

# ЛЕКЦИЯ 16

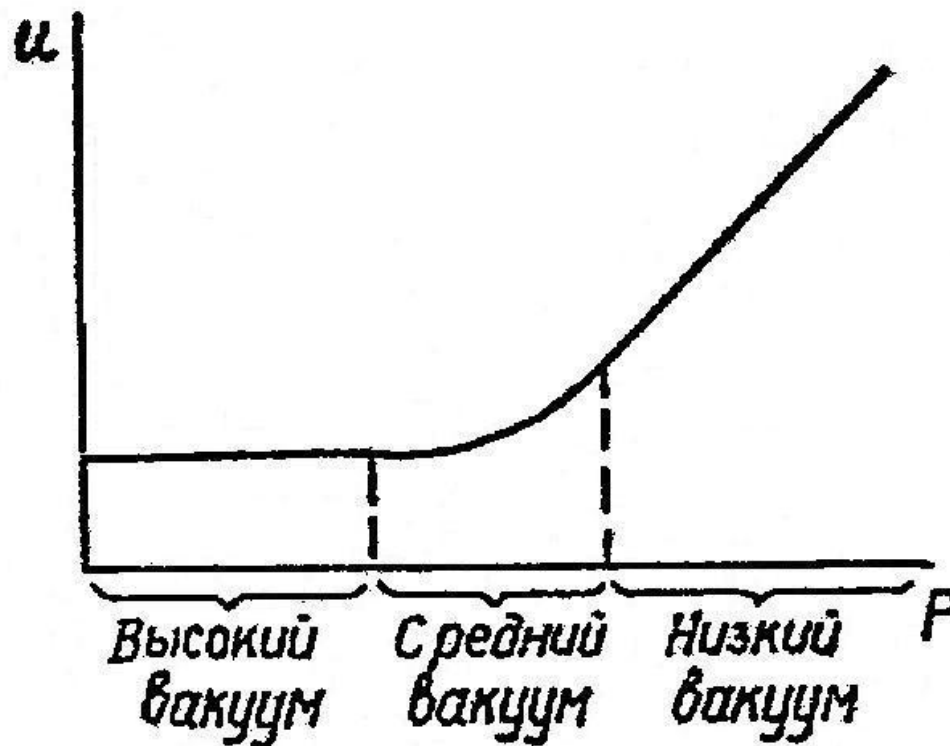
Элементы вакуумной техники.



# Проводимость вакуумных систем



Зависимость проводимости вакуумных систем от степени вакуума



# Проводимость вакуумных систем



Режимы течения газа в зависимости от степени вакуума

Режим	Граница	
	верхняя	нижняя
Вязкостный	Атмосферное давление	$K_n \leq 5 \cdot 10^{-3}$
Молекулярно-вязкостный	$K_n > 5 \cdot 10^{-3}$	$K_n \leq 1,5$
Молекулярный	$K_n > 1,5$	$K_n \rightarrow \infty$

Примечание:  $K_n$  – параметр Кнудсена.

# Проводимость вакуумных систем



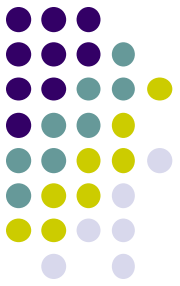
## Расчет проводимости системы

Вид элемента системы	Вязкостный режим	Молекулярный режим
Круглое отверстие диаметром $d$ , м	$U = 160d^2$ при $p_2/p_1 \leq 0,1$	$U = 91d^2$
Отверстие произвольной формы площадью $A$ , м <sup>2</sup>	$U = 200A$ при $p_2/p_1 \leq 0,1$	$U = 116A$
Трубопровод диаметром $d$ и длиной $l$ , м	$U = 1,36 \cdot 10^3 \frac{d^4}{l} p_{cp}$	$U = 121 \frac{d^3}{l}$

Примечание:  $U[\text{м}^3 / \text{с}]; p[\text{Па}]; T = 293\text{K}$

# Вакуумные насосы

## Основные параметры насосов



$S_n$  - быстрота действия;

$P_{пр}$  - предельное давление ( );

$P_m$  - наименьшее рабочее давление ( );

$p_\sigma$  - наибольшее рабочее давление ( );

$P_з$  - наибольшее давление запуска ( );

$p_B$  - наибольшее выпускное давление ( ).

