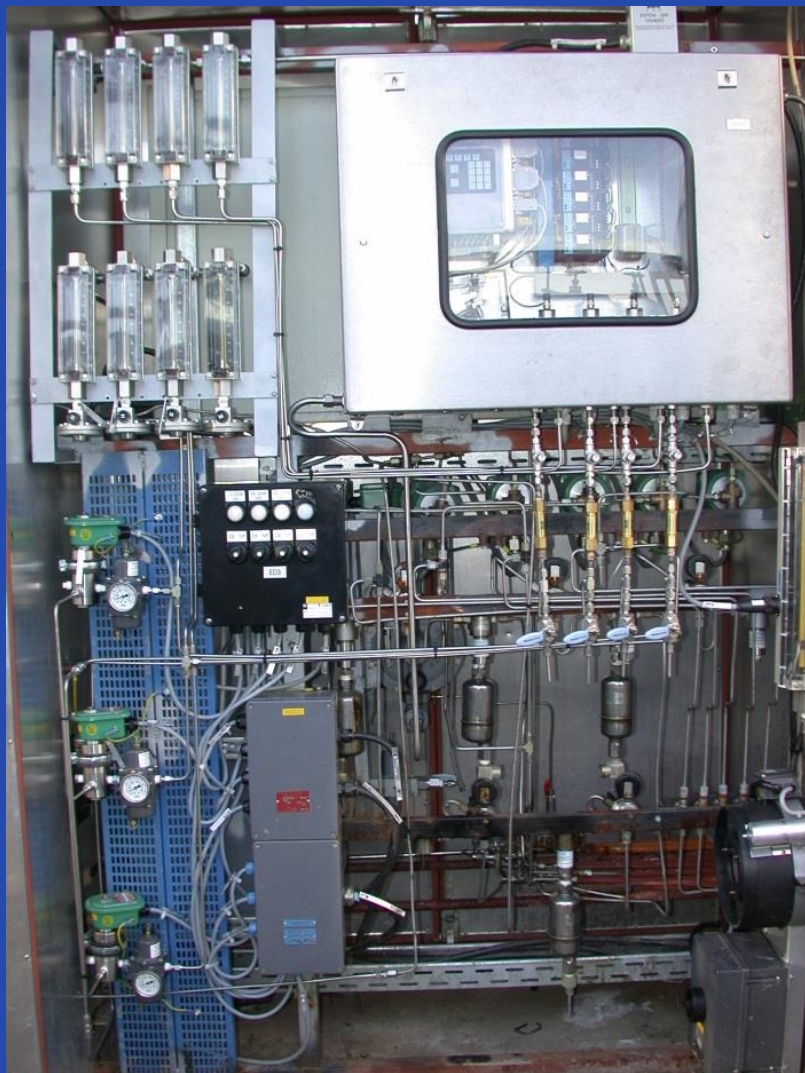


Technikai és kalibráló gázok használata



SZÉCHENYI 2020

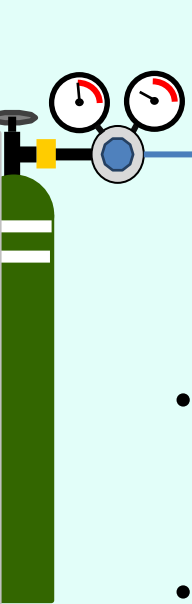


MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



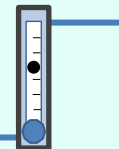
Technikai és kalibráló gázok használata



- Gázok előállítása, szállítása, palackok kezelése, biztonsági előírások
- Használatos anyagok és tulajdonságaik
- Csövek vágása, alakítása, csőkötések típusai és helyes használatuk
- Gázáramlás mérése és szabályozása
- Kalibrálás gázokkal, mintavétel
- Veszélyforrások



Gázokról



A **nyomás** a felületre merőleges nyomóerő és a felület hányadosa.

Jele: **p**. SI mértékegysége: **Pa** (pascal). $1\text{Pa} = 1\text{ N/ m}^2$ (Newton/ m^2) $1\text{ bar} = 10^5\text{ Pa}$

A **térfogat** jele: **V**, mértékegysége: **m³**

Tökéletes gázokra felírható: **$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$** állapotegyenlet.

p a nyomás (Pa) pascalban

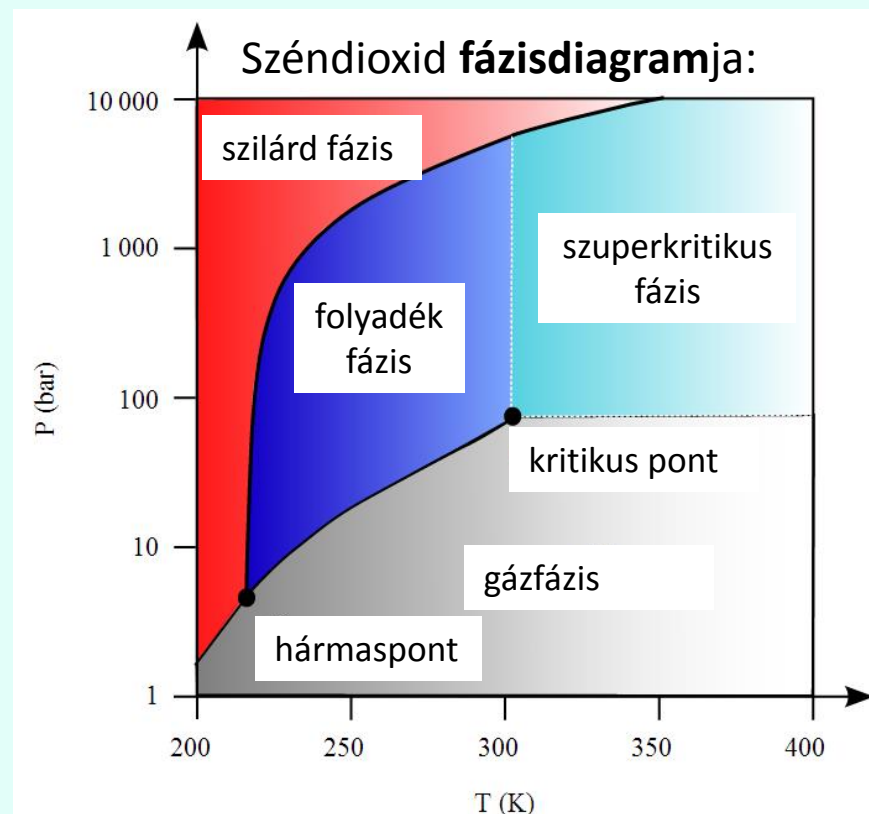
V a térfogat m³-ben

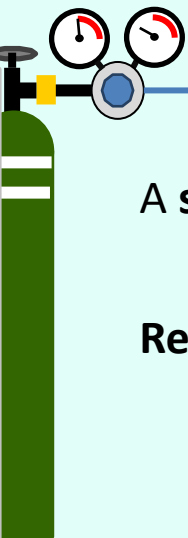
n a gáz kémiai anyagmennyisége mol-ban

R az egyetemes gázállandó (8,314 J/mol·K)

T az abszolút hőmérséklet kelvinben.

$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$ (Boyle-Mariotte-törvény),
állandó hőmérséklet mellett





Gázokról

A sűrűség: $\rho = \frac{m}{V}$ az SI mértékegysége: **kg/m³**

Relatív sűrűség: $\rho_x^{\text{rel. levegő}} = \frac{\rho_x}{\rho_{\text{levegő}}}$

Levegő sűrűsége = 1,293 kg/m³;

Szén-monoxid relatív sűrűsége = 0,9667

Szén-dioxid relatív sűrűsége = 1,5288

Koncentráció egységek: - mol % (n/n) (1 mol standard állapotú gáz 24,5 liter)

- tömeg % (m/m)

- térfogat % (V/V)

- vegyes % (m/V)

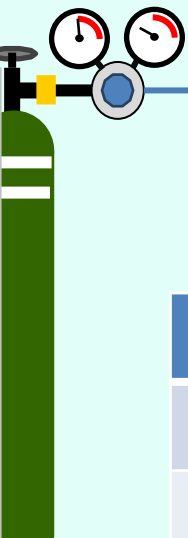
- **ppm** (parts per **m**illion) 10^{-6} 1% = 10^4 ppm

- **ppb** (parts per **b**illion), 10^{-9}

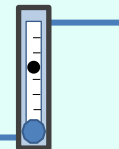
- **ppt** (parts per **t**rillion), 10^{-12}

- **ppq** (parts per **q**uadrillion), 10^{-15}

- definiálni kell a dimenziót! (ppmV, ppmm, ppmn)



Gázok előállítása



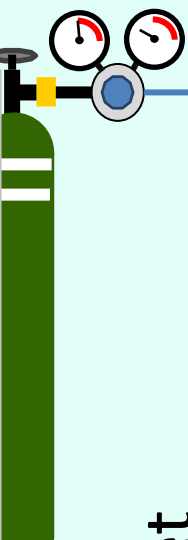
Száraz levegő összetétele

(Nem pontos értékek)

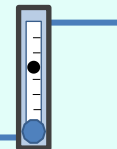
Komponens	Koncentráció %(V/V)
Nitrogén	78,08
Oxigén	20,95
Argon	0,93
Szén-dioxid	0,035
Neon	$18,18 \cdot 10^{-4}$
Hélium	$5,239 \cdot 10^{-4}$
Krypton	$1,139 \cdot 10^{-4}$
Hidrogén	$0,5 \cdot 10^{-4}$
Xenon	$8,7 \cdot 10^{-6}$
Metán	$1,5 \cdot 10^{-6}$

Kriogén levegő szétválasztás

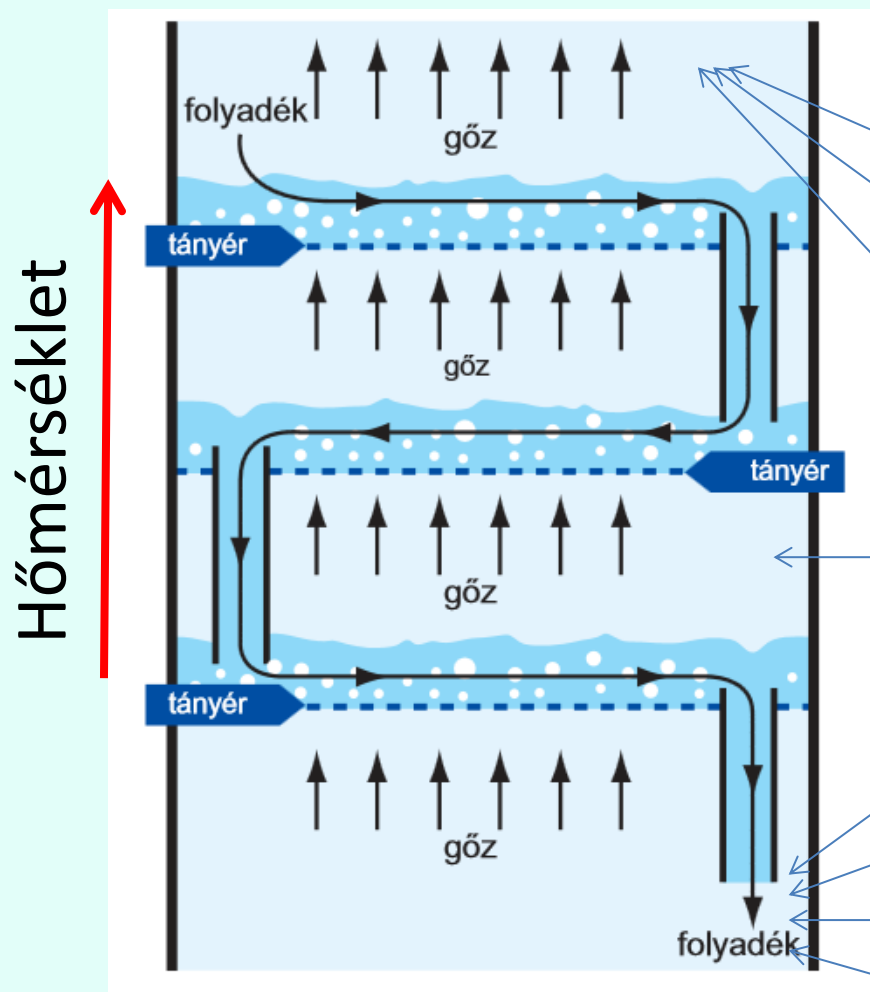
Komponens	Forráspont °C (légtörny nyomáson)
Hélium	-268,93
Neon	-246,05
Nitrogén	-195,8
Argon	-185,86
Oxigén	-182,97
Krypton	-153,35
Xenon	-108,10



Gázok előállítása

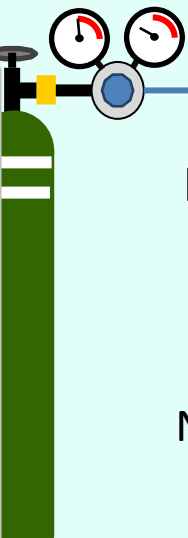


Rektifikálás



Kriogén levegő szétválasztás

Komponens	Forráspont °C (légtörnyomáson)
Hélium	-268,93
Neon	-246,05
Nitrogén	-195,8
Argon	-185,86
Oxigén	-182,97
Metán	-161,6
Krypton	-153,35
Xenon	-108,10



Gázok előállítása



Levegőszétválasztás nyomáslengetéses adszorpcióval (PSA-módszer)

Molekulaszíták, szelektív megkötés.

Gazdaságosabb, de nem lehet elérni nagy tisztaságot. Nitrogén (99,9% Oxigén 95%)

Nitrogén előállítás membrántechnológiával

Kb. 10 μm falú membrán csövekkel a diffúziós sebesség különbségét kihasználva, a nitrogén lassabban diffundál ki, így a csőben marad. 0,1-5% (V/V) maradék oxigén.

Hélium előállítása földgázból

Radioaktív ásványok α bomlásával keletkezik a földgázban feldúsulhat (1-2 mol%)

Kriogén eljárással -200°C -on különválasztható.

Hidrogén (5.0 tisztaságú)

Klóralkáli-elektrolízis: $2 \text{NaCl} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$

Víz elektrolízise: $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$ (lúgos közegben)

Földgázból gőzreformálással: $\text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2$ nikkel katalizátorral, majd PSA.

Szén-dioxid (5.0 tisztaságú):

Sávoly 97% CO_2 és kénhidrogént tartalmazó kút. A kénmentesítés cink-oxiddal, aktívszén a nyomnyi kén eltávolítására, oxidációs reaktor maradék szénhidrogén eltávolítására, stripperkolonna ahol a nitrogén és oxigén gázként távozik.

Sávoly, kénmentesítő



Kénmentesítő cinkoxid töltet cseréje

Gázok tisztasági foka



Tisztasági fokozat pontjelöléssel	Tisztaság %-ban	Szennyezők maximális összes koncentrációja	Nitrogén 50 liter, 200 bar Ár, Ft (2013.)
6.0	99,9999	1 ppm = 0,0001%	163,000
5.0	99,999	10 ppm = 0,001%	51,000
4.8	99,998	20 ppm = 0,002%	
4.5	99,995	50 ppm = 0,005%	22,100
4.0	99,99	100 ppm = 0,01%	
3.8	99,98	200 ppm = 0,02%	
3.5	99,95	500 ppm = 0,05%	
3.0	99,9	1000 ppm = 0,1%	
2.6	99,6	4000 ppm = 0,4%	
2.5	99,5	5000 ppm = 0,5%	12,300
1.8	98	20 000 ppm = 2,0%	

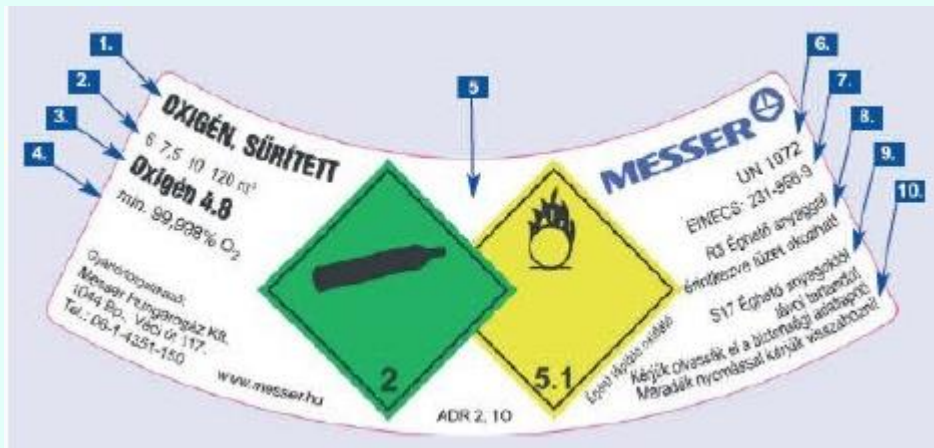
$O_2 < 0.5 \text{ ppm}$
 $H_2O < 0.5 \text{ ppm}$
 $C_nH_m < 0.1 \text{ ppm}$
 $Ar < 1 \text{ ppm}$
 $CO/CO_2 < 0.1 \text{ ppm}$

$O_2 < 2 \text{ ppm}$
 $H_2O < 3 \text{ ppm}$
 $C_nH_m < 0.1 \text{ ppm}$
 $Ar < 5 \text{ ppm}$

$O_2 < 5 \text{ ppm}$
 $H_2O < 5 \text{ ppm}$
 $C_nH_m < 0.5 \text{ ppm}$
 $Ar < 30 \text{ ppm}$

$O_2 < 0,5 \%$
 $H_2O < 60 \text{ ppm}$

Gázok jelölése



gyúlékony gázok



nem gyúlékony, nem mérgező gázok



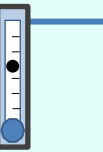
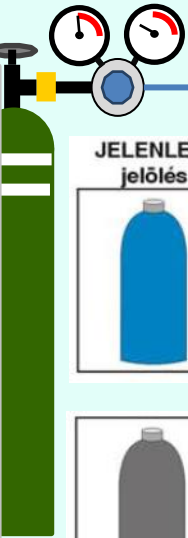
mérgező (toxikus) gázok



oxidáló anyagok

1. Az ADR szerinti (UN-számhoz tartozó) megnevezés. (pl.: szén dioxid, sűrített)
Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Európai Megállapodás
2. A töltet mennyisége. (légtörny nyomáson, 0,4-182 m³, legelterjedtebb a 6-8 m³-es)
3. A termék megnevezése tisztasági fokozat megadásával.
4. A gáz tisztasága.
5. Veszély szimbólumok (adr-bárcák).
6. UN-szám. (pl.: 1049 Hidrogén, sűrített)
7. EU regisztrációs szám. (Oxigén: 231-956-9)
8. Veszélyre utaló „R” mondat. (R3:Ütés, súrlódás, tűz vagy egyéb gyújtóforrás rendkívüli mértékben növeli a robbanásveszélyt.
9. Biztonságos használatra utaló „S” mondat. (S17: Éghető anyagoktól távol tartandó.)
10. Gyártói megjegyzés. (Maradék nyomással...)

Gázok jelölése



JELLENLEGI jelölés	ÚJ jelölés	
 kék	 N fehér	Ip. OXIGÉN
 kék	 kék	

 vörös	 vörös	HIDROGÉN
 vörös	 vörös	

 szürke	 N sötétzöld	ARGON
 szürke	 szürke	

 lila	 N élénkzöld	SÚRÍTETT LEVEGŐ
 lila	 lila	

 szürke	 N élénkzöld	XENON, NEON
 szürke	 élénkzöld	

 szürke	 N barna	HÉLIUM
 szürke	 szürke	

 sötétzöld	 N fekete	NITROGÉN
 fehér fehér	 sötétzöld	

 barna	 N sárga	KLÓR, AMMÓNIA KÉN-DIOXID
 barna	 barna	

 sötétzöld	 N élénkzöld	SZINTETIKUS LEVEGŐ
 sötétzöld	 élénkzöld	

 szürke	 szürke	SZÉN-DIOXID
 szürke	 szürke	

A színjelölés általános alapszabálya

Tulajdonságok (elsődleges veszélytényezők)	Palackváll színe
Mérgező és/vagy korrodáló (1)	sárga (RAL 1018) 
Éghető (gyúlékony) (2)	vörös (RAL 3000) 
Oxidáló (3)	világoskék (RAL 5012) 
Semleges	élénkzöld (RAL 6018) 

Argon	sötétzöld (RAL 6001) 
Nitrogén, Banángáz, Gourmet mix (Food-gáz) 20, 30, 40, 50, Formálógáz 2 és 5, N ₂ főkomponensű lézergázok, Top Fill	fekete (RAL 9005) 
Szén-dioxid, Gourmet mix C	szürke (RAL 7037) 
Hélium, He főkomponensű lézergázok	barna (RAL 8008, olív-barna) 

Gázok szállítása

Palackköteg: 6, 8, 9, 12, 16, 18 db palack



Kriogén tartály:

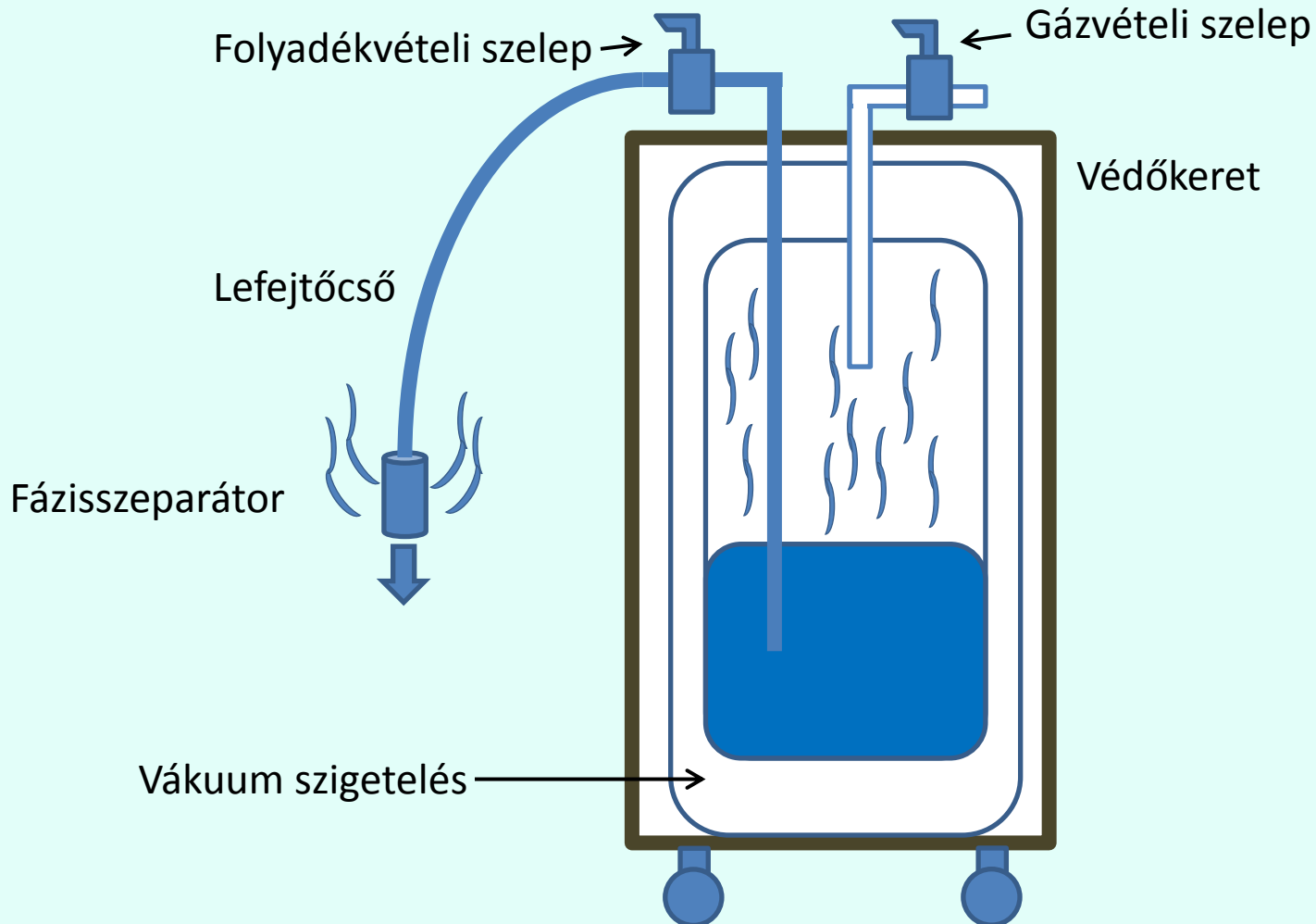
1 liter cseppfolyós gázból

kb. 6-800 liter gáz nyerhető



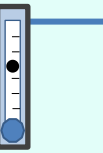
Gázok szállítása

Kriogén tartály: nitrogén, oxigén, argon, széndioxid szállításra
Veszteség 1-2% naponta





Gázkeverékek előállítása

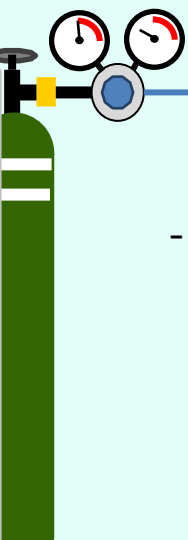


Statikus módszerek:

- Gravimetrikus: tömegmérés alapján beállítva, egyszerre egy palack, nagy pontosság
- Manometrikus: parciális nyomások alapján beállítva, több palack egyszerre
- Volumetrikus: térfogatok bemérésével kis koncentrációk előállítására

Dinamikus módszer:

- Térfogatáram vagy tömegáram méréssel, 2-3 komponenst tartalmazó gázkeverék folyamatos előállításához „helyi” felhasználásra.
Gázellátás palackokból vagy kriogén tartályokból.



Palackok biztonságos tárolása



2/2002. (I. 23.) BM rendelet 4. számú melléklet IX. fejezete

- Gázpalackokat nem szabad tárolni nehezen megközelíthető, a személyi közlekedést és a mentést akadályozó helyeken, továbbá:
 - talajszint alatti helyiségekben,
 - lépcsőkön, lépcsőházakban, folyosókon, szűk udvarokban, átjárókban vagy azok közvetlen környezetében,
 - garázsokban.
- A palackot éghető anyaggal együtt tárolni nem szabad!
- A gázok felhasználásának a helyén csak a napi munkához szükséges gázmennyiséget tartalmazó palackokat szabad tárolni.
- A palackot (az üres palackot is) csak lezárt szeleppel és szelepvédővel (védősapka, védőkengyel stb.) szabad tárolni, mozgatni és szállítani.
Ezen túlmenően felcsavart záróanyával kell tárolni és szállítani azokat a menetes csatlakozású palackokat, amelyek töltete mérgező, maró, tűz és robbanásveszélyes.
- Zárt téri tárolásnál a folyamatos szellőzést biztosítani kell. A mesterséges szellőzést a vonatkozó környezet- és tűzvédelmi előírások értelemszerű alkalmazásával kell kialakítani.



Palackok biztonságos kezelése



- A palackokat eldőlés ellen rögzíteni kell!
- A palackok használatakor a csatlakozások gáztömörek legyenek.
- Megfelelő reduktor használata szükséges

Csatlakozás formája és mérete	Gázok és gázkeverékek, amelyekre vonatkozik
W 21,8 x 1/14" LH (balmenet)	Hidrogén; Formálógáz 10, 15, 20 és 25; Inoxline H5, H7 (éghető hegesztési gázkeverékek)
Kengyeles	Acetilén
W 21,8 x 1/14" (jobbmenet)	Argon*, hélium, kripton, neon, szén-dioxid, xenon; nem éghető, argontartalmú hegesztési gázkeverékek*; hélium főkomponensű lézergázok; Gourmet mix C, Oxy-food sorozat; Oxigén $\leq 3.5^{**}$
G 3/4 (jobbmenet)	Oxigén $\geq 4.5^{**}$
W 24,32 x 1/14" (jobbmenet)	Nitrogén; Banángáz; Gourmet mix (Food-gáz) sorozat; Formálógáz 2 és 5; nitrogén főkomponensű lézergázok
G 5/8 (belső jobbmenet)	Sűrített levegő
W 30 x 2 LH (balmenet)	Hidrogén 300 bar töltési nyomású palackjai
W 30 x 2 (jobbmenet)	Oxigén 300 bar töltési nyomású palackjai



Primer nyomás

Szekunder nyomás

Elzáró szelep

Műanyag tömítőgyűrű



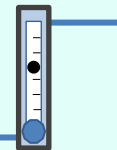
Gumi tömítőgyűrű



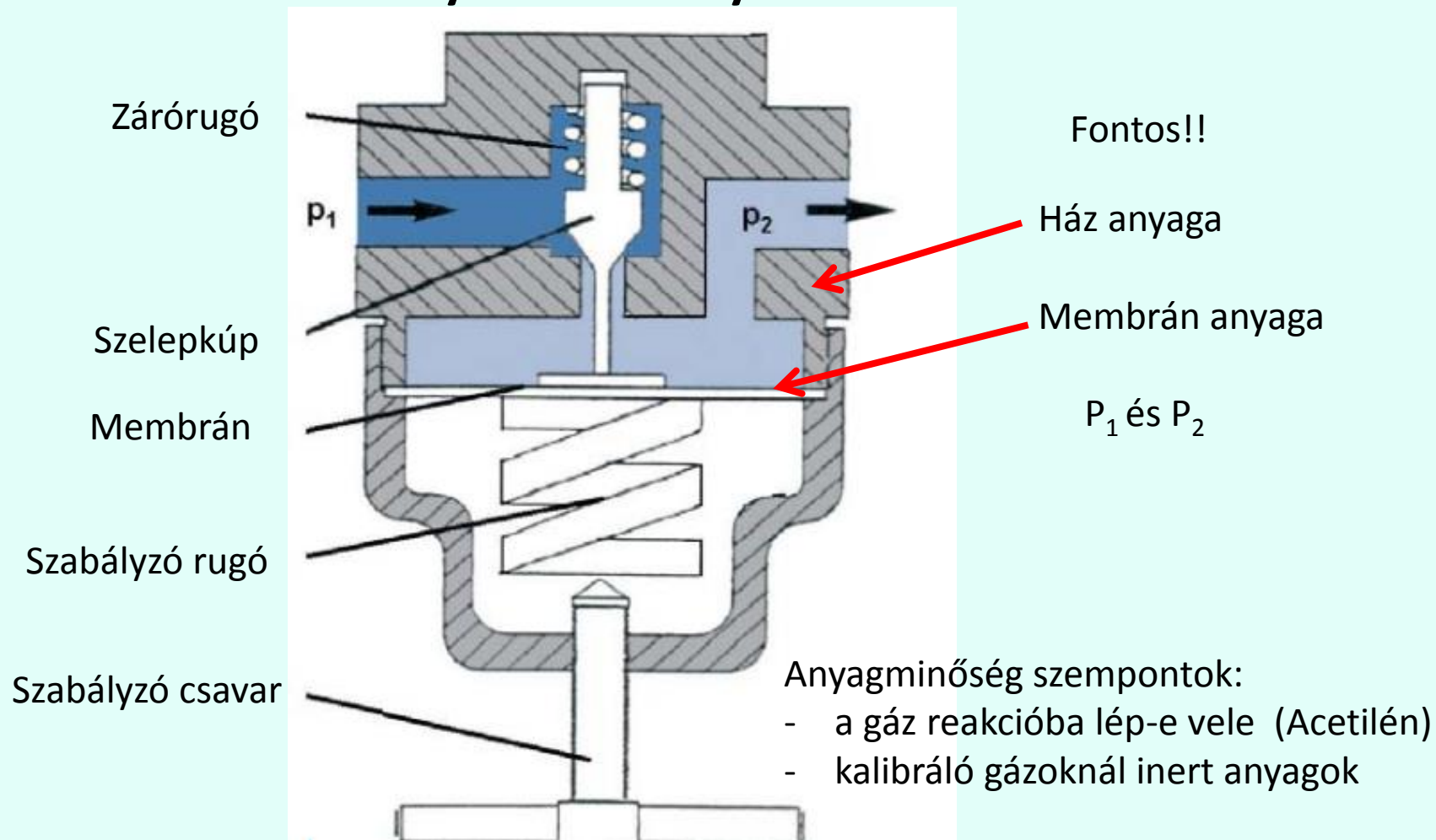
Nyomásszabályzó
(kifele „balra” tekerve csökken a nyomás)

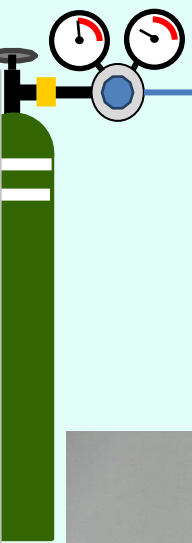


Palackok biztonságos kezelése



A nyomásszabályozó





Palackok biztonságos kezelése



Gáztömörség ellenőrzése a reduktor és a palack között:



Az összeszerelt állapot illusztrációja



1. lépés: A reduktoron található szelep elzárása.



