az ásványvizes forrásoknak a révén, azokban részben elnyelve, részben mint azok forrásgáza, sok esetben másokkal is keverve.

A forrásgázak felhajtó ereje néha olyan nagy, hogy valóságos szökőkút módjára löki fel a vizet. Megfigyelték, hogy ezeknek az erupciónyszerű kitéréseknek némelykor a geizirek működéséhez hasonló ritmikus természete van, amit a földalatti alkalmas helyen felgyűlő széndiokszidgáz felnövekvő s a kitérése után lecsökkenő nyomásával igyekeznek megmagyarázni. (*Sprudel Andernachnál, Ránkherlány, Malnaş.*) A felhajtó gázok igazi jelentősége a forrásfoglalások esetén válik fontossá. Sok esetben megtörténik, hogy a természetes szűk nyíláson felemelkedő ásványvizet újrafoglalásuk alkalmával kitérített kaliberrel olyan magasra akarják felemeltetni, mint ahogy egykori szintje a maga természetes egyszerűségében volt, Mennyi csalódást és kárt okozott már az ilyen kísérletezés. Mert a tapasztalat többnyire az, hogy a nagy tömegű víz súlyával olyan visszanyomást gyakorol a felfelé törekvő vízre, hogy az kénytelen oldalt keresni magának kifolyást. Ilyen „előre nem látott esetre” igen sok példát találunk, ahol a víz a magára kényszerített cifra köntösét leveti s visszamegy az ő egykori egyszerű környezetébe.

A közismert savanyú vagy szénsavas vizek, a székelyek borvize sem más, mint a mélyben keringő víz széndiokszidgázzal telítve, amelynek ily módon az oldóképessége megnövekedvén, a különböző útjába került ásványokat feloldva, mint más és más ízű ásványvíz kerül ki a felszínre (vasas, földes, alkalikus stb. típusok). Meglehetősen nagy tömegű széndiokszidot nyelhet el a víz, így a közismertebb ásványvizeink közül pl. a szolvai 2557, borszéc-i 2200, a kékkúti 1688 és a repáti 1380 cm^3 széndiokszidot tartalmaz literenként. Súlytartalom szerint pedig a következő összeállítás ad képet a forrásvizek gáztartalmára nézve:

Kékkút	3'3362 g	Bodoki Matild	2'5911 g
Bibortjeni—Bibarcfalva	3'0252 „	Moha	2'3251 „
Casin—Kászoni Főkút	2'957 „	Parad Csevicse	2'2593 „
Borsec Borszéki Főkút	2'8728 „		

A rendszerint metánt és kénhidrogént tartalmazó konyhasós vizeinkben gyakran fordul elő szabad széndiokszid is, pl. az egi Dobóforrás literében 1'3515 g, a kolopiban 0'267 g, a Sovata—szováti Medve-tó vizében 0'1667 g, s a basnaiban meg 0' 2 g található. A hőforrások és artézi kutak meleg vizében, a vulkáni kitörésekben s az ásványokban is gyakori, sőt Szabó József egy branchevillei kvarcban folyós széndiokszidot is talált. A széndiokszidnak egy érdekes előfordulásáról ad hírt *Hintze*. Az amerikai Colorado államban ugyanis a föld belsejében nagy nyomással felhalmozott gáztömeg a felszínre kiérve hirtelen kiterjed s így anynyira lehűl, hogy megfagy.

Ahol a természet által vagy mesterségesen feltárt gázömlés útjában sehol akadályra nem talál, az ilyen helyeken szinte észrevétlenül száll ki a felszínre s tűnik ott el, összekeveredvén a levegővel. Ez az összekeveredés lapos helyeken olyan gyorsan megtörténik, hogy hiába próbálkozunk meg a szokásos ellenőrző égő gyufa- vagy gyertyakisérlettel. Ez csak gödrökben felgyűlő gáz kimutatására jó. Azonban ha a gáz földalatti útját valami elzárja, úgy lassanként felgyűl s ezzel felnő a nyomása is, amely végre olyan nagy lehet, hogy az elzáró rétegek valamelyik gyengébb részét kirobbantja.

Igy tehát ha nem is alkot olyan gyűlő és robbanó keveréket, mint a metán, mindazonáltal a gázok szokásos feszítő erejével okozhat szerencsétlenséget. (A közismert covasnai Pokolsár nevű iszapfürdő 1837 és 1886. években robbantotta ki a lefojtására bedobált több ezer szekérszámra menő követ. 1893-ban a spanyol *Mazarron* ólom-cink bányájában történt hatalmas robbanás, amelynek 28 ember esett áldozatul. A váratlan és szokatlan típusú robbanás gázának a megvizsgálásánál kitűnt, hogy az 93% széndiokszidot, 5'6% N, 0'9% O tartalmaz. Különös módon a szénbányában is fordult elő széndiokszidgáz robbanás. Az alsósziléziai *Neurode* szénbányában 1912-ben történt egy ilyen szerencsétlenség, amelynek a feszítő erejét 53.000 lóerőre becsülték. Hogy mi módon gyűlhetett össze olyan rengeteg széndiokszidgáz, azt többféleképpen igyekeztek megmagyarázni. Egyesek a szenesedéssel járó autochton bomlási terméknek tartják, mások meg a környékén levő szénsavas forrásoknak tulajdonítják az eredetét. Valószínű, hogy ez az utóbbi eset áll fent, viszont az előbbi esetnek is megvan a valószínűsége, hisz a megfigyelések szerint a barnaszénbányákban a bányalég gázában inkább a széndiokszid tartalom az uralkodó.

Széndiokszid gázkincsünk sokáig kihasználás nélkül ömlött ki a föld felszínére. Legfeljebb a legprimitívebb módon gázfürdő alakjában reumás bántalmak gyógyítására alkalmazták. Mióta azonban feltalálták ceppfolyósítását, azóta jelentékeny szerepet nyert s hatalmas gyáripár fejlődött ki a gázban gazdag vidékek természetadta anyagának a kihasználására. Első ízben a folyékony széndiokszidot *Barber* alkalmazta hajótüzek eloltására, majd a feszítő erejét használták fel torpedók hajtására.

A cseppfolyósítására 0°-on 36 atm. és 15—20°-nál 50—60 atm. nyomásra van szükség. Egy egy vaspalackban 10 kg. (11 liter) cseppfolyós széndiokszid van, amely 5300 liter gáz térfogatának felel meg. Ebben az alakban kerül forgalomba s a szódavíz gyártásánál talál a legelterjedtebb felhasználást, valamint a poharas sör kimérésénél.

Igen ötletes módon használták fel a cseppfolyós széndiokszidot 1879-ben Kielben, ahol egy súlyos horgonyt 40 kg. cseppfolyós széndioksziddal emeltek ki. Szintén ötletes alkalmazása van a Cardox nevű repesztő készülék alakjában. A 95 cm. hosszú és 10 cm. átmérőjű töltények bekerülnek a szokásos módon fúrt lyukakba. A gyújtás elektromos úton történik oly módon, hogy a porrá tört alumínium, faszén és nátriumklorát keverékét az áram felgyújtja s ezért azokból olyan nagy meleg származik, hogy a folyékony széndiokszidot gyorsan elgázosítja s ennek feszítő ereje veti szét a környezetét.