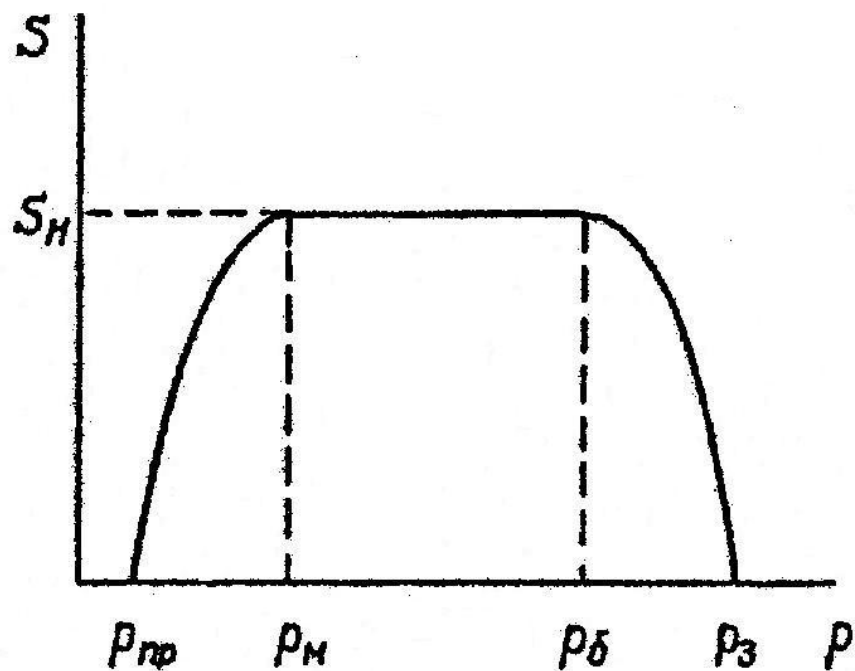
Быстрота действия насоса – это объем газа, удаляемый насосом в единицу времени через входной патрубок насоса

$$S = \frac{dV}{dt}.$$

## Вакуумные насосы

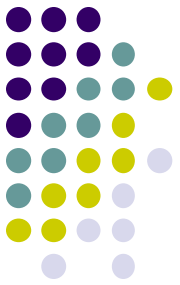
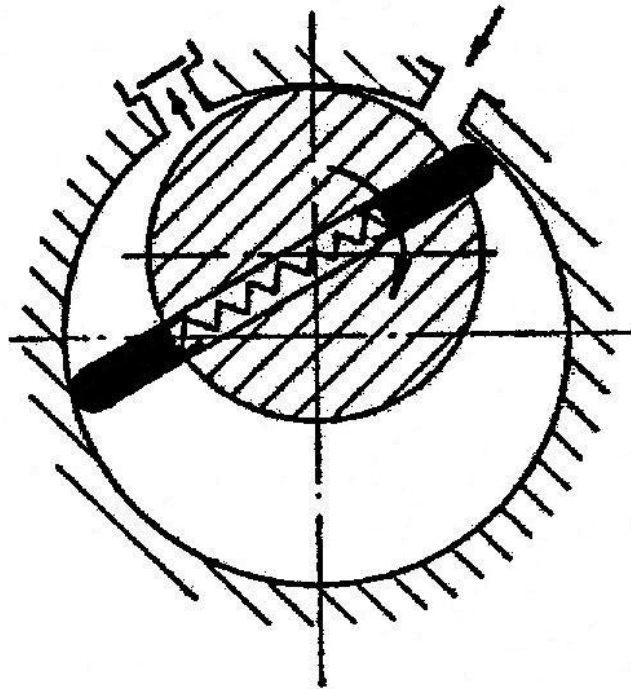