Palackok biztonságos kezelése



Gáztömörség ellenőrzése a reduktor és a palack között:



1. lépés: A reduktoron található szelep elzárása.

2. lépés: Szekunder nyomásszabályzó teljes „kitekerése”.



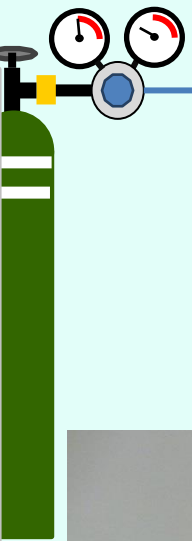
Palackok biztonságos kezelése



Gáztömörség ellenőrzése a reduktor és a palack között:



1. lépés: A reduktoron található szelep elzárása.
2. lépés: Szekunder nyomásszabályzó teljes „kitekerése”.
3. lépés: **Palack óvatos megnyitása, majd elzárása, ha elérte a maximális nyomást a primer nyomásmérőn.**



Palackok biztonságos kezelése



Gáztömörség ellenőrzése a reduktor és a palack között:



1. lépés: A reduktoron található szelep elzárása.
2. lépés: Szekunder nyomásszabályzó teljes „kitekerése”.
3. lépés: Palack óvatos megnyitása, majd elzárása, ha elérte a maximális nyomást a primer nyomásmérőn.
4. lépés: Ha 1-5 perc alatt nem változik a primer nyomásmérő állása, akkor gáztömör a szerelvény.

Reduktor átöblítése

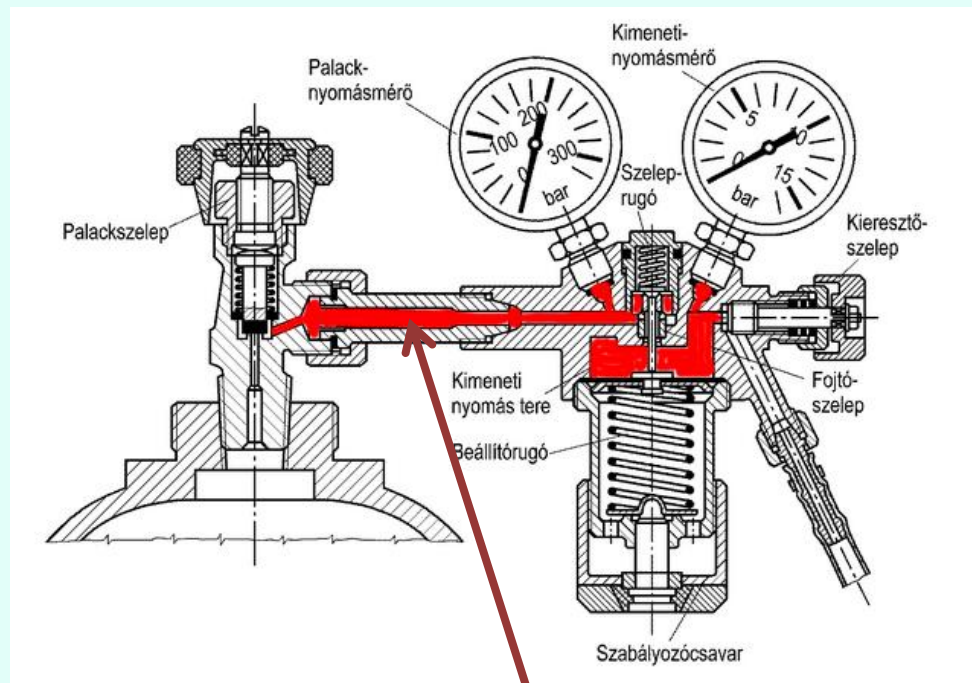
- Gázminőség megtartása
- Biztonság (toxikus gázok)
- Korrózió
- Tűz/öngyulladás

Öblítési módok:

- Átáramoltatásos
- Nyomásépítéses
- Vákuum
- Kombinált: vákuum + nyomásépítéses

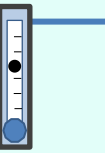
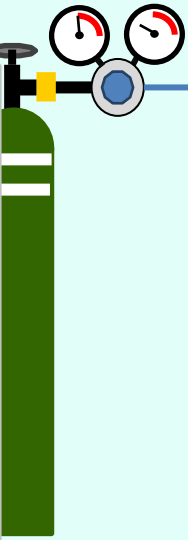
Öblítés saját gázzal

Öblítés inert gázzal

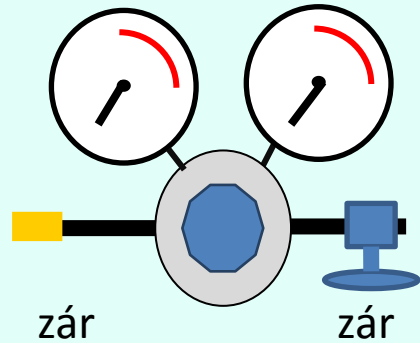


Holt térfogat

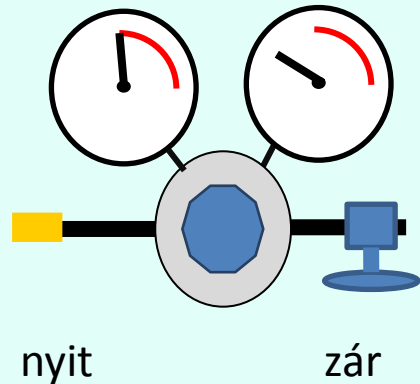
Nyomásépítéssel átöblítés



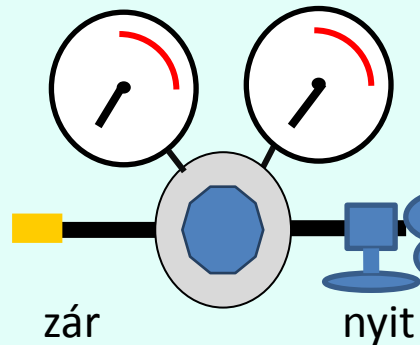
8 bar, 5.0 gázminőséggel



0. lépés



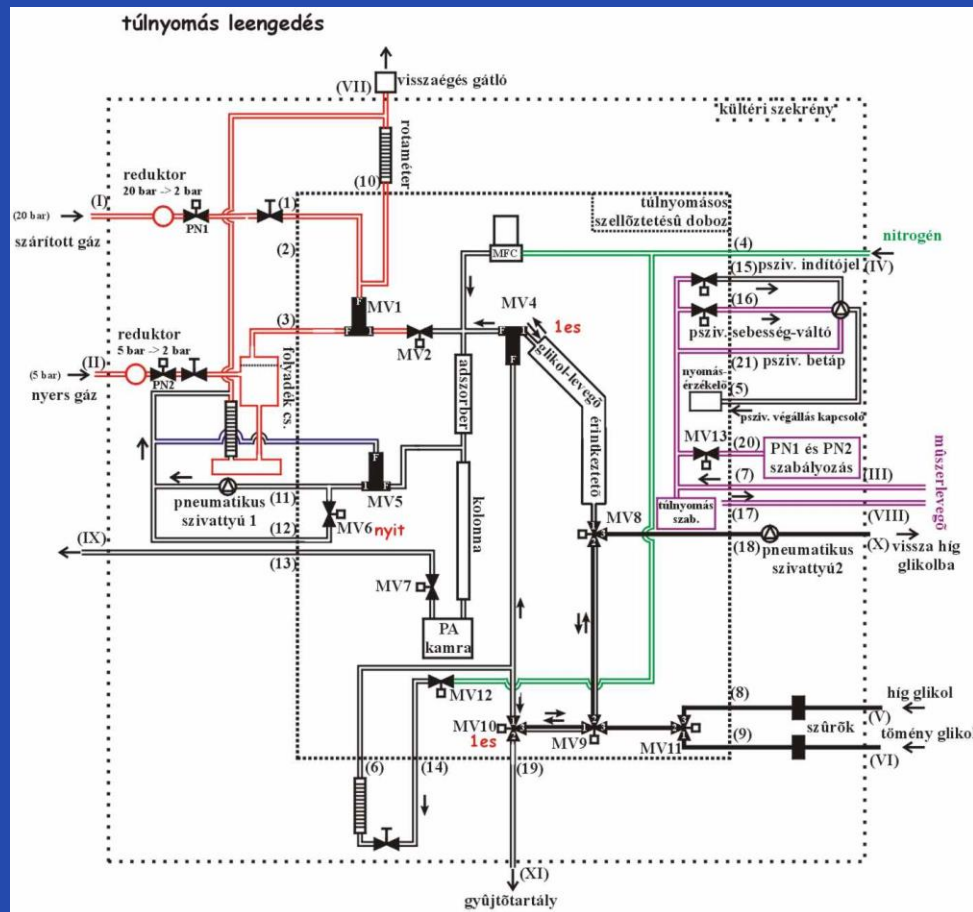
1. lépés



2. lépés

ciklus	Gáz %	Szennyezés vpm	minőség
0.	0		
1.	87,5		
2.	98,4		
3.	99,8	2000	2.8
4.	99,975	250	3.7
5.	99,997	31	4.7
6.	99,9996	4	5.6
7.	99,99995	0,5	6.5

Használatos anyagok és tulajdonságaik



Felhasznált anyagok:

Alumínium, sárgaréz, rozsdamentes acél,
üveg, polietilén, teflon, viton...

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Lehetséges szempontok:

- Hőmérséklet
- Nyomás
- Mechanikai tulajdonság
- Korrózió/kémiai ellenálló képesség
- Faleffektus (Memória effektus)
- Diffúzió
- Megmunkálhatóság
- Hőtágulás
- Ragaszthatóság, hegeszthetőség, forraszthatóság
- Ár

Fémek

Előnyök:

- Nincs diffúzió a falon keresztül

Nem oldódik be a gáz a cső anyagába így nem is tud onnan kioldódni, ami például gázkoncentráció mérésnél nagyon fontos mert „kisimítja” a koncentráció változásokat, azaz a válaszideje nem lesz jó a mérőberendezésnek.

Mérgező gázok esetén fokozottan figyelni kell a diffúzió lehetőségére.

- Elektromosan vezető

Nincs sztatikus töltődés megfelelő földelés esetén, ami robbanásveszélyes gázoknál fontos.

- Nyomásállóság

Mind magas nyomásra (több száz bar) mind vákuumhoz alkalmas egy relatív vékony falú cső.

Fémek

Előnyök:

- Széles hőmérséklet tartományban használhatók

A rozsdamentes acél a cseppfolyós nitrogén vezetéstől a 500-600°C -ig alkalmazható. Magasabb hőmérsékleti tartományokban csökken a nyomásállóságuk.

- „Jó” hővezetők

Fontos tudni, hogy a vörösrézhez képest a rozsdamentes acél hőszigetelőnek mondható. Majdnem egy nagyságrenddel rosszabb a hővezetőképessége. Léteznek rozsdamentes acél hőcserélők is, de ezeket csak kémiai ellenállóságuk miatt alkalmazzák.

Fémek

Hátrány:

- Nehezen formálható
3mm csőátmérő felett szerszámot és szakértelmet igényel a hajlítása.
- Nem átlátszó
Inkább vákuumtechnikában történő alkalmazásukkor szokott hátrányt jelenteni, amikor például egy kamrában történnek manipulációk.
Gázoknál folyadék kiválás időbeni észrevételét gátolja.
- Kémiaailag nem eléggé ellenálló

Csövek (6mm/4mm külső/belső átmérővel):

- rozsdamentes acél (kb. 500bar nyomásig)
 - varratos (egyenetlen belső felszín, hajlításnál ügyelni kell a varrat elhelyezkedésére), 350 Ft/m ár
 - húzott (mechanikailag homogén), 1500 Ft/m ár
 - elektropolírozott (belső felület egyenetlensége $<0,25\text{ }\mu\text{m}$, tisztított, kihevített), 5500 Ft/m ár
- alumínium (jól formálható, könnyű, Al-oxid réteg védi), 220 Ft/m ár
- vörösréz (jól formálható, jó hővezető), 1000 Ft/m ár



varratos cső



húzott cső

Felület csökkentése (memória effektus)

A falakon megtapadó és a gázáramban található molekulák között dinamikus egyensúly alakul ki, melyet sok paraméter befolyásol. Többek között az anyagi minőség, hőmérséklet, nyomás.

A felület **nagyságával** pedig **egyenesen arányos** a megkötött molekulák száma.

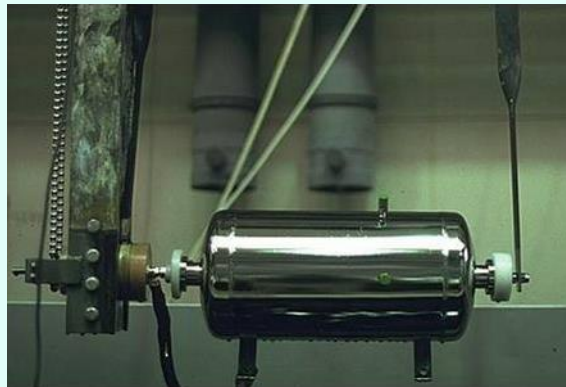
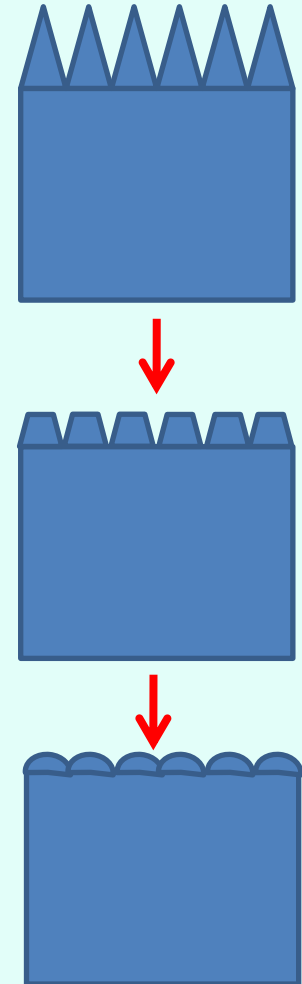
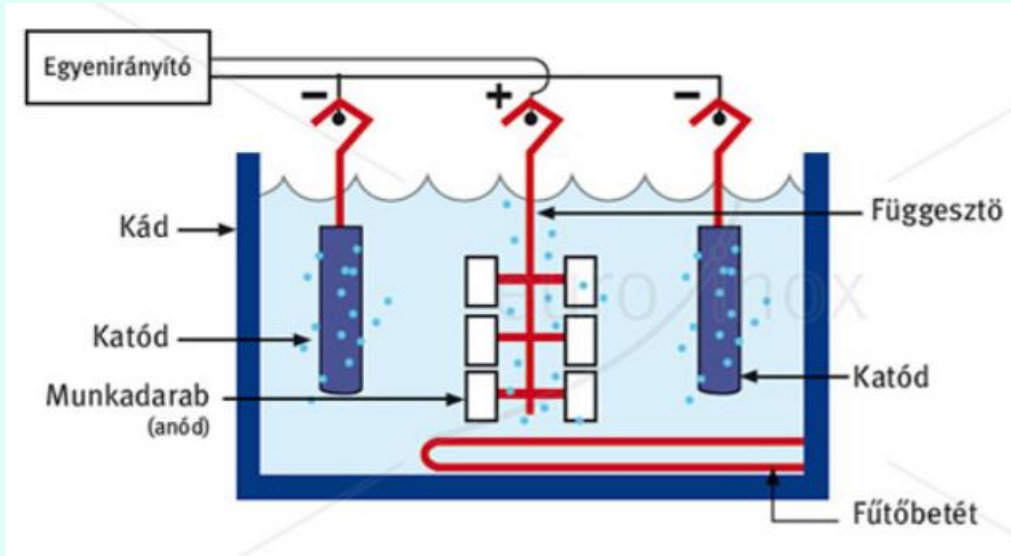
Gyors koncentráció változásoknál idő kell az új egyensúly kialakulásához, ez látszólag eltolhatja a valós gázfázisban előforduló molekulák számát, azaz meghamisítja a mérési eredményt.

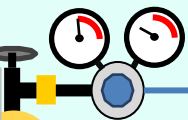
- Látszólagos felület csökkentés (anyagválasztás, bevonat)
- Valós felület csökkentés

Elektropolírozás

Kénsav+ortofoszforsav+20 A/dm² áramsűrűség

A hegyes részeken nagyobb a térerősség ezért ott jobban oldódik a fém.





Silcosteel



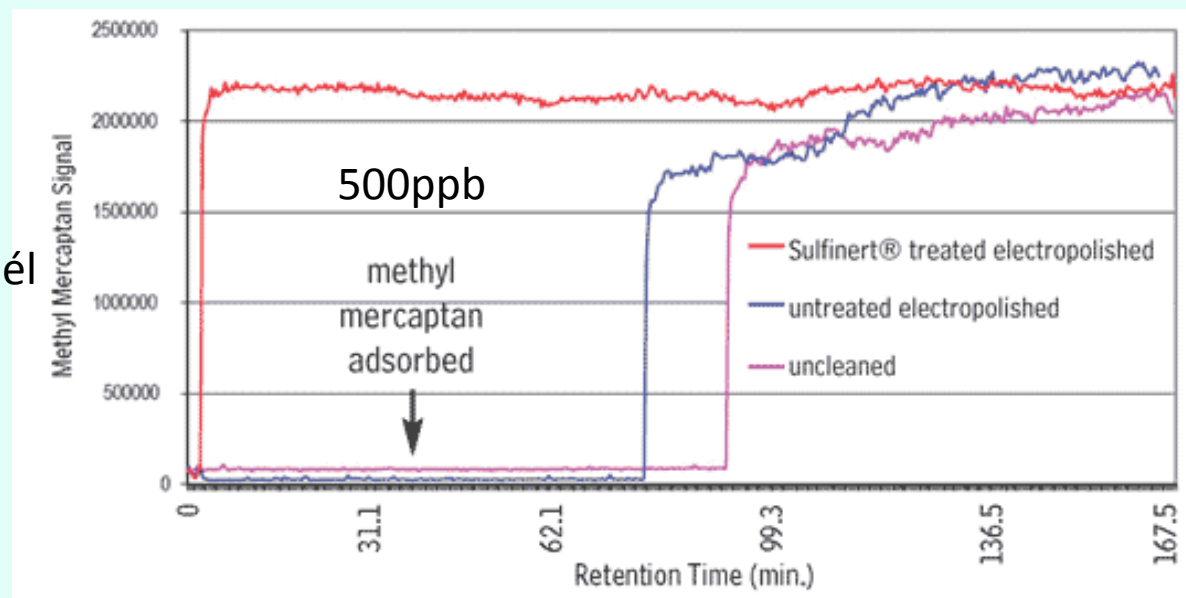
300nm- 1 μ m vastagságú amorf szilícium bevonat

- Jelentősen csökkenti a faleffektust
- Mérsékelten rugalmas (csövek hajlításánál minimum rádiusz)
- Hőálló: Sulfinert® 450°C
- Siltek® 450°C
- Silcosteel® 600°C
- Silcosteel®-CR 600°C



Alkalmazás:

- Alacsony koncentrációk mérésénél
- Palackos mintavételnél
- UHV (vákuumrendszerekben)



Üvegek

Előnyök:

- Elektromosan szigetelő

Viszonylag egyszerűen, egy fűtőszál (kantál) rácsavarásával fűthető pár száz fokig.

Galvanikus leválasztásra is alkalmas.

- Hőálló

Több száz fokot kibírnak bizonyos típusok, és a hirtelen hőmérséklet változást is kibírják.

- Nincs diffúzió

Csak nagy vákuumnál és vékony falvastagságnál észlelhető.

- Sima felületű fal („falefektus” kicsi)

Gyártási technológiából eredően nincsenek mikroszkopikus élek vájak a felületen, amelyek megnövelnék azt.

Üvegek

Előnyök:

- Átlátszó

Töltetes csövek készítésénél hasznos tulajdonság a töltet elhasználódásának, esetleg károsodásának észrevétele. Folyadék gáz érintkeztetők kialakításához kifejezetten ajánlott a folyadékszint és a gázáramlás egyszerű ellenőrzése végett. Mérések során előfordulhat az is, hogy gőz csapódik ki a csőrendszer falán és folyadék fázis jelenik meg.

- „Jól formálható”

Szakember kezében kezes bárány, bonyolultabb formák viszonylag gyors és kompakt formában elkészíthetők belőle. Különböző célú tartályok kialakítására ajánlott, (zajszűrő, keverő) viszonylag könnyű csatlakozási pontok kialakítása miatt.

Üvegek

Hátrányok:

- Törékeny

- Precíz csatlakozások kialakítása nehézkes

A csatlakozás flexibilitását biztosítani kell és a tömítéseket az üveg üzemi hőmérsékletének figyelembevételével kell választani.

- Merev

Pontos méretezés szükséges. Mérőrendszerek tervezésénél a beszerelési és kiserelési folyamatot végig kell gondolni.

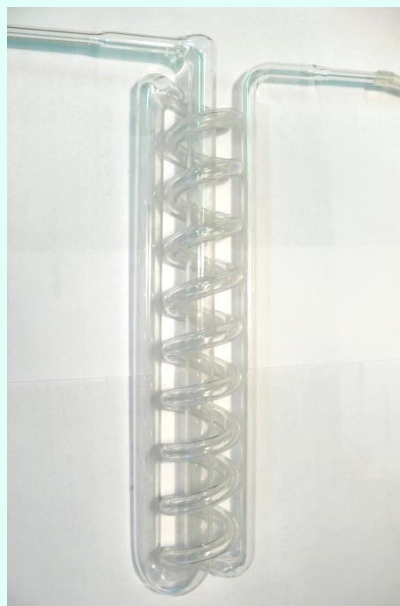
Használatos anyagok és tulajdonságaik

Típusok:

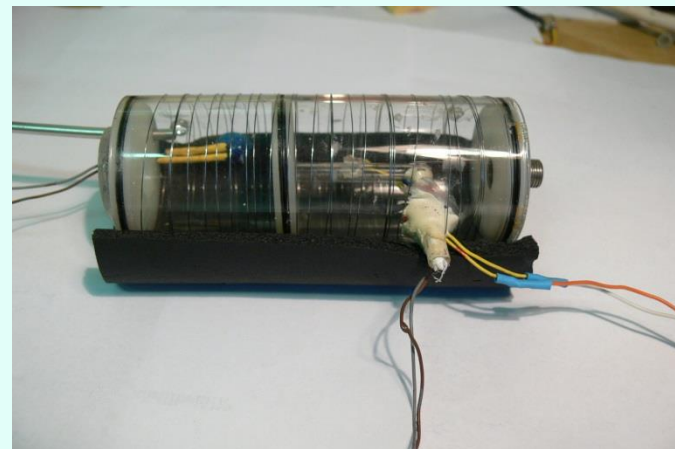
- Nátron üveg: (lágyulás kb. 450 °C)
- Boro-szilikát üveg ("Pyrex"): hőálló (lágyulás kb. 900 °C), vegyszerálló, kemény
- Kvarcüveg: hőálló (lágyulás kb. 1600 °C), UV áteresztő, hőtágulása igen kicsi, vegyszerálló



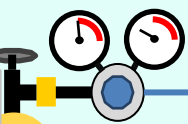
Boro-szilikát üveg, fűthető csőszakasz
300-400°C (termodeszorpcióhoz)



Hőcserélő nátron üvegből



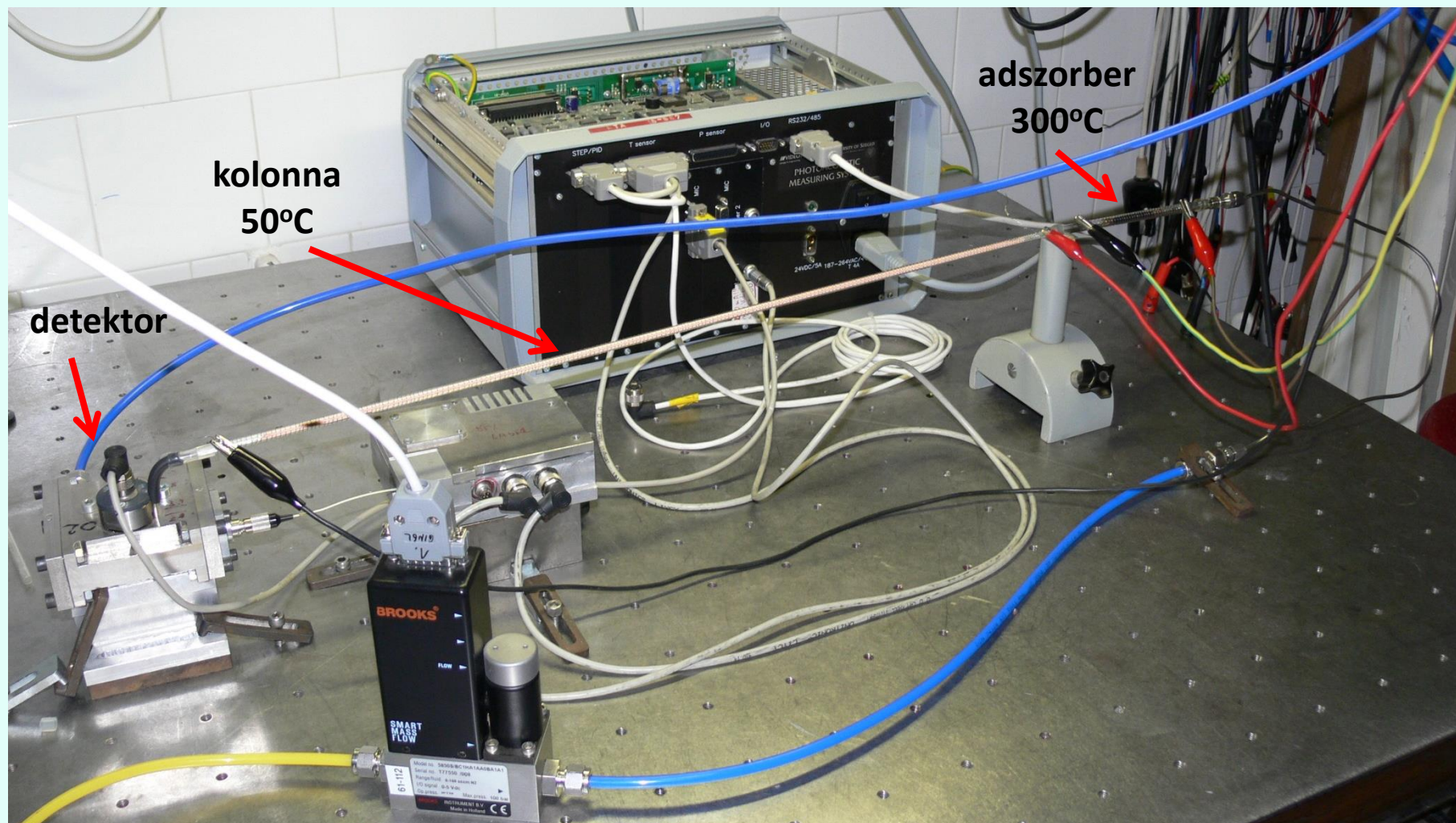
Mérőkamra, faleffektus csökkentése
miatt Nátron üvegből



Készítsünk gázkromatográfot



Üvegcsövek alkalmazása



Műanyagok

Előnyök:

- Faleffektus csökkentés
Vannak speciális fajták, amelyek erre lettek kifejlesztve.
- Hajlékony
Beépítése viszonylag egyszerű, vigyázni kell a kis sugarú hajlításokra, mert elzáródhat.
- Egyszerű szerelhetőség
Vágása, hajlítása nem igényel speciális szerszámot és szaktudást. Olcsó és gyors csatlakozók használhatóak a szereléshez, ha nincsen speciális igény.
- Sok fajta
Speciális felhasználásoktól az egyszerű olcsó pneumatika vezérléshez számos műanyagfajtát fejlesztettek ki.



Műanyagok

Előnyök:

- Kémiaileg ellenálló található
Változatos összetételű anyagok más-más anyagra lehetnek ellenállóak, ez jól dokumentált és kiválasztható a legalkalmasabb az aktuális mérési célra.

Hátrányok:

- Diffúzió a csőfalba és keresztül(memória effektus)
Nagy figyelmet kell fordítani a megfelelő típus kiválasztására, mert rossz választás esetén jelentős diffúzió fordulhat elő, ami akár a labor levegőt is elszennyezheti.
- Közepes hőállóság
Jelentős részük 100 °C alatti alkalmazásokhoz alkalmas, pár típus bír 200-300 °C-ot.



Műanyagok

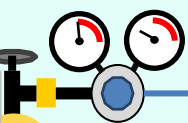
Hátrányok:

- Alacsony nyomásállóság
1 mm falvastagságú csövek kb 10 bar-t bírnak ki.
- „Nyúlás, deformálás”
Kamrák készítésénél figyelmet kell fordítani arra, hogy idővel nyomás (csavarral történő összehúzás) alatt deformálódnak és a tömítések fészkeinél szivárgás alakulhat ki.
- Csatlakozók kiválasztásánál figyelembe kell venni azt, hogy a külső nyomáshoz képest alacsonyabb vagy magasabb a csőben a nyomás.



Fontosabb fajták:

		üzemi nyomás 20°C	ár Ft/m	min. hőmérséklet °C	max. hőmérséklet °C	
PP	polypropylene	22	150			
PVC	polyvinyl chloride	4	74	-41		
PE	polyethylene	13	80			
PVDF	poly vinylidene fluoride	12	1000	-30	140	kémiaailag ellenálló, van belőle elektromosan vezető típus
PTFE	polytetrafluoroethylene (Teflon)	18	1200	-240	260	kémiaailag ellenálló
PA11	polyamide 11	30	280			
(Szilikon)		2	150	-60	230	



Használatos anyagok és tulajdonságaik



Kémiai ellenállóság:

Chemicals	PVC			CPVC					PP					PVDF							ABS		
	Temp. °C			Temp. °C					Temp. °C					Temp. °C							Temp. °C		
	20 68	40 104	60 140	20 68	40 104	60 140	80 176	100 212	20 68	40 104	60 140	80 176	100 212	20 68	40 104	60 140	80 176	100 212	120 248		20 68	40 104	60 140
Acetaldehyde	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3				3							3		
Acetaldehyde Aqueous, 40%	2	3							1	1	1	2	3	3							3		
Acetamide	1			1					1						1						1		
Acetic Acid, 10%	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Acetic Acid, 20%	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1
Acetic Acid, 25%	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1
Acetic Acid, 30%	1	2	2	1		2			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			3	3	
Acetic Acid, 60%	1	2	2	1		2			1	1	1	2	2	1	1	1	2	2			3	3	
Acetic Acid, 80%	1	2	2	1			2		1	3	3	3	3	1	1	1	2	2			3	3	
Acetic Acid, 85%	1			3					1					1							3		
Acetic Acid Glacial, 100%	2	3	3	2	3	3	3	3	1	2	2		3	1	2	2		3			3	3	
Acetic Acid, Hot,																							
Acetic Acid, Vapor	1			1					1												1		
Acetic Anhydride	3								1	2	2		3	3	3	3		3			3	3	
Acetone	3			3					1	1	1			3							3		
Acetone, 5%	3			3					1												3		
Acetone, pure	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1			2		3		3			3	3	
Acetone, up to 5%				1																			
Acetonitrile									1					2							3		
Acetopheneditin																							
Acetophenone									1	3				1		1					3		3

1. ellenálló

2. korlátozottan ellenálló

3. nem ellenálló

További szempontok:

Egy mérőberendezés tervezésénél szem előtt kell tartani a praktikusságot is. Ugyanarra a feladatra (gázra) a mérőkamra előtt és után más-más típusú anyagot lehet alkalmazni.

