

1 VAKUOVÁ FYZIKA 2

ROZDĚLENÍ VAKUA

	TLAK [mbar]	TLAK [Pa]
NÍZKÉ	$10^3 - 10^0$	$10^5 - 10^2$
STŘEDNÍ	$10^0 - 10^{-3}$	$10^2 - 10^{-1}$
VYSOKÉ	$10^{-3} - 10^{-7}$	$10^{-1} - 10^{-5}$
VELMI VYSOKÉ	$10^{-7} - 10^{-10}$	$10^{-5} - 10^{-8}$
EXTRÉMĚ VYSOKÉ	$< 10^{-10}$	$< 10^{-8}$

	STŘEDNÍ VAKUUM	VYSOKÉ VAKUUM	UHV / XHV
TLAK [Pa]	$10^2 - 10^{-1}$	$10^{-1} - 10^{-5}$	$< 10^{-5}$
KONCENTRACE [cm^{-3}]	$10^{16} - 10^{13}$	$10^{13} - 10^9$	$< 10^9$
STŘEDNÍ DRÁHA λ [cm]	$10^2 - 10^1$	$10^1 - 10^5$	$> 10^5$
MONOVRSTVA τ [s]	$10^{-5} - 10^{-2}$	$10^2 - 10^2$	$> 10^2$
TYP PROUDĚNÍ	KLUDENOVO	MOLEKULÁRNÍ	MOLEKULÁRNÍ

VYUŽITÍ VAKUA

URCHLOVAČ ČÁSTIC - VELKÁ STŘEDNÍ VOLNÁ DRÁHA, ZÁKLADNÍ VÝZKUM, FARMACIE

ELEKTRONOVÉ MIKROSKOPY - KATODY POTŘEBUJÍ VAKUUM -

TERMOEMISIVNÍ $< 10^{-2}$ Pa

STŘEDNÍ EMISE $< 10^4$ Pa

SCHOTKYHO KATODA $< 10^6$ Pa

PRODLOUŽENÍ ŽIVOTNOSTI, VYŠŠÍ STABILITA

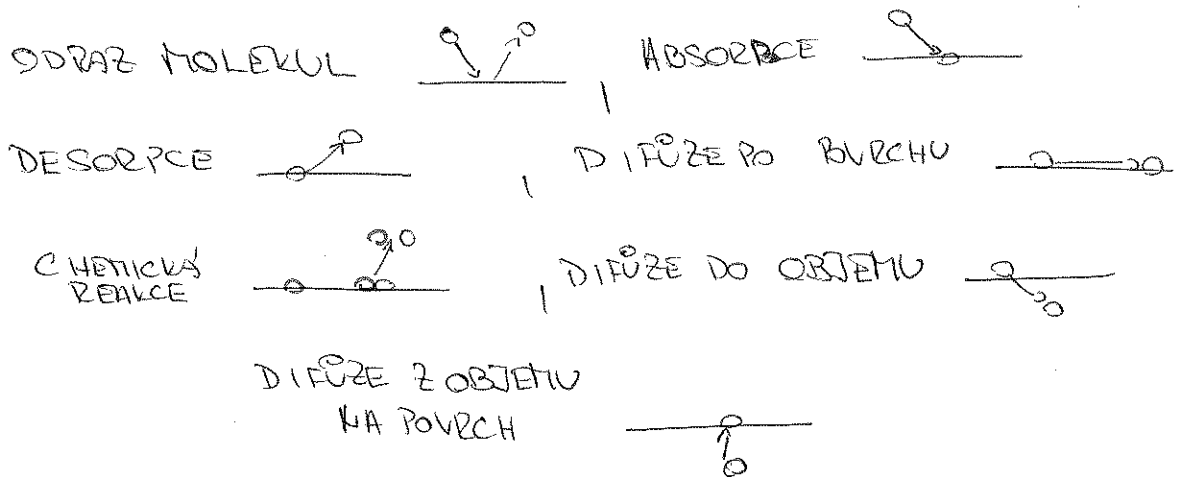
UŽŠÍ SVAZEK ELEKTRONŮ

VAZANÉ PLYNY - TO JSOU PLYNY NA POUVRCHU NEBO VNITŘE PEVNÉ KATKY (PÓRY, DUTINY). PLYNY SE MOHOU V KATKÁCH ROZPROUSTĚT A DIFUNDOVAT A PRONIKAT DO VAKUOVÉHO SYSTÉMU.

