

*представляет...*

# Лабораторная работа

## №1

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИТРОПНЫХ ПРОЦЕССОВ

### Задание:

- Провести эксперимент политропного расширения воздуха.
- Рассчитать параметры состояния газа в характерных точках и построить рабочую диаграмму процессов.
- Определить показатель политропы расширения.
- Вычислить энергетические характеристики процессов.



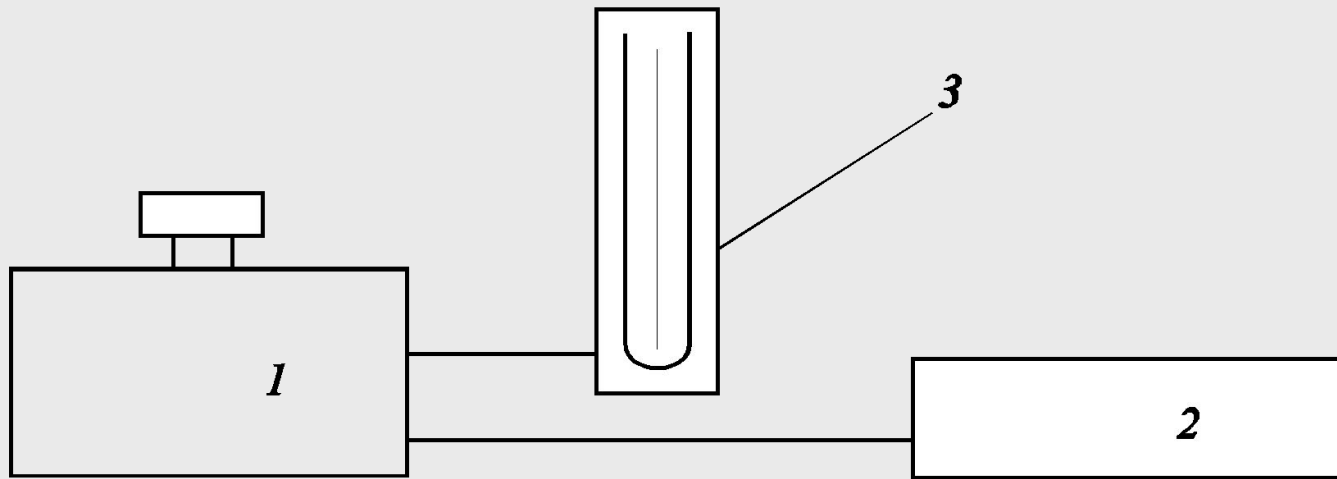
## Ознакомьтесь с лабораторной установкой



и приступайте к выполнению лабораторной работы.



## Схема лабораторной установки...



В состав установки входит металлический бак 1, объемом 35 литров, оснащенный клапаном для стравливания газа. Нагнетание воздуха в бак производится при помощи компрессора 2. Для измерения избыточного давления в баке служит U-образный жидкостной манометр 3, заполненный дистиллированной водой.