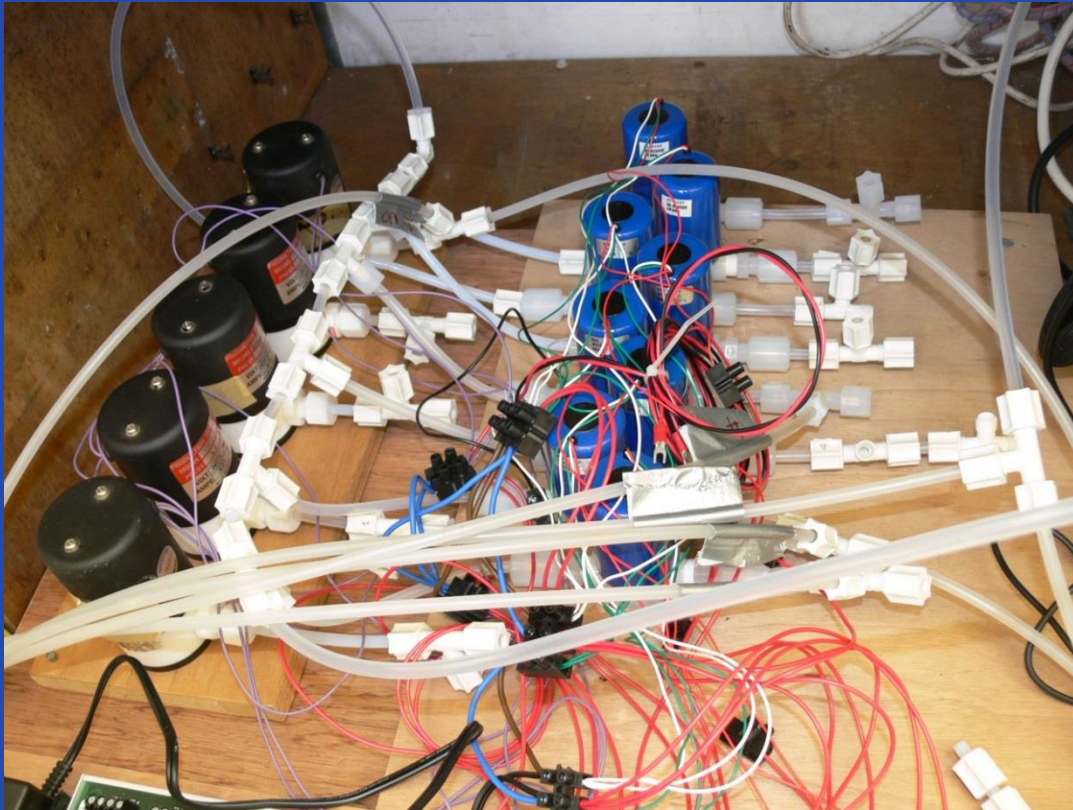
Környezeti viszonyok (UV, korrózió, mechanikai igénybevétel)

Megmunkálhatóság (forgácsolás kamrák készítésénél)

Ragaszthatóság

....

Csövek vágása, alakítása, csőkötések típusai és helyes használatuk



SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Csövek vágása, alakítása, csőkötések típusai és helyes használatuk

Fémek:

Görgős csővágó

- Megfelelő keménységű vágóél használata
- Kis léptékű előtolás használata, hogy ne deformálódjon el a cső vége



Csövek vágása

Fémek:

Görgős csővágó

- Megfelelő keménységű vágóél használata
- Kis léptékű előtolás használata, hogy ne deformálódjon el a cső vége
- Vágóél kopása, „lötyögése” esetén cserélni



Csövek vágása

Fémek:

Görgős csővágó

- Megfelelő keménységű vágóél használata
- Kis léptékű előtolás használata, hogy ne deformálódjon el a cső vége
- Vágóél kopása, „lötyögése” esetén cserélni
- Vágás után leszűkül a cső keresztmetszete



Csövek vágása

Fémek:

Görgős csővágó

- Megfelelő keménységű vágóél használata
- Kis léptékű előtolás használata, hogy ne deformálódjon el a cső vége
- Vágóél kopása, „lötyögése” esetén cserélni
- Vágás után leszűkül a cső keresztmetszete
- Sorjázása szükséges a csővágó végén található élekkel



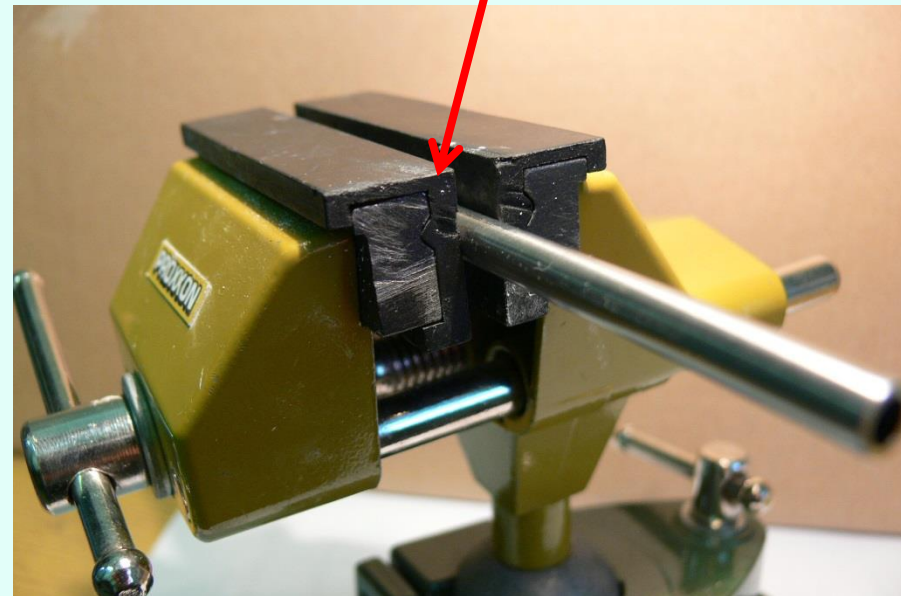
Csövek vágása

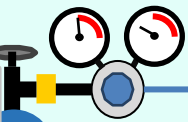
Fémek:

Görgős csővágó

- Megfelelő keménységű vágóél használata
- Kis léptékű előtolás használata, hogy ne deformálódjon el a cső vége
- Vágóél kopása, „lötyögése” esetén cserélni
- Vágás után leszűkül a cső keresztmetszete
- Sorjázása szükséges a csővágó végén található élekkel
- A cső befogása deformáció mentesen

Gumi vagy fa betét





Csövek vágása



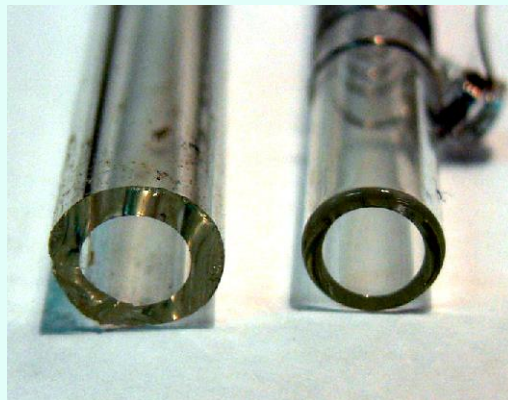
Műanyag:

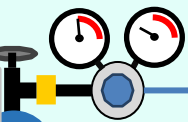
- Sorjamentes vágás
- Deformáció minimalizálása (éles penge)
- Csőre merőleges vágási sík



Üveg:

- Vágás után hevítéssel az élek leolvasztása





Csövek alakítása

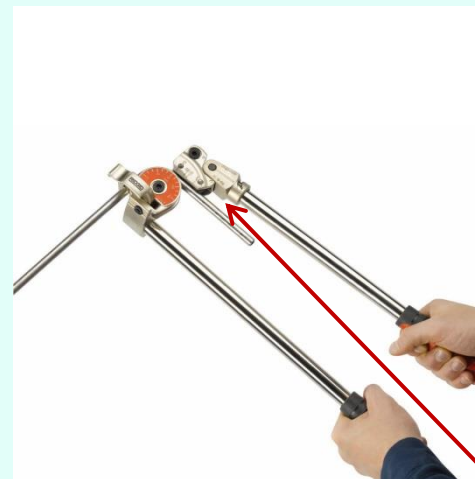


Csövek alakítása

Megfelelő szerszám használata: - lágy vagy kemény fém
- átmérő
- maximális hajlítási szög

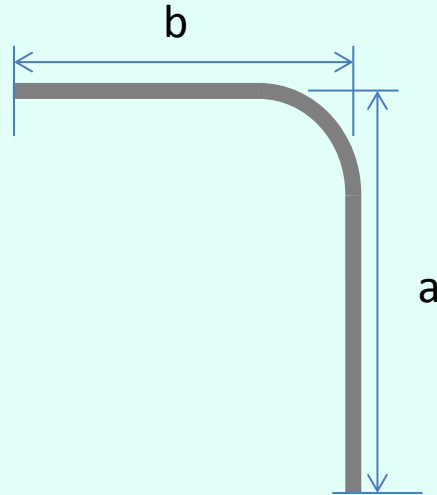
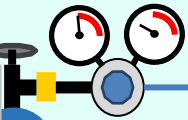


Lágy fémekhez elég a kis erőkar



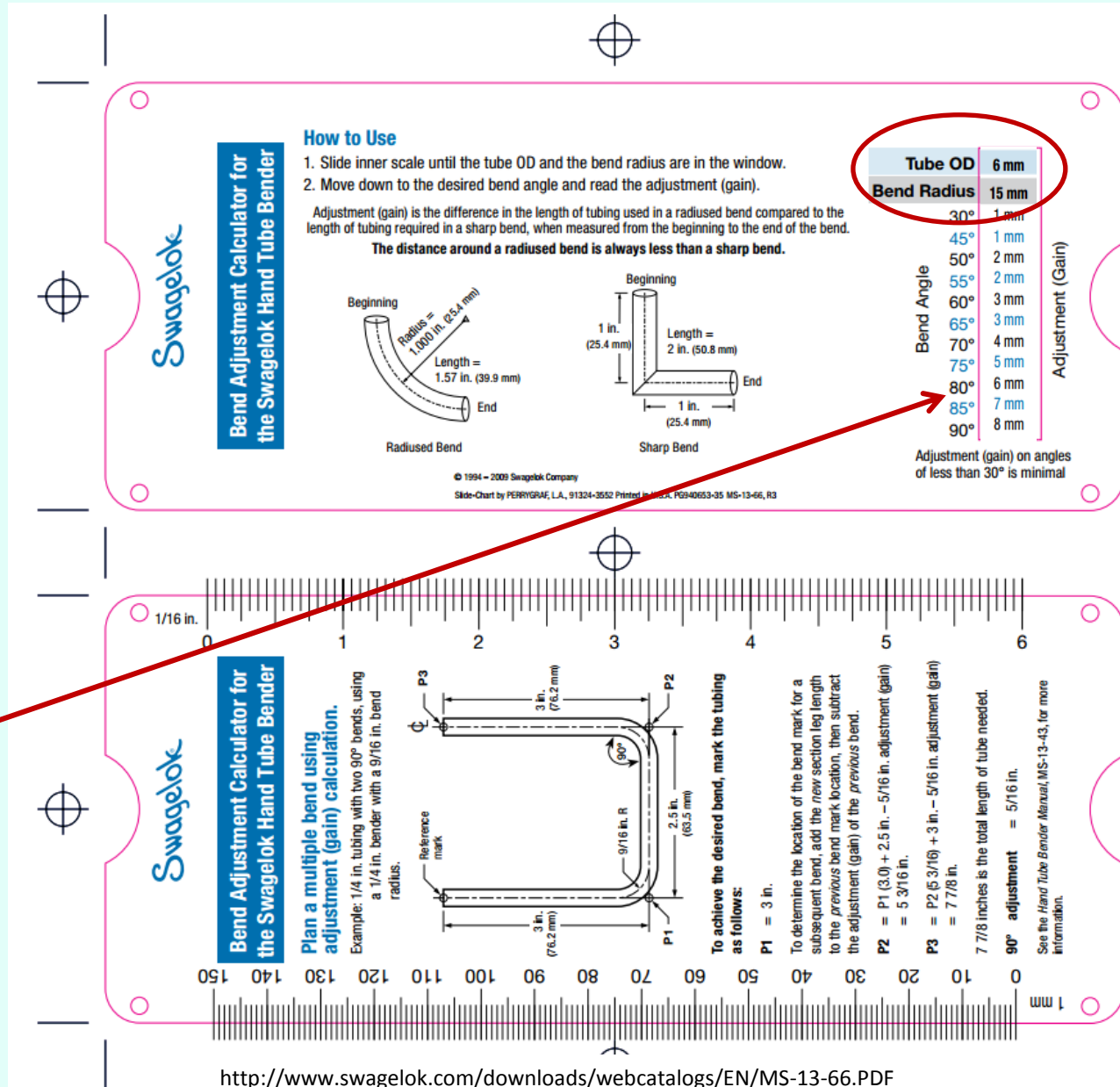
Acélhoz hosszú erőkar, hajlító görgők

Csőek precíz hajlítása

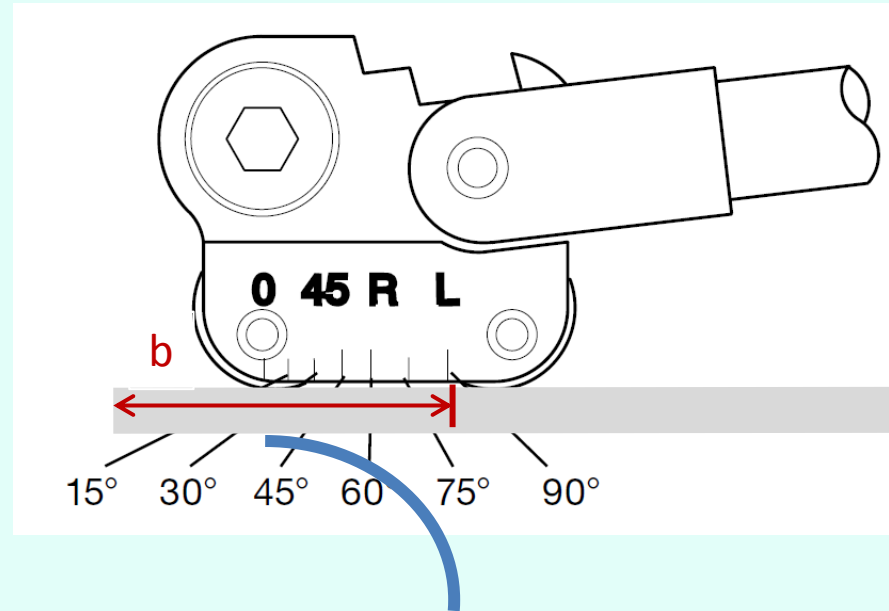
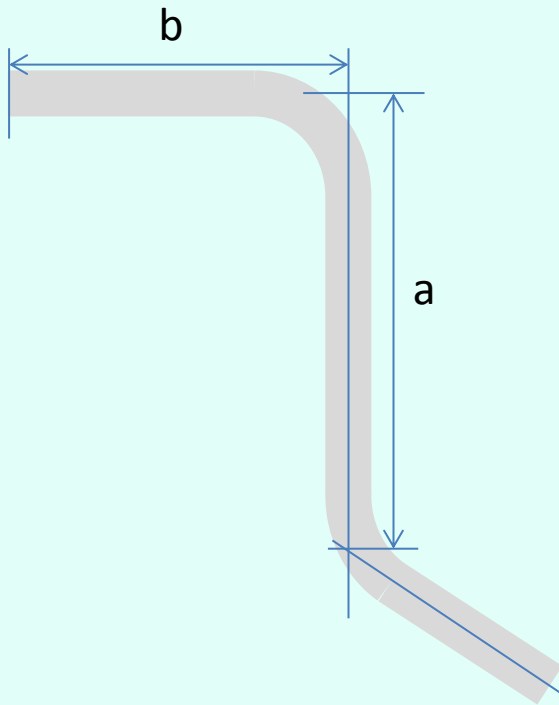


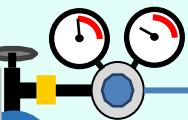
Szükséges cső hossza:

$a+b$ -Adjusment Gain



Csövek precíz hajlítása

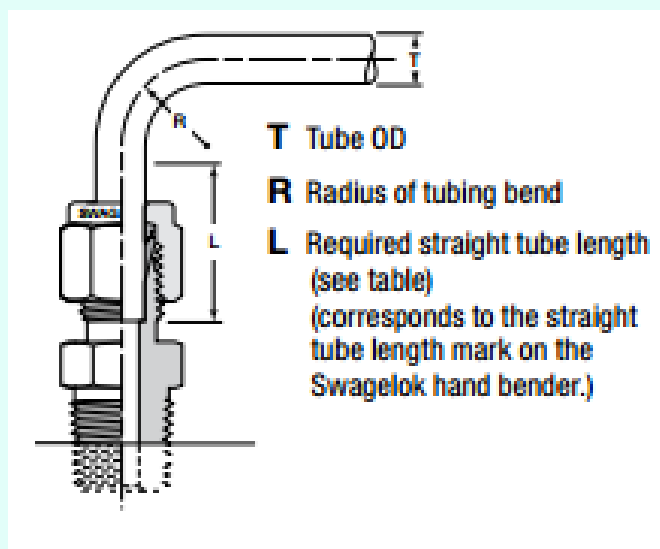




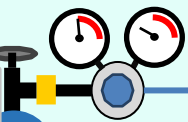
Csövek precíz hajlítása



Figyelni kell, hogy elegendő deformálatlan csőszakasz maradjon a hajlítás és az utána elhelyezkedő csatlakozó között. Ellenkező esetben szivároghat a kötés.



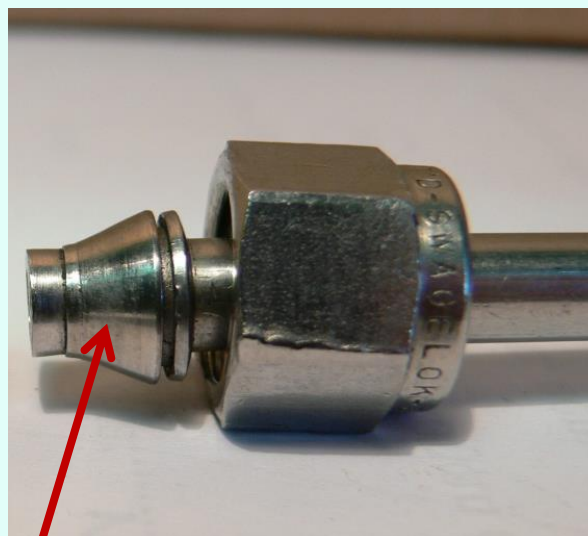
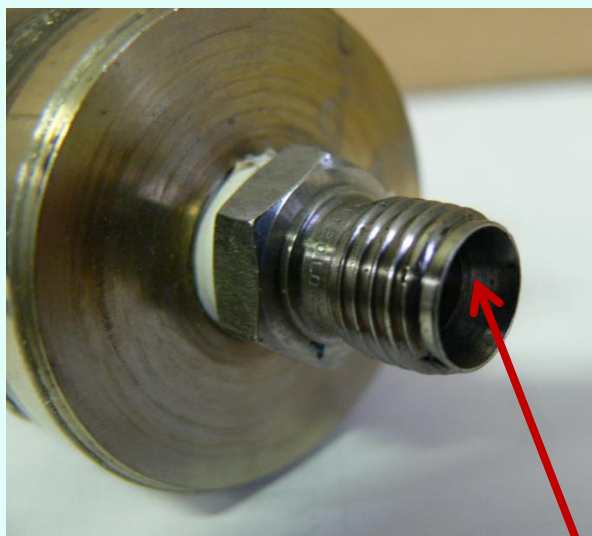
Metric, mm		
T	R	L
6	15	21
8	24	23
10	24	25
12	38	31



Csőkötések típusai



Fém csövek kötésénél a legelterjedtebb a roppantógyűrűs csatlakozók:

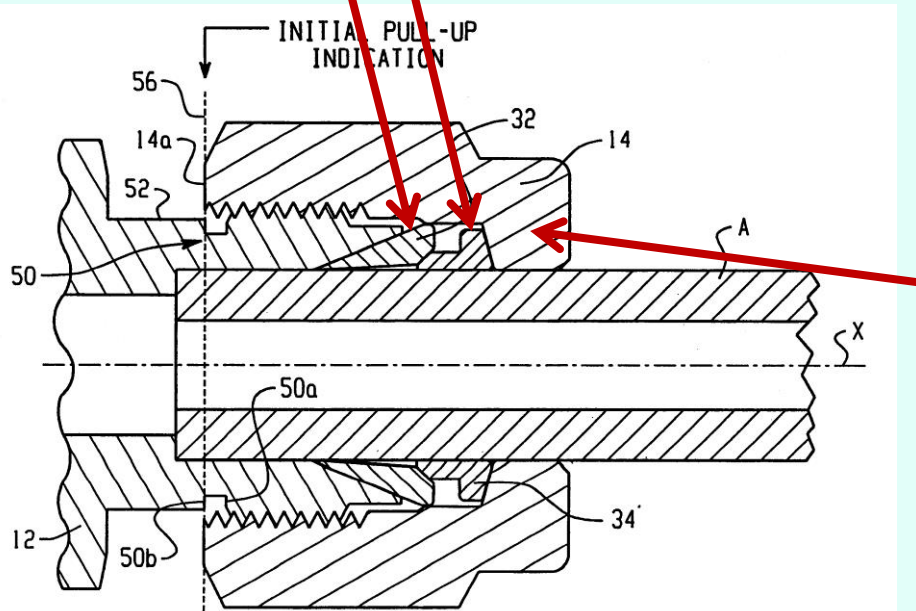


Tömítési felület

Előnyök: - helyes használat esetén jól zár
- oldható, majd újra köthető ugyanabban az állapotban

Hátrány: - van holttér

Csőkötések típusai



<http://www.pulpandpaperonline.com/doc/isa-swagelok-introduces-new-tube-fitting-0004>

Hollander helyes ráhúzása
első roppantásnál:

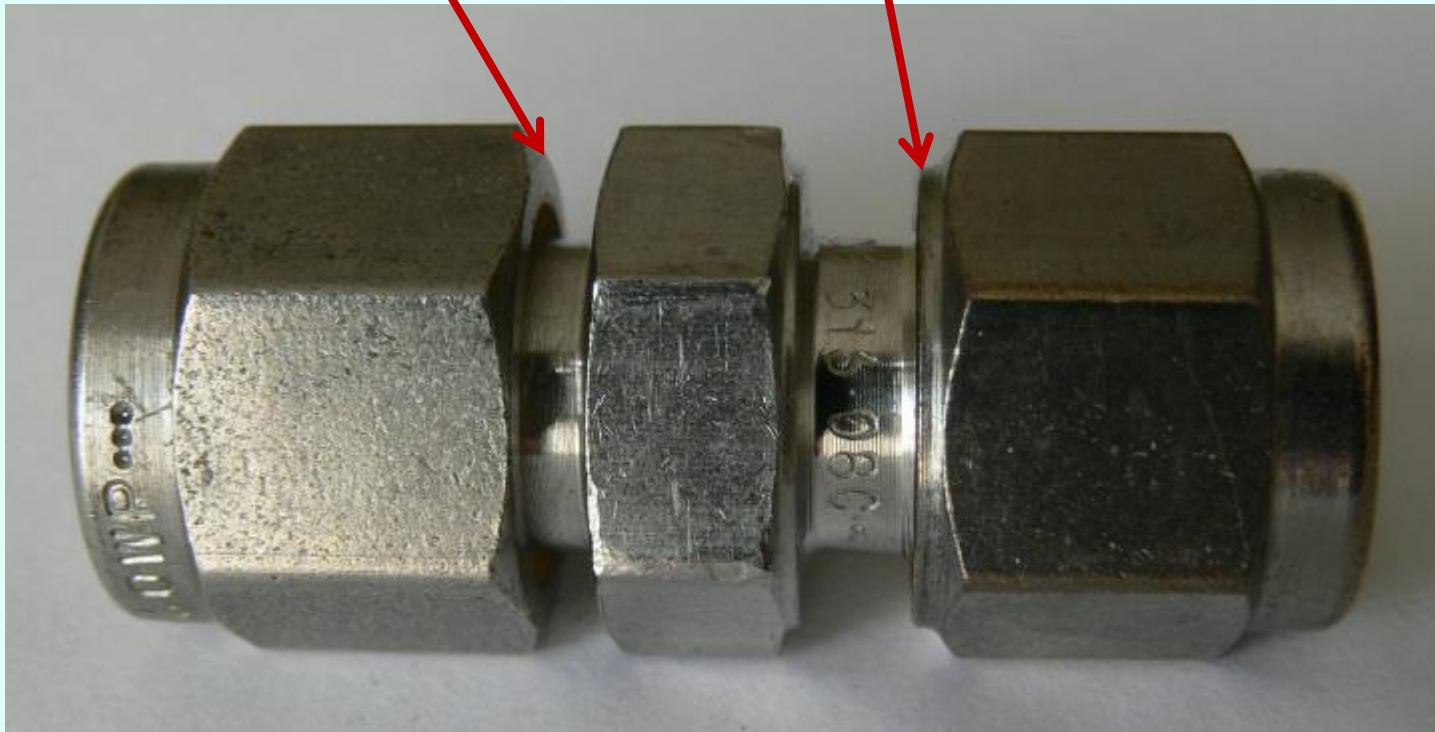
1 és ¼ fordulat!

Újrakötésnél sem szabad erőltetni,
akkor már nincs szükség „roppantásra”!

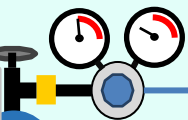
Csőkötések típusai

¼ Inch-es (6.35mm)

Metrikus 6mm:



A metrikust fizikailag rá lehet csatlakoztatni a inch-esre, de nem tömít jól!

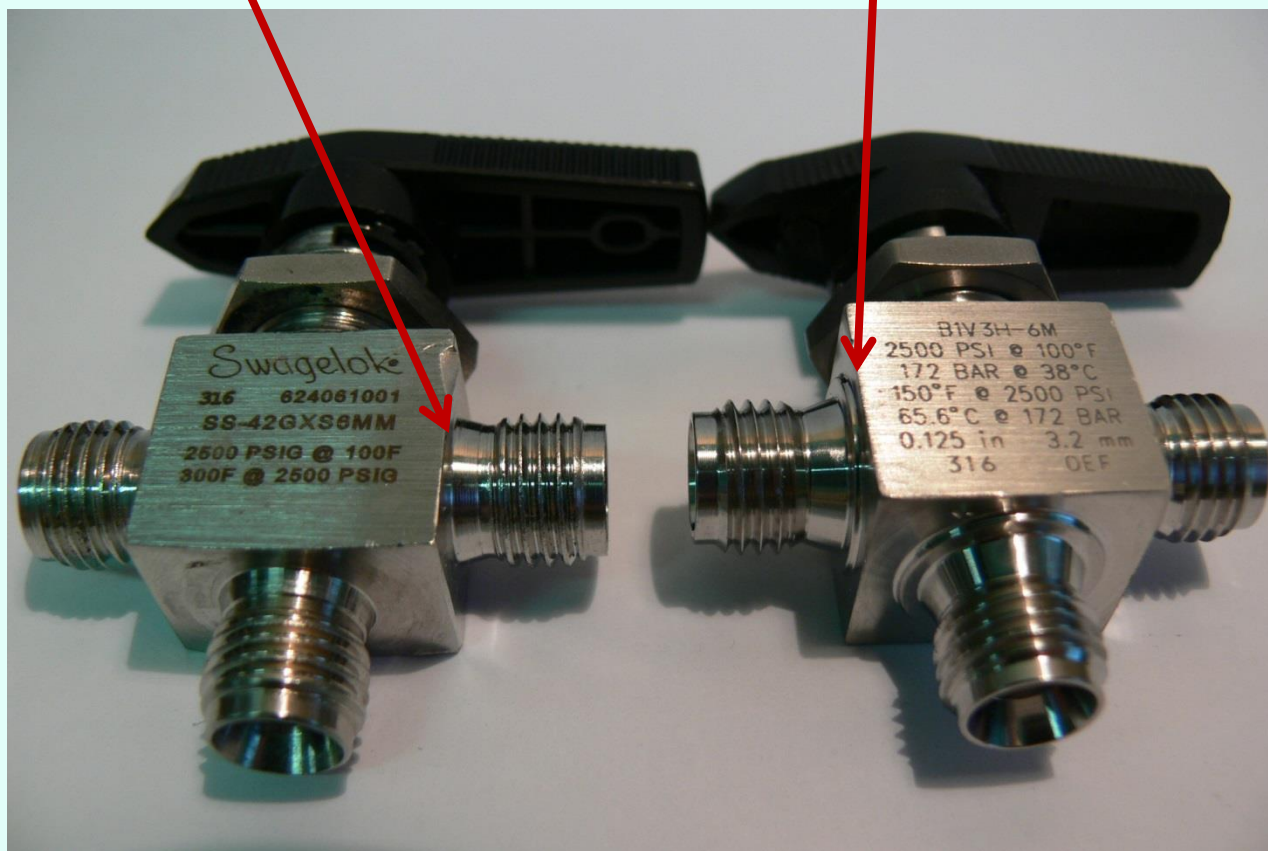


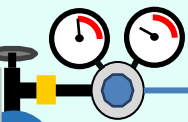
Csőkötések típusai



¼ Inch-es (6.35mm)

Metrikus 6mm:





Csőkötések típusai

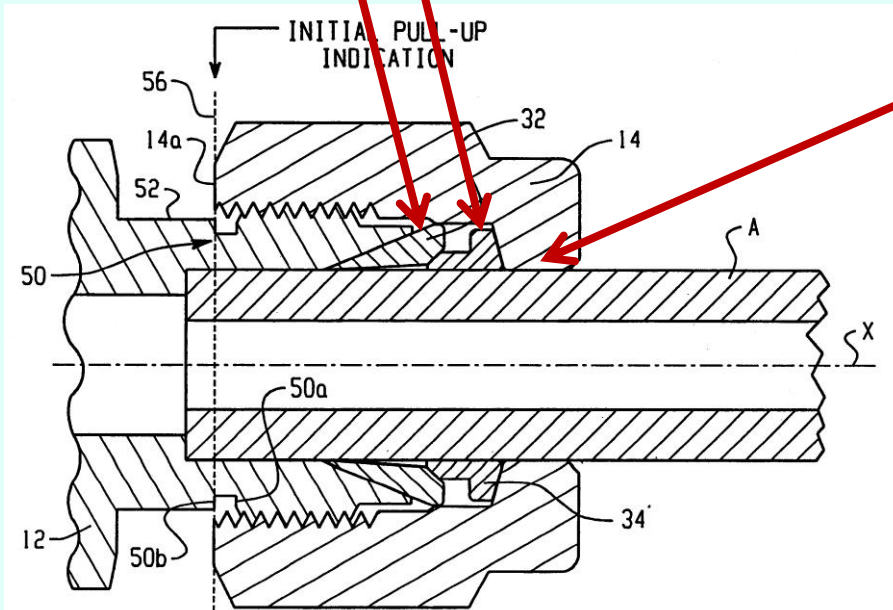


Előfordulhat, hogy egy korábban használt cső újra felhasználásnál beleszorul a csatlakozóba, mert túl hosszú lett a roppantógyűrű utáni csőszakasz, és ezért eldeformálódik. Természetesen a tömítettség is megszűnik ezzel.

Ideális esetben csak egyszer ajánlott használni ezt a fajta csatlakozót, újrahasználásnál nagyobb figyelmet igényel.