POŽADAVKY NA MATERIÁL

- ABY CO NEJMÉNĚ UVOLŇOVAL PLYN (NÍZKÁ TĚŽE PAR)
- DOBRÉ TEPELNÉ VLASTNOSTI, MECH. VLASTNOSTI
- ELEKTRICKÉ & CHEMICKÉ VLASTNOSTI

PROCESY MEZI PLYNETI & PEVNOU LÁTKOU



PLYNY ABSORBOVANÉ NA PVRCHU

- FYZISORPCE - SLÁBÁ VÁZBA
- CHEMISORPCE - SILNÉ CHEM VÁZBY

2.1

DOBA POBYTU MOLEKULY NA POVRCHU

$$t_p = t_{p0} e^{-\left(\frac{W_{des}}{kT_s}\right)}$$

W_{des} - VAZEBNA' ENERGIJE
(DESORPČNÍ ENERGIJE)

INERTNÍ PLYNY NA GAFIO $\sim 8 \cdot 10^{-13}$ s
NA SKLE $\sim 0,2 \cdot 10^{-13}$ s

t_{p0} - NEJMENŠÍ MOŽNÁ DOBA
POBYTU MOLEKULY NA POVRCHU
ZÁVISÍ NA TYPU MOLEKUL
POVRCHU A JEHO TEPLOTĚ'

EXISTUJÍ 2 MEZNÍ PŘÍPADY:

- 1) $T_s = 0K$ & $P = 0Pa$ - ZÁDNE VOLNÉ MOLEKULY $t_s \rightarrow \infty$
- 2) T_s - VELMI VYSOKÉ -- $P = n k T$ - ZÁDNE VAZANÉ MOLEKULY $t_s \rightarrow 0$

V REÁLNĚM SYSTÉMU PO ČASE ROVNOVÁHA

POVRCH VAKUOVĚ ČISTÝ

POKUD STUPĚŇ POKRYTÍ POD 0,1 PAK POKAŽEME
POVRCH ZČISTÍ

$$\theta = \frac{N_i}{N_{ip}}$$

STUPĚŇ POKRYTÍ

$$\sigma_1 = \frac{1}{4} n \bar{v}$$

$$\sigma_{ref} = \mu \sigma_1 = \mu \frac{1}{4} n \bar{v}$$

↑ KOFICIENT ULPENÍ

VYTVOŘENÍ ČISTĚHO POVRCHU:

- 1) ZAHŘÁTÍ NA VYSOKOU TEPL.
- 2) RZESTÍPNOUT MONOKRYSTAL
- 3) KAPÁNÍ VRSTVY MATERIÁLU
- 4) BOMBARDOVÁNÍ IONY NEBO
ELEKTRONY

DESORPCE PLYNU

TEPELNĚ KMITY ČÁSTICE PEVNÉ LÁTKY ROSTOU S
TEPLOTOU TÍM SE UVOLŇUJÍ MOLEKULY NA POVRCHU.
INERTNÍ PLYNY - STAČÍ KĚSÍ' TEPLOTA
AKTIVNÍ PLYNY - FAKT VYSOKÉ TEPLoty

PRO VAKUOVOU TECHNIKU - ODPLYNOVÁNÍ - T↑ VYSOKÁ
- UDRŽENÍ NÍZKÉHO TLAKU -
⇒ TEPLOTA NÍZKÁ

VYPAŘOVACÍ TEPLO - JE ENERGIE KUTNÁ K PŘEMĚNĚ
HMOTNOSTI KAPKY PŘI TEPLOTĚ T
NA NASYCENOU PÁRU STEJNÉ TEPLOTY

VÝZNAM SORPCE & DESORPCE PRO VAKUOVOU TECH

- CHCETE ABY NA POVRCHU STĚN VAKUOVÉHO SYSTÉMU BYLO CO NEJMÉNĚ MOLEKUL MUSÍME ZAJISTIT DOSTATEČNĚ NÍZKÝ TLAK A CO NEJVĚTŠÍ TEPLOTU.
- PŘI UDRŽOVÁNÍ VYSOKÉHO VAKUA JE KUTNÉ UDRŽOVAT TEPLOTU POVRCHU STĚN NA CO NEJNIŽŠÍ TEPLOTĚ

PLYN V PEVNÝCH LÁTKÁCH

- ATOMÁRNÍ STAV (KOVY)
- MOLEKULÁRNÍ (SKLO)

MŮŽE BYT VOLNÝ NEBO CHEMICKY VÁZANÝ

ROZPOUSTĚNÍ PLYNŮ V PEV. LÁTKÁCH

KOEFICIENT ROZPUŠNOSTI, HENRYOV ZÁKON (ATOM)
DISOCIACE MOLEKUL: $m_r = k_1 P$

MOLEKULÁRNÍ PLYN V KOVECH, DISOCIACE MOLEKUL
SIEVERTSOV ZÁKON: $m_r = k_2 \sqrt{P}$

DIFÚZE PLYNŮ V PEV. LÁTKÁCH

- PLYN DIFUNDUJE Z OBLASTÍ S VYŠŠÍ KONCENTRACÍ DO OBLASTÍ S NÍŽŠÍ KONCENTRACÍ.

$$D = D_0 \exp\left(-\frac{H_{act}}{RT_s}\right) \quad \begin{matrix} \text{AKTIV. TEPLO} \\ \text{DIFÚZE} \end{matrix}$$

3)