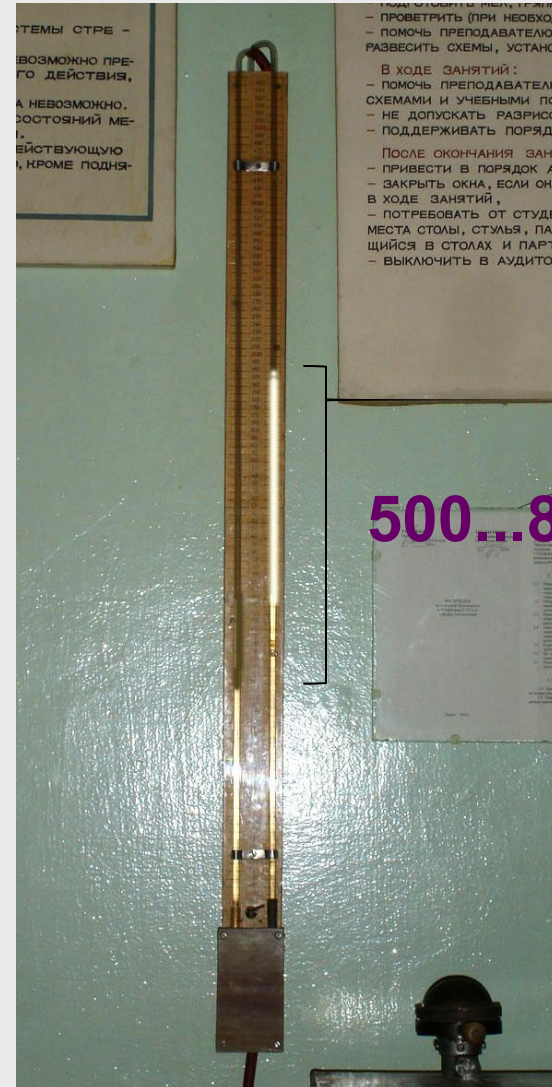




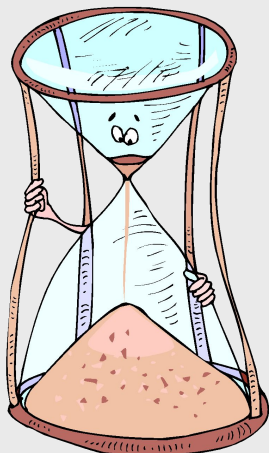
Закройте клапан.



С помощью компрессора проведите нагнетание воздуха в бак до избыточного давления 500...800 мм вод. ст.

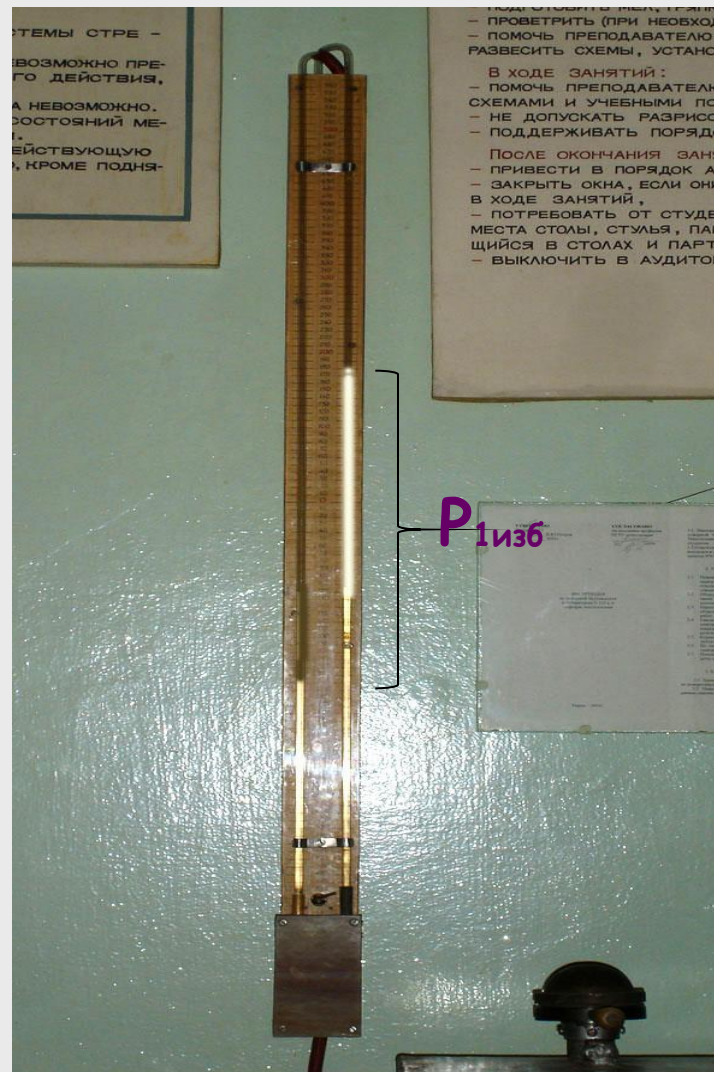


Сделайте выдержку 5-7 минут,



необходимую для выравнивания температур воздуха в баке и окружающей среды.

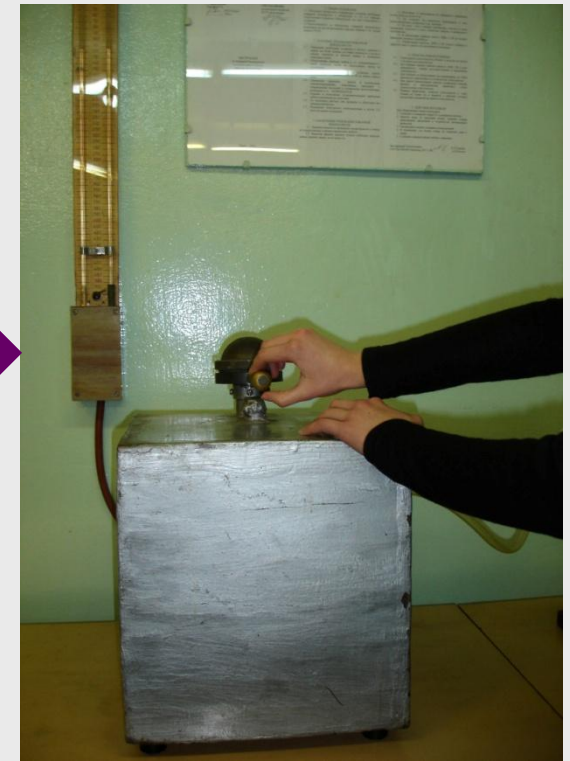
При достижении установившихся показаний жидкостного манометра определите величину избыточного давления  $P_{1 \text{ изб}}$ .