Зависимость быстроты действия насоса от давления газа на входе в насос



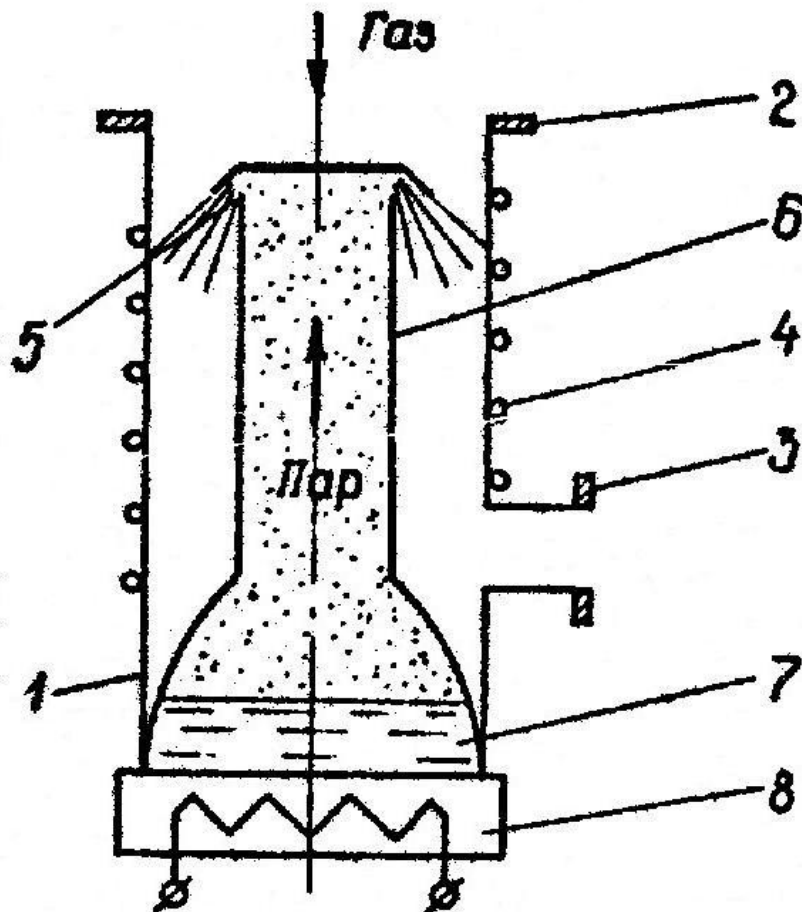
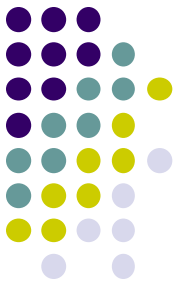
# *Вакуумные насосы*