PRONIKÁNÍ PLYNU ŠTĚKOU

$$I_1 = -D \text{ grad } m_v$$

SORPČNÍ VÝVĚVY

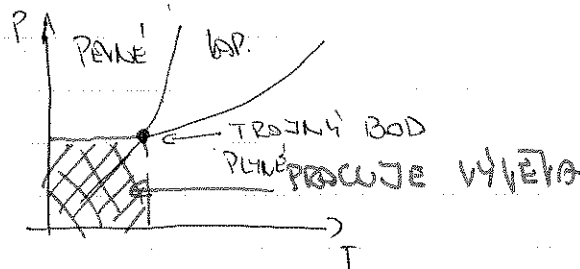
- VÁZÁNÍ PLYNŮ A PAR NA PŮVRCH A V MATERIÁLECH K TOMU P ZVLÁŠTĚ PŘÍPRAVENÝCH.
- KOEFICIENT ULPĚNÍ BLIŽEJ JEDNÉ, DOBA POBYTU CO NEJVĚTŠÍ PLYN ZŮSTÁVA VVNITŘ VÝVĚVY (ČERP. PROSTORU) VE VÁZANÉM STAVU NA SORBOUČÍM PŮVRCHU NEBO POD PŮVRCHEM, PROMĚNLIVÉ TĚPLOTY VYSOKÝ KOEF. ULPĚNÍ
- ČERPACÍ DĚLČLOST JE ÚMĚRNÁ VELIKOSTI SORBOUČÍHO PŮVRCHU.

KRYOGENÍ (KRYOSORPČNÍ) VÝVĚVY

- PRINCIP ZALOŽEN NA ABSORBOVÁNÍ A KONDENZACI PLYNŮ A PAR. < 30K
- MUŽITÍ - ZÍŠKAŇÍ ULTRAVAKUA, UVEDU DO ČINNOSTI PO PŘEDČERPÁNÍ, ALE MOHU ZAPOJIT I OD ATM. TLAKU

FAZ. DIAGRAM

- POUŽÍVÁ SE HLAVNĚ HELIUM NEBO VODÍK, HELIUM BOD VARU 4,2K



- KRYOSORPČNÍ VÝVĚVOU HELIUM MŮŽE ČERPAT (KOLYŽ CHLADÍM HELIEM → NIC LPSÍHO NEMÁ) MUSÍM VYČERPAT ŽILAK.
- HELIUM MUSÍM PORŮHOVAT, GŤÍKS, MODERNÍ VÝVĚVY MÁJÍ UZAVŘENÝ OKRUH HELIA.
- CHLÁZENÍ GIFFORD - MACMAHON

- KONDENZUJE SE VĚTŠINA PLYNŮ, DOCHÁZÍ KE KRYOSORPCI (Ne; H₂; He)
- ZÍŠKAVAŇÍ EXTREMNĚ VYSOKÉHO VAKUA, VELKÁ ČERPAČÍ RYCHLOST

PRŮBĚH NÍZKÝCH TEPLOT

1876 - ZKAPALNĚNÍ VZDUCHU

1898 ———— He

MEŘENÍ NÍZKÝCH TEPLOT - Z VLASTNÍ, IDEÁLNÍHO PLYNU.
EXISTUJE TEPLOTA, KDM SE DANÝ PLYN CHOVÁ JAKO IDEÁLNÍ

TEPELNÁ IZOLACE

- DEWAROVY NÁDOBKY - NEKLOPIT
- SUPER IZOLACE
- PĚNOVÁ IZOLACE

ŽEOLITOVÉ KŮLEVKY

[FYZISORBCE]

- MOLEKULOVÁ SÍTA - PŘÍRODNÍ, UMĚLÉ
- TYPICKÉ CHLAZENÍ POMOCÍ TEPLÉHO N₂ → SORBUJÍ VODNÍ PÁRU
- PŮTNKY Ø 1mm AŽ 1000m²/g
- PŘI NÍZKÝCH TEPLOTÁCH (25°C) DOBRĚ SORBUJE PRO VYSOKÉ TEPLOTY UŽ TOHO MOC NENASORBUJE
SPÍŠ SE TO DOSTANE DO PŮVODNÍ SORBČNÍ KAPAC.

SORBENTY - MATERIÁL

VELKÁ PLOCHA

AŽ 1000m²/g

SORBUJÍ VODNÍ PÁRU

VÝHODA - ŽÁDNÉ VIBRACE A OLEJOVÉ VÍPARY

NÁVHODA - KOTVA REGENERACE (VYPÁLIT) + ODČERPAT UVOLNĚNÉ PLYNY A PAK ZNOVU NACHLADIT

DOBŘE ČERPA' H₂O; N₂; O₂

ŠPATNĚ ČERPA' Ne; He; H₂

41

SUBLIMACNÍ VÝEVY

CHEMISORIBCE

PRINCIP - OPALOVANÉ VYTVAŘENÍ ČISTÉHO POUVRCHU
(NAPAŘOVÁNÍ, NAPRAŠOVÁNÍ, ...) -- TITAN

TEPLOTĚ PŘI TLAKU ^(ALE RADEŽ LAD) ~~10⁴ Pa~~ ^{10⁴ Pa}

NEČERPA INERTNÍ PLYNY, DOBRĚ ČERPA H_2 ; H_2O ;
 N_2 ; CO ; CO_2 ; O_2 .