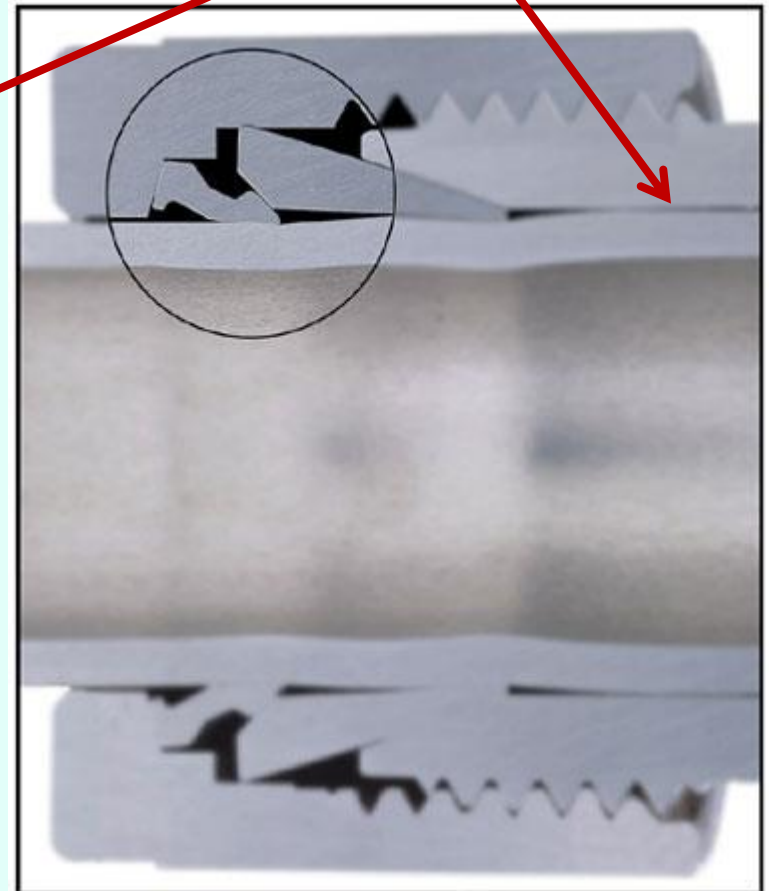


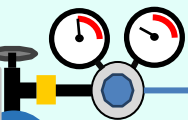
Csőkötések típusai



<http://www.pulpandpaperonline.com/doc/isa-swagelok-introduces-new-tube-fitting-0004>

Holttér





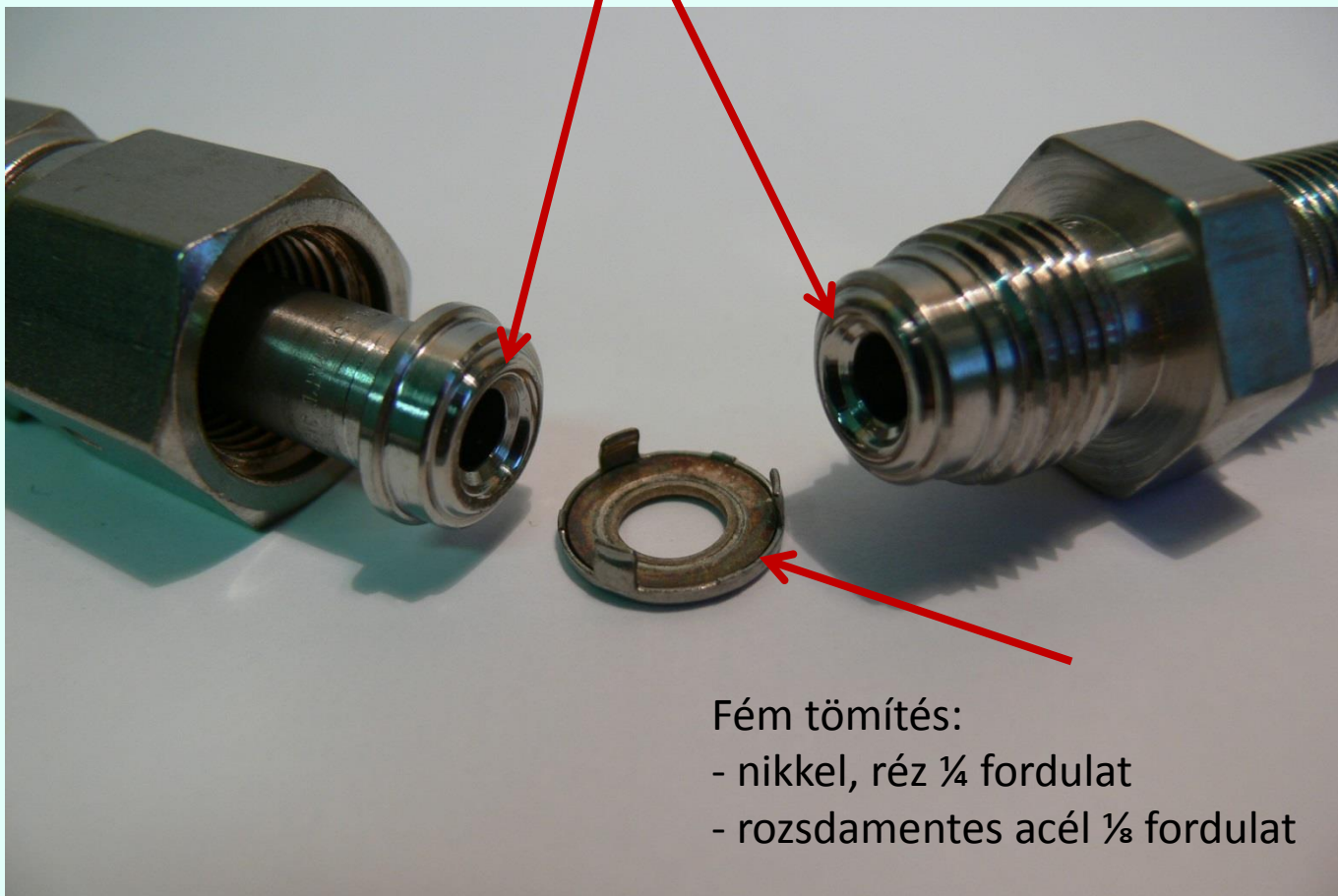
Csőkötések típusai



VCR típusú csatlakozó

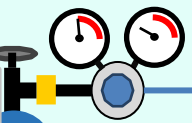
Tömítési felület

- Nincs holttér
- Egyszer használatos tömítő gyűrű
- A tökéletes megoldás



Fém tömítés:

- nikkel, réz $\frac{1}{4}$ fordulat
- rozsdamentes acél $\frac{1}{8}$ fordulat



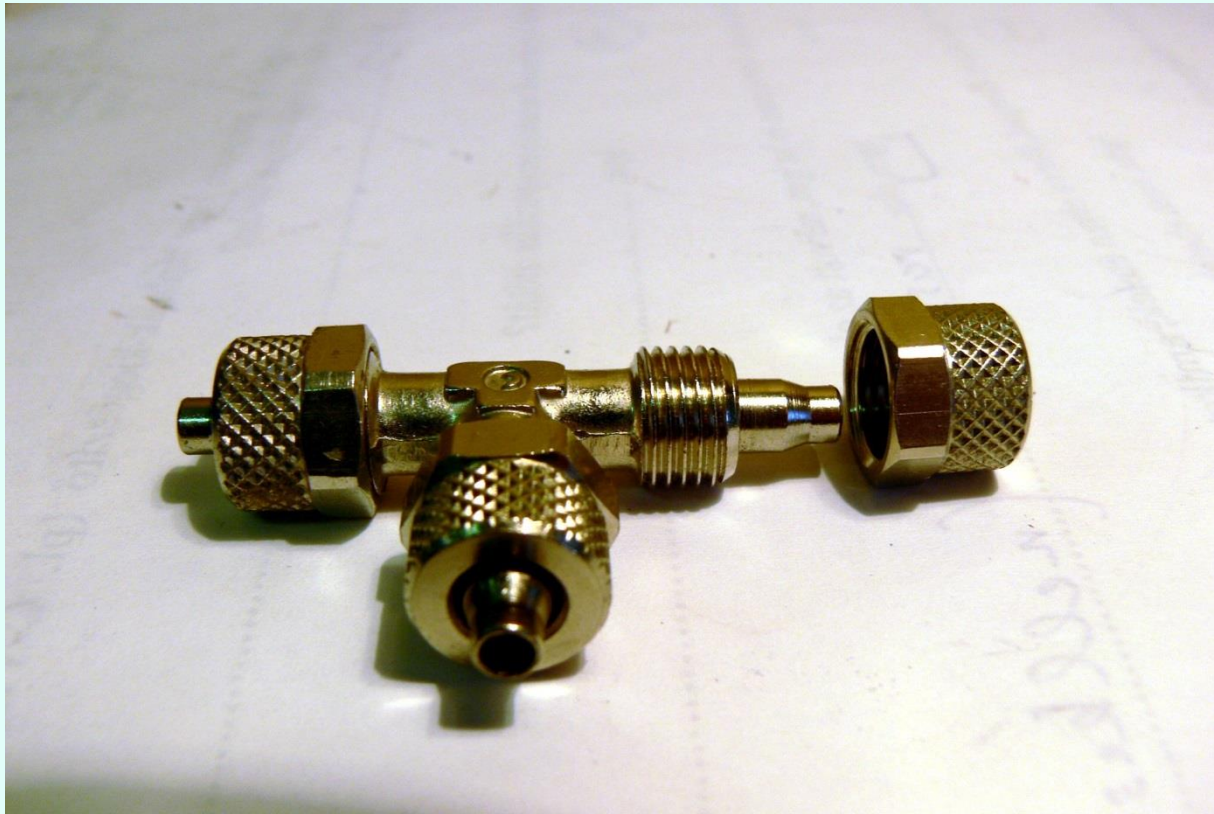
Csőkötések típusai



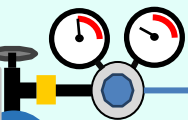
Egyszerű hollanderes csatlakozás műanyag csövekhez.

Előnyök: olcsó, bontható

Hátrány: nem professzionális csatlakozó, anyaga általában nikkelezett réz



Mérőkamra után alkalmazható, ha az anyaga kompatibilis a mérendő közeggel.



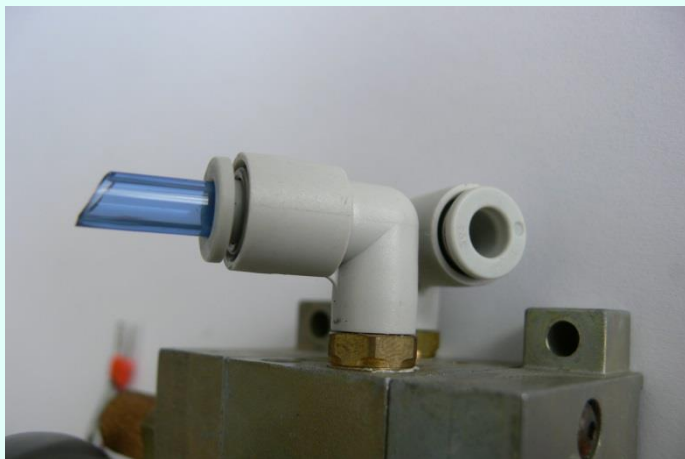
Csőkötések típusai



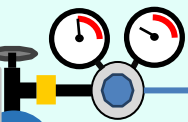
Pneumatikában használt gyorscsatlakozó.

Előny: olcsó, egyszerű használhatóság

Hátrány: ha a műanyag cső felületén karcolások vannak, akkor ereszt, nem 100%-os tömítettség, csak nyomásra tömít, gumi tömítőgyűrű.



Nem nagy tisztaságú inert gázok túlnyomáson történő szállítására alkalmazható.



Csőkötések típusai

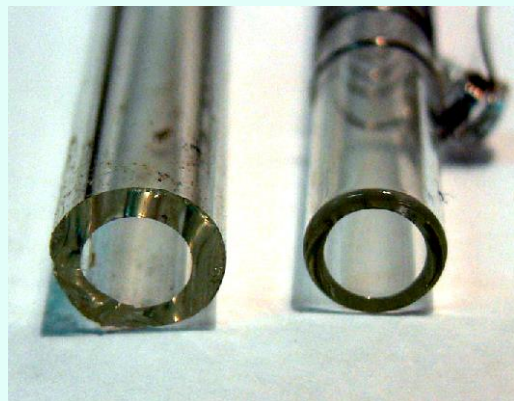


Speciális üveg fém átmenethez használható csatlakozó

A működése megegyezik a pneumatikánál használt csatlakozóval, csak az anyaga rozsdamentes acél és viton tömítőgyűrűt tartalmaz.

Előnyök: kis mértékű rugalmasságot biztosít kompenzálva az üveg merevségét, kis mértékben hőálló, a tömítőgyűrű anyaga korlátoz.

Hátrányok: oda kell figyelni a használt üveg és a fémcső éleire, mert károsíthatják a tömítőgyűrűt





Csőkötések típusai



Egyéb megoldások:

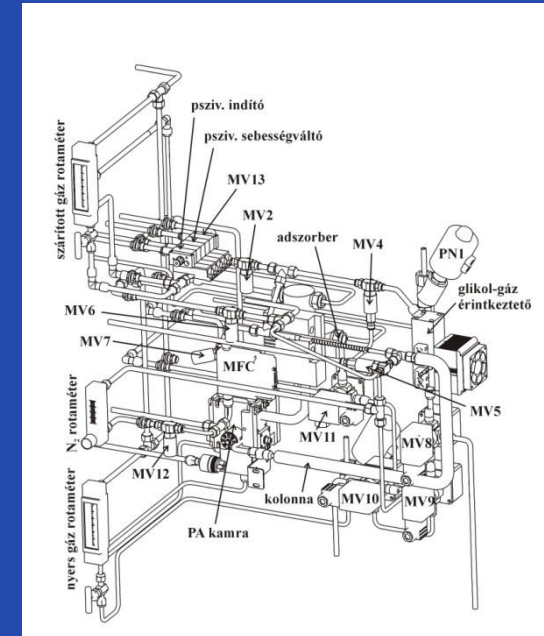
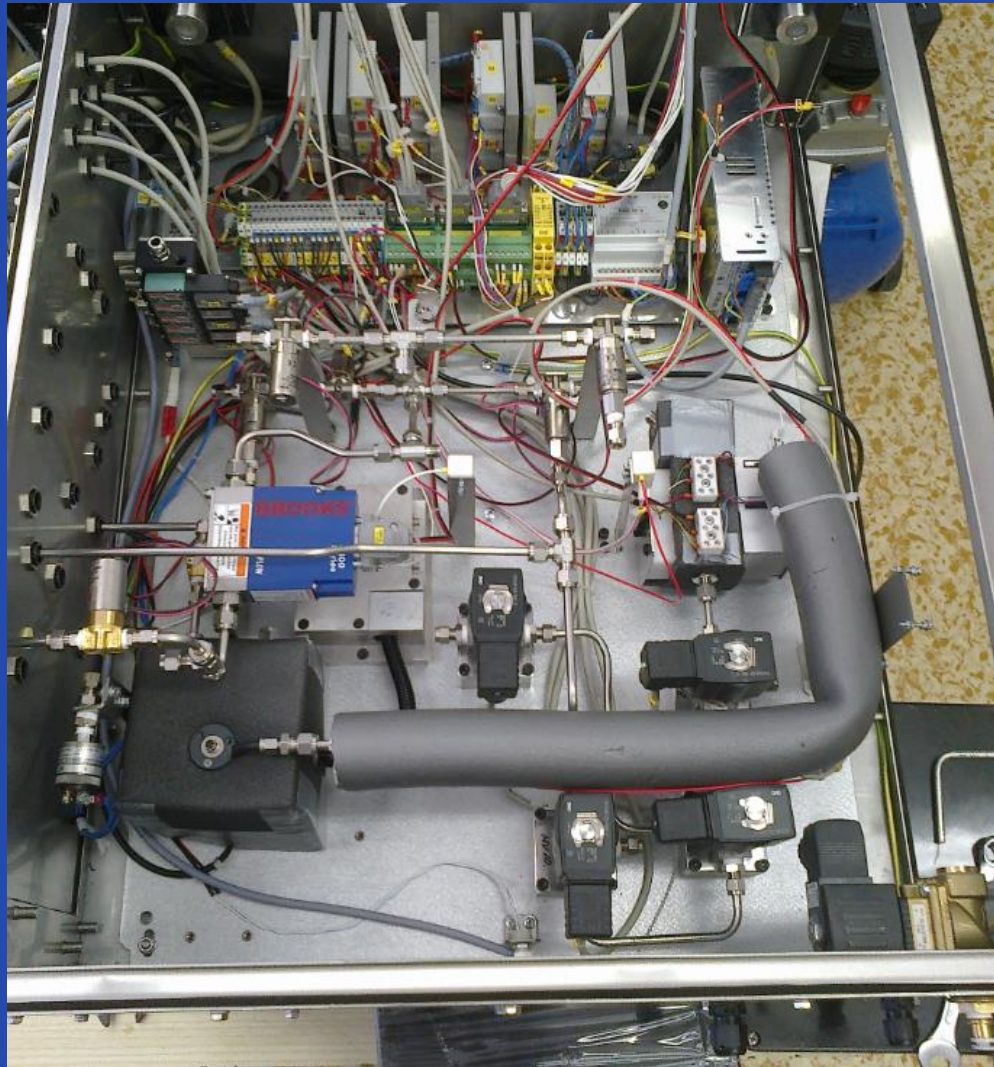
Szilikoncsővel történő csatlakozás:

Előny: gyors, rugalmas, elég jól tömít, rezgéscsillapításra alkalmas, fokozottan hő és hidegálló

Hátrány: jelentős túlnyomásra nem alkalmazható, anyaga korlátozza a felhasználását

Hegesztés: nem oldható, nagy gyakorlatot és eszközparkot igényel

Gázáramlás mérése és szabályozása



SZÉCHENYI 2020

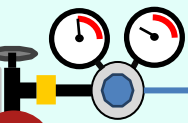


MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

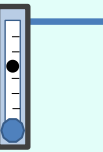
Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

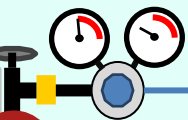


Gázáramlás mérése

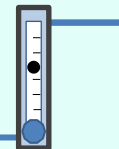


Gázáramlás mérés típusai:

- Közegellenállás alapján (változó keresztmetszetben)
- Hővezetés felhasználásával
- Térfogat és idő mérés (kiszorítás)
- Nyomásesés



Gázáramlás mérése



Közegellenállás alapján (változó keresztmetszetben)

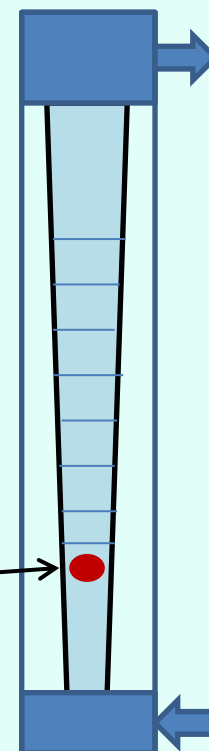
Rotaméter

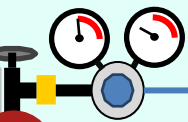
állandó nyomáskereső – változó keresztmetszetű

alapelv: tartjuk a nyomáskeresőt állandó értéken úgy, hogy a szabad átáramlási keresztmetszetet változtatjuk, a leolvasott paraméter az aktuális keresztmetszet

mérési elv: az egyensúlyi pontban a nyomáskereső, a nehézségi erő, a viszkozitás és a felhajtó erő kiegyenlíti egymást

Lebegő test

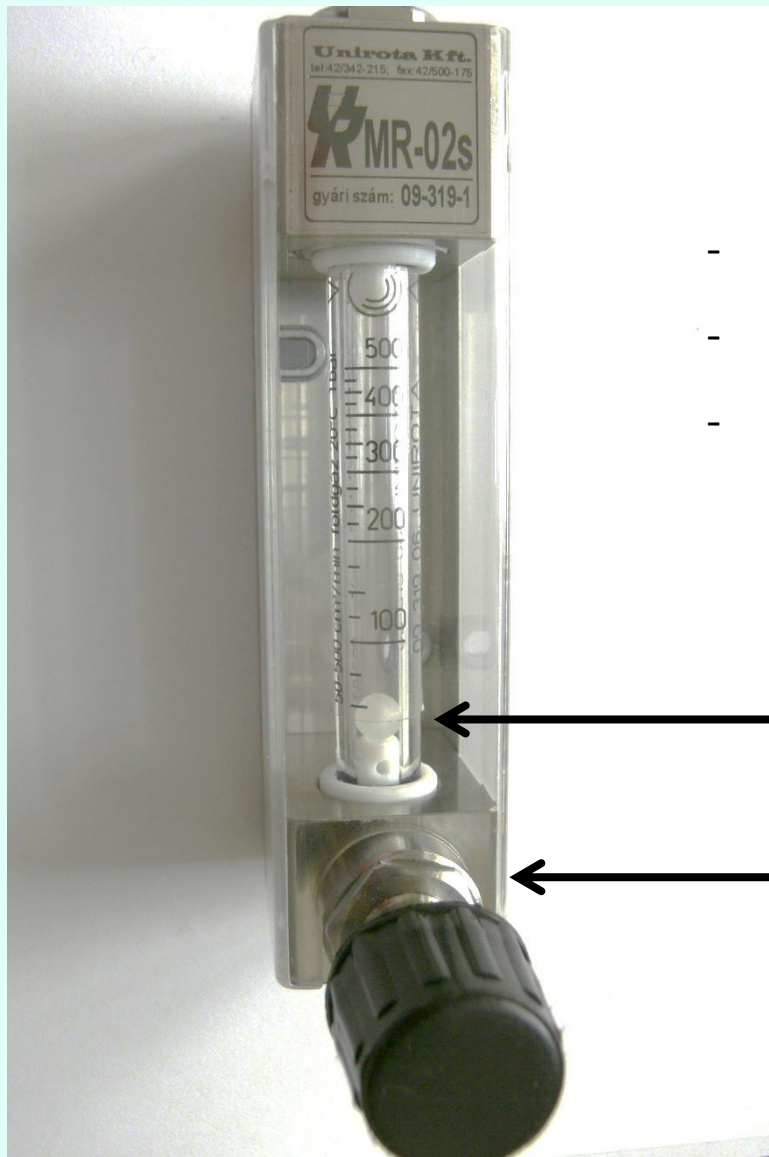




Gázáramlás mérése



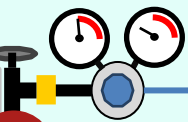
Rotaméter



- Nem lineáris a skálabeosztás
- Érzékeny a szilárd és folyékony szennyeződésekre
- Nem túl pontos, és változik is a mérési tartományon

← Lebegő test

← Tűszelep



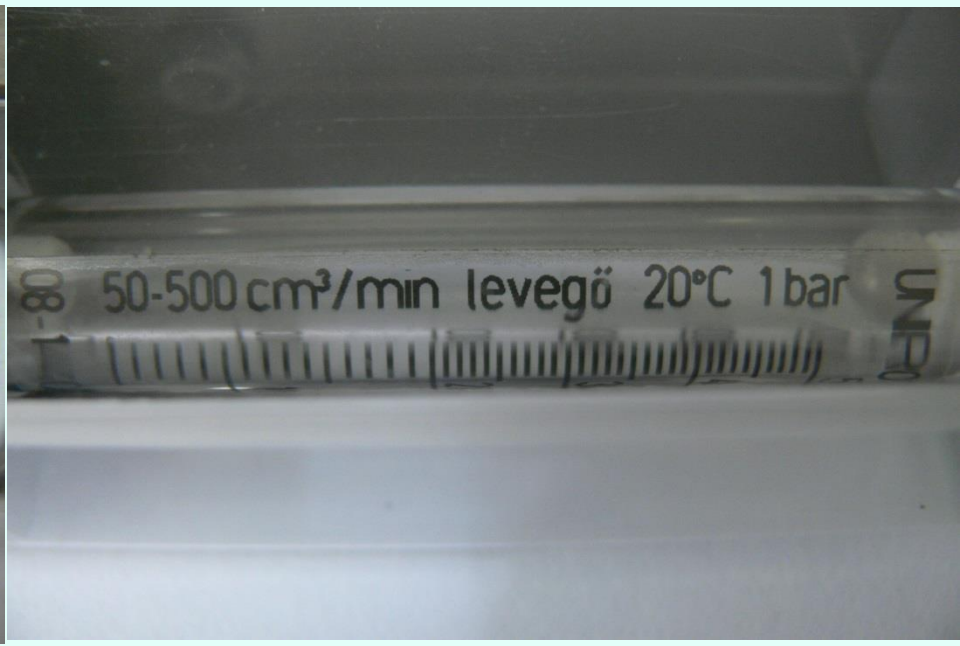
Gázáramlás mérése és szabályozása

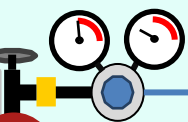


Rotaméter

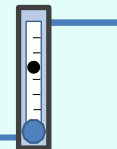
- Csak a rajta feltüntetett anyagra kalibrált
- Nyomásfüggő
- Hőmérséklet függő

A közeg sűrűsége befolyásolja a mért értéket!





Gázáramlás mérése és szabályozása



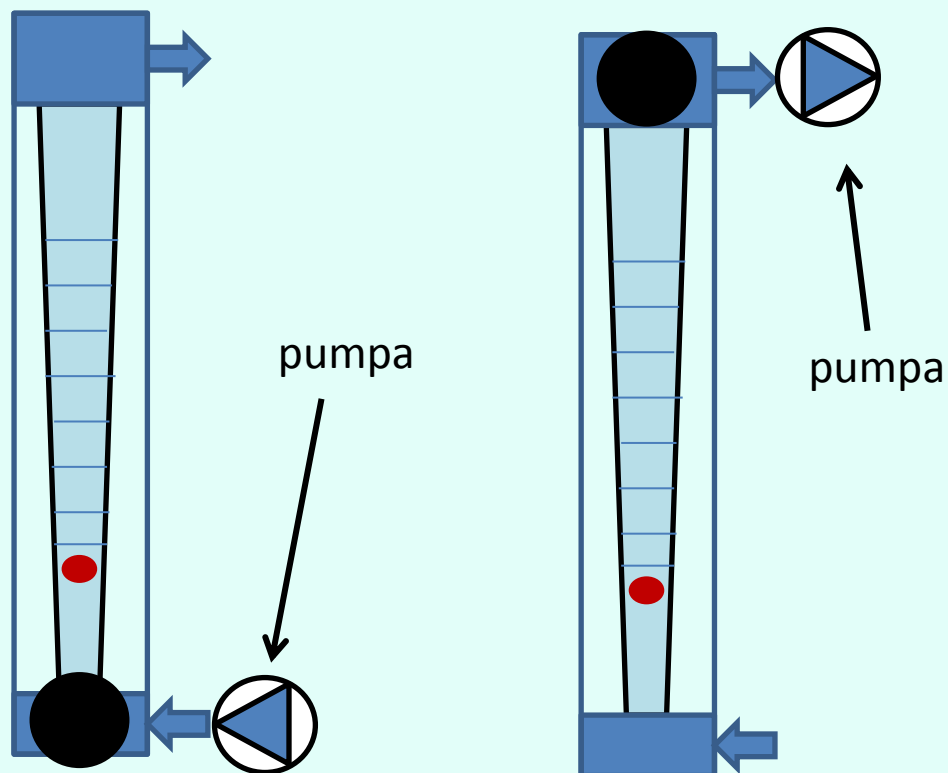
Rotaméter

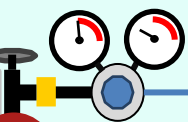
Figyelmet kell fordítani arra, hogy a rotaméter melyik végén szabályozzuk az átfolyást.



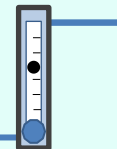
Biztosítani kell a kalibrált nyomást a rotaméterben.

Általában szétszerelhető és megfordítható a házban a mérőcső.





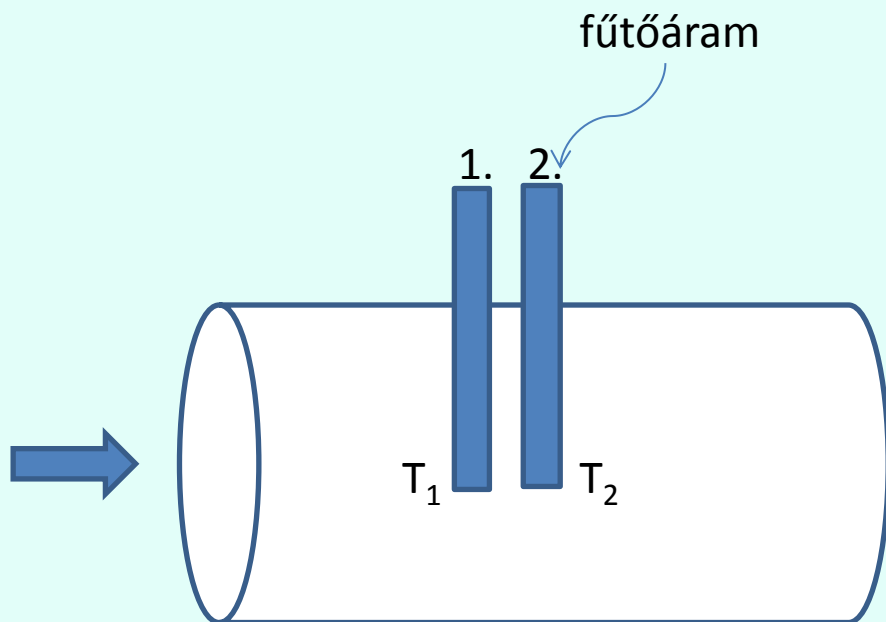
Gázáramlás mérése és szabályozása



Hővezetésen alapuló

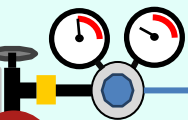
Tömegáramlás mérő

fűtőáram



Két elektróda nyúlik be a gázáramlási térbe. Az első méri a gáz aktuális T_1 Hőmérsékletét, a második hőmérsékletét egy fűtőszál segítségével fix különbséggel $T_2 = T_1 + \Delta T$ hőmérsékletre fűtik.

A betáplált elektromos teljesítmény arányos a gáz által elszállított hővel, ami a tömegáramával arányos.



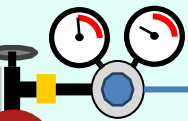
Gázáramlás mérése és szabályozása



Tömegáramlás mérő/szabályzó

- Fel van tüntetve, hogy milyen gázra kalibrálták, de egy táblázat segítségével átszámolható más gázokra is. A maximális gázáram is fel van tüntetve.
- Általában ezek szabályzók is egy beépített aktív tűszelep segítségével.
- Mivel tömegáramot mér, ezért a nyomásváltozás nem befolyásolja a mért értéket.
- Néha érdemes ellenőrizni a kalibrált paramétereket.



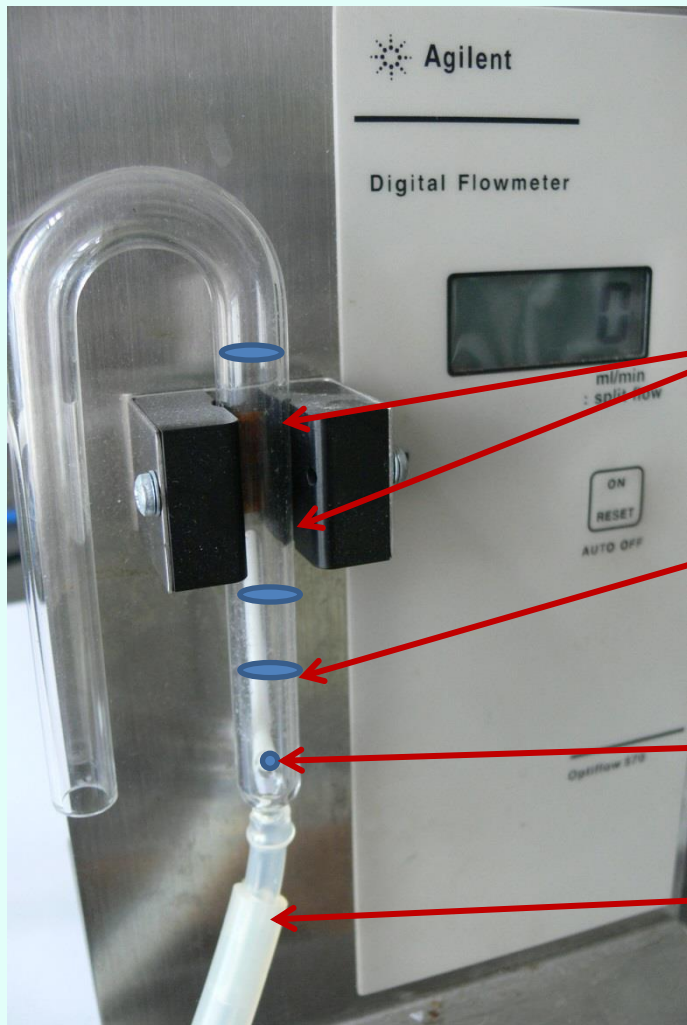


Gázáramlás mérése



Térfogat és idő mérés (kiszorítás)

- Abszolút mérési elv, nem igényel kalibrációt
- Gázminőség független
- Nyomás illetve a hőmérséklet függő
- Kalibrálásra alkalmazzák



Fotokapuk

Folyadék hártya

Mérendő gázáram csatlakozása a mérőcsőhöz

„Mosószeres” víz

Gázáramlás mérése

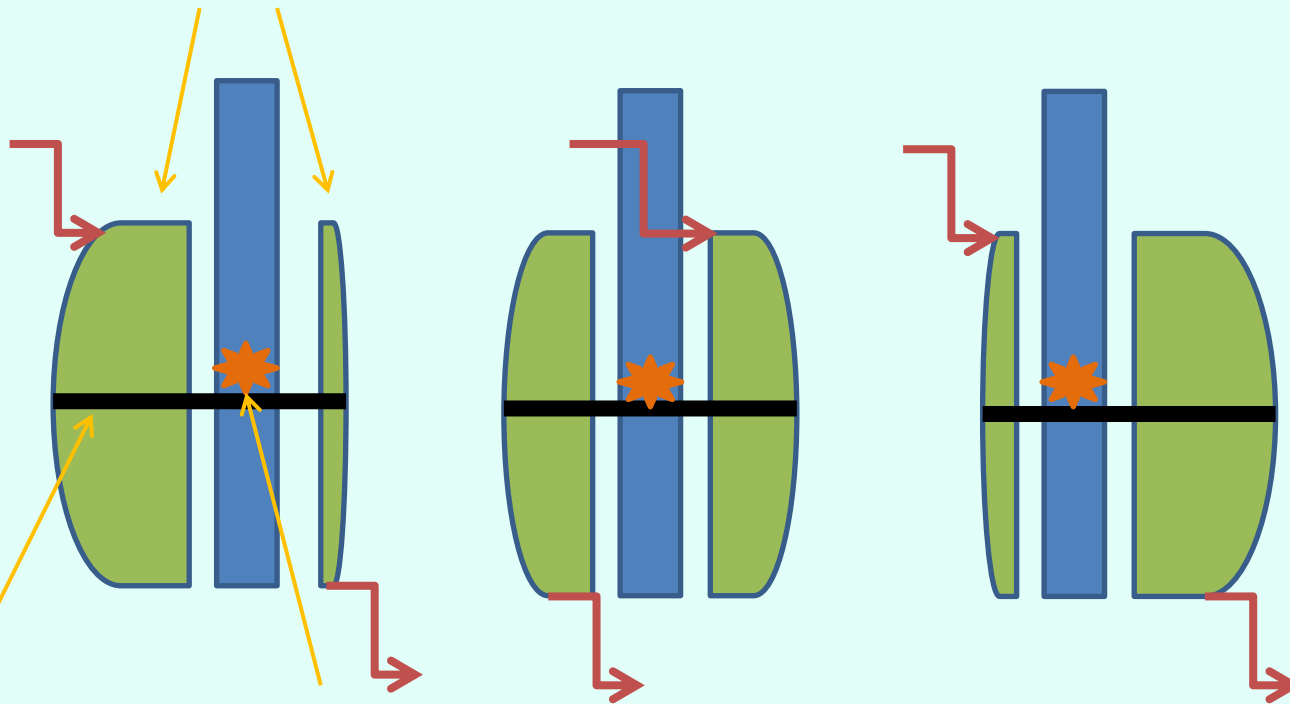
Gázóra

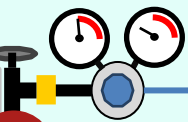
Térfogatot mér kis túlnyomáson, amire korrigál.