Откройте клапан для  
расширения воздуха  
до атмосферного  
давления,

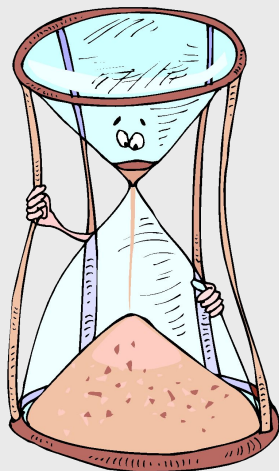
дождитесь, пока  
избыточное давление  
в баке не упадет  
до нуля,

после чего  
немедленно  
закройте клапан.



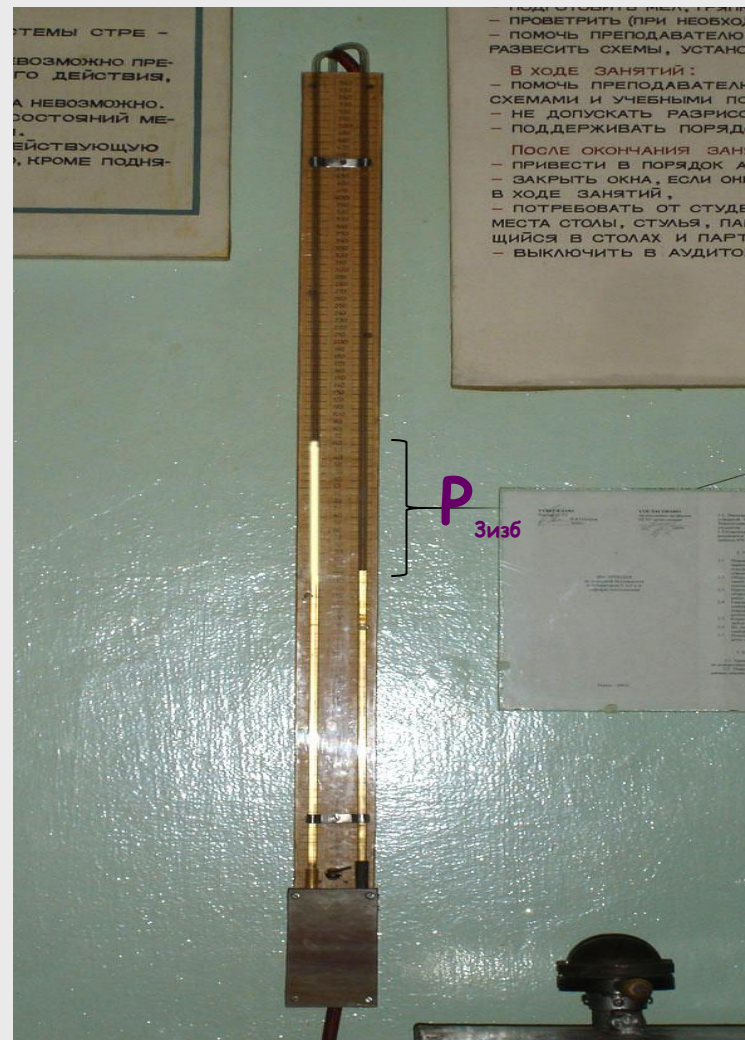


Сделайте выдержку 5-7 минут,



необходимую для нагрева воздуха в баке до комнатной температуры.

При достижении установившихся показаний жидкостного манометра определите величину избыточного давления  $P_{з\text{ изб}}$ .



Определите значения

атмосферного давления

и комнатной температуры





После того, как определены величины  $P_{1\text{изб}}$  и  $P_{3\text{изб}}$ , а также параметры атмосферного воздуха, полученные данные занесите в таблицу 1.

Например так...