ZÍSKÁNÍ VYSOKÉHO A EXTRÉMNÍHO VAKUA

IONTOVÉ VÝEVY

- SE ŽHAVENOU KATODOU - UŽ SE NE DĚLÁ

- SE STUDENOU KATODOU

ČERPA INERTNÍ PLYNY, ALE S MALOU
ČERPAČÍ RYCHLOSTÍ

TĚŽE PAR

- JE TLAK PAR, KTERÉ JSOU PŘI URČITÉ TEPLOTĚ
V ROVNOVÁŽE SE SVOU KAPALINOU NEBO PEVNOU

LÁTKOU
JAK JI MŮŽEME MĚŘIT:

- MĚŘÍME CELKOVÝ TLAK - POKUD TLAK OSTATNÍCH
SLOŽEK JE ZANEDBATELNÝ
- MĚŘÍME PARČIÁLNÍ TLAK - NEMŮŽEME ZANEDBAT
OSTATNÍ SLOŽKY

POŽADAVKY NA MANOMETR:

- NESMÍ ROZKLÁDAT MĚŘENÝ PLYN
- MĚŘIT TEPLOTU SYSTÉMU
(MEMBRANOVÉ MANOMETRY)

51

SPECIÁLNÍ TENZIMETRY

JAK MOC PLYNŮ
PŘEVÁŽIT

HICKMANOV TENZIMETR & SCHÜTZERŮV TENZIMETR & KONDENZAČNÍ METODA

SKLADBĚNÉ APARATURY S KOLÉNOU
VE KTERÉM JE LAŤKA CO MĚŘÍME
MOC UŽ SE NEPOUŽÍVÁVÍ!

METODA NOSNÉHO PLYNU

- NAD MĚŘENOU LAŤKOU PROVDÍ INERTNÍ
PLYN A ODNAŠTÍ PARU MĚŘENÉHO PLYNU
DO JINÉ ČÁSTI PŘÍSTROJE, KDE DOCHÁZÍ
KE KONDENZAČI

EFUŽNÍ METODA PODLE VOLMERA

- NA TENKÉM VÁLKĚ JE KOTŮRKA U NI
LAŤKA CO MĚŘÍM, KOTŮRKA ZAHŘÍVÍ Z
ÚHLU NALOŽENÍ LZE SPČÍTAT TLN & PAR

KLUDSENOVA EFUŽNÍ METODA

- PLOCHA S OTVOREM O PLOŠE A, NA JEDNÉ
STRANĚ OTVORU TLAK NASYČENÝCH PAR
NA DRUHÉ STRANĚ NASTÁVÁ KONDENZAČE.

$$P_k = \frac{4mKT}{M_0 \cdot L \cdot A \cdot n_0}$$

TEPLOTY 2000 - 2500°C

VAKUOVÝ SYSTÉM LHC

- 8 OBLOKŮ & 8 ROVNÝCH ČÁSTÍ
- 7 TeV ENERGIE PROTONŮ
- KRYO-SYSTÉM 120t HELIA

KRYOMAGNETY

- DÉLKA 214 m, TEPLOTA = 1,9K (SUPERKRYO)
- ↳ He-ROZVODY - DÉLKA 428m
- ↳ VYČIŠŤOVÁNÍ - 10^{-8} - 10^{-9} Pa

TRUBICE VE KRITÉ LETÍ SVAZEK ^{PROTONŮ} MUSÍ BÝT
PERFEKTNĚ VODIVÝ, ČEŽA TRUBICE SLOŽITĚ JAKO
KRYOSORPČNÍ VÝVĚV. VODIVA MŮŽE ODVÁDĚLA NÁBOJ,
KTERÝ BY MOHL ROZPTÝLOVAT PÁRSER.

JAK SE TO ČERPA?

- MOBILNÍ ČERPAČÍ STANICE, ODPLYNĚME (T↑)
- PAK CHLADÍME HELIETI, KRYOGONNÍ VÝVĚVA
- V. ČÁSTI NA POKOJOVÉ TEPLOTE VĚTR A
LOKTOVÉ VÝVĚVY

- MANOMETRY - PÍŘENÍ IONIZAČNÍ SE SUDANOU
A ZHAVANOU KUSTODOU

300K → 1,9K 14 DNI CHLAZENÍ !!!