A modern fürdőgyógyomban is fokozott szerephez jut a többi gázgyógyomód mellett a széndiokszidnak az alkalmazása s cseppfolyós alakban már ez olyan gyógyintézetekben is használható, melyek a természetes előfordulásoktól távol vannak. A növényélettani kutatások eredményeként a kertészetben is kezdik használni, pl. a virágházakban a levegő trágyázásaként veszik igénybe.

A cseppfolyós széndiokszidnak a további nagy nyomással való kezelése a szilárdításhoz vezetett. A gyakorlati életben már mind ismeretlenebbé váló széndiokszid elnevezés arra vonatkozik, hogy külsejére teljesen a műjéghez hasonlít, de a felmelegedésével járó újból légneművé való változása minden kellemetlen vizes maradék nélkül történik. Az így előálló nagy hideg, bakteriumölő tulajdonsága, észrevétlenül, nyom nélküli elpárolgása, mind olyan kedvező tulajdonságok, hogy a jeget az eddigi szokásos alkalmazásából mindenütt kiszoríthatja. Ideális tisztasága miatt hűsítő italok készítésénél közvetlen felhasználható s így különösen a meleg évszakoknak vagy meleg vidékeknek igen hasznos és hálás anyaga lesz közegészségügyi szempontból is.

Amint láttuk, ez a mindinkább emelkedő értékű széndioxid a természetben sok mindenféle előfordulási alakjában jelenhetik meg. Az eredetet tekintve, *Delkeskamp*, a *Suess* által az ásványvízforrások keletkezésének magyarázatára adott felfogást igyekszik a széndioxidra is alkalmazni, amennyiben mélységbeli (juvenilis) és felszínhez közeli (vadosus) gázzal beszél. A mélységbeli eredetűekhez számítja a vulkánikus származásúakat. A felszínhez közel eső származásúaknak tartja: a) Az organikus anyagok (kőszén, barnaszén, turfa telepek stb.) bomlási termékeit. b) A karbonátok (mész, dolomit, sziderit) piritje bomlása alkalmával kénsavat fejleszt, amely megtámadja az anyakövetet s abból széndiokszidgázt fejleszt (pl. $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CO}_2 + \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$). c) A talajvíz ismert széndiokszid tartalmát a levegőből származtatja.

III. Kénes gázforrások.

Ezek a legkönnyebben felismerhetők az összes gázforrások között. A jellemző záptojásszag annyira közismert, hogy már messziről elárulja magát a kiömlés helye. Rendszerint gázkeverékek alakjában található, rengeteg a vele keveredő gázoknak a száma.

Közülök a posztvulkáni hatások gyanánt működő szolfatarák a legismertebb források, amelyek a Hargita-vonulatban is előfordulnak, de a széndiokszidgázzal szemben olyan elenyésző százalékban, hogy inkább csak a szagosítása feltűnő. Erről nevezik székely atyánkfiai „Büdös“-nek az ilyen helyeket. Igazán tiszta kénhidrogénes források a Székelyföldön a kárpáti homokkőzónában fordulnak elő, ahol a vasszulfidok bomlására vezethetjük vissza az eredetüket.

Régekte minden záptojásszagú gázömlést kénhidrogénnek tartottak. *Than Károly* volt az, aki első ízben mutatott arra rá, hogy nagyon sok olyan helyünk van, ahol a kéntartalmú gáz szénoksizszulfid (COS) alakjában van meg, tulajdonképp csak a levegőre kiérve bomlik meg széndiokszidra és kénhidrogénre. A reakció két szakaszban történik: $\text{COS} + \text{H} + \text{HO} = \text{HS}, \text{CO}, \text{OH}$, ez aztán tovább bomlik s lesz: $\text{H}_2\text{S} + \text{CO}_2$. Hogy aztán viszont a szénoksizszulfid mi módon keletkezik, arra nézve *Winkler* ad olyanforma magyarázatot, amely amolyan circulus vitiosusként a kénhidrogének jelenlétét tételezi fel első anyagnak (aminek a valószínűsége megvan a jóformán mindenütt jelenlevő szulfidok bomlása miatt), amely az alumíniumszilikátokra hatva (agyagos kőzetek), azokból szulfoszilikátokat képez, mely tovább a kalciumkarbonáttal (az agyagoknak rendes kísézője, hisz nagyon gyakoriak a márgák) adja a szénoksizszulfidot.

Ez a gáz az ártézikutak, természetes hőforrásoknak majdnem állandó kísézője. A sósvidékeink forrásainak is gyakori gáza. Itt először dr. *Lengyel Béla* mutatta ki, midőn az Odorhei melletti Szejke fürdő kénes ásványvizét elemezte. A forrásgázokban a metán 81.08%-a mellett 18.20% szénoksizszulfid található.

Ennek a még sok érdekességet takargató gáznak eddig ismert adataiból a következőket közölhetjük:

Alsókéked	24°-os	vizének	1 literében	van	---	---	---	0'00902	g
Lukácsfürdő	62°-os	"	1	"	"	"	---	0'0012	"
Császárfürdő	58°-os	"	1	"	"	"	---	0'0010	"
Harkányfürdő	62°-os	"	1	"	"	"	---	0'0102	"

A kénes vizeknek a másik elterjedtebb csoportját sós területeinknek eddig is kénhidrogénnek tartott gázömlései jellemzik. Ezek igen gyakoriak még a bitumenes területeken, úgy a tiszta metángáz, valamint a petroléum és aszfaltos előfordulások közelében is. *Böck Hugó* e kénhidrogénes előfordulásoknak nagy fontosságot tulajdonít, amennyiben szerinte az előfordulási pontok betérképezve, igen fontos tektonikai szerkezetet árulnak el, főként a brachyantiklinálisok felismerésére vezetnek. Igen érdekes, hogy amennyire gyakori a sósforrásokban a záptojásszagú

gázak előfordulása, époly ritkán lehet kimutatni a melángázban magában (Hannover, 3'18%).

A kénhidrogénnek a bányalégben való előfordulása már a ritkaságok közé tartozik. Tudunk egy pár esetet, midőn lent a bányában zárt helyen mérgezésben pusztultak el emberek. Erősebb mérge, mint a széndiokszid, hisz a levegőben már 0'07% súlyos megbetegedést és 0'1% eszméletlenséget s végén halált okoz (Westfalia kőszénbányáiban megtörtént). Leopoldshall kálisóbányájában a gázömléstől 8 ember vesztette életét. 1892-ben Szászváron, majd a borsodi szénbányákban s legutóbb 1926-ban a baglyosi bányakerületben 7 ember pusztult el tőle. Amint tapasztalták, gyors segélynyújtással, mesterséges lélegzéssel s oxzigen adagolással már több izben sikerült a szerencsétleneket megmenteni az életnek. A bányák kénhidrogén tartalma szerves anyagok bomlási terméke, amely rendszerint a vizekben elnyelve raktározódik fel. A vulkánok gázkitöréseiben, a fumarolák gázaiban állandóan szerepel a kénhidrogéngáz. A talaj gázai közt is előfordul, mint szerves anyagok bomlási terméke.