Схема пластинчато-роторного насоса



# Вакуумные насосы

Схема диффузионного (паромасляного) насоса

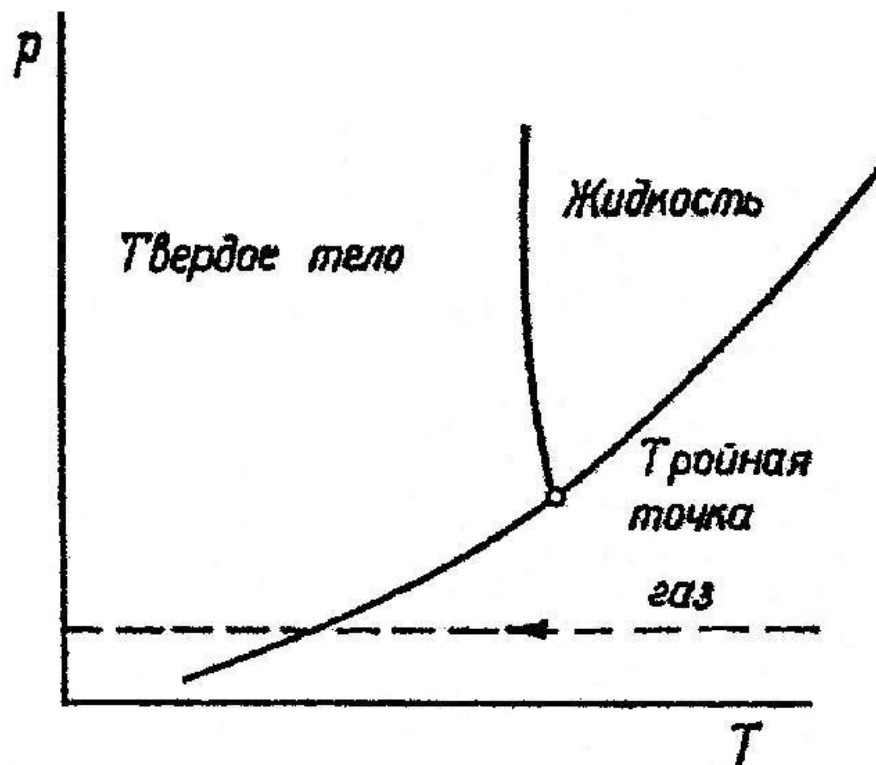


- 1 – корпус
- 2 - входной патрубок
- 3 – выходной патрубок
- 4 – охладитель
- 5 – сопло
- 6 – паропроводе
- 7 - рабочая жидкость
- 8 - нагреватель