61

IONTOVÉ VÝVEVY

- IONTOVÉ VÝVEVY SE STUDENOU KATODOU

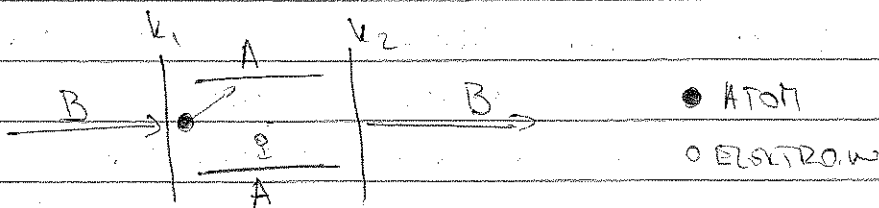
- DIODOVÉ VÝBOJOVÉ VÝVEVY

- PRINCIP PENNINGOVY FANOMETRY - ROSTOVÁ ANODA

KATODA Z TITANU, ŽIVOTNOST KATODY

50 000 HODIN

MAGNETICKÉ POLE 0.01 - 0.2 T



ČERPACÍ MECHANIZMUS

- CHEM. AKTIVNÍ PLYNY (O_2, N_2) - REAGUJÍ T_i

- IONTY LEHKÝCH PLYNŮ (He, H_2) - PO DOPADU NA KATODU DIFUNDUJÍ

- TĚŽSÍ IONTY (Ar, Xe) - NA POUČHU KATODY JSOU PŘEBRÁVĚNY
NOVOU VRŠKOU T_i

- SLOŽITĚJŠÍ MOLEKULY (CH_4) SE VE VÝBOJI ROZKLÁDAJÍ NA
JEDNODUŠŠÍ FRAGMENTY

MAX^{100M} ČERPACÍ RYCHLOSTI $\sim 10^4 Pa$, KLESAJÍ ASI NA
POLOVINU PŘI TĚŽK $\sim 10^8 Pa$

GETROVÉ VÝVEVY

- VYPAROVANÉ GETRY - ELEKTRONKY, OBRAZOVKY

- NEVYPAROVANÉ GETRY - ———, VYCHLOVACE, ČISTĚNÍ PLYNŮ

Hlavní úkolem při čerpání malých uzavřených prostor,
neobdůstují se (pouze ojedinele)

VYPAROVANÉ GETRY

- NIZKOTĚŽE PAR PŘI $400^\circ C$

- VELKÁ TĚŽKÉ PAR PRŮ OHŘEVU $600 \sim 1000^\circ\text{C}$

- DOBRĚ POKLUCUJÍ PLYNY O_2

- CHEMICKY STABILNÍ

POUŽÍVANÉ GETRY

HLINÍK - ČERPA O_2

HOŘČÍK - \leftarrow \leftarrow \leftarrow DOBRĚ SE VYPARUJE

TITAN

(BARIUM - NEPOUŽÍVÁNEJŠÍ)

TLAKU

VYPAROVÁNÍ GETRŮ POMOCÍ VNĚJŠÍ CÍVKY PŘI ČO NEJMĚŠÍM

LZE DOSÁHNOUT TLAKU 10^0 Pa , ČERPACÍ RYCHLOST ZÁVISÍ NA

VELIKOSTI PLOCHY GETRŮ, TEPLOTĚ NA STRUKTURĚ VRSTVY GETRŮ,

SLOŽENÍ ČERPANĚHO PLYNU, TLAKU ČERPANĚHO PLYNU

NEVYPAROVANÉ GETRY NEG

- DVOU AŽ TŘÍ SLOŽKOVÉ SLITINY

- TITAN, ŽELEZO, HLINÍK, Zr

- AKTIVACE GETRŮ - ZVÝŠENÁ TEPLOTA PO DOBU

NĚKOLIKA HODIN

ČERPACÍ MECHANIZMUS

CO ; CO_2 ; O_2 ; N_2 - CHEMISORBOVÁNY A JEJICH DESORBCE

JE ZA NORM. PODMÍNEK TĚŽKÁ, PŘI ZAHŘÁTÍ

GETRŮ DIFUNDUJÍ DO PROSTORU

H_2O - DISOCIACE NA VODÍK A KYSLÍK

UHLOVODÍKY - SORBOVÁNY NA POUVRCHU, KDE SE

ROZPADNOU A UHLÍK JE CHEMISORBOVÁN

VOLEČNÉ PLYNY - NEZDĚ ČERPAT GETREM

DOMINANTNÍ PROCES JE CHEMISORPCE A DIFÚZE DO OBKLETU

DOBRĚ ČERPA H_2 ; H_2O ; CO ; CO_2 ; N_2 ; O_2 NEČERPAJÍ INERTNÍ

PLYNY, PRACUJE OD 10^4 Pa ZISKÁNÍ HVĚZD A XHV

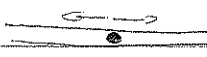
V KOMBINACI S IONTOVOU VÝVĚTOU DOSÁHNE TLAKU 10^{11} Pa

MĚŘENÍ PROUDU PLYNU

$$I = p \cdot S$$

- PRŮTOKOMĚRY - PŘESNOST
 - REPRODUKOVATELNOST
 - ROZSAH
- } TOHLE MĚ ZABÍMÁ'

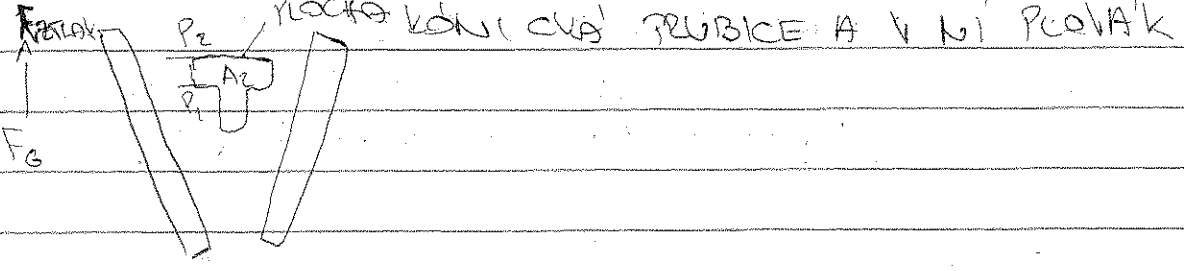
MĚŘENÍ MALÝCH PROUDŮ V PLYNU VE VAKUOVÉ TECHNICE