A kiáramló kénhidrogéngáz a levegőre érve, a levegő oxzigenjének a hatására megbomlik $H_2S + O = S + H_2O$, s a származó kén száraz kiömléseknél a föld repedéseit tölti ki s így felszíni, kevés értékű kéntelepeket képez (a turiai s a többi hargitai „Büdös” helyeken régente bányászták is a ként). Mai nap is képződnek, szinte a szemünk láttára, a mésztufához hasonló bekérgezéseket alkotván köveken, növényeken, sőt az ott elhalt állatokon is.

A vizeken keresztül kibugyborékoló gázból kiváló kénszemcsék úsznak a vízben s annak igen sokszor fehér opalizáló színt kölcsönöznek. Ez volt az oka, hogy az 1700-as évek folyamán Treiscauná megyében az Estelnic és Merești községek határában levő kénes vizet e miatt higanytartalmúnak nézték és ez a régen az irodalomba betévedt „higany” előfordulási adat még ma is szerepel kézikönyveinkben.

E gázak geológiai munkájára jellemző, hogy említenek eseteket, amidőn a forró kénhidrogénes gőzöknek a mészkőre való hatásából gipsz keletkezett. (Szemlőhegyi barlang, Stájerország). Viszont az is bizonyos, hogy ép megfordított átalakulási körülménnyel a gipsz bomlásából keletkeznek kénhidrogéngázak, mégpedig a metános vidékeken. $CaSO_4 + CH_4 = CaO + H_2S + CO_2 + H_2O$, vagy egy másik átalakulási menetet feltételezve: $CaSO_4 + CH_4 = CaCO_3 + H_2S + H_2O$. Ugyan arra is gondolhatunk, hogy a gipszet a metán kalciumszulfiddá redukálja, amiből az átalakulásnál keletkező szénsav kénhidrogént fejleszt: $CaSO_4 + CH_4 = CaS + H_2CO_3 + H_2O$, amelyből további átalakulással: $CaS + H_2CO_3 = CaCO_3 + H_2S$ lesz.

A szemünk láttára képződik ez a jellemző szagú gáz a szennyvíz-levezető csatornák poshadó iszapjában, amely nemcsak sok szerencsétlenséget csinált az aknákba, csatornákba leszálló munkások között, hanem az összegyűlő gáz már robbanásokat is okozott.

IV. Nitrogénes gázforrások.

Az első pillanatban különösen hangzik, hogy a nitrogénforrásról is beszélünk, hisz ilyenről sem az irodalomban, sem a gyakorlati életben nem hallunk szót ejteni. A levegőnek óriási nitrogéntartalma szinte kizárni látszik minden másféle „forrás”-nak a fogalmát. Tényleg ilyen formán is áll a dolog. Ugyanis az eddigi szükségleteit a vegyi ipar a levegőből, ennek a kezünkhöz legközelebb álló, legkönnyebben hozzáférhető és költségmentes anyagából szerezte be. Így nem volt szükség még csak gondolni se arra, hogy mint a legtöbb anyagunk beszerzési forrásához, a mi jó öreg földünkhöz forduljon segítségül. Mindazonáltal a földből kiáramló gázokról lévén szó, tekintve egyes előfordulásoknak nitrogénben való gazdagságát, már csak a csoportosítás tökéletessége kedvéért is meg kell barátkoznunk a szokatlan elnevezéssel.

Ha a metángáz előfordulások analizéseit végignézzük, feltűnik, hogy pl. a Dexter (Kansas) gázainak 82.70%-át, tehát az uralkodó többségét a nitrogén képezi a 14.85% metánnal szemben. Vagy hozzánk közelebbi példák szerint a terjei furás (Bihorm.) kiömlő gázában 41.13%, a régóta ismert püspökladányiban 14.89% nitrogén van. A híressé vált hajduszoboszlói furás 958—985 m-nél levő homokrétegeiből felszállt gáz 82% nitrogéntartalmú volt, amely viszont a mélyítéssel csökkent úgy, hogy csak 6.4% maradt a végén. De némelykor az ártézi kútak és természetes hőforrások is tekintélyes mennyiségű nitrogént tartalmaznak:

Baden bei Wien	...	...	35.7 ^o -os vizének gázaiban	98.31%
Gastein	...	...	49 ^o -os	94.78
Eger	...	...	31 ^o -os	93
Vöslau	...	...	23.3 ^o -os	91
Harkányfürdő	...	...	62 ^o -os	20.40
Széchenyifürdő	...	...	73 ^o -os	20.24

Ezek az előbb felsorolt adatok tehát világosan mutatnak arra, hogy jogosan beszélhetünk nitrogénes forrásokról is, bár gyakorlati szempontból még egyelőre nincs jelentőségük, legfeljebb később lehet, amikor a pontosabb elemzéseknél ki fog tűnni, hogy vajjon a nitrogénnel együtt nem fordulnak-e elő azok a ritkább elemek is, melyek mint „nemes gázak” ismereteseink s nagy közgazdasági jelentőségük van (helium, argon stb.)

A nitrogén, mint a gázelemzésekből kiténik, gyakori kísérő társa mindennemű gázforrásnak, ha alacsonyabb százalékos arányban is. A tisztán száraz széndiokszid gázforrásokban is előfordul, mint azt a turiai Büdös barlang elemzési adatai mutatják (2.64%). A szénsavas vizeink gázaiban szintén gyakori. Pl. a székesfehérváriiban a 86% széndiokszid mellett 12% nitrogén van. Érdekes a manheimi 26^o-os, tehát langyos vizű szénsavas forrás gáza, amely a 26.75% széndiokszid mellett 72.32% N. tartalmaz.

A vulkáni kitorések gázaiban Brun A. adatai szerint állandóan ott van, épúgy a fumarolák gázai között is. Moisson a Mt. Pelée híres kitoréséből felfogott gázokban feltűnő sok (54.94%) nitrogént talált a szín-

tén nagy arányú oxzigenel együtt (13.67%). Nagy a valószínűsége annak, hogy nem volt tiszta az exhaláló gáz, hanem levegővel keveredett össze. Megvan a meteoritek és ásványok gázzárványaiában is.

A földből kiáramló nitrogént eredetre részben a vulkánok mélyéből jövő anyagok közé számíthatjuk. Vannak azonban közelebbi, felszíni képződésűek is, amelyek organikus származásúak. Hisz manapság is a bomló szervezetek közt a baktériumok hatására úgy szabadon, mint vegyületeiben is állandóan keletkezik. Annyi bizonyos, hogy a gázelemzéseknel a nitrogén szerepe nagyon kritikus lehet, mert egy kis gondatlansággal könnyen bekeveredhetik a levegőből valami. Viszont reményünk van arra is, hogy amint az eddig nitrogén alakjában ismert mofetta alkotórészeiben, a covasnai előjövetelekben sikerült a heliumot kimutatni, úgy bizonyos, hogy a földből kiáramló gázok analizéseinek megismétlésénél több adatot fogunk kapni az eddig nitrogénnel takart gázakra nézve is.