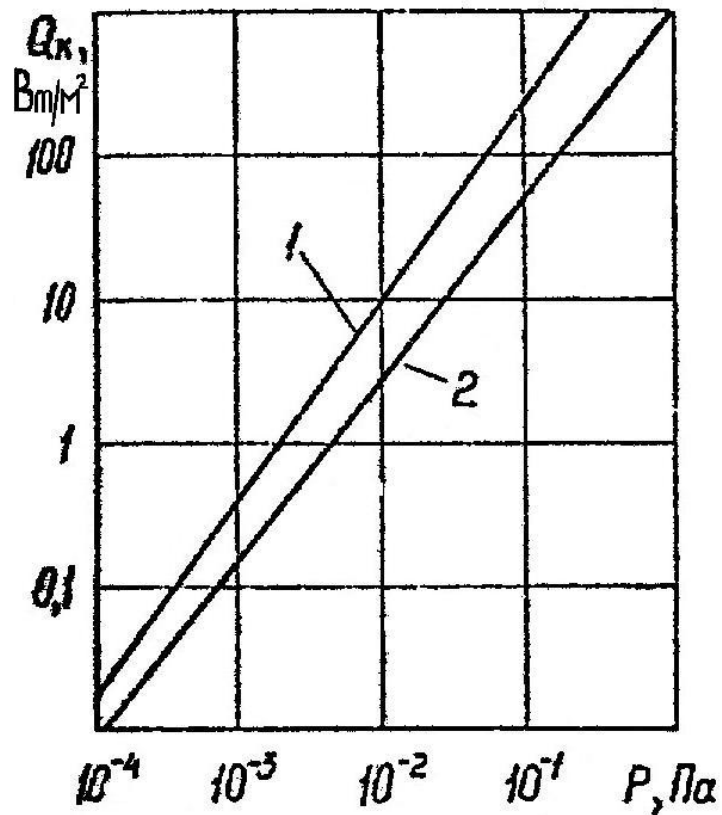
# Вакуумные насосы

Криоконденсационные насосы



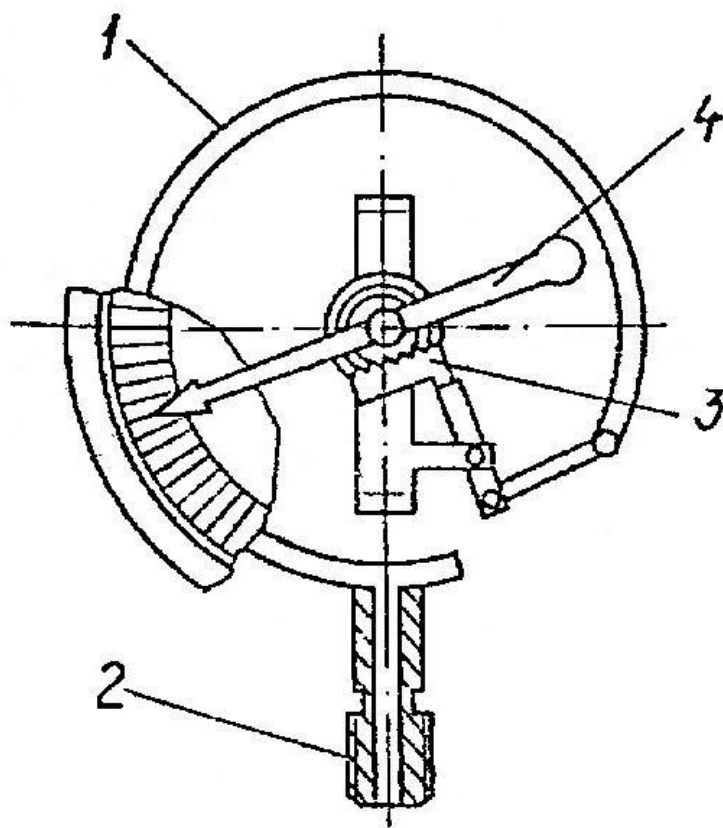
# Вакуумные насосы

Криоконденсационные насосы.  
Оценка дополнительной тепловой нагрузки.



# Измерение давления

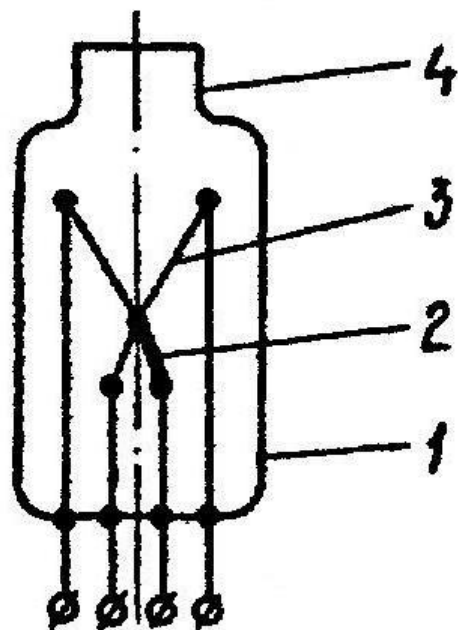
Трубка Бурдона.