- PLYNOVÁ BYRETA - PRAKTIKUM 1 OLEJ TRUBICE $\frac{\Delta V}{\Delta t}$ BACHŮ CHYBA Δp odstranit Δp NAHRAZ
- MĚŘENÍ POMOCÍ KAPKY Hg - 
- POMOCÍ ^{VAKUOVÉ} VODIVOSTI - $I = G(p_1 - p_2)$ [TRUBICE] PRAKTIKUM 1
- MĚŘENÍ NA ZÁKLADĚ SILOVÉHO PŮSOBNÍ -
- DYNAMICKÁ EXPANZE - NEJ PŘESNĚJŠÍ NA ROZSAHU $1 \cdot 10^1$ AŽ 10^6 Pa 0,6% ~ 2%

PRŮTOKOMĚRY (KOMERČNÍ)

- NE MĚŘÍ PROUD PLYNU
- MĚŘÍ OBJEMOVOU RYCHLOST PROUDĚNÍ

a) PLOVAČKOVÉ PRŮTOKOMĚRY



b) TURBINOVÉ

- c) ULTRAZVUKOVÉ - ZMĚNA RYCHLOSTI FREQVENCE ULTRAZVUK VLNĚNÍ PŘECHODSMI KAPALINOU, PUVETI KAPALINY I KOJOKAPALINY

d) CORIOLI SOVA SÍLA

KMITÁNÍ ŽADIVKA

e) PROTOKOMEDY ZALOŽENÉ NA TLAKOVÉ
DIFERENCI

- PLYN TEČE A MĚNÍ TLAK NA
KAPACITIVNÍM MANOMETRU

f) TERMOMANOMETR

- PLYN OCHLAŽUJE VYTAPENOU TRUBKOU

g) DEFORMAČNÍ PROTOKOMEDY

- PODOBNE e)

MATERIÁLY PRO VAKUOVÉ APARATURY

- NÍŽKÁ TENZE PAR
- MÁVÁ DESORPCE PLYNU
- TEPELNÁ ODOLNOST
- MECHANICKE VLASTNOSTI
- ZPŮSOBY OPRACOVÁNÍ A SPOJOVÁNÍ
- ELEKTICKÉ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI

DOBRY TEPELNÝ VODIČ - STŘÍBRO, MĚD

VITON - SPECIÁLNÍ GUMA, DOBRÁ PRO NÍZKÉ TLAKY,
MÁ NÍŽKOU DESORPCI PLYNU.

~~PROST~~

SKLO

- KŘEHKÉ ↓
- NÍŽKÁ TENZE PAR ↑
- MÁVÁ DESORPCE PLYNU ↑
- ~~KŘEHKÉ~~ ELEKTICKÝ IZOLANT ↑
- CHEMICKY ODOLNÉ ↑
- VĚK PLYN ↓
- NAROVÁNÍ ZA TEPLA (SVAZOVÁNÍ) ↓



SKLO - AMORFNI LÁTKO

- PŮVŮT VE SKLE - PŘÍSTŮM PŮVOCI POLARIZOVANÉHO SVĚTLA

POUŽITÍ: ELEKTRONKY, OBRAZOVKY, OSVĚTLOVACÍ TECHNIKA, KALIBRAČNÍ LAMPY

KERAMIKA

- NÍZKÁ TENZE PAR
- MALÁ DESORPCE
- VELKÁ REKVOŠT
- IZOLANT, CHEMICKY ODOLNÝ
- LEHKÉ PŮVŮT
- DOBRĚ VEDS TEPLO

POUŽITÍ - REAKTIVNÉ PŘECHODKY, REAKTIVNÉ IZOLATORY, TOPNÉ SYSTÉMY.

SKLOKERAMIKA

- ZAHÁJEN 1968
- MALÁ TEPLOTA ROZTAŽNOST
- DOBRĚ SĚ LEŠTÍ (PALEKOHLEDY)
- SKLO KERAMICKÉ DESKY PRO VĚTRICE
- NEPORÉBNÍ
- POLYKRISTALICKÝ MATERIÁL
- ZÁRODKY PRO KRUSNĚ VZNIKAJÍ KDYŽ KRYSŤALY ROZTOU NĚKDOŽÍL OD SKLA
- DOBRĚ VLASTNOSTI OD SKLA A KERAMIKY

KOVY VE VAKUOVÉ PŮŽICE

- OCEL, SLITINY HLINÍKU, SLITINY MEDI, TITAN,
- DOLEŽITÉ MNOŽSTVÍ VODÍKU ROZPUŠTĚNÉ V KOVU NENÍŠÍ ŽELEZO

20

(2,14%)