Ballon

Merev távtartó

Számláló



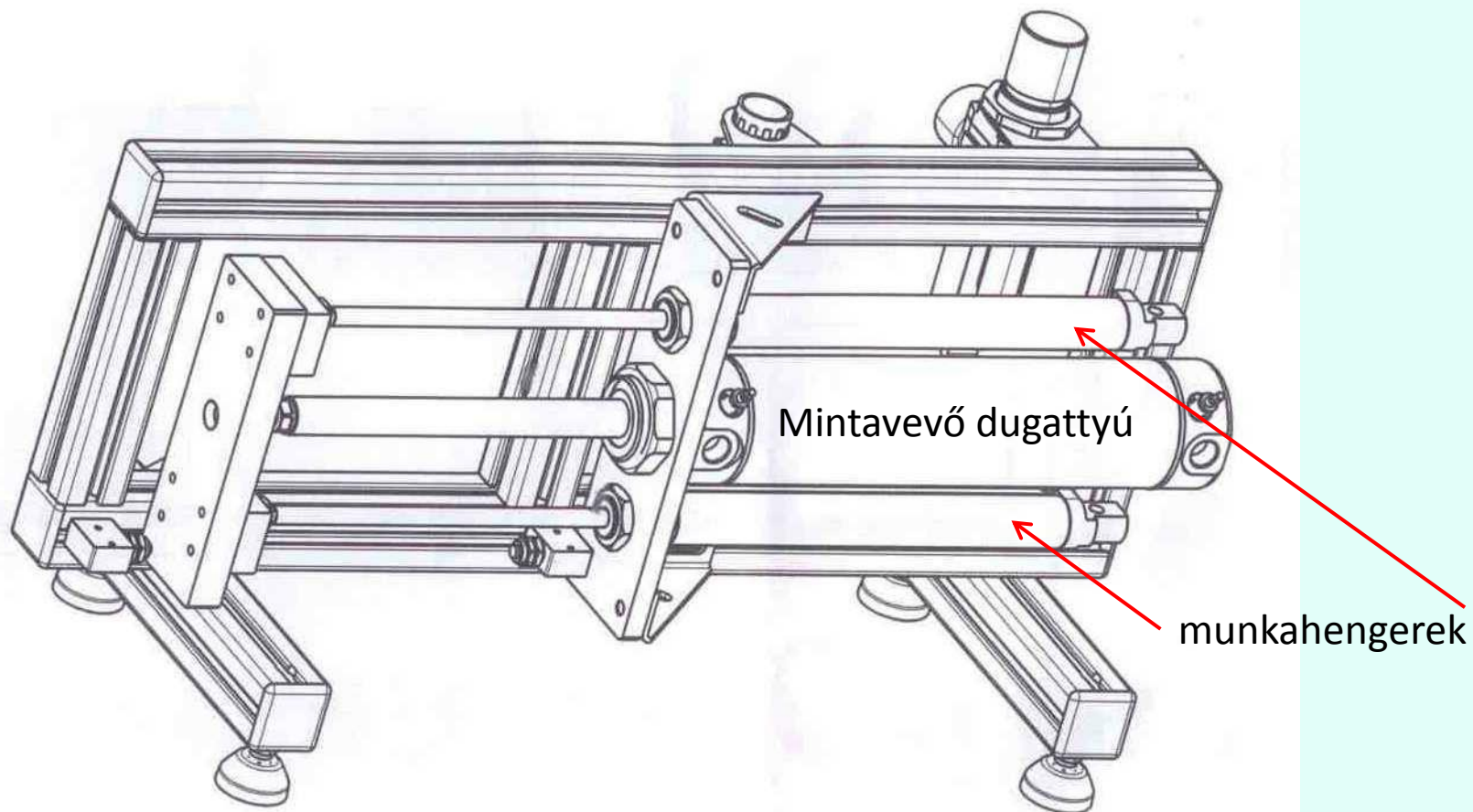


Gázáramlás mérése



Változó összetételű gázból kell egyenlő térfogatú mintákat venni

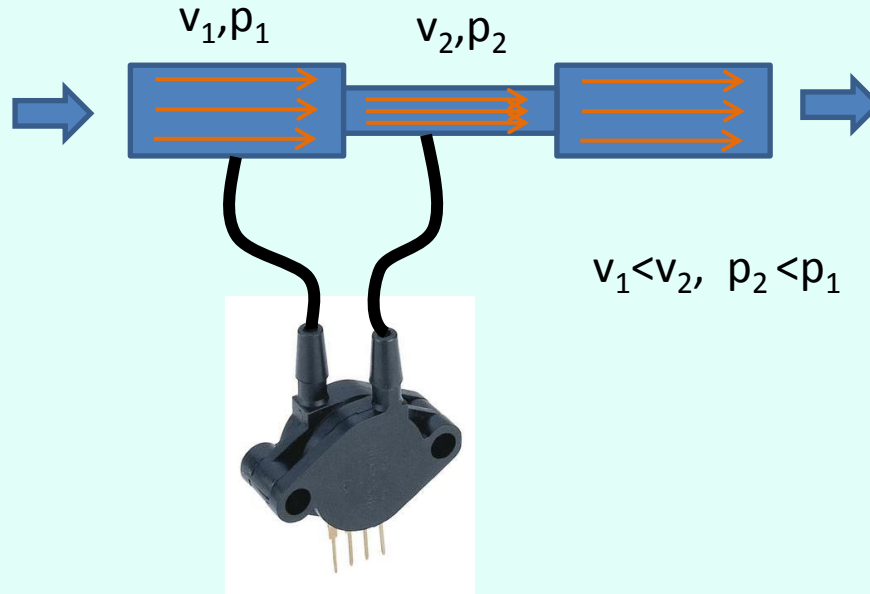
Pneumatikusan működtetett dugattyús mintavétel



Gázáramlás mérése

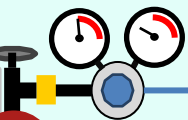
Nyomáskereső – BERNOULLI elv

Venturi cső



$$\Delta p \sim v_1$$

Egy differenciális nyomásmérő segítségével „olcsó” áramlásmérő készíthető, amit utólag kalibrálni kell.

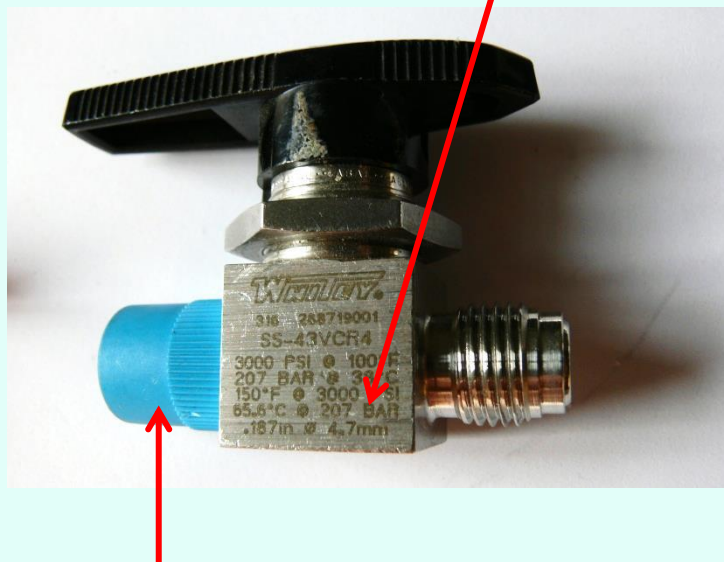


Gázáramlás szabályozása



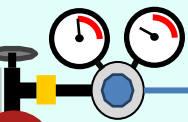
Két és három állású csapok, szelepek

Kiválasztásuknál fontos, hogy a rajtuk áteresztett gáz ne lépjen reakcióba se a csap házával, se a tömítésekkel. Fontos még az áteresztőképessége, azaz mekkora a csapban található járat átmérője.



Tárolásnál célszerű védeni a sérüléstől,
illetve az elszennyeződéstől!

1-es portot a 2-ra; vagy a 3-ra; vagy lezár közbülső állásba



Gázáramlás szabályozása



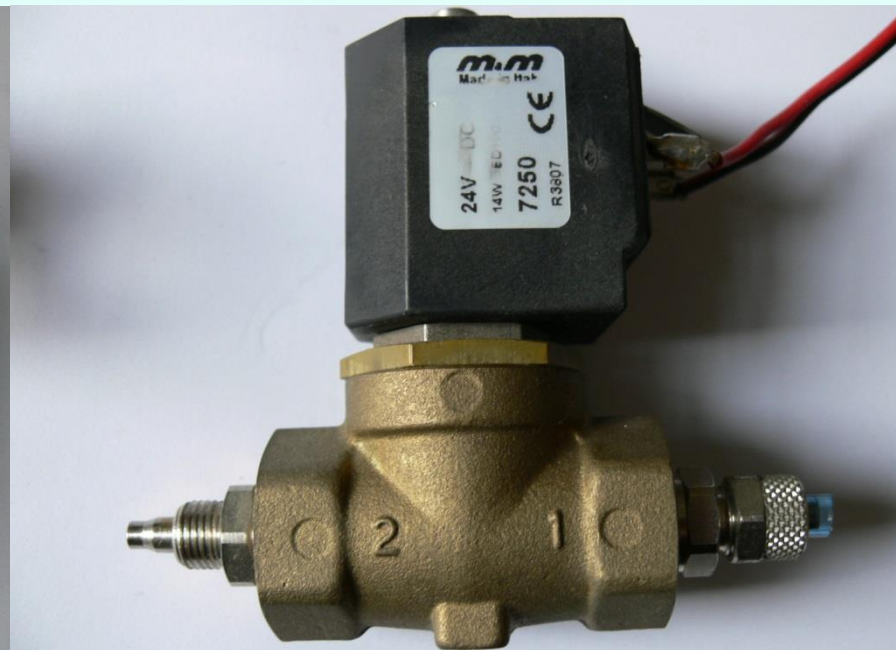
Vezérelhető szelepek



3/2

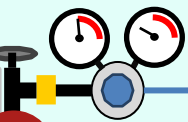
2/2

Rozsdamentes acél, port átmérő ~2mm



2/2

Sárgaréz, port átmérő ~6mm



Gázáramlás szabályozása



Vezérelhető szelepek- elcsípő szelepek

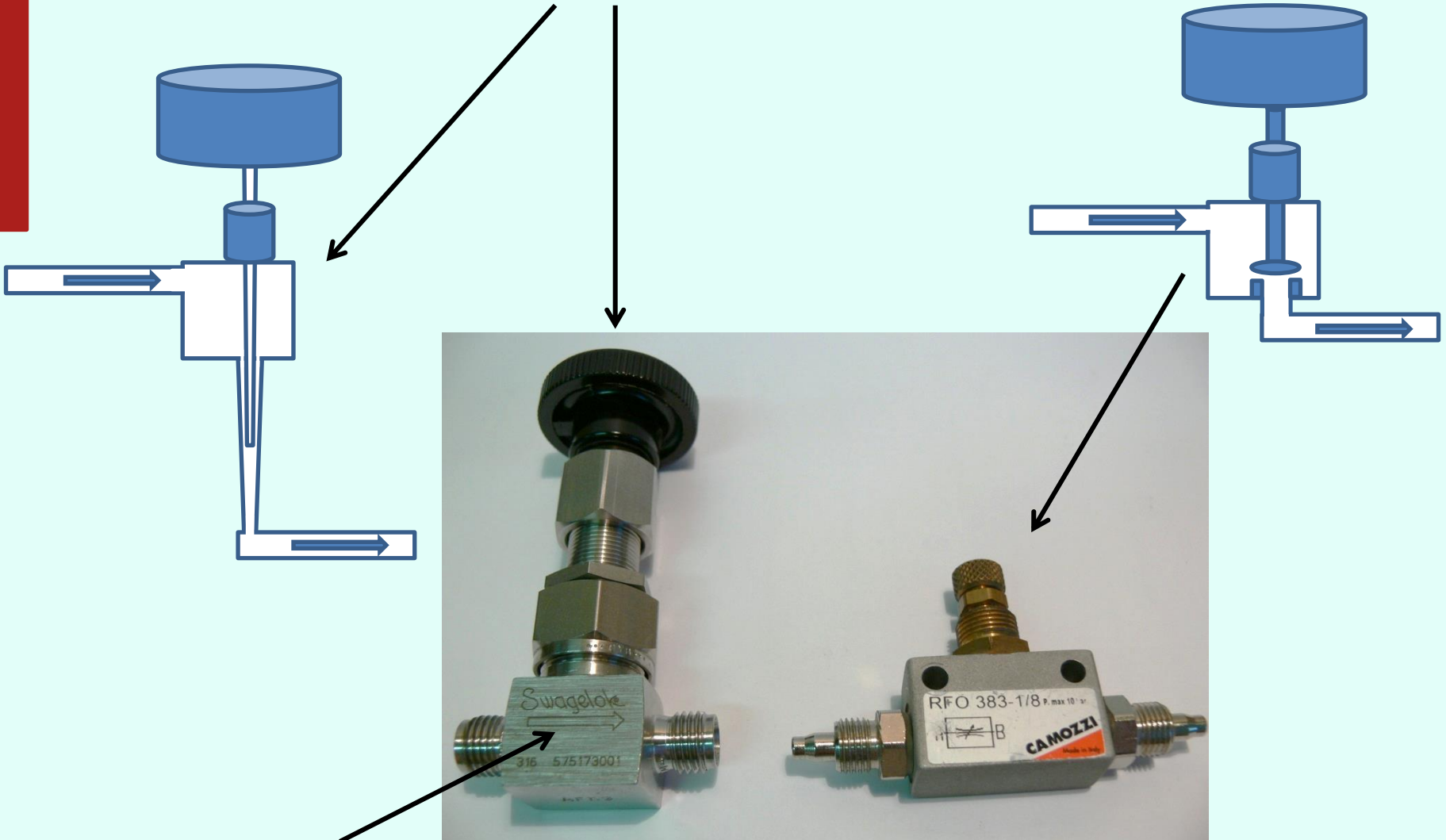
Részecskék mérésénél fontos, hogy ne legyenek szűk kanyarok a gázkezelésben. Megfelelő keménységű szilikon kaucsuk gumicső használata a precíz elzáráshoz.

Váltószelep

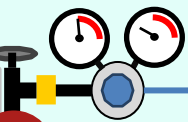


Gázáramlás szabályozása

A precíziós szabályozáshoz túszelep szükséges



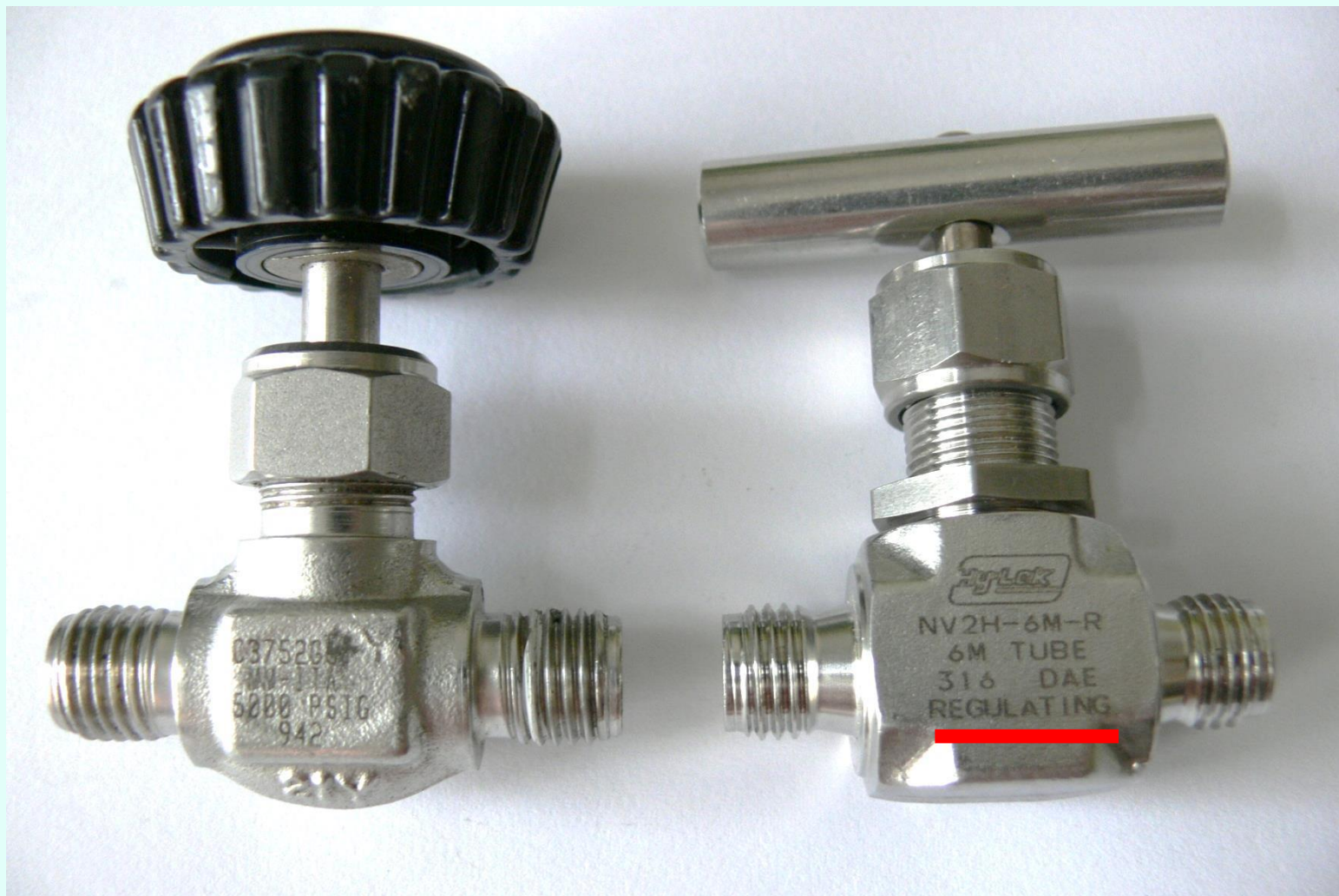
A beépítésnél figyelni kell a gázáram irányára, amelyet egy nyíl jelez.



Gázáramlás szabályozása



Ránézésre nem egyértelmű, de a jobb oldali a tűszelep, a bal nem az.
Árban többszörös különbség van köztük.



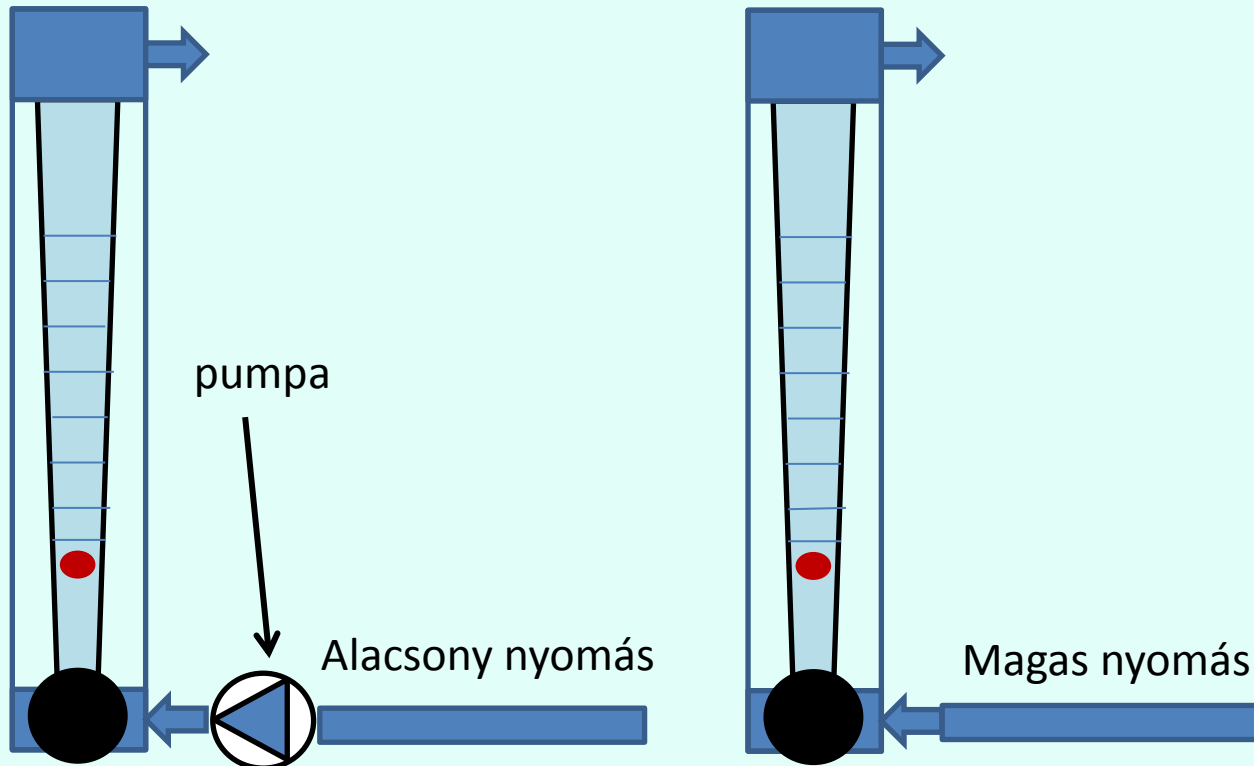
Gázáramlás szabályozása

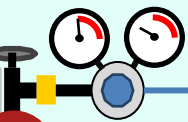
Abban az esetben, ha nem légköri nyomáson kell szabályozni.

- Tömegáramlás szabályzóval

Akár túlnyomáson, akár alacsony nyomáson működik, standard literben kalibrált

- Rotaméterrel



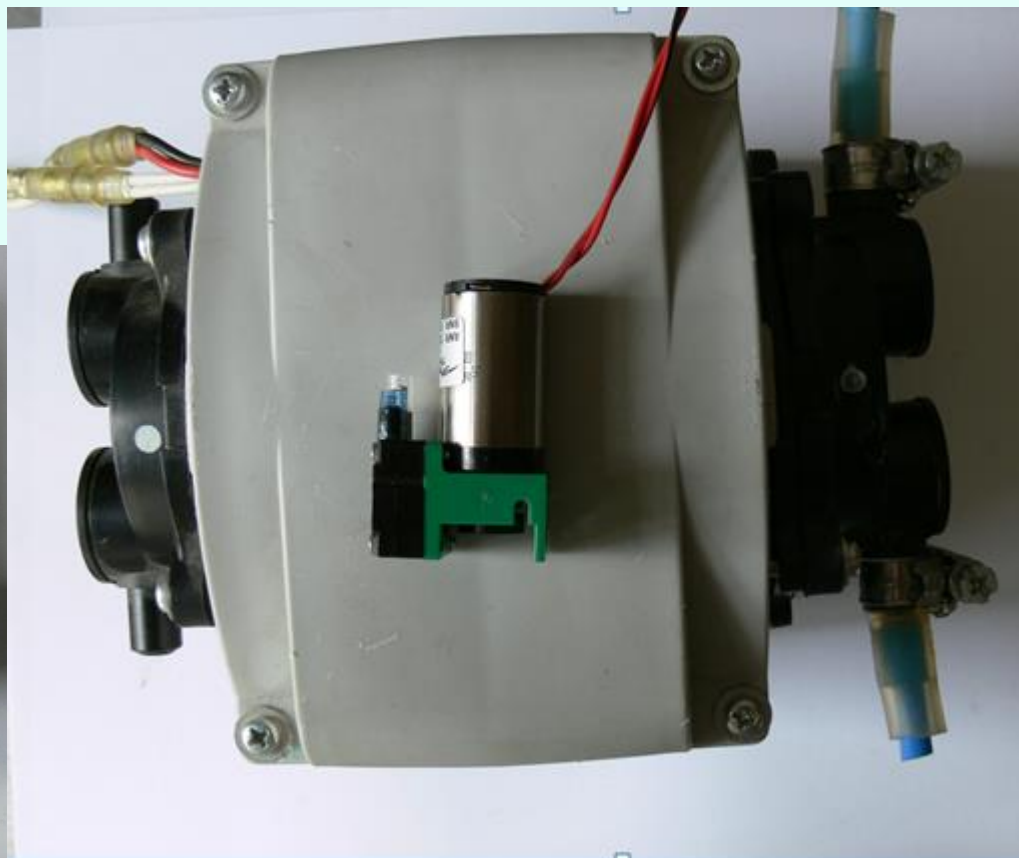
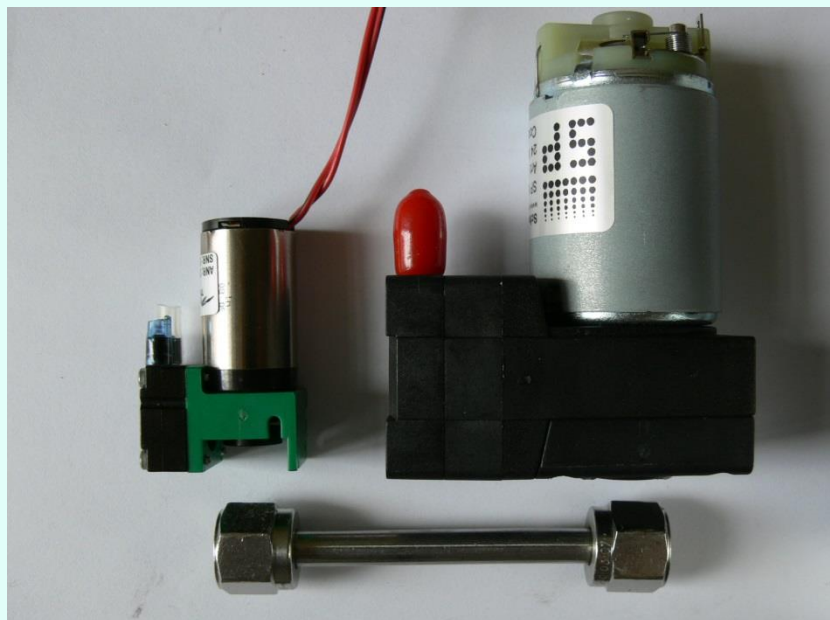


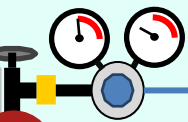
Gázáramlás szabályozása



Membrán pumpák paramétereit:

- Szállítani kívánt gázmennyiség (pl.: 0.5; 2; 40 liter/óra normál légköri nyomáson)
- Leküzdendő nyomáskülönbség
- Praktikus méret
- Meghajtó feszültség



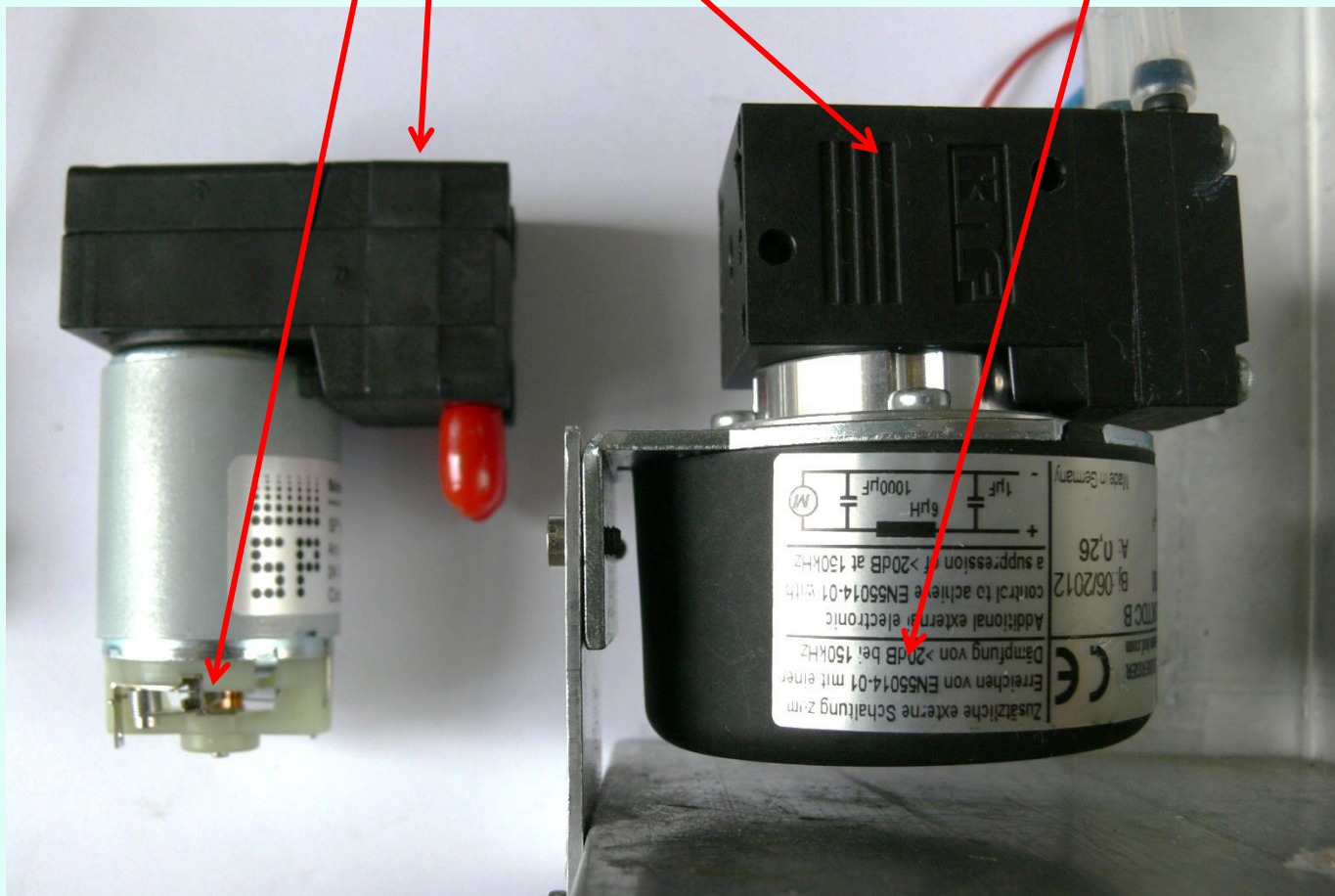


Gázáramlás szabályozása



Membrán pumpák:

- Motor élettartama (kefés: 1000 óra vagy kefe nélküli: 4000 óra)
- Membrán anyaga (gumi, teflon...)



Kalibrálás gázokkal, gőzökkel, mintavétel



Etilénglikol víztartamának
folyamatos mérése
gázfázisban

SZÉCHENYI 2020

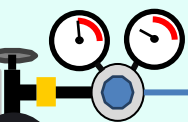


MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap

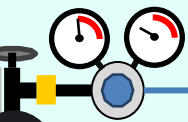


BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



Cél: **Mérési hibák elkerülése, azaz precíz mérések végzése**

- Hibalehetőségek:
- lejárt a szavatossága a kalibráló gáznak
 - nem megfelelő anyagú reduktort használunk
 - nem megfelelő anyagú csöveket használunk
 - a nyomás nem annyi, mint aminek gondoljuk
 - pontatlan a keverés
 - rossz helyen veszünk mintát
 - keresztérzékenység
 - faleffektus
 -



Kalibrálás gázokkal, mintavétel



Kalibráló gázok:

- A kalibrálni kívánt tartományhoz megfelelő koncentrációjú gáz kiválasztása
Pontosan, „kényelmesen” maximum kb. 100x hígítással lehet tervezni.
Ennél nagyobb hígítást inkább két lépcsőben kell megoldani nagy odafigyeléssel.
- A vivőgáz kiválasztása
Legjobban hasonlítson a későbbiekben mérni kívánt gázhoz, illetve
másik szempont, hogy kémiailag minél stabilabb legyen a keverék.
- Kalibráló gáz mennyisége
Elég hosszú átfutási idővel készülnek el a speciális gázkeverékek.
Nem sokkal drágább a nagyobb mennyiség, a keverést és a
visszamérést kell megfizetni.
1.5 m³ helyett inkább 6 m³-es palack

Kalibrálás gázokkal, mintavétel

- Keverék pontossága, szavatossága

Változhat a koncentráció,
ha a nyomás nagyon alacsony.