- 1 - спиральная трубка
- 2 – штуцер
- 3 -зубчатый сектор
- 4 -стрелка

# Измерение давления

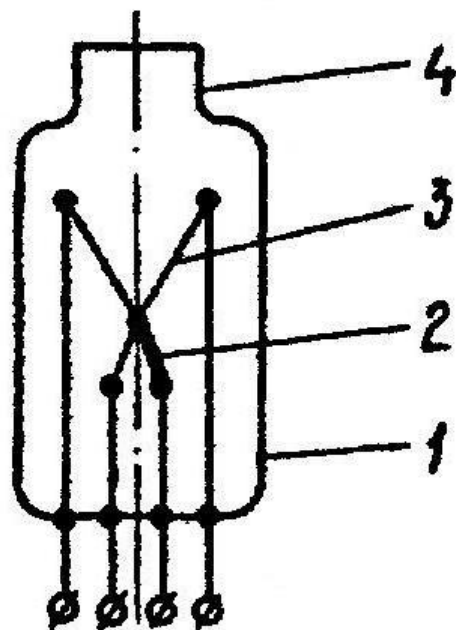
Тепловые преобразователи



- 1 - баллон
- 2 – термopара
- 3 – металлическая нить
- 4 - патрубок

# Измерение давления

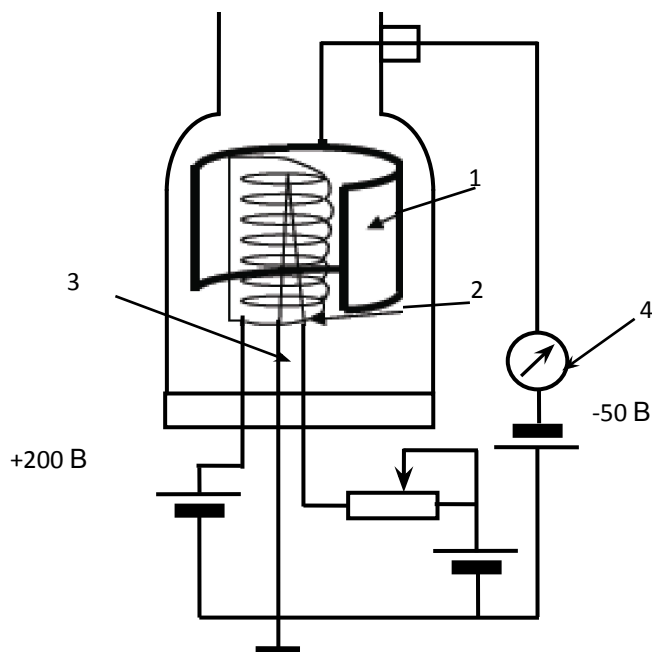
Тепловые преобразователи



- 1 - баллон
- 2 – термopара
- 3 – металлическая нить
- 4 - патрубок

# Измерение давления

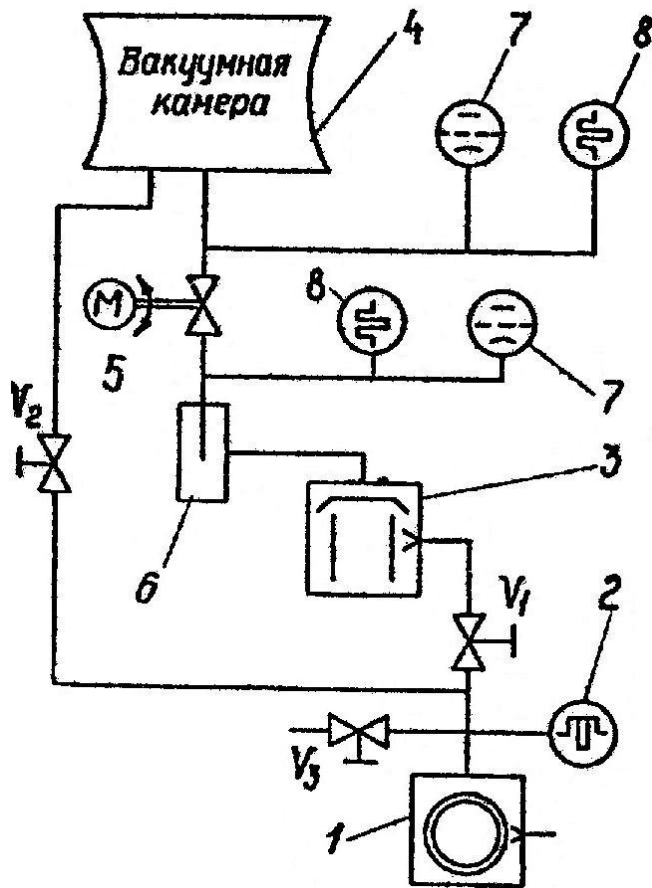
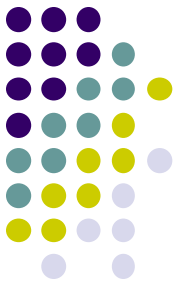
## Ионизационные преобразователи



- 1 – коллектор ионов
- 2 – анодная сетка
- 3 – прямоканальный катод
- 4 - микроамперметр

## Схемы откачки

Вакуумная система из диффузионного и форвакуумного насосов



- 1 – форвакуумный насос
- 2 – тепловой преобразователь
- 3 – диффузионный насос
- 4 – вакуумная камера
- 5 – затвор
- 6 – азотная ловушка
- 7 – ионизационный преобразователь
- 8 – тепловые преобразователи