Таблица 1

<i>Избыточное давление, мм вод.ст.</i>		<i>Параметры атмосферного воздуха</i>	
<i><math>P_{1\text{изб}}</math></i>	<i><math>P_{3\text{изб}}</math></i>	<i><math>t, ^\circ\text{C}</math></i>	<i><math>P_{\text{атм}}, \text{Па}</math></i>
<b>570</b>	<b>100</b>	<b>18,5</b>	<b>99800</b>



Определите показатель политропного расширения воздуха.

Рассчитайте абсолютные давления в точках 1, 2, 3, помня, что

$$P = P_{\text{атм}} + P_{\text{изб}}$$

Показатель политропы процесса 1-2 вычислите по формуле:

$$n = \frac{\ln \left( \frac{P_2}{P_1} \right)}{\ln \left( \frac{P_3}{P_1} \right)}$$



Полученное значение показателя политропы  
проверьте на компьютере и

**покажите преподавателю!!!**



После его одобрения  
можете продолжать  
дальнейшие вычисления.



Определите для всех четырех характерных точек процессов параметры состояния воздуха, а также его массу.

Вычисления проводите с точностью до четырех знаков после запятой.

При расчетах используйте уравнение состояния идеального газа в виде:

$$Pv = RT, \quad PV = mRT$$

принимая значения удельной газовой постоянной воздуха

$$R = 287 \text{ Дж} / (\text{кг K}) ,$$

показателя адиабаты  $k = 1,4$  .



Результаты вычислений параметров состояния  
занесите в таблицу 2

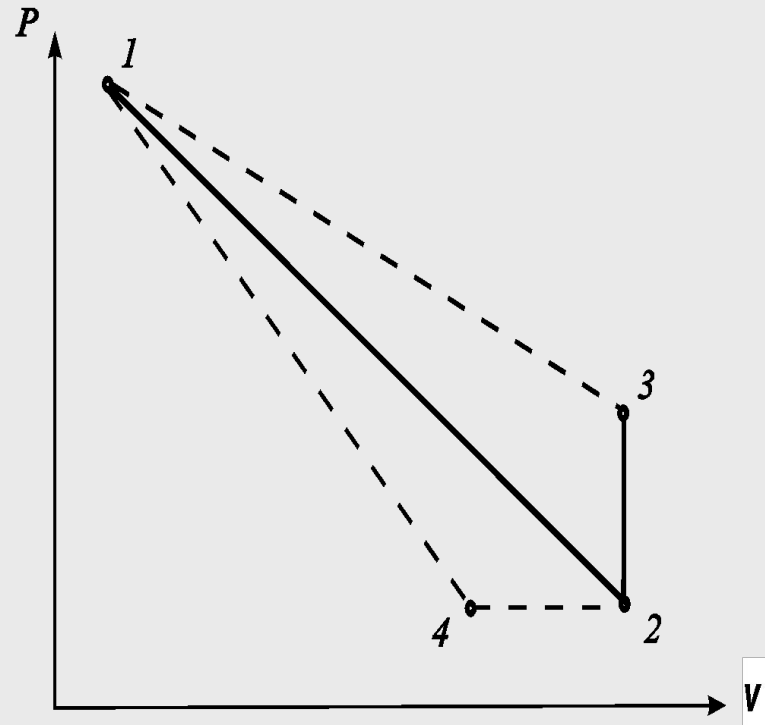
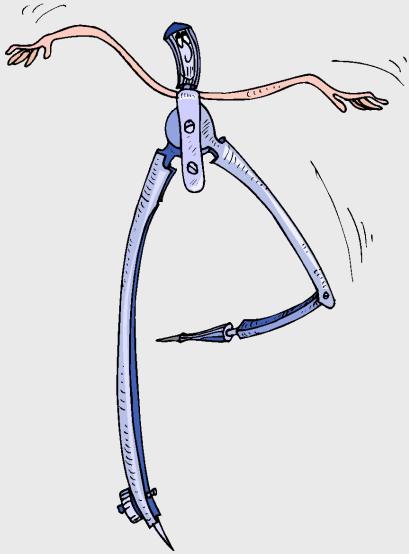
Например так...

Таблица 2

	<i>Характерные точки процесса</i>			
<i>Параметр</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
$P$ , кПа	105,3880	99,8000	100,7801	99,8000
$T$ , К	291.5000	288.6552	291.5000	286.9863
$\nu$ , м <sup>3</sup> /кг	0.7938	0.8308	0.8308	0.8253
$m$ , кг	0.0444	0.0437	0.0437	0.0424



По найденным значениям параметров состояния постройте рабочую диаграмму пяти термодинамических процессов.