V. A vulkáni kitörések gáztartalma.

A földből kiáramló gáz legnagyobb méreteit a vulkáni kitöréseknél láthatjuk. Magának a vulkánizmusnak is az igazi tüneménye a föld belsejében levő gázok óriási kirobbanásával kezdődik, amely aztán megnyitja a vulkáni csatornát, ahol a törmelékeknek a gázok feszítő erejével való kidobása s azután a lávaanyag felszínre jutása történik. A gázok nyomásának mérhetetlen arányaira jellemző, hogy a Cotopaxi egy kitörése alkalmával a 3 m. átmérőjű lávatuskókat 900 m. magasságra és 22 km. távolságra dobta el. A Hargitában is találunk 2—3 m. méretű andezittömböket a legközelebbi kráter helyétől mintegy 15 km. távolságra. Ebből érthető, hogy a vulkánok környékének törmelék anyagának a szétszórásában milyen óriási szerepe van a gázoknak. A gázoknak nagy szerep jut a felszínre került lávaanyag kiképződési módjára is, amint azt később látni fogjuk.

A vulkánból kiáramló gázok vizsgálata a helyzet természeténél fogva nagyon veszélyes dolog s azért van, hogy a leközölt adatok igen sokszor ellentmondók. Nagy feltűnést keltett volt annak idején, midőn Brun A., a kiváló vulkáni gázkutató, a Vezuv felett elterülő jellemző fehér gomolygó felhőt (Pinia) nem vízgőz tartalmunak mondta, hanem szerinte az kloridokból és fluoridokból s főként ammoniumkloridból (szalmiáksó) áll. Ő egyáltalán tagadta a vízgőzöknek a jelenlétét a vulkáni kitörésekben. Ugyan újabban Day és Shepherd a vízgőzöknek a jelenlétét a Kilauea gázaiban egész biztosan kimutatták. Mindezt leszámítva, a részleteket illetőleg eddigelé Brun A. szolgáltatott a legtöbb adatot a vulkánok gázainak az ismeretéhez. Szerinte a szemmel látható gomolygó felhők legnagyobbbrészt szublimációs termékekből állanak s igazi gáz aránylag kevés van köztük. Épúgy a kénnek sincs olyan nagy szerepe, mint addig hitték, hisz a lyukacsos láva repedéseiben lerakódott sárga kényszerű anyag is jórészt ferrikloridnak bizonyult.

A legfontosabb anyagok, amelyek a kitörések gázaiban elő szoktak fordulni, a következők:

Nitrogén, NH_3 . Klór és kloridok = HCl , FeCl_2 , AlCl_3 , NH_4Cl , KCl , NaCl , MgCl_2 , CaCl_2 .

Fluor és fluoridok: flour, HF , SiF_4 ; NH_4F . Kén és kénvegyületek SO_2 , H_2S , H_2SO_4 . Szén és szénvegyületek, szénhidrogének, CO , CO_2 . Fémek nyomokban: Mn , Pb , Cu , Ti , As .

Ebből a változatos társaságból lehet látni, hogy részint magukból a gázakból, mint azoknak kölcsönös egymásra hatásából micsoda hatalmas számú ásvány keletkezhetik a vulkáni kőzetek repedéseiben. Kén, mint szublimációs termék vagy a kéndiokszidnak és a kénhidrogénnek az egymásra való hatásából ($\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ vagy $\text{H}_2\text{S} + \text{O} = \text{S} + \text{H}_2\text{O}$. Kloridok közül a legjelentékenyebb a natriumklorid, vagyis a konyhasó, mely a székellyöldi S. lters típusú vizeinknek gyakori alkotó része is, ezen kívül még rengeteg sok más ásvány (molybit, Kremerit, cotunnit, szalamiasó stb.) Okszidok jellemző példája a fumarolás hatására képződő vascsillám (hematit), amelyre szép példát a hargitai előfordulások nyújtanak (Ezekon kívül még: magnetit, tenorit, periklas stb.) Szulfidok közül igen gyakori a pirít, galenit, realgar, auripigment, a covellin már ritkábban stb. A szulfátok könnyen oldhatók lévén, rendszerint csak átmeneti jelentőségük van. Karbonátok is keletkeznek s rendszerint pompás kristályokban kiképződve egészítik ki az inkább ércekből álló ásványi társaságot. (Kalcit, dolomit főként gyöngypát, barnapát alakjában.) A szilikátok közül szublimációs úton keletkeznek: a leucit, augit, amfibol, olivin, csillámok, sodalith, melanit, sanidin stb. A kvarc, tridimit, topáz, sassolin stb. szintén gyakori képződmények.

A vulkánból kiáramló gázok közül főként a kéndiokszid és kénhidrogén adnak legkönnyebben hírt magukról, Papp K. említi a magyar geologusoknak 1913. évben az Etnán végzett kutatásairól írt beszámolójában, hogy 6 percenként kigomolygó kénes felhő közé került Szontagh Tamás igazgatóval együtt, de szerencsére egy szélroham hamar elverte a fullasztó párákat s így szerencsésen megszabadultak a veszélyes helyzetből, de így is pár hétbe került, míg szaglásukat visszanyerték. 1932 április 10-én a Kordillerák déli szakaszán az egyszerre nagy tömegben kiáramló kénes gázok sok kellemetlenséget okoztak a közelben levő lakosságnak. Fesca japán vegyész az Azafuji vulkán lágájának és hamújának az Arakava patakba való jutása alkalmával a sok minden más ásványi anyag közt literenként 0.0128 g. szabad H_2S -et, SO_2 -öt talált.

A vulkánokból kiömlő gázkeverék típusaként talán a Mt.-Pelée híres gázerupciójának összetételét említhetnők meg Moissan elemzése után:

N	---	---	---	---	---	54.9 ¹⁰ / ₀	CH_4	---	---	---	---	5.46 ⁶ / ₀
O	---	---	---	---	---	13.67 "	CO	---	---	---	---	1.60 "
CO_2	---	---	---	---	---	15.38 "	Argon	---	---	---	---	0.71 "
H	---	---	---	---	---	8.14 "						

Ezekon kívül a telítettséghez közel tartalmaz vízgőzöket.

