

# 目 次

1. 序論	5-1
1.1. このテキストについて	5-1
2. 真空の定義など	5-1
2.1. このテキストの計算例で使用している定数	5-1
2.2. 真空の定義 (JIS Z8126-1)	5-1
2.3. 圧力の単位	5-1
2.4. 分子密度と圧力	5-1
2.5. 平均自由行程	5-2
3. 残留ガスとビームの相互作用	5-2
3.1. Rutherford 散乱	5-3
3.2. イオン化	5-4
3.3. 制動輻射	5-4
3.4. 核散乱	5-5
3.5. 散乱断面積の比較	5-5
4. 真空の区分	5-6
2. 分子流	5-7
1. 分子流領域の気体分子の振る舞い	5-7
1.1. 滞在時間	5-7
1.2. 最初の進行方向とは無関係な方向にある分布で飛び出すこと	5-7
1.3. 分子流の気体の温度 (温度の緩和)	5-7
1.4. Maxwell Boltzmann 分布	5-8
1.5. 分子流領域の平均自由行程	5-8
1.6. 容器の壁を打つ分子の数	5-8
2. 分子流における気体分子の流れ (コンダクタンス)	5-9
2.1. オリフィスのコンダクタンス	5-10
2.2. 一様断面の長い直管のコンダクタンス	5-10
2.3. 有限の長さの導管のコンダクタンス	5-12
2.4. コンダクタンスの合成	5-12
2.4.1. 直列 (Fig. 8)	5-12
2.4.2. 並列 (Fig. 9)	5-12
2.4.3. ポンプとの合成	5-12
3. 細長い系における分子流 (圧力分布)	5-13
3.1. 基礎方程式	5-13
3.2. 例題 1	5-13
3.2.1. $x=L$ のところで、圧力はどうに変化するか?	5-13
3.2.2. $x=L$ のところで、流量はどうに変化するか	5-14
3.2.3. $s$ がゼロでないとき	5-14
3.3. 例題 2	5-14
3.3.1. 無限長の導管	5-14
3.3.2. 一周の長さが $C$ のリング状の導管	5-15
3.4. ポンプを等間隔に配置した時の圧力分布	5-15

4.	そのほかの分子流における圧力分布の問題	5-15
4.1.	一般的な容器の圧力分布	5-15
4.2.	小さなコンダクタンスで結ばれた部屋	5-16
5.	付録	5-16
<b>3.</b>	<b>真空計</b>	5-18
1.	全圧真空計	5-18
1.1.	Bourdon ゲージ	5-18
1.2.	ダイヤフラム真空計	5-18
1.3.	水銀マンオメーター	5-18
1.4.	熱伝導真空計 (ピラニ真空計、熱電対真空計等)	5-18
1.5.	電離真空計	5-18
1.5.1.	熱陰極電離真空計 (HCG)	5-18
1.5.2.	冷陰極電離真空計 (CCG)	5-20
1.6.	スピニングローターゲージ (SRG) (校正用)	5-20
2.	分圧真空計 (概要)	5-21
3.	真空計の校正	5-22
<b>4.</b>	<b>真空ポンプ</b>	5-23
1.	一般的なこと	5-23
2.	各種ポンプ	5-23
2.1.	油回転ポンプ (Oil-sealed Rotary Pump)	5-23
2.2.	拡散ポンプ (Diffusion Pump)	5-24
2.3.	ターボ分子ポンプ (Turbomolecular Pump)	5-24
2.4.	ゲッターポンプ	5-24
2.4.1.	TSP (Titanium Sublimation Getter Pumps)	5-24
2.4.2.	NEG (Non Evaporable Getter, SAES Getters)	5-25
2.5.	クライオポンプ	5-25
2.6.	スパッタイオンポンプ (Sputter Ion Pump)	5-26
<b>5.</b>	<b>代表的なフランジとシール</b>	5-27
1.	代表的なフランジ	5-27
2.	シール	5-27
3.	規格外のシールを行うときの注意	5-28
<b>6.</b>	<b>真空装置の排気とガス放出</b>	5-29
1.	概論	5-29
1.1.	初期排気 (粗排気)	5-29
1.2.	中真空以下	5-29
1.3.	気体の透過	5-30
1.4.	ガス放出	5-30
1.4.1.	熱的ガス放出	5-30
1.4.2.	動的ガス放出	5-31

1. 5.	分子流領域の圧力変化	5-31
1. 6.	ガス放出源	5-31
2.	表面に吸着している分子の排気過程—排気過程を理解する試み [39] [40] [41]	5-32
2. 1.	基礎となる方程式	5-32
2. 1. 1.	吸着脱離のモデル [39]	5-32
2. 1. 2.	吸着等温式	5-33
2. 1. 3.	式の整理とまとめ	5-34
2. 2.	$n$ と $\sigma$ の時間変化の大局的考察	5-34
2. 3.	Region 2 中の解を求める	5-35
2. 4.	準定常条件の下で成立する 2 つの関係式	5-37
2. 4. 1.	ある圧力の下で、いちばんガス放出に寄与する吸着エネルギー	5-37
2. 4. 2.	圧力、排気速度、気体放出速度	5-38
2. 5.	ベーキング	5-38
2. 5. 1.	準定常条件によって得られる方程式	5-38
2. 5. 2.	$A\sigma-Vn$ 平面におけるベーキング	5-38
2. 6.	議論とまとめ	5-39
3.	動的ガス放出に関する附論	5-40
7.	気体放出速度の測定	5-42
1.	真空容器がガス源の場合	5-42
1. 1.	Through-put 法	5-42
1. 2.	コンダクタンス変調法 [45]	5-42
1. 3.	ビルドアップ法	5-42
2.	部品のガス放出	5-43
3.	注意すべき点	5-43
8.	リークテスト	5-44
1.	簡単なリークテストの方法	5-44
2.	リークディテクタ	5-44
2. 1.	リークディテクタによる試験方法	5-44
2. 2.	リークディテクタへの検知ガスの導入法	5-44
2. 3.	応答時間と実際のリーク量	5-44
3.	漏れそうな場所と原因	5-45
4.	応急対策	5-45
5.	水漏れ	5-45
6.	参考：大気の成分 [15]	5-45
9.	大型加速器の真空 (KEKB の例)	5-46
1.	真空の役割	5-46

2. 真空系設計の進め方 .....	5-46
3. 真空製品の選択 .....	5-46
4. 具体的なチェンバーの設計 .....	5-46
5. 製作工程管理 .....	5-46
6. 立ち上げと保守 .....	5-46
<b>参考書および参考文献 .....</b>	<b>5-47</b>
<b>関連する JIS 規格 .....</b>	<b>5-48</b>