Hőmérséklet is befolyásolhatja
a koncentrációt a lehetséges
faleffektus miatt.

MESSER
Messer Hungarogáz
Minőségbiztosítási-Analitikai laboratórium
1044 Budapest, Váci út 117

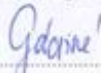
Elemzési kalibrálási bizonyítvány

A bizonyítvány sorozatszáma: **MB.MBiz-183/2013**

Felhasználó:	SZTE Optikai Tanszék		
Specifikációs terméknév:	Kalibrálógáz:használati gázetalon		
Termékszám:	2.05.02		
Palackszám:	950710		
Ürtartalom:	40 liter (alumíniumpalack)		
Töltési nyomás:	~150 bar	Minimális felhasználási nyomás: 5 bar	
Készítette:MHG Különlegesgáz Üzem			
Mérési módszer:..			
Kalibráció:Országos etalonra visszavezetett használati gázetalonnal.			
Összetétel:		Koncentráció	
		értéke	bizonyítalansága
Metán	CH ₄	101 ppm(n/n)	2 rel %
Szintetikus levegő	-	ad 100%	

A közölt mérési bizonyítalanság a standard bizonyítalanság k=2-vel szorzott értéke, amely közelítőleg 95%-os fedési valószínűségnek felel meg.

Kalibrációs analízis ideje: 2013. március 28.
A bizonyítvány kiadásának ideje: 2013. március 28.
Megjegyzés: Belélegezve ártalmatlan. Nem tűzveszélyes.
Garantált összetétel-stabilitás időtartama: 1 év (megfelelő tárolás és felhasználás esetén)
A kalibrálási bizonyítvány tartalmi részének vége

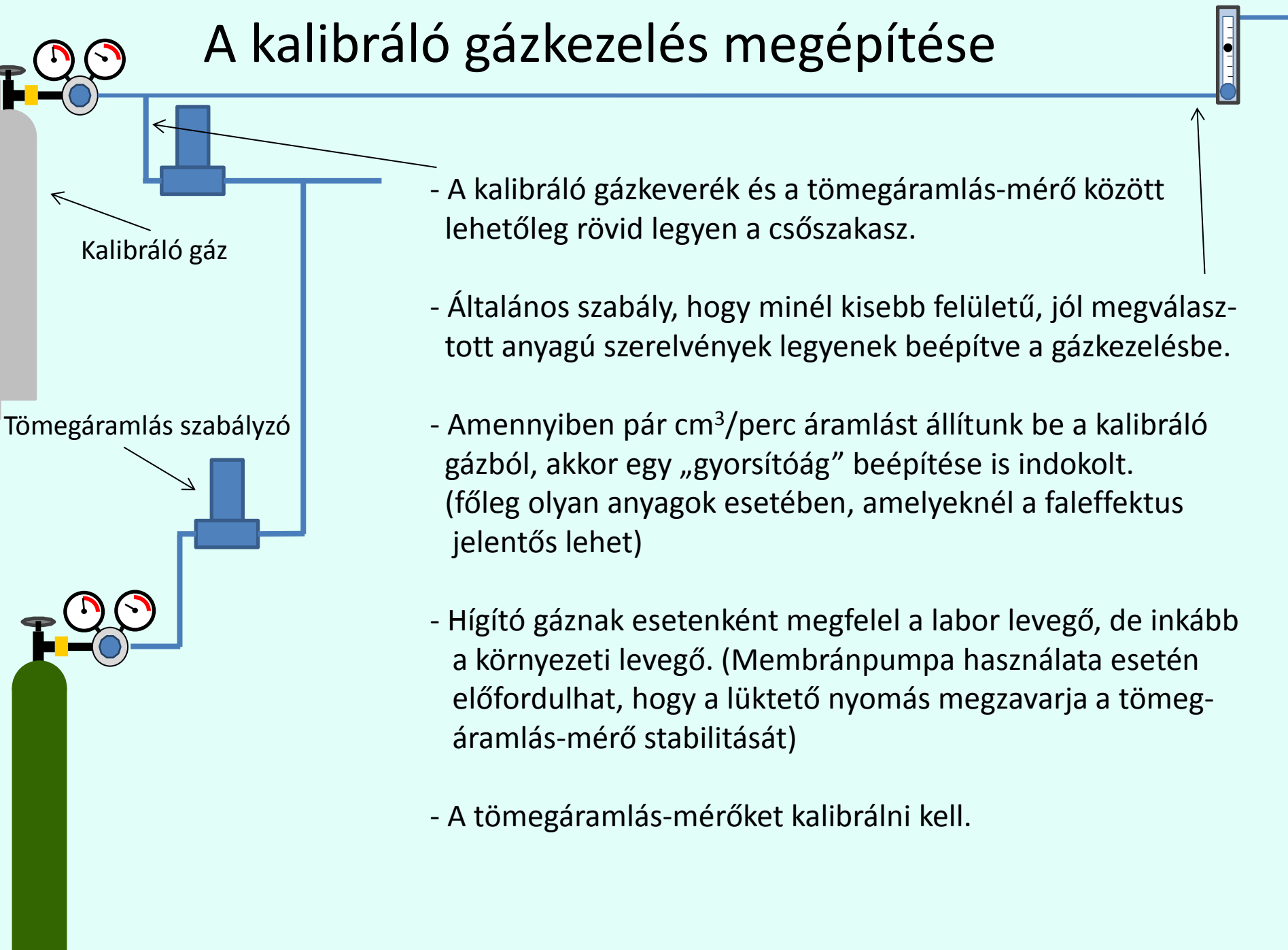
A mérést végezte és értékelte: 
Gácsiné Kara Judit



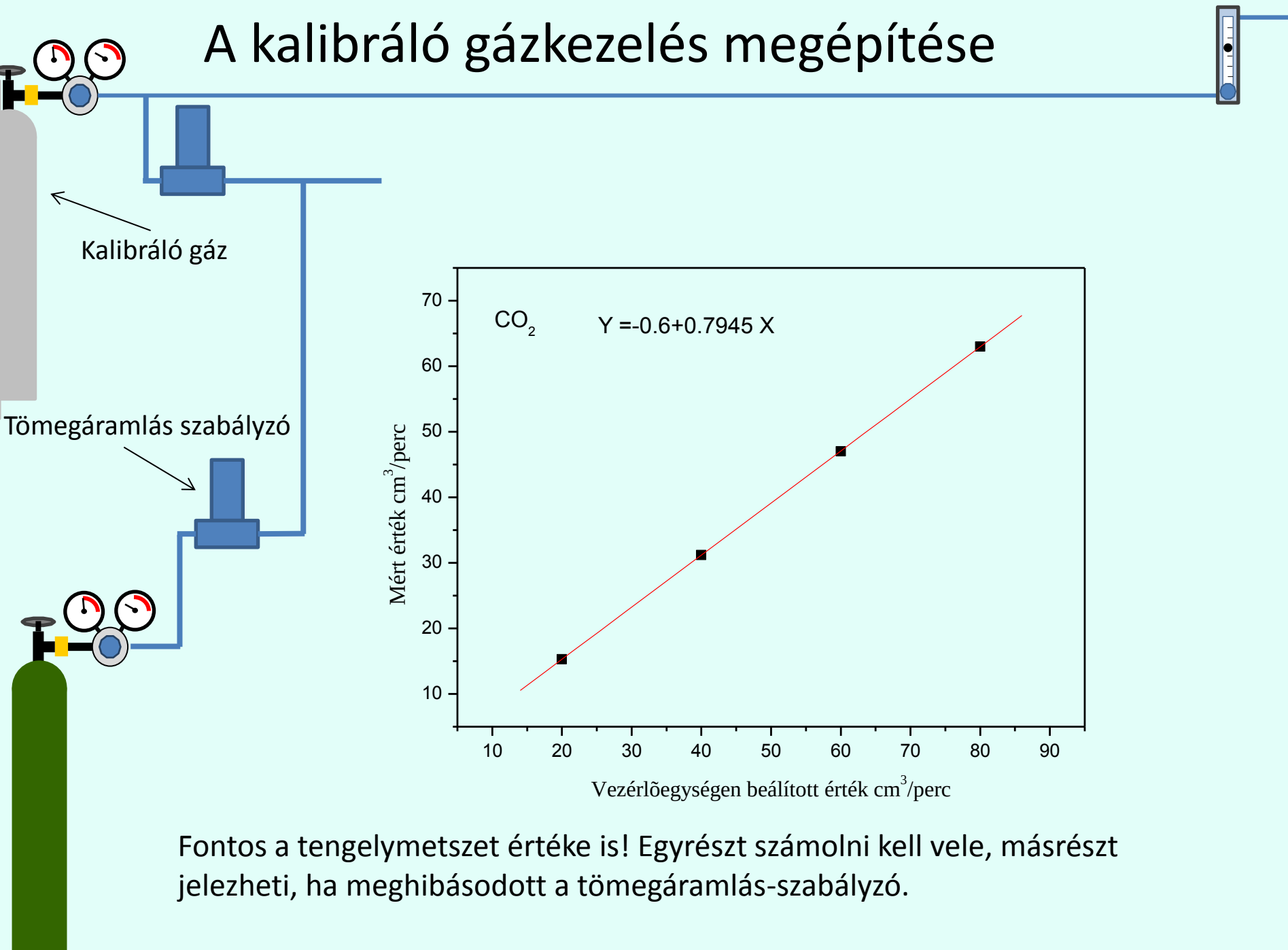
A mérési eredmények ellenőrzése alapján a bizonyítvány kiadható: 
Rupert Anikó

Jelen bizonyítvány csak teljes formájában érvényes és másolható

A kalibráló gázkezelés megépítése

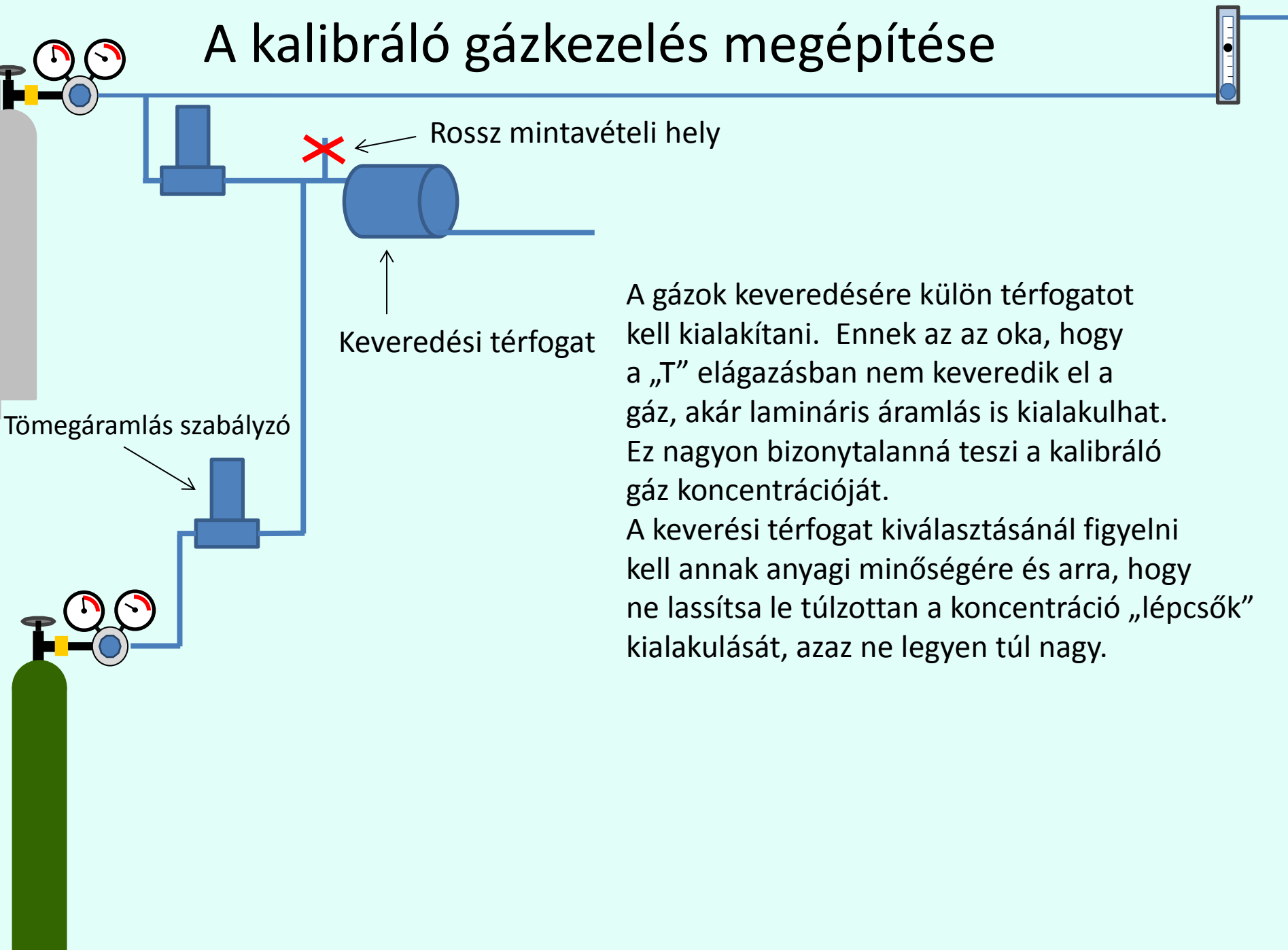


A kalibráló gázkezelés megépítése



Fontos a tengelymetszet értéke is! Egyrészt számolni kell vele, másrészt jelezheti, ha meghibásodott a tömegáramlás-szabályzó.

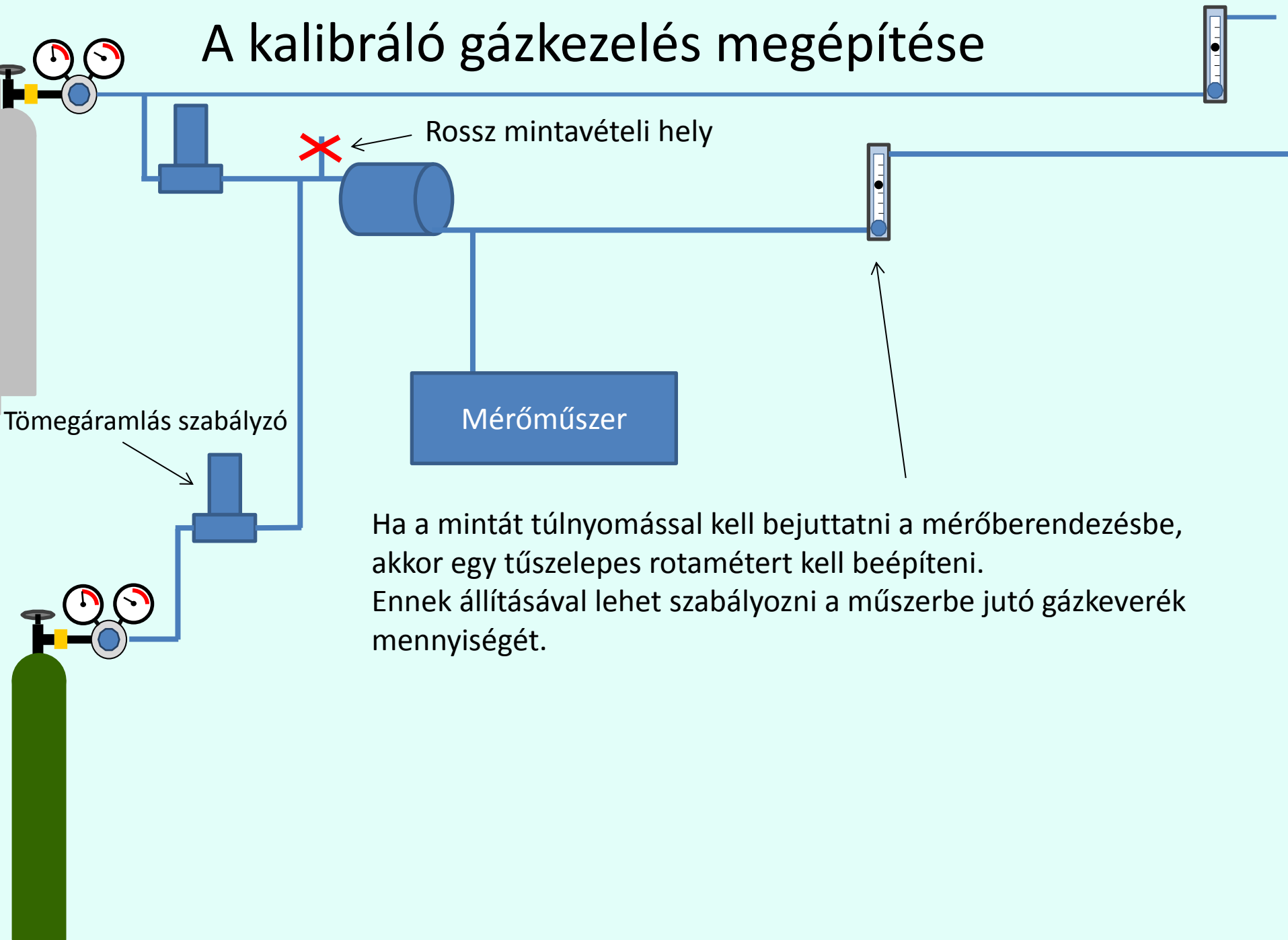
A kalibráló gázkezelés megépítése



A gázok keveredésére külön térfogatot kell kialakítani. Ennek az az oka, hogy a „T” elágazásban nem keveredik el a gáz, akár lamináris áramlás is kialakulhat. Ez nagyon bizonytalaná teszi a kalibráló gáz koncentrációját.

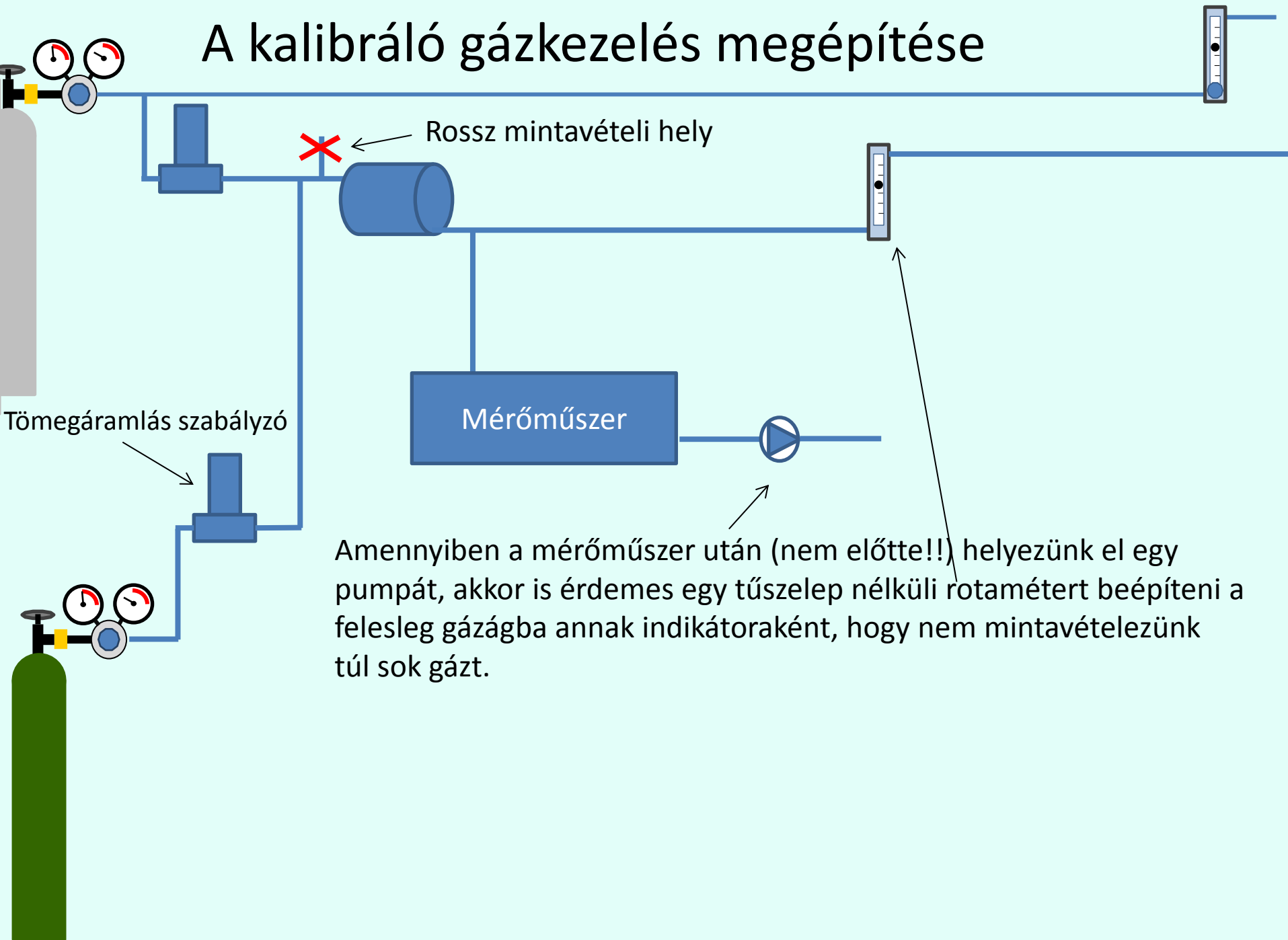
A keverési térfogat kiválasztásánál figyelni kell annak anyagi minőségére és arra, hogy ne lassítsa le túlzottan a koncentráció „lépcsők” kialakulását, azaz ne legyen túl nagy.

A kalibráló gázkezelés megépítése

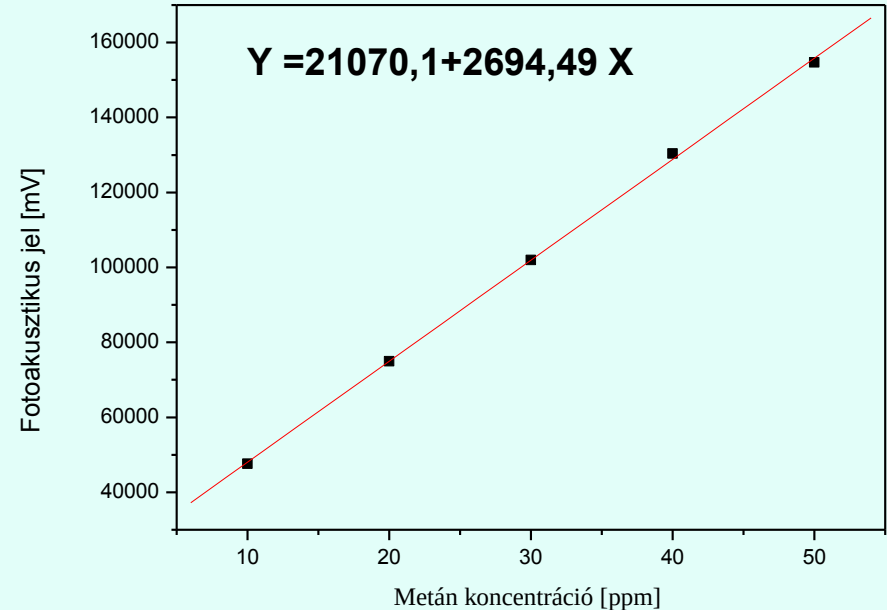
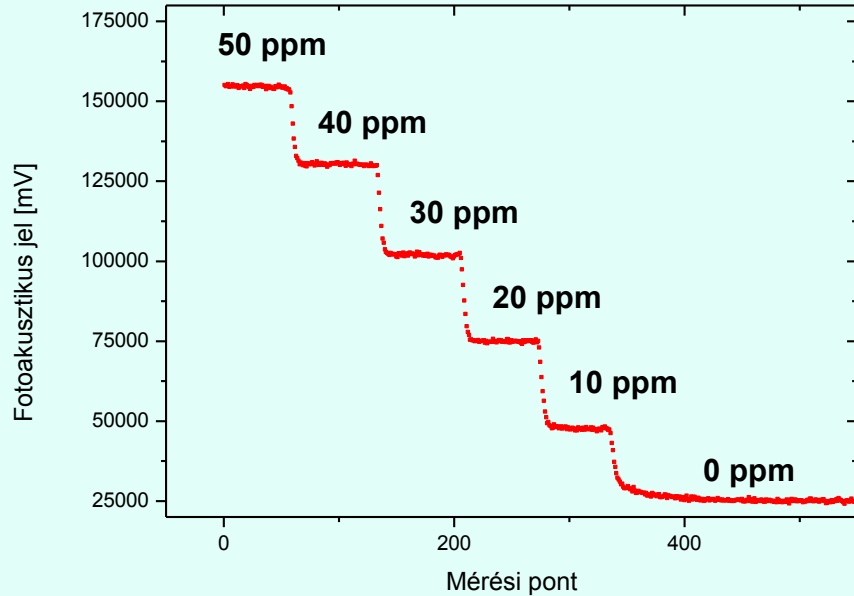


Ha a mintát túlnyomással kell bejuttatni a mérőberendezésbe, akkor egy tűszelepes rotamétert kell beépíteni. Ennek állításával lehet szabályozni a műszerbe jutó gázkeverék mennyiségét.

A kalibráló gázkezelés megépítése

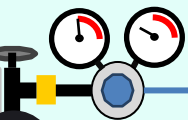


Kalibrálás gázokkal, mintavétel

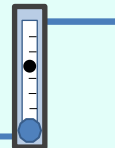


A keverés hibájának gyanúja: - negatív a tengelymetszet

- lineárist várunk és nem az lesz
- a beállított 0 ppm jelszintje nem egyezik a háttérjelével
- nem stabil a jel a várt stabil koncentrációnál
- nagyon lassan áll be a jelszint
- a kalibrálógázt direktbe megmérve nem illeszkedik a görbére.

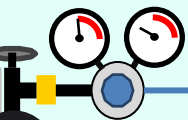


Nullgáz előállítás



- Aktívszén töltetű oszlop: nagy felületével jó hatásfokkal köti meg főleg a könnyen cseppfolyósítható molekulákat. Fontos a térfogatáramhoz a jó méretezés.
- Kénsavon átbuborékoltatás, majd NaOH granulátum segítségével a savgázok megkötése. Jó méretezés esetén az összes szerves molekulát megköti.
- Kéntartalmú vegyületek, például kénhidrogén megkötésére cinkoxid töltet használható.
- Higanygőz ezüstgyapottal vagy aranyfelületű töltettel köthető meg.
- Oxigén nyomok a lúgos mangán(II)-hidroxid oldaton való átbuborékolatással köthetők meg.
- Széndioxid megkötésére KOH oldat vagy granulátum használható.
- Kén dioxid Ca(OH)_2 oldattal köthető meg, esetleg $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$ eleggyel.

Kalibrálás gőzökkel



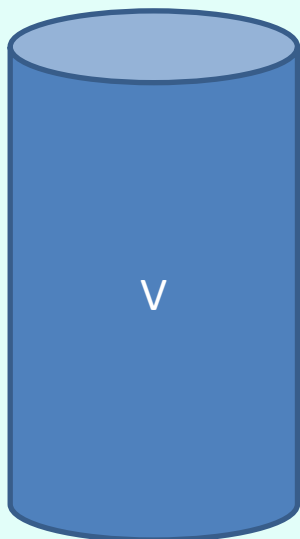
Adott térfogatba ismert mennyiségű folyadék juttatása és elpárologtatása

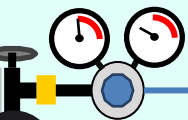
Bejuttatott tömeg/térfogat (V)

Sajnos nem ilyen egyszerű!

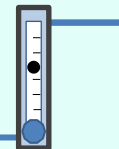
Hibalehetőségek és lehetséges kiküszöbölésük:

- Az adott hőmérsékleten elérhető parciális nyomás ismerete, mert lehetséges, hogy nem párolog el a teljes mennyiség.
- Fűteni nem érdemes, csak ha a további mintavételi rendszer is fűtött.
- Elegendő időt kell hagyni a párolgásra és keveredésre. Megfelelő keverést is érdemes alkalmazni. Jó a mágneses keverő, ha a teflon nem adszorbeálja a mérendő komponenst, esetleg alufólia golyó is alkalmas.
- A keverő edény falán történő adszorpció. Szeptum anyaga is zavarhat, mert anyaga abszorbeálhat. Leginkább nagyon illékony anyagok jönnek csak szóba.
- A mintavétel a kikevert gázból. A fecskendő anyaga fontos, gumi tömítés ne legyen benne, leginkább üveg vagy fém a javasolt.





Kalibrálás gőzökkel

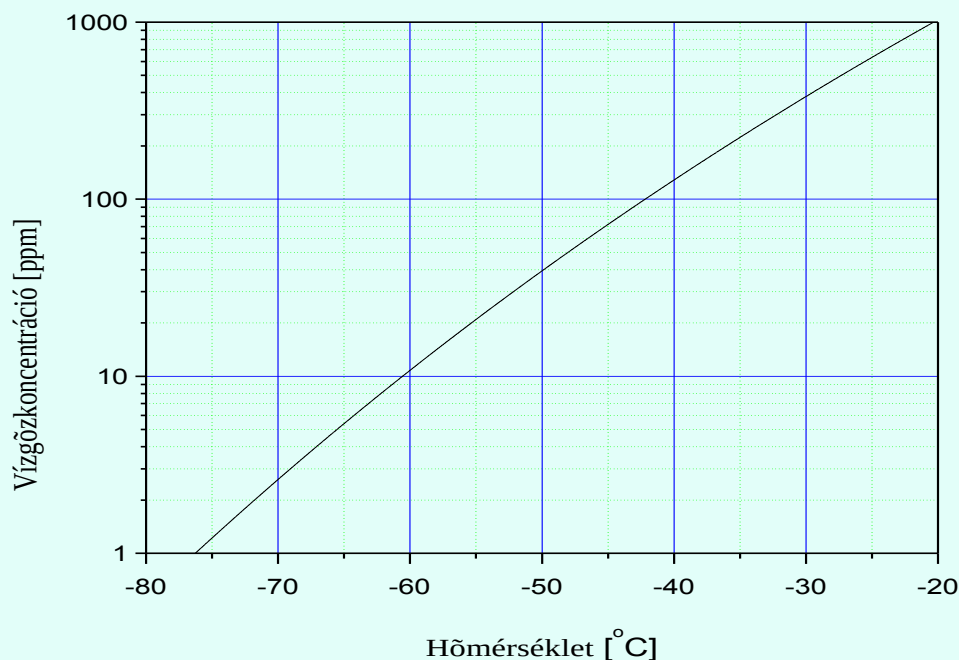


Adott hőmérsékleten jól definiált a folyadék felszín feletti térben a gőzének parciális nyomása, amiből koncentráció számítható.

A Clausius-Clapeyron egyenlet alapján kiszámolható a vízgőz parciális nyomása az adott hőmérsékleten:

$$\log p = \frac{A}{T} + B,$$

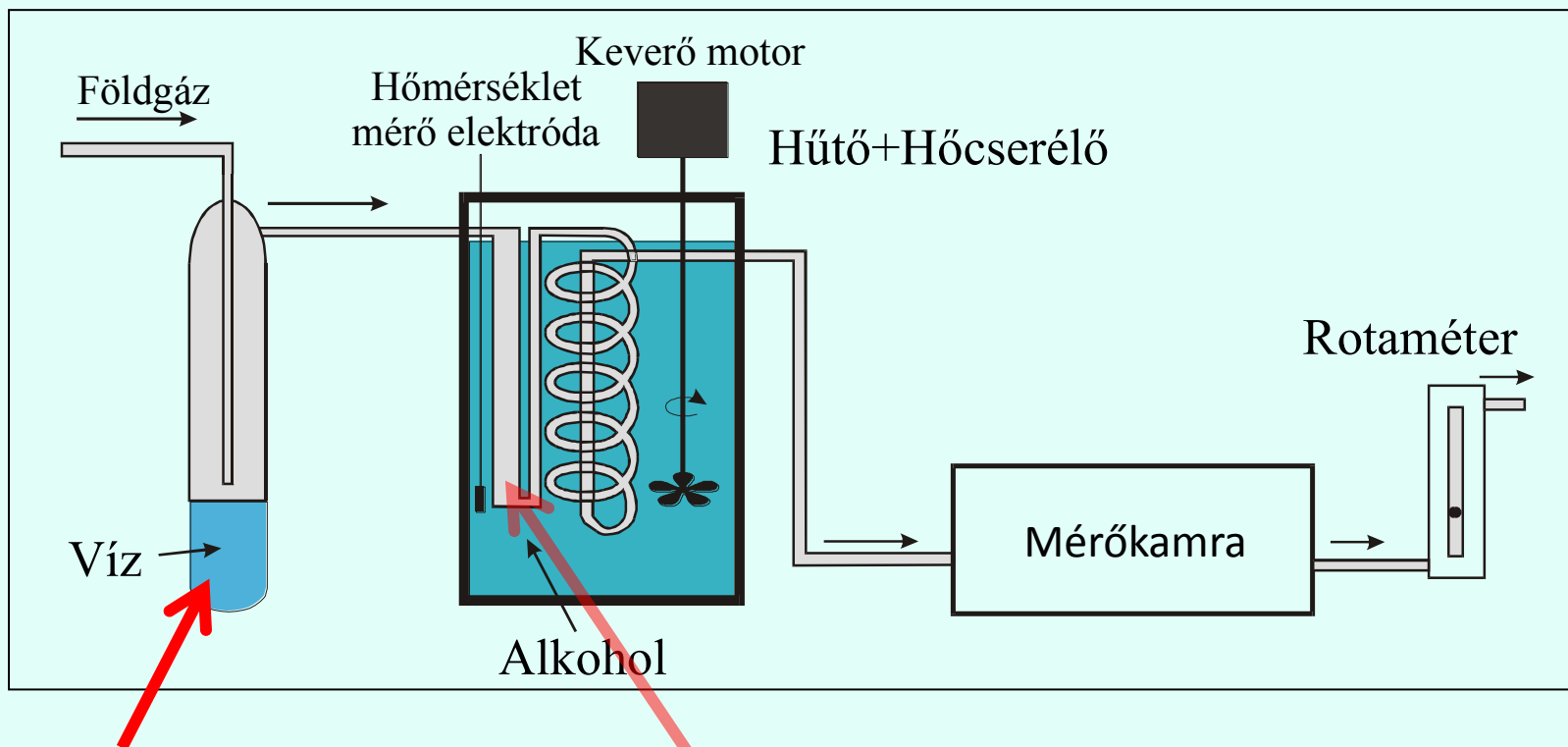
ahol p a parciális nyomás Pa-ban, T hőmérséklet °K-ben, $A = -2663,5$ K és $B = 12,537$ állandók



Légköri nyomáson és zárt térben!