A működő vulkán nyitott torkán kiáramló gáztömegon kívül az egész környék repedésein keresztül is rengeteg gáz száll el. Ezek közt legfeltűnőbb a kiáramló gőzéről már messziről látható fumarola, amelynek főként

forró vízgőzökből álló anyaga más gázokat, illetve anyagokat is tartalmaz. Közismertek pl. Toscanában (Olaszország) a több mint egy évszázad óta működésben levő bórsavgyárak, amelyek a hűtéssel lecsapott gőzökből újbóli elpárologatással vonják ki az értékes anyagot. A forró vízgőzök 3–6% gázot tartalmaznak. A különválasztott gáz százalékos összetétele a következő:

CO ₂	--- --	92.20	O ₂	--- --	0.18
H ₂ S	--- --	2.00	N ₂	--- --	1.35
CH ₄	--- --	1.78	Argon	--- --	0.0215
H ₂	--- --	2.45	Helium	--- --	0.0155

Ezek a káros gázok akadályozták eleinte különben magas hőmérsékletű (190°) és kb. 16 atm. nyomású gőzöknek a direkt felhasználását gőzgépek hajtására. Végre azoknak a szeparálása 1904-ben sikerült s azóta nemcsak mint hasznos anyagot szolgáltató helyként ismeretes a fumarola, hanem az erőtermelő forrásnak is egyik jelentős tényezője lett. Erre a példára aztán Kaliforniában, Jávában, stb. fúrásokkal mesterségesen fogták munkába a vulkán energiáját. A toscanai természetes gőzenergia kihasználása ma már olyan nagy méreteket öltött, hogy óránként mintegy 250.000 kg. gőzt használnak fel gőznyomású gépek hajtására s ez egy hatalmas gyáriparnak az alapját vetette meg.

A fumarolák összetételének az ingadozása nemcsak a helyi viszonyoktól függ, hanem a gőzök hőmérsékletétől is. Erre vonatkozóan *Fouqueré* a Fossa von Volcano elemzéséről közöl érdekes adatokat:

	360°	250°	150°
HCl + SO ₂	73.80%	66 %	27.19%
CO ₂	23.40 „	22 „	59.62 „
O	0.52 „	2.40 „	2.20 „
N	2.28 „	9.60 „	10.90 „

Érdekes összehasonlító adatot szolgáltat *Moissan* a két egymástól nem messzire fekvő Guadelupe szigetén levő fumarola gőzének elemzésével:

	<i>Fumarola du Nord</i>	<i>Fumarola Napoléon</i>
Vízgőz	telítve	telítve
Sósav	nyomokban	nyomokban
Kéngőz		
H ₂ S	2.7 cm ³	4.5 cm ³
O	7.5 „	2.7 „
CO ₂	52.28 „	69.5 „
N	36.07 „	22.3? „
Argon	1.073 „	0.68 „

A geológiai hatásuk szintén nagyon fontos, hisz sok értékes ércelőfordulásunk köszönheti fumarolás működésnek a születését (hematit s egy egész csomó szulfid, köztük a cinnabarit is). *Pávay Vajna F.* a fumarolák maró, oldó hatásának tulajdonítja sok esetben a mészkőbarlangok nyílásainak a kitérését, amit nemcsak most figyelt meg a toscanai előfordulások alapján, hanem a sajtóságos lesímitott felszín és az ott képződött ásványok a fosszilisnek nevezhető barlangképződésnél is ily módon nyújtanak bizonyítékot.

VI. Az ásványok gázzárványai.

A működő vulkánok állandó gázömléseiből nyilvánvaló, hogy a láva a megszilárdulása alkalmával s így ásványainak kiképződésénél is igen sok gázt zárhat magába s ily módon azokat „fossilizálhatja”. A bezárt gáz teszi nagy tömegével igen sok esetben a kőzet szövetét is lyukacsossá, mint a horzsakőnél is látszik (a könnyű habkőves módosulat) vagy más alkalommal lyukacsos láva jön létre, vagyis a „darázkő”, amint a Balaton mellékén nevezik. Igen érdekes kőzettípus keletkezésére vezet, ha későbben ezek a gázfújta lyukak a beszivárgó oldatokból lerakódó ásványokkal töltődnek ki, mint azt a melafirok mandulaköves kifejlődésénél látjuk. De szabad szemmel nem látható módon elzárt gázokat is tartalmaznak a vulkáni kőzetek, amelyekből hevítés által hajtják ki a bezárt gázokat. Az ilyenemű vizsgálatokra *Graham* jött rá a lénártói meteorit vizsgálata alkalmával s azóta egy egész sorát ismerjük az adatoknak, amelyek érdekesen mutatják a fossilizált bezárt gázokat.

Gautier 1 kg. gránitnak a hevítésével 735 g. gázt és vízgőzt nyert. *Brun A.* 1 kg. Le Pessy obsidián hevítéséből a következő eredményt nyerte:

	H ₂ O	CO ₂	CO	H ₂	N ₂	HCl
500 ^o -ig	4 g	—	—	—	—	—
500–596 ^o -ig	1.1 „	73.2 cm ³	20 cm ³	32.3 cm ³	55.5 cm ³	5.54 cm ³
956 ^o -nál	—	70 „	60 „	6.7 „	10 „	5.43 „

Szádeczky Gy. gyűjtéséből *Brun* vizsgált obsidiánokat és pedig I. Bozsva, II. Olaszliszka, III. Tarcsl községekből származókat az alábbi eredménnyel:

	I.	II.	III.
Cl ₂	18.1 %	— %	5.2 %
HCl	19.8 „	45.9 „	35.0 „
SO ₂	3.8 „	— „	— „
CO ₂	38.5 „	22.3 „	30.0 „
CO	— „	18.0 „	17.0 „
H ₂	— „	13.8 „	4.8 „
N ₂ és nemes gázok	— „	— „	6.2 „
Más gáz	19.7 „	— „	— „

Metta különböző kőzetek gáztartalmának a vizsgálatára, szintén hevítéssel, a következő táblázatba foglalt adatokat nyerte:

100 g kőzetben	Cm ³ gáz	CO ₂ %	H %	CH ₄ %	CO %	N %	Helium %	Víz 100 g kőzetben
Andezit	51	55.22	28.63	0.57	7.11	8.64	—	1.3 g.
Vitro ir (Cunardo)	140	90.38	1.05	0.50	5.16	2.27	—	—
Eolit (Jáva)	210	16.47	33.04	5.97	39.40	5.11	—	6.90 g.
Szerpentin (Jáva)	281	61.49	2.87	6.17	4.91	16.89	nyom.	12.2 „

Tilden e hevítéssel elért adatokra vonatkozóan az ő saját kísérleteivel azt igyekezik bebizonyítani, hogy ezek a kimutatott gázok nem zárványok, hanem az ásványok által a felszínükön nyelettek el s így a közölt adatok nem felelnek meg a feltételezett követelményeknek. Tilden gondolatában van is figyelemre méltó megjegyezni való, azonban az ásványok gáztartalmát nemcsak ily módon kémiai, hanem mikroszkopi úton is kimutatták s azok az eruptivkőzetek kvarcában közönségesek is. Több ízben találtak már kvarcban és olivinben cseppfolyós széndiokszid zárványt is, mint előbb láttuk, Azonban nemcsak a vulkánikus képződésű ásványok, hanem az üledékesek is tartalmaznak gázzárványokat. Így pl. a német kálisó-telepek zárványai közt sok a hidrogén, amellyel együtt a heliumot is megtalálták. Tágabb értelemben a bányagázaknál említett előfordulások is zárványokként foghatók fel.