- SLITNA ŽELEZO, UHLÍK A DALŠÍCH PRVKŮ
- NERŮŽOVÁ OCEĚ - MINIMÁLNĚ 10% CHROMU, AUSTENICKÁ (NEMAGNETICKÁ), FERITICKÁ (MAGNETICKÁ)

HLINÍKOVÉ SLITNY

- ČISTÝ AL ŠPATNĚ SE OBRÁBÍ, LEPŠÍ DURAL
- DURAL - 90-96% AL + 4% CU + PŘÍMĚSĚ, DURAL JE PEVNĚJŠÍ A TVRDEJŠÍ

TRŽBY HLINÍKU

- SVAŘITELNÉ
- NESVAŘITELNÉ
- 7075 NEPEVNĚJŠÍ HLINÍKOVÁ SLITNA

SPOJOVÁNÍ KOVŮ

- SVAŘOVÁNÍ - OBLOUKEM, PLAMENEM, ELEKTRONOVÝM SVAŘENÍM, (OBLOUKEM V OCHRANĚ ATMOSFÉRY Ar, He)
- LETOVÁNÍ - MĚKKÉ - TEPLOTA TAVNÍ DO 450°C
- TVRDE - ———— NAD 450°C

DALŠÍ MATERIÁLY

- BARIÉROVÉ VRSTVY TIN PRO H₂
- Mu - METAL (SDÍKENÍ MAG. POLE)
- BERILIOVÁ MĚD
- SUPERSLITNY - INCONEL

DURAL MÁ NEJNÍŽŠÍ DESORPČNÍ PŘOD Z ODPLYNĚNÝCH MATERIÁLŮ.

9

ELASTOMERY

- TESNĚNÍ, SPOJE, PŘENOS ROTACE & POSUVU
(KAUCUK, NEOPREN, VITON; SILIKONOVÉ GUMY)

VITON

- DOBRÁ TEPELNÁ & VAKUOVÁ VODIVOST
- NEMÁ ŘÁD NÍZKÉ TEPLOTY
- DO 200°C 10^{-7} Pa

SILIKON

- DOBRÉ TEPELNÉ VLASTNOSTI
(VYSOKÉ I NÍZKÉ TEPLOTY)

TEFLON

- PŘI 327°C MĚNÍ SE VLASTNOSTI
- NAD 400°C SE ROZKHA'DA'
- IZOLÁTOR, TESNĚNÍ, KONSTRUKČNÍ
PRVK VE VAKUOVÉM REAKTORU
- HOSDAFLON - NAHRAZUJÍ FLUOR
- POUŽITÍ - DO 200°C CHLORIDY

VÍPEČNÝ VITON LEPŠÍ NEŽ TEFLON ŽIMAK JE
LEPŠÍ TEFLON. VITON VÍPEČEM NA 150°C.

TMĚLY & VOSKY

- SKLO + KOV, KDYŽ VÍM, ŽE SE NEBUDU
ZAHŘÍVAT.

- V DNEŠNÍ DOBĚ EPOXIDY. VYTVRZENÍ
NE 5 MINUT ALE 48 HODIN

KAZY - ZABRUSY, KOHOITY

VOSKY - NEROZEBIRATELNÉ SPŮJÉ

TMĚLY & LAKY - SPŮJÉ A TĚSNĚNÍ
I PRO VYSŠÍ TĚPLOTY

OLEJE

- MINERÁLNÍ

- NĚKTERÉ OLEJE CITLIVÉ NA
CHEMICKÉ LÁTKY

- MOHOU DO SEBE NATAHNOUT VLKOST,
NA TOTO POZOR. (TRANSFORMATOROVÉ OLEJE)

- MĚNÍ SE DIELEKTRICKÁ PĚVNOST.

- MOHU ODSTRANIT RŮZCI GASBAHASŤ
PRO ZAHĚATOU ROTACÍ VÝEVU.

V SYSTĚM ROZSAHU JE VAKUUM SPATNĚY
DIELEKTRICKY IZOLANT!

FERRO - KAPALINY

- REAGUJÍ NA MAG. POLE

- SLOUŽÍ K PŘENOSU ROTACE

OPRACOVÁNÍ PLOCHŮ

- NEVHODNÉ - MATEZY, LAKY

- VHODNÉ - ČÍŠŤENÍ, LEŠŤENÍ, ODMASŤOVÁNÍ,
MŮŽENÍ, PÍSKOVÁNÍ, BROŠŤENÍ

10.

VAKUOVÉ VENTILY

DĚLENÍ PODLE PRINCIPŮ

- PODLE FUNKČNOSTI

- ODDĚLOVACÍ
- NAPROSTĚCÍ
- ZAVĚPUSŤOVACÍ
- OMEZENÍ ČERPAČÍ RYCHLOSTI

- OVLÁDÁNÍ

- RUČNÍ
- PNEUMATICKY
- ELEKTROMAGNETICKY

- OBLAST POUŽITÍ

- HRUBÉ VAKUUM
- HV VAKUUM
- UHV, XHV VAKUUM

- JEHLŮVÝ VENTYL (VEDOTAHOVAT SILU) DESKOVÝ VENTYL - PŘÍOTEVÍRÁNÍ
DIFERENCIÁLNÍ TAK MENŠÍ NEŽ $\sim 10^{-3}$ Pa

- ZÁBRUSOVÉ VENTILY - DOBRĚ KAMAŽAT

- VENTILY S KOVOVÝM TĚSNĚNÍM - OMEZENÝ POČET CYKLŮ

ELEKTRICKÉ PŘŮCHODKY

VAKUUM V ROZSAHU TLAKŮ 1-5000 Pa JE VELMI ELEKTRICKY REZONANT.