Kalibrálás gőzökkel

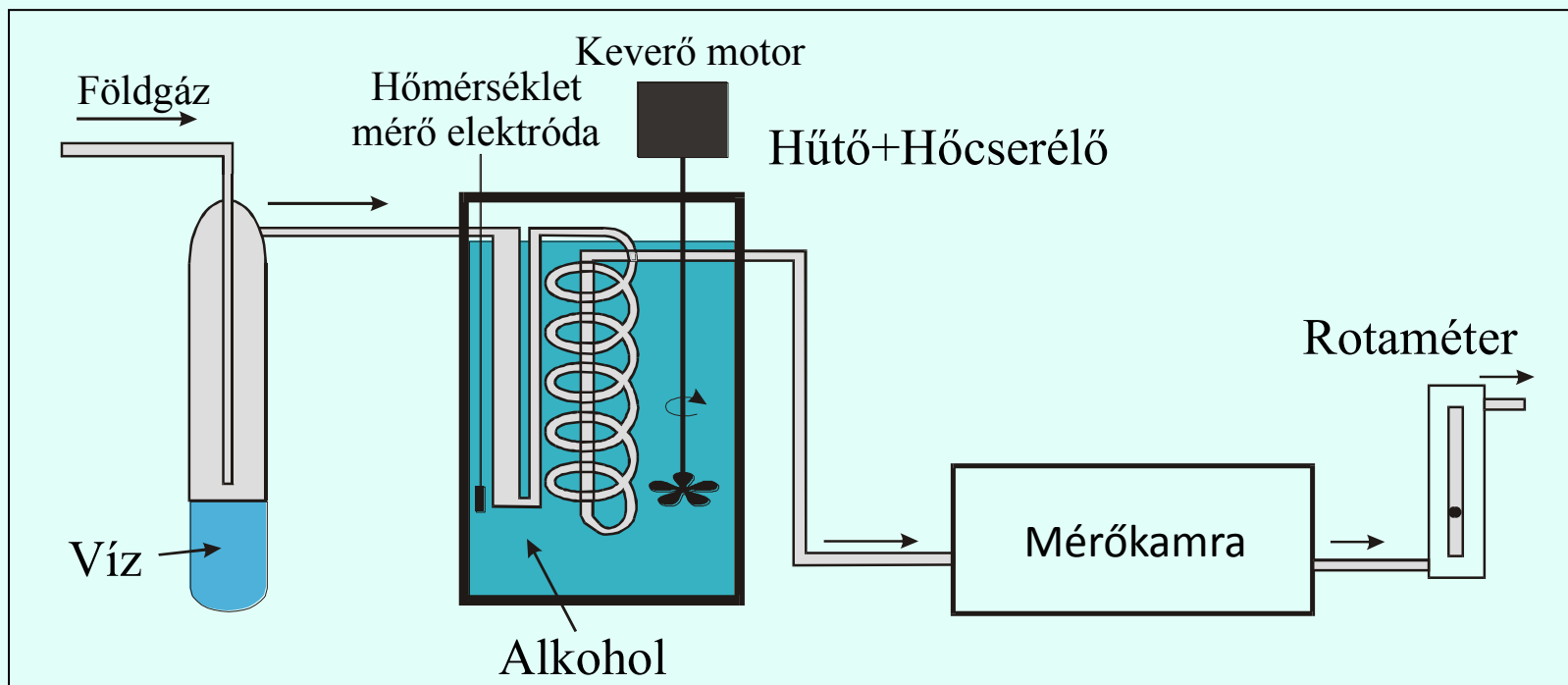
Kalibrálás vízgőzzel: $+20^{\circ}\text{C}$ és -20°C között (kb. 1000-20000ppm)



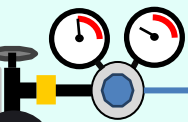
Első lépés, hogy a kalibrálandó gázt fel kell nedvesíteni, hogy telített gőz alakulhasson ki a kívánt mérési tartományon. Nem jó az sem, ha túlzottan sok vízgőzt juttatunk a belépő gázba, mert annak valahol ki is kel csapódnia, ami egy hosszú mérésnél problémát okozhat. Erre a célra egy nagyobb átmérőjű és térfogatú részt kell beépíteni a hőcserélő első szakaszába.

Kalibrálás gőzökkel

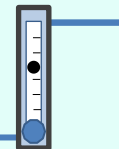
Kalibrálás vízgőzzel: $+20^{\circ}\text{C}$ és -20°C között (kb. 1000-20000ppm)



Fontos, hogy túl legyen méretezve a hőcserélő felülete, hogy biztosan elérje a benne áramló gáz a hőcserélő falának hőmérsékletét. A hőcserélő építésénél még fontos szempont a hűtő közeg hőmérsékleti homogenitása, ugyanis a leghidegebb része fogja meghatározni a kilépő gáz vízgőztartalmát. Innen már csak a hőmérő pontosságán múlik a kalibráció sikere!



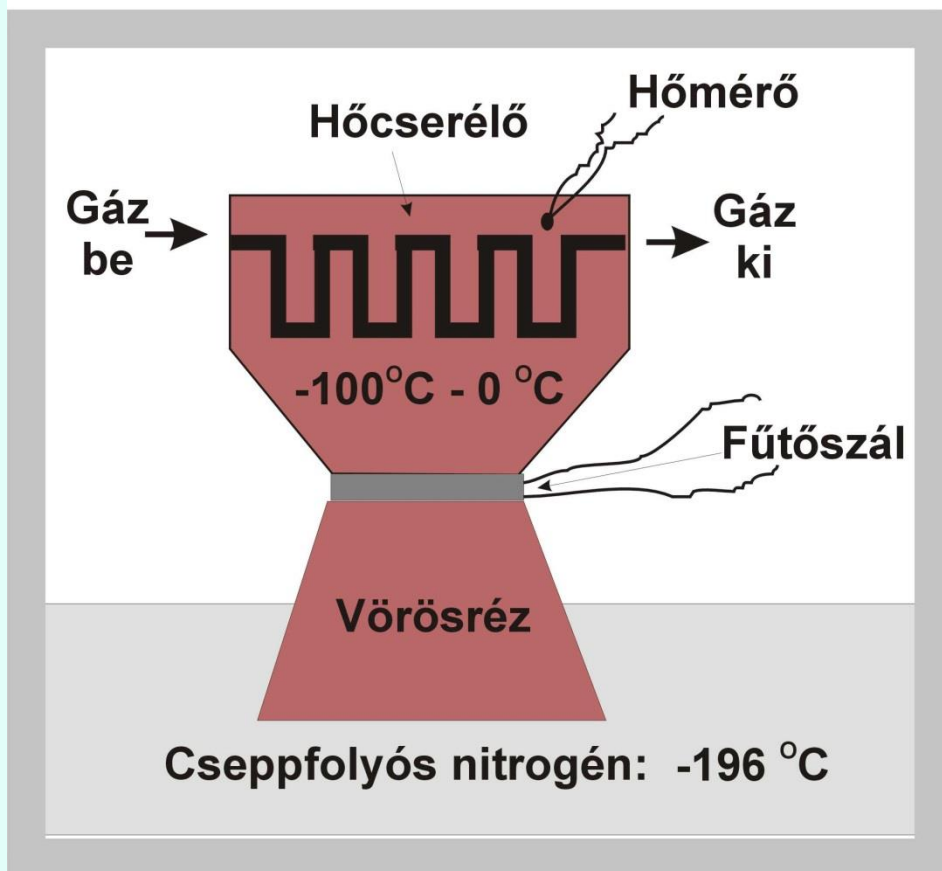
Kalibrálás gőzökkel



Kalibrálás vízgőzzel: -20°C alatti tartományban ($<1000\text{ppm}$)

Széles tartományban szabályozható vízgőzkoncentráció előállítása

Hőszigetelés



-80°C alatt megjelenhetnek mikrokristályok, amelyek a gázáramba jutva nagyobb víztartalmat eredményeznek, mint amit az adott hőmérsékleten elvárnánk.

Az ilyen alacsony hőmérsékletű tartományban több időre van szükség, hogy beálljon az egyensúly.

A kalibrációt először hűtéssel kell kezdeni és mikor elér a kívánt hőmérsékleten egy stabil szintet, akkor kell lassan felmelegíteni.

Mintavétel adszorberekkel



Lehetséges alkalmazás: előkoncentráció, ha a műszerünk kimutatási képessége nem elegendő az aktuális mérési feladathoz.

Légköri ammónia mérés a feladat, ahol az átlag koncentráció ~2ppb (Magyarországon), és a mérőműszer kimutatási határa csak ~50ppb.

Legalább két nagyságrenddel meg kell növelni a kimutathatósági határt.



Vegyünk 100x több mintát, és kössük meg belőle az ammóniát, majd egyszerre szabadítsuk fel termodeszorpcióval.

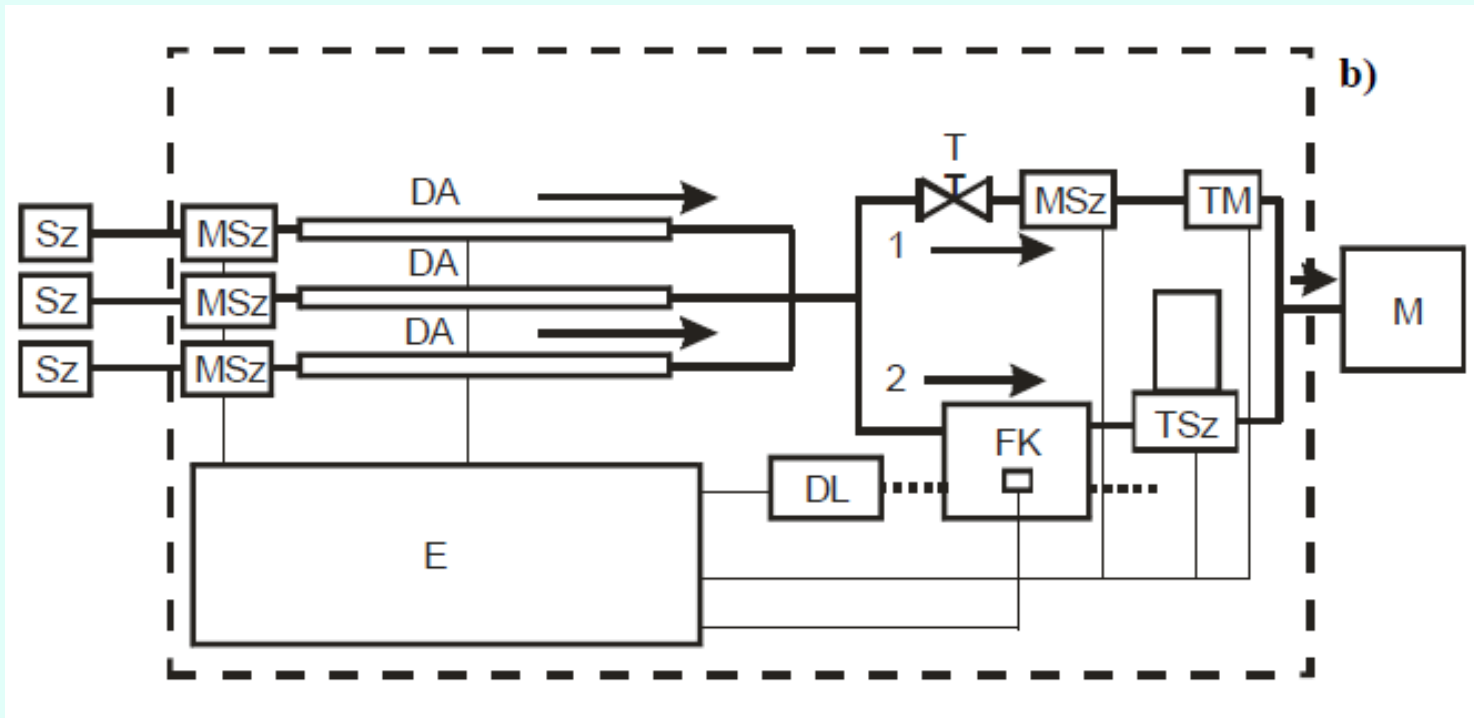


Vanádium-pentoxidal belülről bevont üvegcső, amely tantál szállal megfűthető.



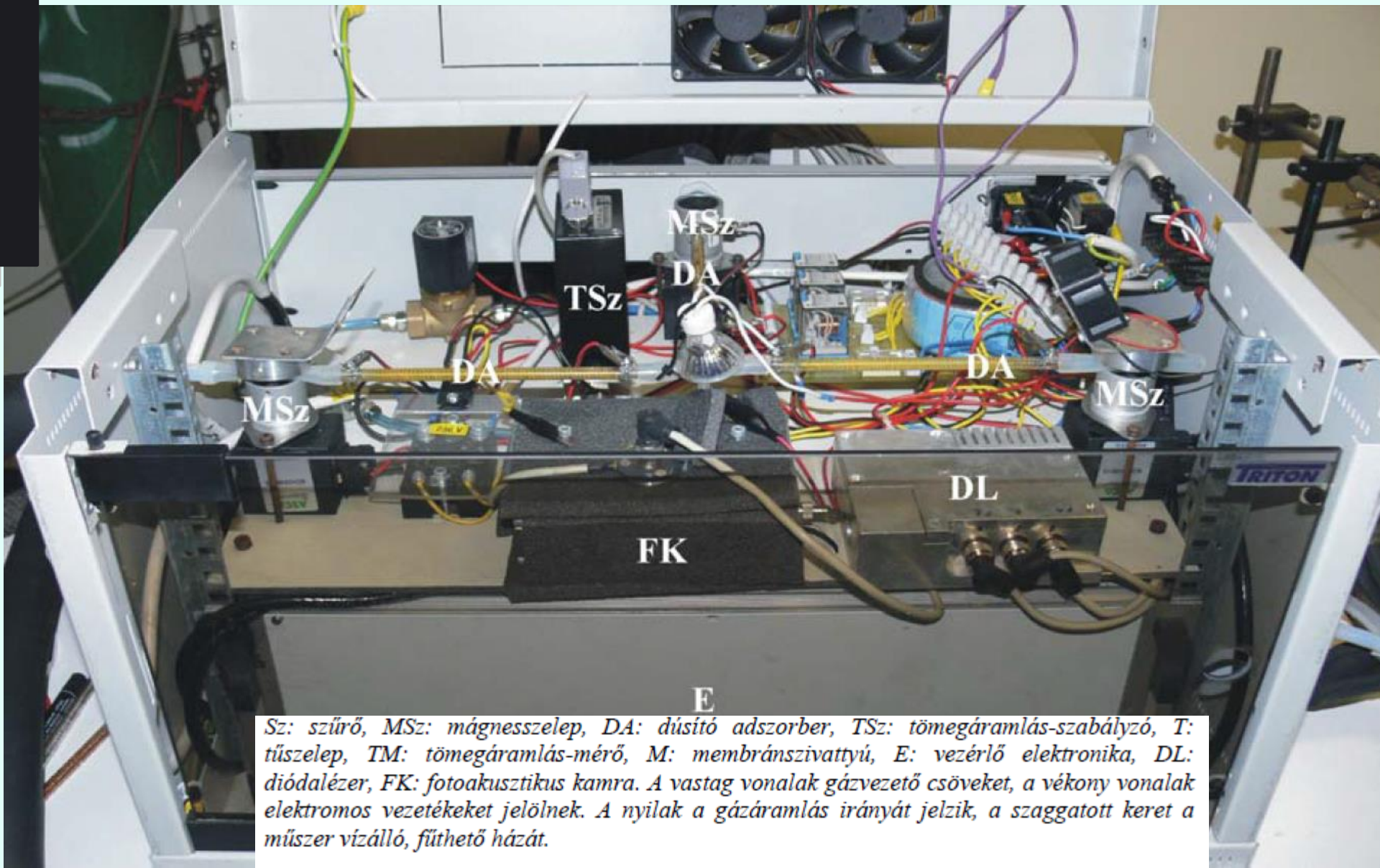
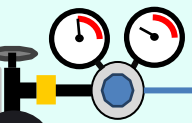
Mintavétel adszorberekkel

A feladat gradiens mérés volt, aminek egyik lehetséges megoldása, ha három különböző szinten történik a mérés egyszerre.



Sz: szűrő, MSz: mágnesszelep, DA: dúsító adszorber, TSz: tömegáramlás-szabályzó, T: tűszelep, TM: tömegáramlás-mérő, M: membránszivattyú, E: vezérlő elektronika, DL: diódalézer, FK: fotoakusztikus kamra. A vastag vonalak gázvezető csöveket, a vékony vonalak elektromos vezetékeket jelölnek. A nyilak a gázáramlás irányát jelzik, a szaggatott keret a műszer vízálló, fűthető házát.

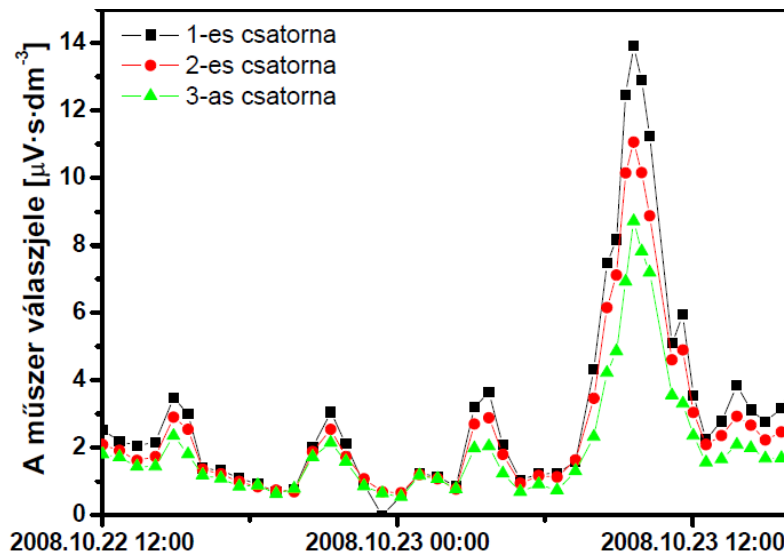
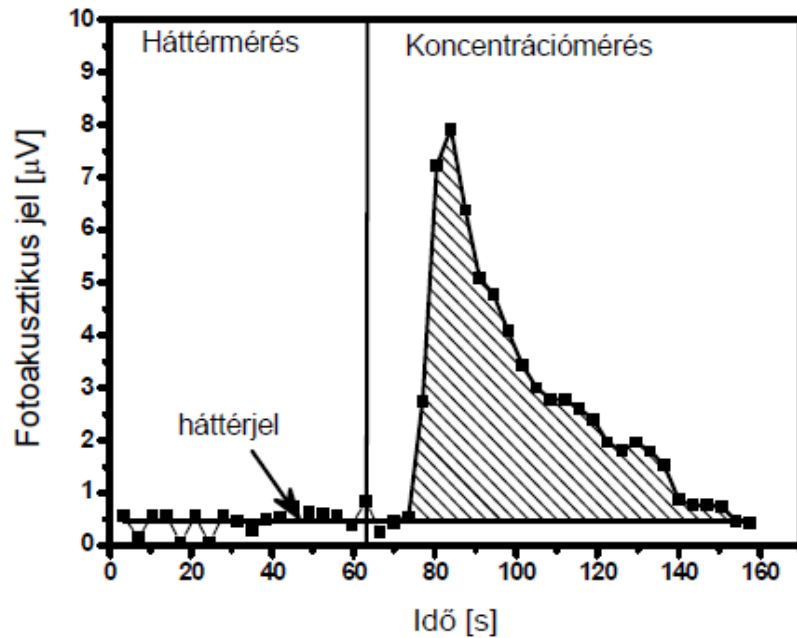
Mintavétel adszorberekkel



E
Sz: szűrő, MSz: mágnesszelep, DA: dúsító adszorber, TSz: tömegáramlás-szabályzó, T: tűszelep, TM: tömegáramlás-mérő, M: membránszivattyú, E: vezérlő elektronika, DL: diódalézer, FK: fotoakusztikus kamra. A vastag vonalak gázvezető csöveket, a vékony vonalak elektromos vezetékeket jelölnek. A nyilak a gázáramlás irányát jelzik, a szaggatott keret a műszer vízálló, fűthető házát.

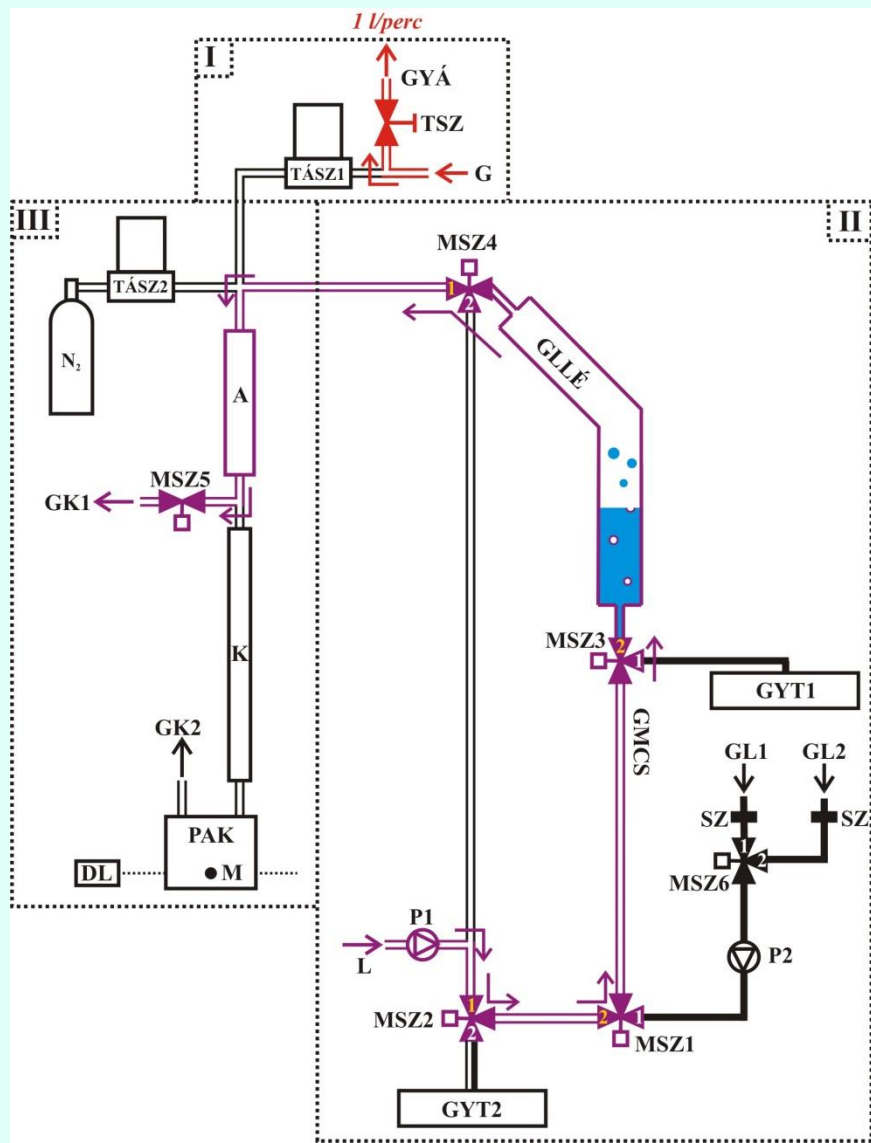
Mintavétel adszorberekkel

Fűtés bekapcsolása



Mintavétel adszorberekkel

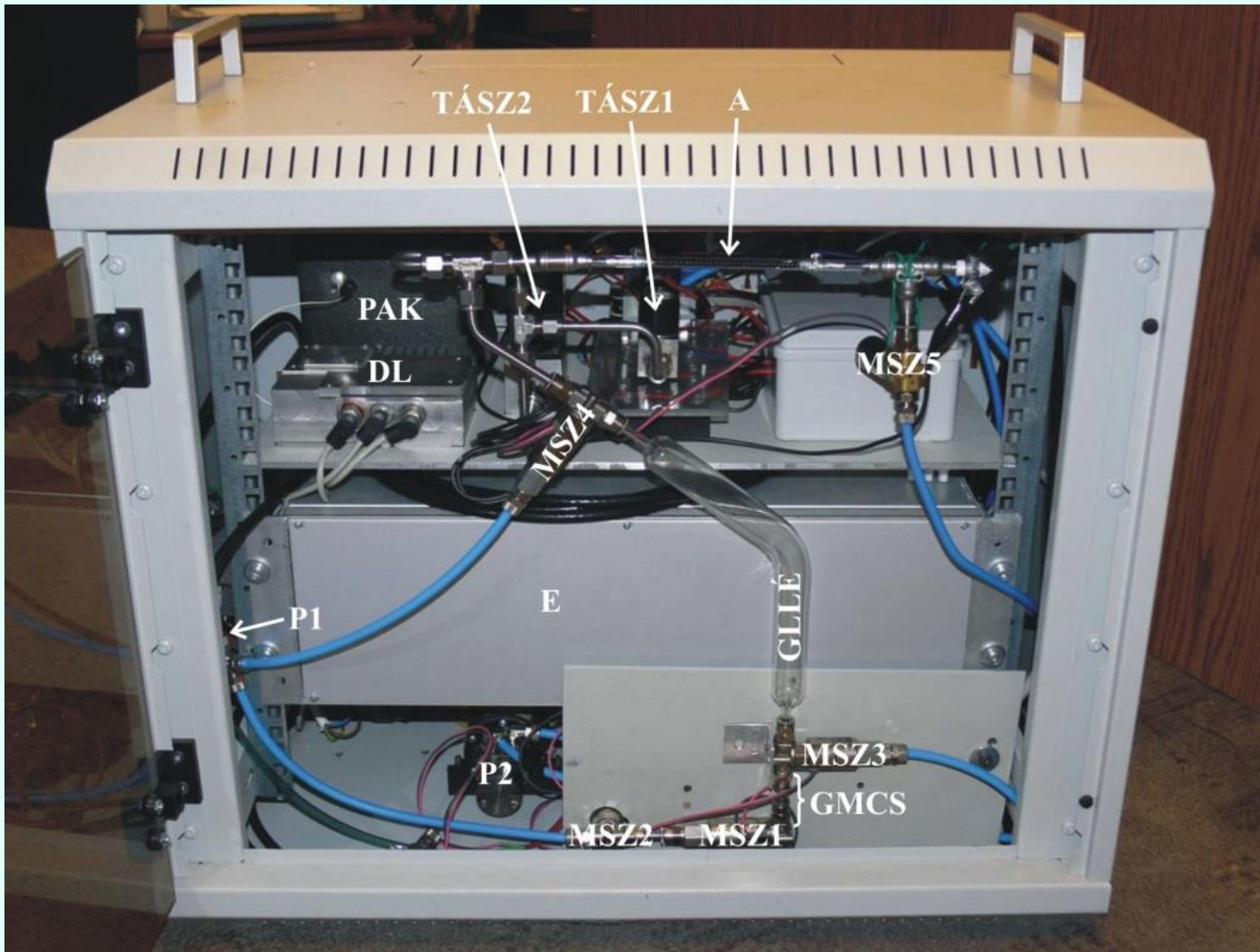
Lehetséges alkalmazás: Folyadékfázisban kell mérni koncentrációt, de csak gázfázisban tudunk mérni.



Mérési feladat a földgáz feldolgozásánál a vízmegkötésre használt etilén glikol benzol és toluol tartalmának folyamatos mérése, amelyből a glikol regeneráló emisszióját ki lehet számolni.

(I) gáz-, (II) folyadékminta-kezelő, (III) mérő egység; A: adszorber; DL: diódalézer; G: gázminta bevezetés; GK1 és GK2: gáz kivezetések; GL1 és GL2: glikolminta bevezetések; GLLÉ: glikol-levegő érintkeztető; GMCS: glikolmintacsapda; GYÁ: gyorsítóág; GYT1 és GYT2: gyűjtőtartályok; K: kolonna; L: levegő bevezetés; M: mikrofon; MSZ1, MSZ2, MSZ3, MSZ4 és MSZ6: 3/2 utas mágnesszelepek; MSZ5: 2/2 utas mágnesszelep; PAK: fotoakusztikus kamra; P1 és P2: pumpák; SZ: mechanikus szűrő; TÁSZ1 és TÁSZ2: tömegáramlás-szabályozók; TSZ: tűszelep.

Mintavétel adszorberekkel

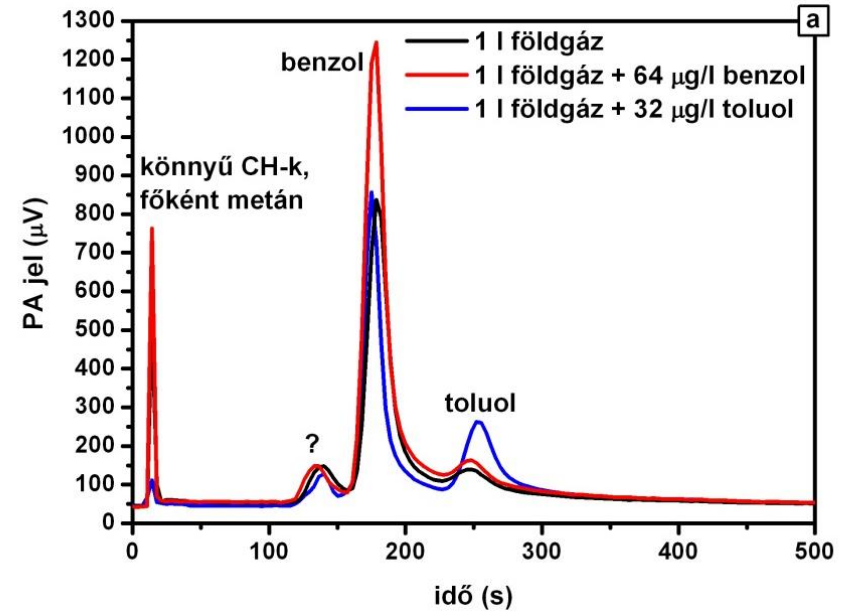
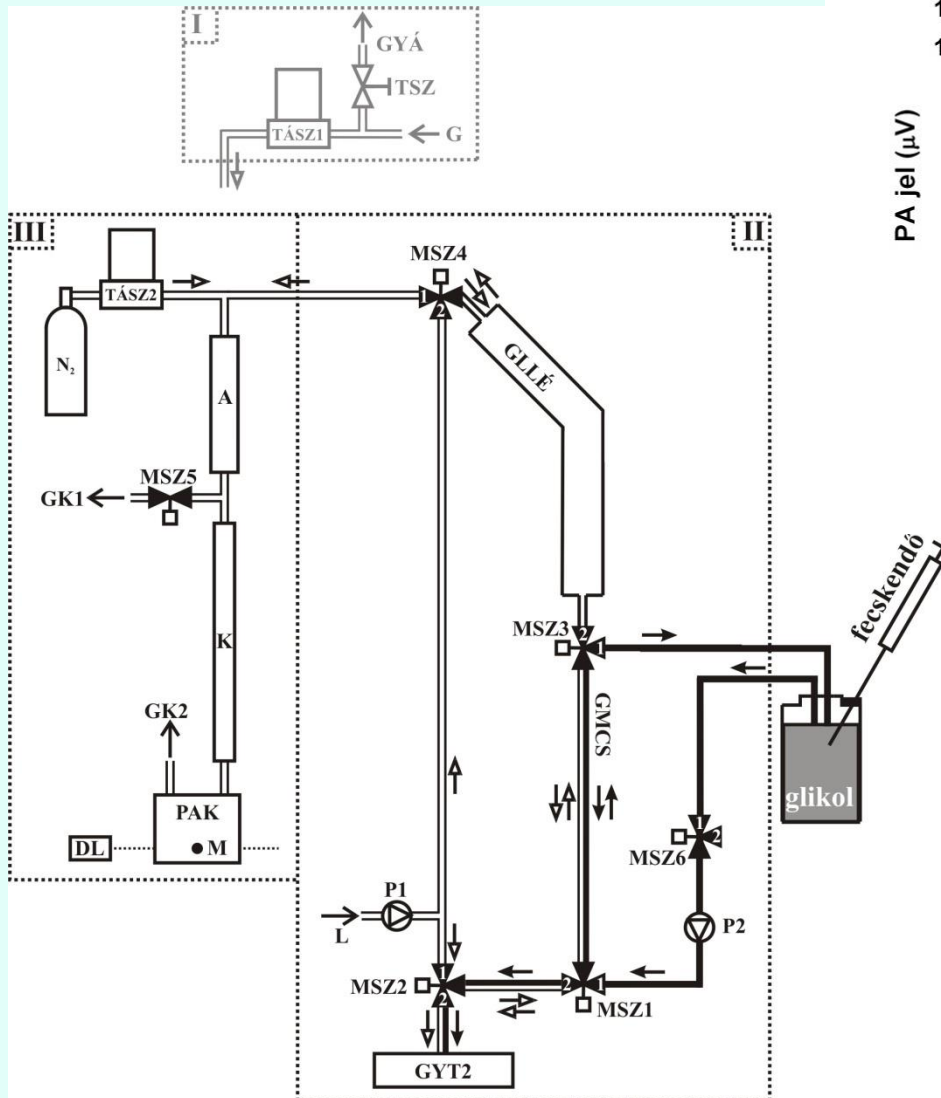


GLLÉ: glikol-levegő érintkeztető; GMCS: glikolmintacsapda; GYÁ: gyorsítóág; GYT1 és GYT2: gyűjtőtartályok; K: kolonna; L: levegő bevezetés; M: mikrofon; MSZ1, MSZ2, MSZ3, MSZ4 és MSZ6: 3/2 utas mágnesszelepek; MSZ5: 2/2 utas mágnesszelep; PAK: fotoakusztikus kamra; P1 és P2: pumpák; SZ: mechanikus szűrő; TÁSZ1 és TÁSZ2: tömegáramlás-szabályozók; TSZ: túszelep.