Az ásványok gáztartalmának a felemlítésénél lehetetlen meg nem emlékeznünk a különleges szerepű meteoritok tartalmának gázadatairól. Tulajdonképp az ásványok gáztartalmának a vizsgálatára éppen ez vezette a kutatókat. *Ansdell G.* és *Duvar J.* a meteorok gáztartalmának vizsgálatánál a következő érdekesebb adatokat közlik:

	A gáz térf.	CO ₂	CO	H	CH ₄	N
Durmsala	--- 2.51%	63.15	1.31	18.48	3.9	1.31
Pultusk	--- 3.54 „	66.12	5.40	18.14	7.65	2.69
Mociu	--- 1.94 „	64.50	3.90	22.94	4.41	3.67

Az összehasonlító adatokból kitűnt, hogy a meteorkövekben nagyobb a gáztartalom, mint a meteorvasakban s míg az előbbiben a széndiokszid, addig az utóbbiban a szénoksizid játssza a főszerepet. *Graham* a lénártói meteorit zárt térben való hevítésével a meteor térfogatánál háromszorta több gázt szabadított ki.

VII. A talajgáz tartalma.

A földünk szilárd kérgének legfelső s a növényi tenyésztésre alkalmas rétegében a laza termőtalajban is állandóan van felraktározva gáz. Könnyen elképzelhetjük, hogy a leggyakoribb gáz nem lehet más, mint maga a levegő. A talaj levegővizsgálatával kitűnt, hogy az kb. tízszer annyi széndiokszidot tartalmaz, mint a föld színe fölött. De a földben is a mélységtől függően nő a széndiokszidtartalom, sőt még az évszakok is hatással vannak az arány megváltoztatására. Nyáron rendszerint 3—4-szer annyi van a széndiokszidból, mint télen. Ha mindezekhez hozzávesszük, hogy a növények lélekzése, a talajban végbemenő bomlások állandóan termelik a széndiokszid gázt, látnivaló, hogy csak nagy általánosságban beszélhetünk a talajrögöcskék közt meghúzódó gáz összetételéről, amelyek akár felmelegedés, akár az állandó szaporodás miatt folytonosan kiáramlanak a szabad levegőre.

Legfontosabb talajgáztermelők a talajba bejutott szerves anyagok, amelyek a talajbakteriumok hatására megbomlanak. A bomlás lefolyása attól függ, hogy olyan bakteriumok szerepelnek-e, melyeknek csak a levegő okszigénjére van szükségük, vagy olyanok, melyek okszigénszük-

ségletüket a megbontott anyagból veszik. Az első esetben rothadásnak nevezett folyamat áll be, amely a különböző bűzös gázak termelésével árulja el magát. Ilyenek a H_2S , NH_3 , N , CH_4 és igen sokszor a foszforhidrogén (H_3P). Ez utóbbi leginkább állati hullák felbomlásánál keletkezik s levegőre érve megbomlik s a könnyen meggyúló hidrogéndifoszfidot képezi. Ez a babonások előtt közismert lidércfény vagy bolygótűz.

Levegőtől elzárta az anerob bakteriumok hatására egy egész más típusú átalakulás történik, amelyet korhadásnak nevezünk s ennél az a jellemző, hogy a képződő gázok közt a széndiokszid az uralkodó.

Mivel a szerves anyagoknak a termőtalajba való jutása, hol mesterséges, hol természetes úton állandóan folyik, így el lehet képzelni, hogy a föld egész felülete, szinte észrevétlenül, micsoda rengeteg gázt bocsát ki a levegőbe.

A gázforrások keverékgázainak említésre méltóbb tagjai.

Hidrogén. Tisztán hidrogéngázot tartalmazó exhalációról nem tudunk, de viszont annál több adatunk van a gyakori előfordulásáról. Igen sok van a Stawropol (Kaukázus) gázkútjában, ahol a 37.30% metánnal szemben 27.25% található. A közeli Băicoi petroleumkutakból kiáramló metángáz közt *Lendvay* elemzése 15% -ot mutat ki. A Harkányfürdő kénes 62° -os vize 9.75% -ot tartalmaz. A vulkánok forró gázaiban szintén előfordul. Santorin kitörésében 1000° hőmérsékleten 15% volt. A fumarolák gázai közt 0.203 — 2.45% található. *Brun* az olaszliszkai obszidiánban 13.8 és a tarcaliban 4.8% -ot talált. Idáig negatív eredményeink vannak a hidrogén szempontjából székelyföldi posztvulkánikus termékeink közt. A néhol jelentékeny százalékarány ellenére sem tudunk esetet, hogy a hidrogén előfordulásoknak úgy geologiai, mint gyakorlati szempontból valami jelentőségük lett volna.

Okszigén. A földből kiáramló gázoknak ez is egyik, majdnem állandóan szereplő tagja. Metánforrásaink közt eddig legtöbbet találtak a dzwiniazi (Galicia) előfordulásokban (13.40%). Bihormegyében a terjei gázban már csak 2.57% van. A hajduszoboszlói mélyfúrás 77° -os vizével kiáramló gázban 4% fordul elő. Vöslau 23.3° -os langyos vizében 7.8% található. Széndiokszid gázforrásaink közül az ismert torjai Bűdös gázában *Ilosvay* csak 0.14% -ot mutatott ki. Épúgy szerepel különböző arányokban a vulkánok, fumarolák és az ásványokban levő gázzárványok között is, de mindenütt minden különösebb jelentőség nélkül.

Helium. A nem nagyon régen ismeretes helium igazi jelentősége gyakorlati szempontból akkor kezdett kibontakozni, midőn az amerikai metángázos forrásokban, ha százalékosan nem is feltűnően, de a kiömlő nagy tömegű metánnal keverten mégis jelentősebb mennyiségben megtalálták. Az igazi jelentőségét a hadászati fontosság adta meg. Ugyanis a heliummal megtöltött kormányozható léghajók nem oly veszedelmesek, mint a könnyen robbanó hidrogénnel vagy világítógázzal töltöttek. Mindennek ellenére csak 8% a felhajtó erővesztés a heliumnál a hidrogén-

nel szemben s viszont a diffúzió által történő anyagveszteség nem oly nagy, mint a hidrogénnél.