## Рассчитайте энергетические характеристики.

Для всех пяти процессов, изображенных на диаграмме, вычислите массовую теплоемкость воздуха  $c_p$ , количество теплоты  $Q$ , изменение внутренней энергии  $U$  и энтальпии  $I$ , а также работу деформации  $L$  и располагаемую работу  $L'$  термодинамической системы.

Для нахождения изохорной и изобарной теплоемкостей используйте уравнение Майера

$$c_p - c_v = R$$

и соотношение

$$c_p / c_v = k$$

В процессах, протекающих с переменной массой, используйте её среднее значение.



Результаты вычислений энергетических характеристик занесите в таблицу 3.

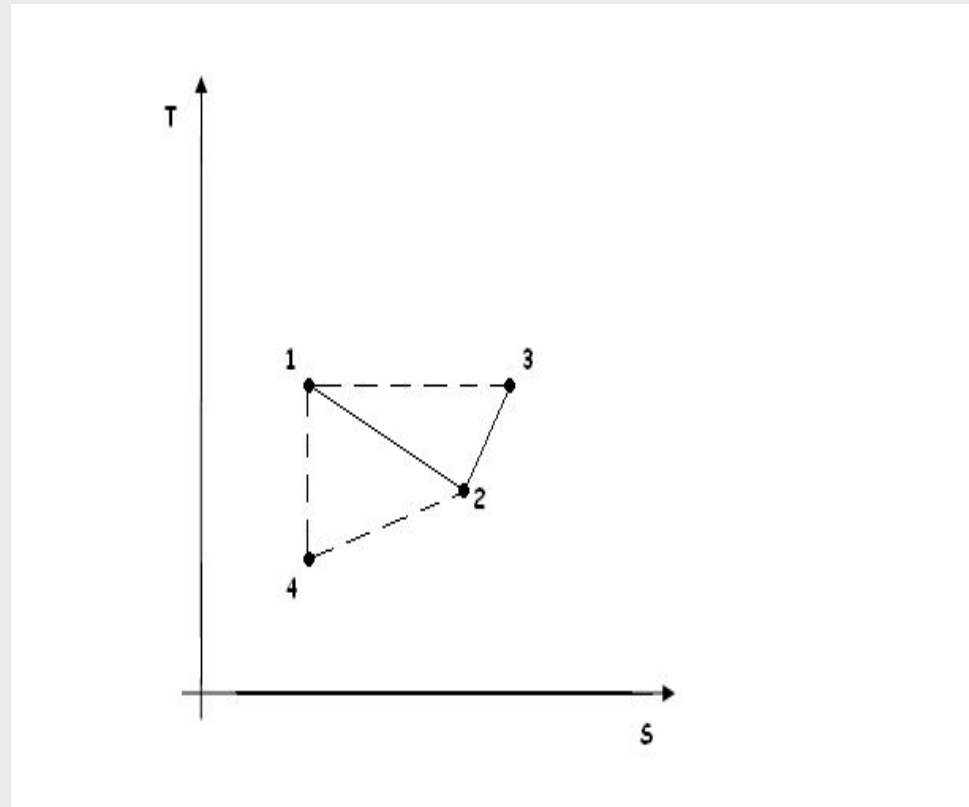
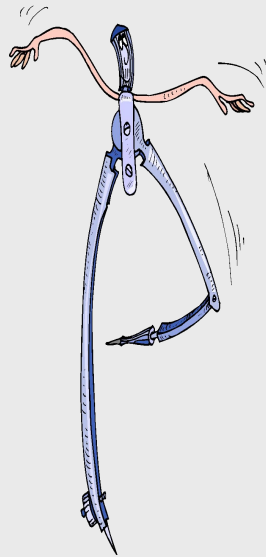
Например так...

Таблица 3

Параметр	Процессы				
	<i>1-2</i> политропный	<i>1-4</i> адиабатный	<i>4-2</i> изобарный	<i>2-3</i> изохорный	<i>3-1</i> изотермический
<i>n</i>	1,2186	1,4	0		1
$c_{\varphi}$ , Дж/(кг К)	-595,4	0	1004,5	717,5	бесконечность
$\Delta U$ , Дж	-88,796	-139,916	51,134	87,775	0
$L$ , Дж	163,771	139,542	20,029	0	-167,405
$Q$ , Дж	73,685	0	71,587	87,775	-167,405
$L'$ , Дж	199,571	195,359	0	-35,579	-167,405
$\Delta I$ , Дж	-124,314	-195,882	71,587	122,886	0



По дополнительному заданию преподавателя  
изобразите тепловую диаграмму  
рассмотренных термодинамических процессов  
в  $T$ - $s$  координатах.



Работа выполнена !

***The End.***