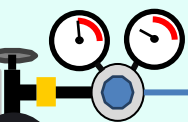
Mintavétel adszorberekkel



Kalibrálás folyadék fázisban



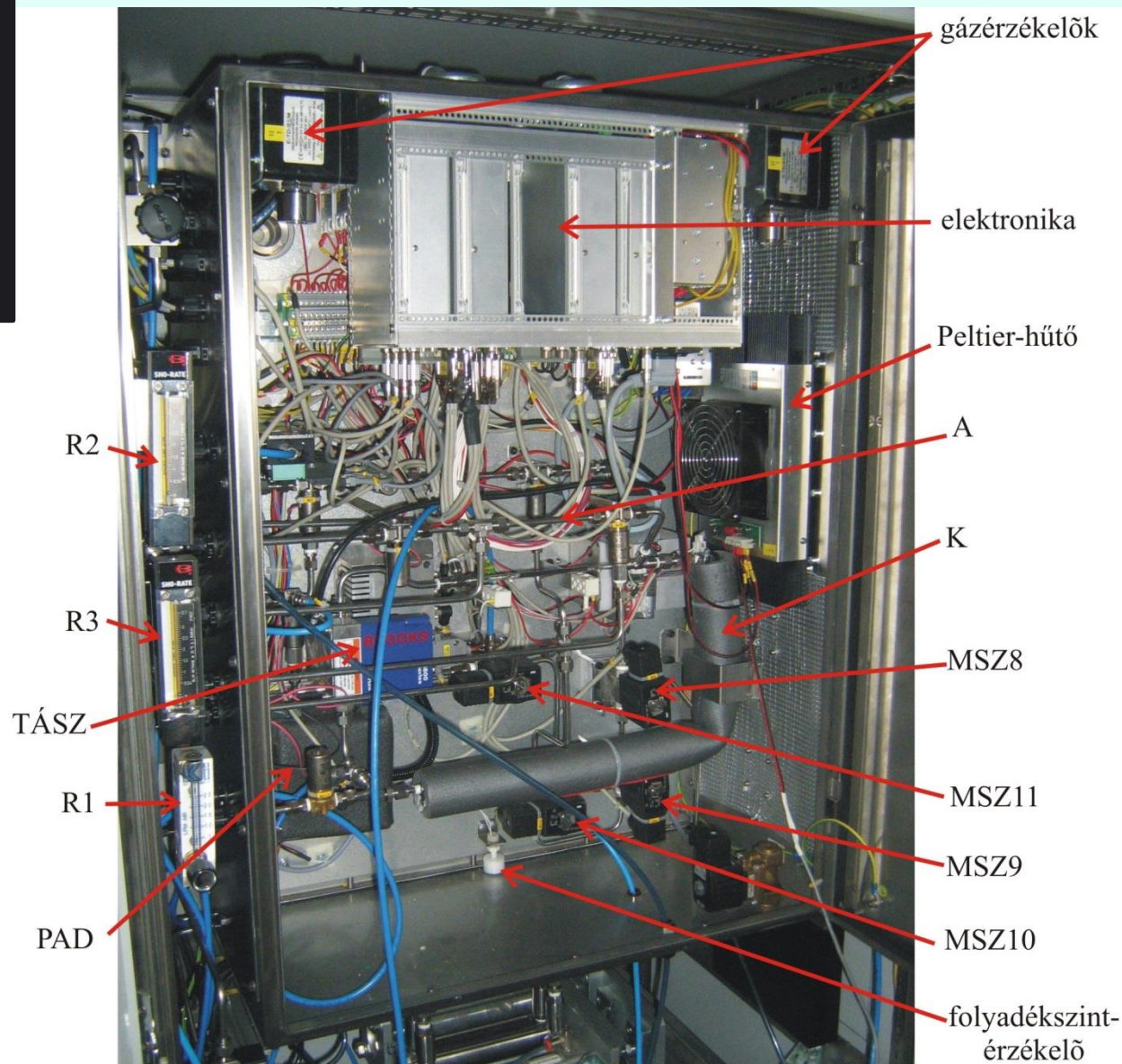
Hamilton fecskendővel adott térfogathoz adott mennyiségű anyagot adagolva.



Mintavétel adszorberekkel



Kész műszer:

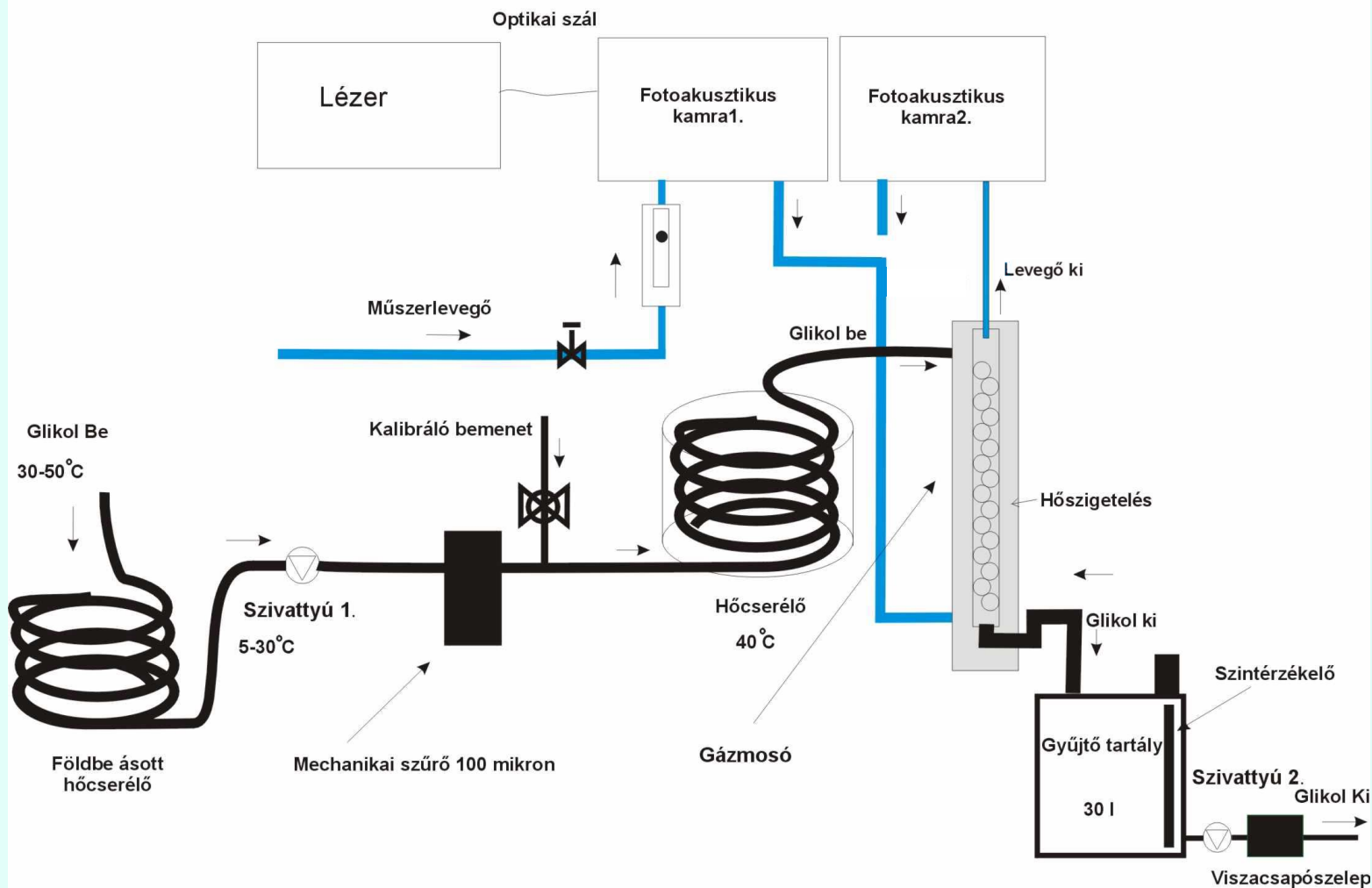


A végleges műszerben a folyadék/gáz érintkeztető hőmérséklet stabilizált, a mérések reprodukálhatóságának növelése érdekében.

Folyamatos mintavétel folyadékból

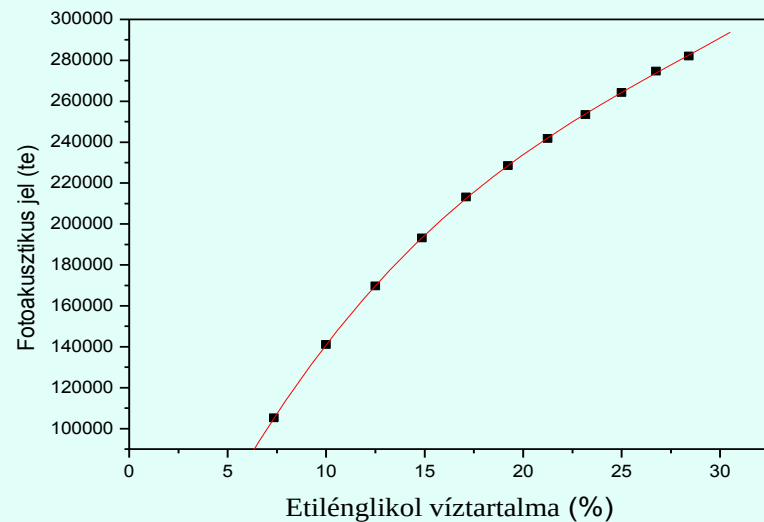
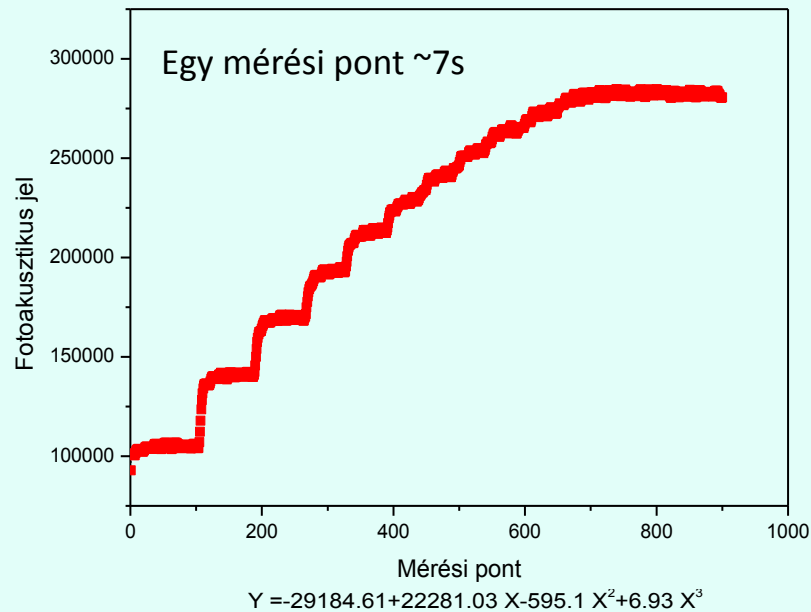
Etilén glikol víztartalmának mérése: hőmérséklet stabilizált folyadék felszíne felett kialakult gőztér koncentrációjának mérésével

Mérőberendezés elvi rajza



Folyamatos mintavétel folyadékból

Kalibráció: lépcsőnkén hozzáadott adott mennyiségű víz



Megépített mérőműszer





Algyői Gázüzem

Veszélyforrások

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap

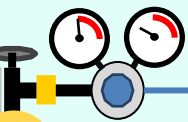


BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Veszélyforrások

- Tűz és robbanás veszély
- Mérgezés, irritáció, fulladás
- Nyomástartó edények (gázpalackok)
- Hibás csatlakozások
- Ember





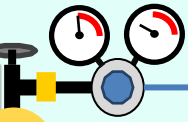
Tűz és robbanás veszély



Tűz és robbanás veszély
Alsó Robbanási Határérték (ARH)

Anyagnév	Relatív sűrűség	ARH (tf%)
Hidrogén	0,07	4
Etán	1,05	3
Ammónia	0,59	15
LPG, Propán-Bután	1,8-2	4,3
Metán	0,6	5

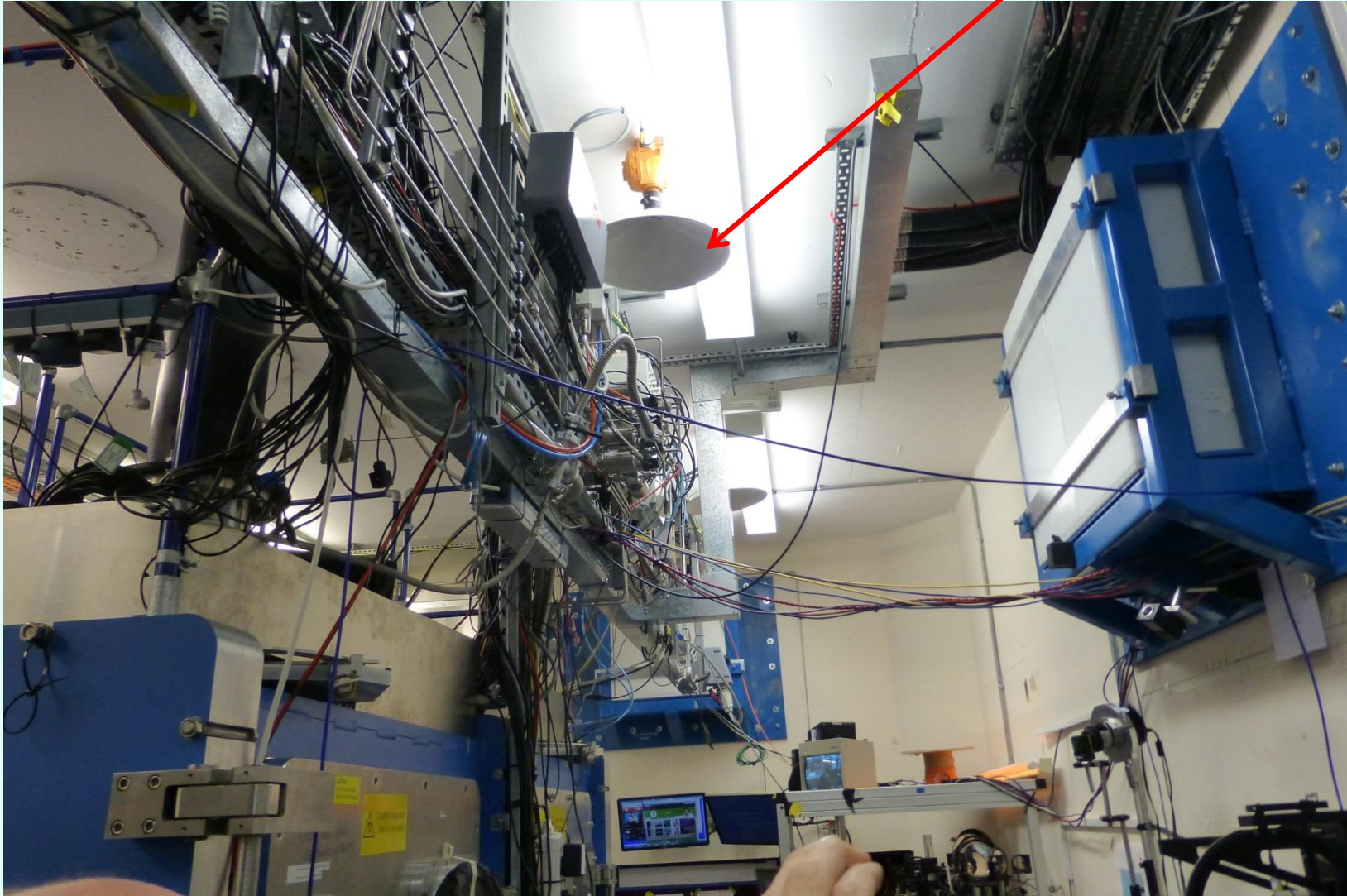




Tűz és robbanás veszély

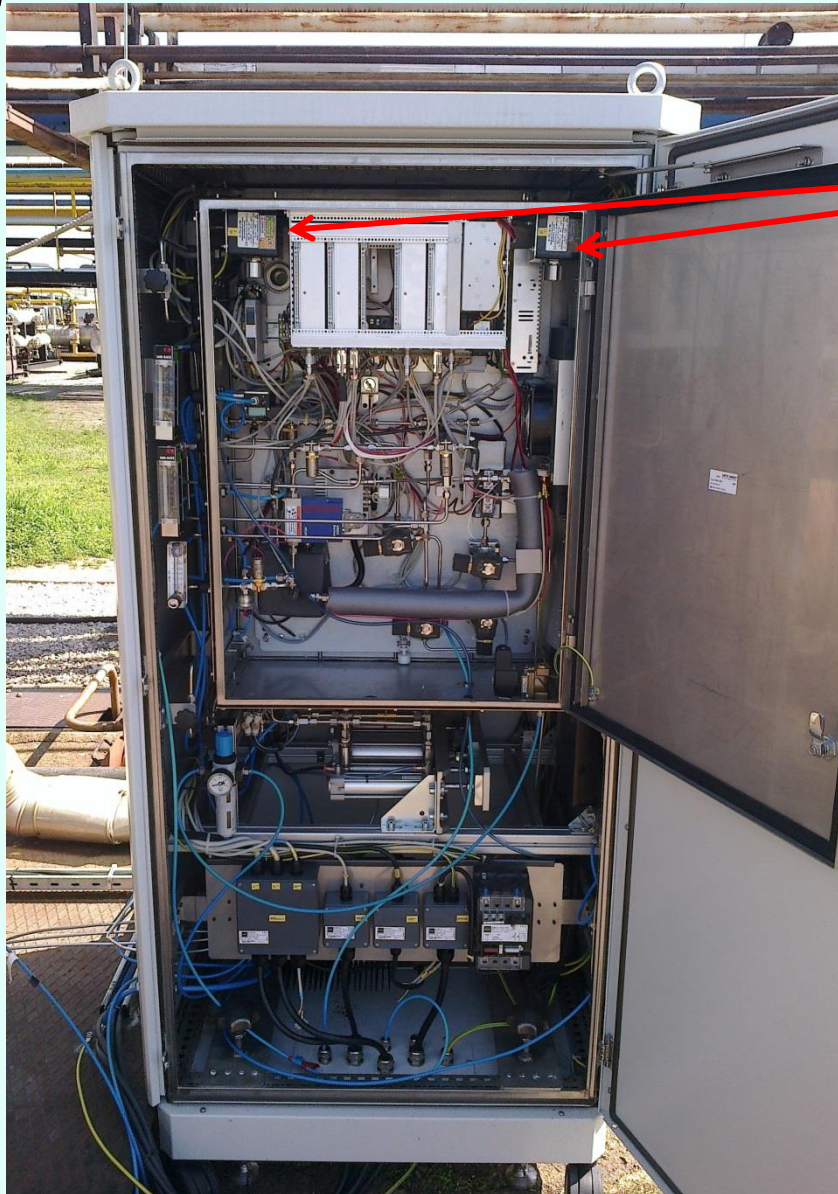
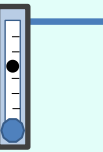


Hidrogén érzékelő



Az érzékelők telepítés helye és a redundancia nagyon fontos.

Tűz- és robbanás veszély



Rohbanási határérték érzékelők:

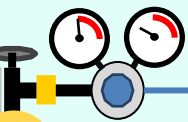
ARH 20%-nál riasztás

ARH 40%-nál lekapcsolja a feszültséget

Csak az érzékelők vannak a robbanásveszélyes helyen, a központi egység a vezérlőteremben van.

Földgáz és az etilén glikol benzol + toluol tartalmát mérő műszer, robbanásveszélyes környezetbe tervezve.

Az érzékelők telepítés helye és a redundancia nagyon fontos.



Mérgezés, irritáció, fulladás

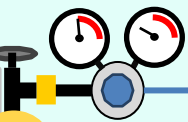


MAK-érték. (Maximális megengedhető munkahelyi koncentráció 8 órában)

Anyagnév	Relatív sűrűség	MAK
Ammónia	0,59	20 ppm
Kén-hidrogén	1,19	5 ppm
Nitrogén-dioxid	1,58	5 ppm
Szén-monoxid	0,97	30 ppm
Szén-dioxid	1,5	5000 ppm

Az érzékelők telepítés helye nagyon fontos!

Mérgezés, irritáció, fulladás



- Központi gázellátás esetén
- Cseppfolyós gázok áttöltésénél és használatánál
(1 liter cseppfolyós nitrogén
~700 liter gáz)



Mérgezés, irritáció, fulladás

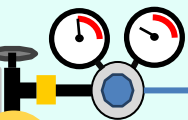
Személyi és telepített érzékelők

Rendszeres kalibrálás és korlátozott élettartam

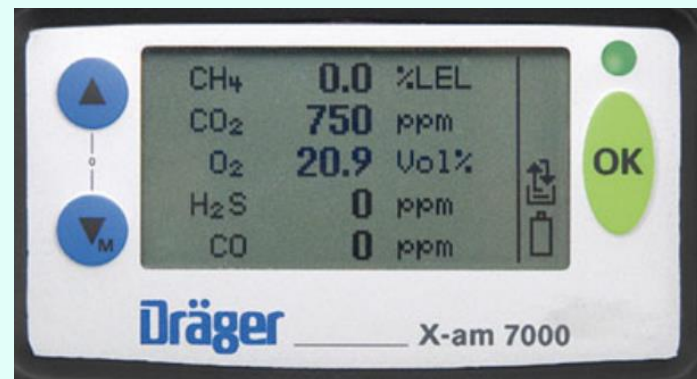


kénhidrogén





Kombinált személyi gázérzékelők
a földgázfeldolgozó üzemekben dolgozók
számára.



- metán
- szén-dioxid
- kén-hidrogén
- szén-monoxid
- oxigén



Mérgezés, irritáció, fulladás

Mérgező gázok a laborban

A használt gáz kiszűréséhez alkalmas gázmaszk beszerzése és jó elérhető helyre telepítése
Szem irritáció fennállásának esetén teljes arcot védő gázmaszk ajánlott. (pl.: ammónia)

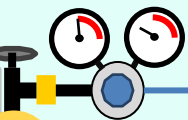
Elszívó fülke alatti munka. Jól szellőző, szellőztethető labor kialakítása.

A felhasznált gáz ártalmatlanítása, megkötése vagy elszívó kürtőbe juttatása csővezetéken.

A csőrendszer inert gázzal történő kiürítése mérés után.

Tájékoztatni a veszélyforrásról az intézményvezetőt.

A mérés elvégzése után lehető leghamarabb a kültéri palacktárolóba vinni a gázpalackot.



Nyomástartó edények (gázpalackok)

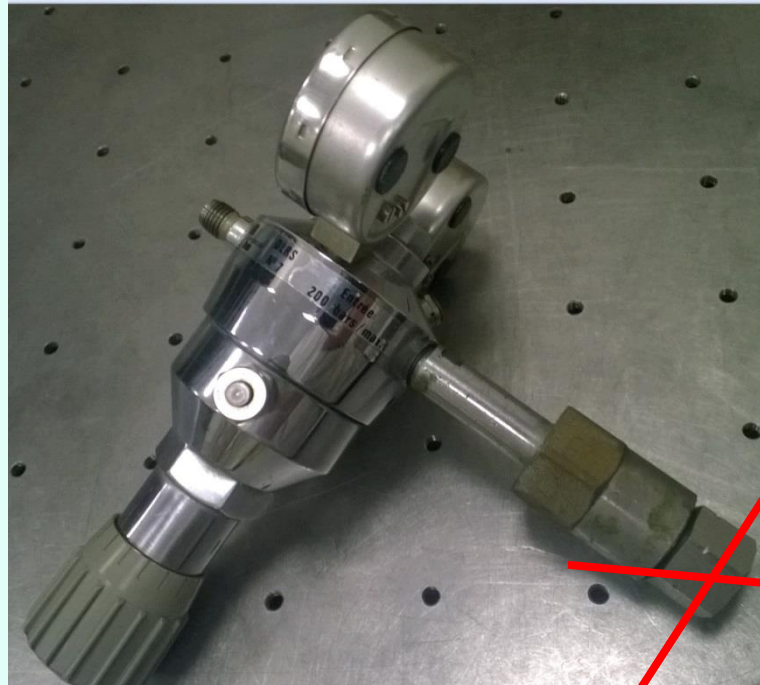


250 bar nyomás 250 kg/cm² !!!
Eldőlés ellen biztosítani kell a palackot!
Ne legyen közlekedési sávban.

Csak a palack menetéhez megfelelő reduktor használata. Lehetőleg kerülendő az átalakító közdarabok használata a palack és a reduktor között.



Ellenőrizni kell, hogy a reduktor tömítése megvan és nem hibás.



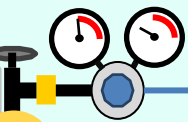
Nyomástartó edények (gázpalackok)

1. A reduktor szelepét el kell zárni



2. Teljesen ki kell tekerni a szekunder nyomást szabályzót első megnyitás előtt, ha nem ehhez a kísérlethez volt használva, mert nem tudható hova volt legutóbb beállítva.

3. Első nyitáskor célszerű csak kicsit megnyitni a palack csapját, hogy vész esetén gyorsan el lehessen zárni.



Hibás csatlakozások keresése

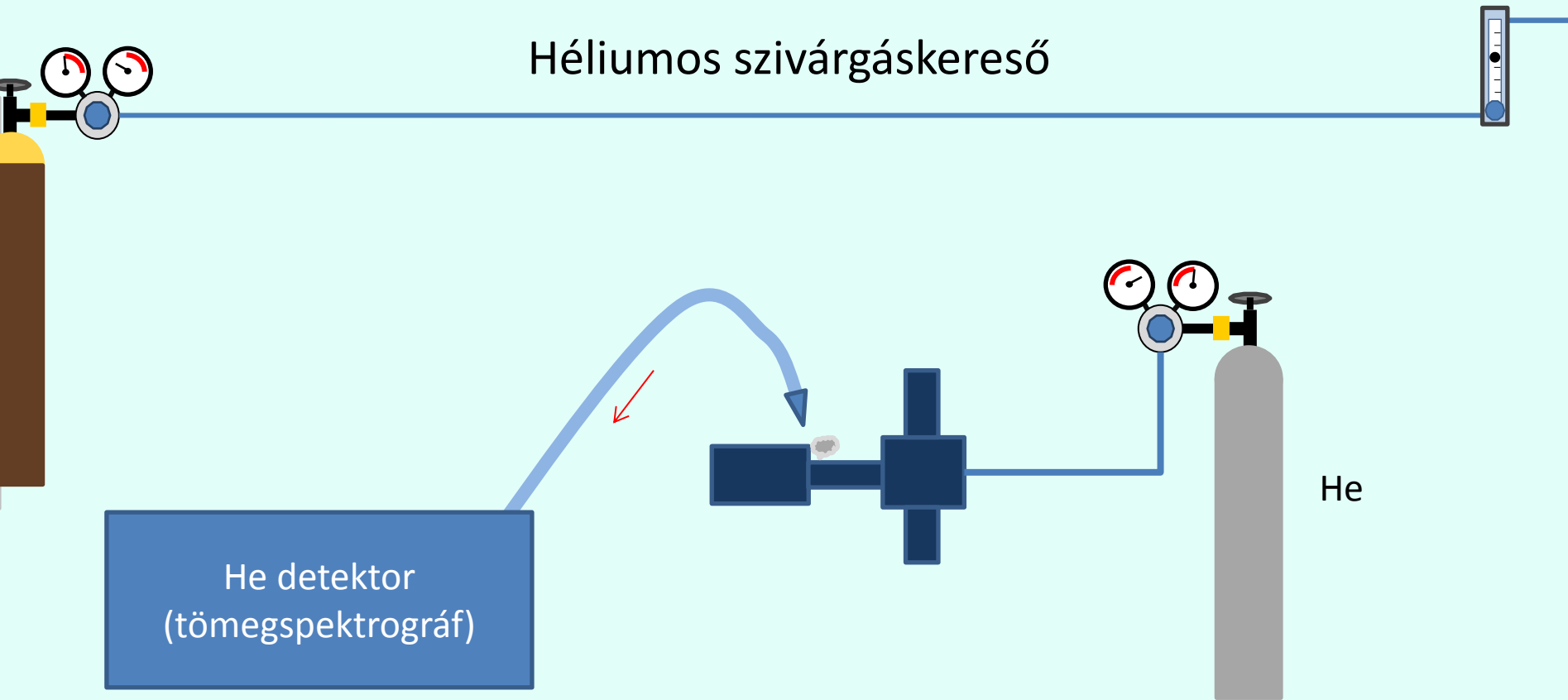


- Elő tesztelés inert gázzal történjen.
- Fokozatosan növelve a nyomást a tervezett szintre.

Szivárgáskeresés: - ha van lehetőség lezárni a vizsgálni kívánt térfogatot, akkor a feltöltést követően lezárva a palack főcsapját a primér és szekunder nyomásmérőn látni lehet az esetleges szivárgást, mert a szivárgáskor nyomáscsökkenést látunk.

- pontosabb (gyorsabb) mérés érdekében egy érzékenyebb nyomásmérő beépítése ajánlott
- csatlakozások habbal történő bevonása
- héliumos szivárgásmérő használata, ha nagyon kritikus a gáztömörség biztosítása (ez különöse veszélyes gázoknál indokolt, pl.: klór, cián..)

Héliumos szivárgáskereső



Több nagyságrenddel érzékenyebb (gyorsabb) a nyomásmérési módszernél.

Általában vákuumrendszereknél alkalmazzák, a detektorba épített vákuumszivattyúval. A kívánni vizsgált kamrában vákuumot hoznak létre és kívülről a kamra csatlakozási pontjaihoz héliumot fújva vizsgálható az adott illesztés tömörsége. (vákuumkamrák 1 bar nyomáskülönbségre vannak tervezve!)

- Veszélyes gázokkal történő munkavégzésnél legalább ketten legyenek a laborban
- Csőkötések meghúzásának megismételt ellenőrzése
- Csapok állásának ellenőrzése
- „kipufogó” csőnek az ellenőrzése
- Védőmaszk készenlétbe helyezése
- Koncentrációt mérő detektor(ok) bekapcsolása és megfelelő helyre helyezése
- Szelőztetési lehetőség előkészítése