A praktikus amerikaiak más téren is igyekeznek értékesíteni ezt a becses gázt. Rájöttek, hogy a villamos izzókörték a tiszta nitrogén helyett a heliumos keverékkel jobban beválnak. Igen fontos szerephez jutott a helium az alacsony hőmérséklet mérésére szolgáló eszközök gyártásánál. Ez érthető is, hisz a cseppfolyós heliummal $-269^{\circ}73^{\circ}$ hőmérsékletet lehet elérni, sőt többet is, mint ezt Kreesomnak nem régen közli, $-273^{\circ}27^{\circ}$ -nál sikerült szilárd állapotba átvinni azt. Igy left egyik fontos anyaga a hűtőiparnak. Az amerikai példára alaposabb vizsgálatra kitűnt, hogy a származeli 2. számú gázkút is tartalmaz 0.001% -ot. Újabban a covasnai (Treiscaunä) széndioksizid gázömléseiben mutatta ki Athanasiu G. S, a heliumot (nitrogénnel együtt 1.7%). Ha a székelyföldi óriási mofettás gázömléseket tekintetbe vesszük, úgy nyilvánvaló, hogy micsoda nagy gazdagságot jelentenek azok tisztán a helium szempontjából is. Épúgy az utóbbi időkben mutatták ki az olaszországi fumarolákban is a tekintélyes helium tartalmat ($0.0155-0.052\%$).

Argon. A földből kiáramló nemes gázoknak a másik fajtáját a szintén nem régóta ismert argon képezi. Nagy feltűnést keltett volt annak idején, midőn Moissan a Guadelupe szigeten levő fumarolák gázaiban első ízben kimutatta a $0.68-0.73\%$ argon tartalmat. Nemsokára Bourchard Ch. a cauteret ásványvízforrások kiömlő gázai közt találja meg e ritka gázt helium társaságában. A Hamburg közelében levő Neuengammen melletti gázkút földgázában 0.05% argont mutattak ki.

Rádium. A már eddig is igen sok helyen felkutatott rádium emanációt, a rádium gázalakú termékét ásványvizek közelebbi vizsgálata által mind több és több helyről kezdjük ismerni. Weszelszky adataiból fontosabbak:

Budapest Rudasfürdő, Rákóczi-forrás	7.32	$\times 10^{-6}$	millicurie	literenként
Eger Püspökfürdő, Herkules-forrás	2.51	"	"	"
Herkulesfürdő, Lajos-forrás	1.44	"	"	"
Lipik	0.43	"	"	"
Válcele, Főkút	0.21	"	"	"

Ha tekintetbe vesszük, hogy a fent közölt adatok az ásványvizek tartalmára vonatkoznak és hogy tisztán a forrásgázak sokkal több emanációt tartalmaznak, úgy jelentős mennyiséget kell feltételeznünk (pl. az egrí vízben 2.51×10^{-6} , míg a forrásgázakban már 8.20^{-6} m. c. van). Transzilvániában Athanasiu vizsgálatai szerint a románszentgyörgyi sós savanyú vízben 12.9 , míg a borszéki 1.14 m. u. c. tartalmat mutat ki. A kovásznai tiszta széndioksizidos gázömlésben pedig literenként 0.30 m. u. c. talált. Azt tapasztalták, hogy a töménysóoldatok a legjobb elraktározói a rádium emanációnak.

Weszelszky Gy. rámutatott arra, hogy a rádiumtartalom nem lehet mélységbeli eredetű (juvenilis), mint azt Gautier tartja, mert pl. balatonfüredi megfigyelései szerint az alaphegység vörös homokkővének vas-oxszidja rádiumkötő természetű. (Ugyanez allochton településű lévén, még mindig nem kapunk arra választ, hogy az autochton anyag hol van elraktározva.)

Úgy az ásványvizeknek, mint a forrásgázoknak a rádiumtartalma most már kezd világosságot deríteni azok eddig ismert gyógyhatásának igazi okaira is. Valószínűen ez adja magyarázatát a székelyföldi gázfürdők hűléses bántalmak ellen ősidők óta sikeresen használt alkalmazásának is.

* * *

A földből kiáramló gázok nagy jelentőségű témájának legfontosabb részleteit foglaltuk össze, kiemelve főként a gyakorlati jelentőségű vonatkozásokat. Csodálatosképpen az irodalom különböző ágaiban a részleteiben különben sok adatot nyújtó anyag, tudomásunk szerint, ilyen összefoglaló formában még nem került elő. S így ez az első kísérlet a geologus, kémikus, technikus és a nagyközönség érdeklődésébe is bevonható témának egységes tárgyalására.

Irodalom.

- | | |
|---|--|
| I. Böck Hugó dr.: Földgáz Jelentés. 1913. | |
| II. Brun A.: Recherches sur les exhalations volcaniques. 1911. | |
| III. Ilosvay Lajos: A torjai Bűdös barlang. 1895. | |
| IV. Krusch P.: Gerichts- und Verwaltungsgeologie. 1916. | |
| V. Kunszt-Vámossy: A mai Magyarország ásványvizei. 1928. | |
| VI. Potonié H.: Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithe. 1910. | |
| 1. Ann. des Mines. | 9. Hidrológiai Közöny. |
| 2. Anuarul Inst. Geologic. | 10. Magyar Balneológiai Értesítő. |
| 3. Bányászati és Kohászati Lapok, | 11. Múzeumi Füzetek. Cluj. |
| 4. Dări de Seamă Inst. Geol. | 12. Petroleum. |
| 5. Die Naturwissenschaften. | 13. Székelység. Odorhei. |
| 6. Erdélyi Múzeum. Cluj. | 14. Természettudományi Közöny és Pöt-füzetek. |
| 7. Földtani Közöny. | 15. Zeitschrift für die gesammte Kohlen-säure-Industrie. |
| 8. Földrajzi Közöny. | 16. Zeitschrift für d. prakt. Geologie. |

Tudományos Füzetek.

Szerkeszti: Dr. György Lajos.

A „Múzeum-Egyesület“ kiadása

1. Rass Károly: Reményik Sándor	— — — — —	40.—
2. Párvan Bazil: A dákok Trójában	— — — — —	30.—
3. Dr. Bítay Árpád: Gyulafehérvár Erdély művelődéstörténetében	— — — — —	30.—
4. Dr. Bítay Árpád: A moldvai magyarság	— — — — —	40.—
5. Szokolay Béla: A nagybányai művésztelep	— — — — —	40.—
6. Dr. Balogh Ernő: Kvarc az Erdélyi Medence felső mediterrán gipszeiben	— — — — —	40.—
7. Dr. György Lajos: Az erdélyi magyar irodalom bibliográfiája. 1925. év	— — — — —	50.—
8. K. Sebestyén József: A brassai fekete templom Mátyás-kori címerei	— — — — —	40.—
9. Dr. Karácsonyi János: Új adatok és új szempontok a székelyek régi történetéhez.	— — — — —	50.—
10. Dr. Gál Kelemen: Brassai küzdelmei a magyartalanságok ellen	— — — — —	50.—
11. Dr. Tavasszy Sándor: Erdélyi szellemi életünk két döntő kérdése	— — — — —	40.—
12. Dr. György Lajos: Két dialógus régi magyar irodalmunkban	— — — — —	60.—
13. K. Sebestyén József: A Becse-Gergely nemzetség, az Apafi és a bethleni gróf Bethlen család címere	— — — — —	50.—
14. Dr. Ferenczi Miklós: Az erdélyi magyar irodalom bibliográfiája. 1926. év	— — — — —	50.—
15. Dr. Gyárfás Elemér: A Supplex Libellus Valachorum	— — — — —	50.—
16. Rónay Elemér: Kemény János fejedelem halála és nyugvóhelye	— — — — —	50.—