PŘŮCHODKY VYBÍRAJEME PODLE: NAPĚTÍ, PŘOUDE, FREKVENCE

ROZEBÍRACÍ SPOJS

- ASA; ISO-KF; ISO-F; ISO-K; CF; HELICOFLUX

OHĚBNÉ SPOJE

- PŘÍPOJENÍ PRIMÁRNÍCH VÝVĚV
 - KOVOVÉ VLNOVCE
 - BELLOWS - ZMĚNA DÉLKY PŘI ZMĚNĚ TLAKU
 - FLEXIBLE METAL HOSE
 - TLUSTOSTĚNNÉ HADICE
 - HADICE S KOVOVOU SPIRÁLOU

DALŠÍ PRVKY

- TLAKOVÉ SPÍNACĚ, 2D & 3D POSUVY,
OHŘEV A ROTACE VZORKŮ, SYSTÉMY PRO ROZKALOVÁNÍ,
PLAZMOVÉ OKÉNKO,

MĚŘENÍ PRO XHV VAKUUM

- BET BET-BEAM - IONIZAČNÍ MANOMETR
 - CÍTLIVOST $5 \sim 8 \cdot 10^{-2} \text{ Pa}^{-1}$
 - MIN TLAK $5 \cdot 10^{-12} \text{ Pa}$
- PRO POROVNÁNÍ IONIZAČNÍ MANOMETR Z VAK PRAKTIKA
PDR-60 - ROZSAH MĚŘENÍ $5 \cdot 10^{-10} - 1000 \text{ hPa}$

11

VYTVAŘENÍ VRSTEV

- GALVANICKY
- CHEMICKY
- PLAZMATEM
- VE VAKUU - ROVKALOVÁNÍ
- MBE
- MEŘENÍ TLOUSTKY VRSTVY BĚHEM DEPOZICE

ROVKALOVÁNÍ

CVD - CHEMICAL VAPOR DEPOSITION

PVD - PHYSICAL VAPOR DEPOSITION

- NAPAŘOVÁNÍ, NAPAŘOVÁKŮ
- LASEROVÁ DEPOZICE, ELEKTRON. PĚLO

PACVD - PLASMA ASSISTED CVD

- ZA ATMOS. TLAKU
- Z NÍZKÉHO TLAKU
- PLAZMOVÁ A LASEROVÁ DEPOZICE

NAPAŘOVÁNÍ

- ZAHŘÁNÍ LODIČKY NA VYSOKOU TEPLOTU
- LODIČKA Z TĚŽKO TAV. MATERIÁLU, VEHODÍ SE PRO VŠECHNY MATERIÁLY, JEDNODUCHÁ APARATURA, VYSOKÝ PROUD 100 A.
- NÍZKÝ TLAK - NUTNÉ ZBAVIT SE KYSLÍKEM.

ELEKTRONOVÉ PĚLO - 2 USPOŘÁDÁNÍ

KAPRÁŠOVÁNÍ

- KAPRÁŠUJETE TERCĚ DOPADEM IONTŮ

LASEROVÁ DEPOZICE

- LASER PÁLÍM NA TERCĚ, VYPARUJÍM TERCĚ NA SUBSTRÁT.

- CITLIVÉ NA ZŮČKU PRO FOKUSOVÁNÍ LASERU (OKÉNKO)

DEPONOVÁNÍ POMOCÍ PLAZMATU (PECVD)

- SMĚROVĚ KAPRÁŠOVÁNÍ
- NÍZKÁ / VYSOKÁ FREKVENCE

MOLEKULÁR BEAM EPITAXY

- VELKÉ MĚŘKY NA VAKUUM TAK 10^{-10} Pa
- VELKÁ ČISTOTA VŠECH MATERIÁLŮ
- PERIODICKÝ POTENCIÁL, KVANTOVÉ TĚKLY, SUPERMŘÍŽKY.

MĚŘENÍ TLouŠTKY TENKÉ VRSKY

- BEHEM DEPOZICE

- ODPORY & KAPACITNÍ MONITOR (NEPOUŽIT)

- OSCILATOR $d = \frac{qQ_0}{qF} (T_f - T_0)$ Q - INITIAL
F - FINAL

- OPTICKÉ METODY - METODA NA PROCHOD NEBO ODRAZ.

12.)

MEŘENÍ PO DEPOZICI

- GRAVIMETRICKÁ METODA - VÁŽEVÍ OBROBKU
- MIKROSKOPICKÉ METODY - ELEKTRONOVÝ MIKRO.
- OPTICKÉ METODY
- CALO TESTER