17. Dr. György Lajos: Egy állítólagos Pancsatantra-származék irodalmunkban	50.
18. Dr. Ferenczi Miklós: Az erdélyi magyar irodalom bibliográfiája 1927. év	60.
19. K. Sebestyén József: A középkori nyugati műveltség legkeleibb határai	60.
20. Szabó T. Attila: Az Erdélyi Múzeum-Egylet XVI—XIX. századi kéziratok énekeskönyvei	50.
21. Dr. Ferenczi Miklós: Az erdélyi magyar irodalom bibliográfiája. 1928. év. ötlással az 1919—1928. évekről	50.
22. Dr. György Lajos: A francia hellénizmus hullámai az erdélyi magyar szellemi életben	50.
23. Dr. Kántor Lajos: Az Erdélyi Múzeum-Egylet problémái	50.
24. Dr. Gál Kelemen: A nemzeti nevelés román fogalmazásában	50.
25. Dr. Tavasz Sándor: Kierkegaard személyisége és gondolkozása	50.
26. Dr. Papp Ferenc: Gyulai Pál id. Bethlen János gr. körében	50.
27. Dr. Csúry Bálint: Néprajzi jegyzetek a moldvai magyarokról	50.
28. Dr. Biró Vencel: Püspökjelölés az erdélyi róm. kath. egyházmegyében	50.
29. Dr. Teleki Domokos gróf: A marosvásárhelyi Teleki-könyvtár története	50.
30. Dr. Hofbauer László: A Remény című zsebkönyv története (1839—1841)	50.
31. Dr. Ferenczi Miklós: Az erdélyi magyar irodalom bibliográfiája. 1929. év	50.
32. Dr. Gyulai Farkas: A Döbrentei-pályázat és a Bánk bán	50.
33. Dr. Rajka László: Jókai „Törökvilág Magyarországon” c. regénye	50.
34. Dr. Temesváry János: Hét erdélyi püspök végrendelete	50.
35. Dr. Biró Vencel: A kolozsmonostori belső jezsuita rendház és iskola Bethlen és a Rákóczy fejedelmek idejében	50.
36. Szabó T. Attila: Az Erdélyi Múzeum Vadadi Hegedűs-kódexe	50.
37. Dr. Kántor Lajos: Hidvégi gróf Mikó Imre szózata 1856-ban az Erdélyi Múzeum és az Erdélyi Múzeum-Egylet megalakítása érdekében	50.
38. Dr. Ferenczi Miklós: Az erdélyi magyar irodalom bibliográfiája 1930. év	50.
39. Dr. Balogh Arthur: A székely vallási és iskolai önkormányzat	50.
40. Dr. György Lajos: Eulenspiegel magyar nyomai	80.
41. Dr. Dömötör Sándor: A cigányok temploma	50.
42. Dr. Kristóf György: Báró Eötvös József utazásai Erdélyben	80.
43. Dr. Hofbauer László: Az Erdélyi Híradó története	50.
44. Dr. Kristóf György: Kazinczy és Erdély	50.
45. Dr. Asztalos Miklós: A székelyek őstörténete letelepülésükig	50.
46. Dr. Varga Béla: Az individualitás kérdése	80.
47. Kemény Katalin: Erdélyi emlékirtek	80.
48. Dr. Dömötör Sándor: Vida György facetái	50.
49. Dr. Oberding József György: A mezőgazdasági hitelkérdés rendezésére irányuló törekvések a román törvényhozásban	50.
50. Szabó T. Attila: Közép-szamos-vidéki határnevek	50.
51. Dr. Balogh Jolán: Olasz falfestmények Gyulafehérvárt	30.
52. Dr. Ferenczi Miklós: Az erdélyi magyar irodalom bibliográfiája. 1931. év	50.
53. Dr. Kántor Lajos: Magyarok a román népköltészetben	50.
54. Dr. György Lajos: Magyar anekdotáink Naszreddin-kapcsolatai	50.
55. Dr. Veress Endre: Gróf Kemény József (1795—1835)	120.
56. Dr. Kántor Lajos: Kölcsönhatás a magyar és román népköltészetben	30.
57. Dr. Tavasz Sándor: A lét és valóság	60.
58. Szabó T. Attila: Adatok Nagyenyed XVI—XX. századi helyneveinek ismeretéhez	60.
59. Dr. Imre Lajos: A falunevelés irányelvei	60.
60. Dr. Veress Endre: A történetíró Báthory István király	80.
61. Dr. Boros György: Carlyle	40.
62. Dr. Juhász Kálmán: Két kolozsmonostori püspökapatá a XVI. században	50.
63. Dr. Biró József: A kolozsvári Bánffy-palota és tervező mestere, Johann Eberhard Blummann	60.
64. Dr. Ferenczi Miklós: Az erdélyi magyar irodalom bibliográfiája 1932. év.	50.
65. Dr. Jancsó Elemér: Az irodalomtörténetírás legújabb irányai	50.
66. Dr. Kántor Lajos: Erdély a világháborút tükröző román irodalomban	50.
67. Dr. Veress Endre: A moldvai csángók származása és neve	80.
68. Dr. Oberding József György: A Kolozsvári Gondoskodó Társaság	60.
69. Papp Ferenc: Gyulai Pál a kolozsvári ref. kollégiumban	60.
70. Dr. Ferenczi Miklós—Valentiny Antal: Az erdélyi magyar irodalom bibliográfiája. 1933. év	60.
71. Dr. Balogh Jolán: Márton és György kolozsvári szobrászok	150.
72. Dr. Kristóf György: Szaboleska Mihály Erdélyben	80.
73. Lakatos István: Magyaros elemek Brahms zenéjében	40.
74. Dr. Kristóf György: Eminescu Mihály költeményei	50.
75. Dr. Biró József: A boncehidai Bánffy-kastély	80.
76. Dr. Juhász Kálmán: Műveltségi állapotok a Temesközben a török világban	40.
77. Dr. Rajka László: Jókai román tárgyú novellái	40.
78. Venczel József: A falumunka és az erdélyi falumunka-mozgalom	60.
79. Valentiny Antal: Az erdélyi magyar irodalom bibliográfiája 1934. év.	60.
80. Dr. Biró József: Magyar művészet és erdélyi művészet	60.
81. Dr. György Lajos: Anyanyelvünk védelme	40.
82. Grandpierre Edit: A kolozsvári Szent Mihály-templom története	80.
83. Dr. Balogh Ernő: Dr. Szádeczky-Kardoss Gyula	40.
84. Dr. Kozocsa Sándor: Históriais ének Bocskay Istvánról	40.
85. Dr. Révész Imre: Méliusz és Kálmán	80.
86. Dr. Szabó T. Attila: Zilah helynévtörténeti adatai	60.
87. Lakatos István: Az új magyar műzene	40.