

Задача 1

Давление газа зависит от объема по закону $p = \alpha \sqrt{V}$, где $\alpha = \text{const}$. Найти, во сколько раз изменится температура газа при изменении давления в 2 раза.

Задача 2(Внутренняя энергия)

В сосуде содержится 0,1 моль азота. Среднеквадратичная скорость его молекул равна 400 м/с. Чему равна внутренняя энергия этой порции азота?

Задача 3(Внутренняя энергия)

Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_0 = 600 \text{ K}$ и давлении $p_0 = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$, расширяется и одновременно охлаждается так, что его температура при расширении обратно пропорциональна объёму. Конечное давление газа $p = 10^5 \text{ Па}$.

1. Чему равна температура газа после расширения?
2. Чему равна внутренняя энергия газа после расширения?

Задача 4(Теплоемкость)

В некотором процессе над газом совершена работа $A' = 100 \text{ Дж}$, при этом его внутренняя энергия возросла на $\Delta U = 80 \text{ Дж}$, а температура увеличилась на $\Delta t = 10^\circ\text{C}$. Найти среднюю теплоемкость газа в этом процессе.

Задача 5(Теплоемкость)

Газообразный гелий нагревается (непрерывно повышается температура) от температуры T_0 в процессе, в котором молярная теплоёмкость газа зависит от температуры T по закону $C = \frac{2}{3} R \frac{T}{T_0}$. Найти температуру T , при нагревании до которой газ совершил работу, равную 0.

<p>Задача 6(КПД)</p> <p>Вычислите КПД цикла, изображённого на рисунке. Рабочим телом служит идеальный одноатомный газ.</p>	
<p>Задача 7</p> <p>Один моль гелия нагревают в процессе, показанном на диаграмме, увеличивая объем в 2 раза. Начальная температура гелия $T_0 = 300\text{K}$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Перерисовать график в координаты $p(V)$. 2. Найдите работу газа. 3. Найдите подведенное количество теплоты. 4. Найдите теплоемкость газа. 	
<p>Задача 8</p> <p>Два моля идеального одноатомного газа переводят из состояния 1 в состояние 2, а затем – в состояние 3 (см. рисунок). Пунктирными линиями на диаграмме показаны изотермы. Найти: $\frac{Q_{12}}{Q_{23}}$</p>	

Задача 9 (Экспериментальное определение показателя адиабаты)

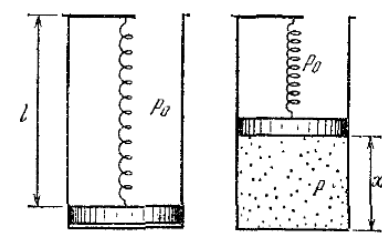
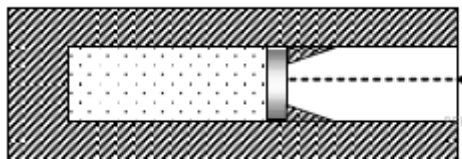
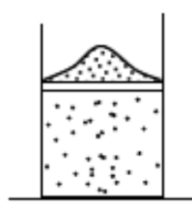
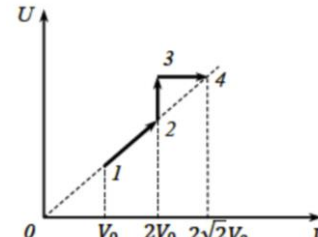
Экспериментально определить отношение теплоёмкостей газа при постоянном давлении и постоянном объёме $\gamma \equiv \frac{C_p}{C_v}$ можно следующим методом. Определённое количество молей газа ν , начальные значения объёма и давления которого равны V_0 и p_0 , нагревают дважды с помощью спирали, по которой пропускают один и тот же ток в течение одинакового времени:

сначала — при постоянном объёме, причём конечное давление составляет p , затем — при постоянном давлении, причём конечный объём составляет V^* .

1. Найдите по этим данным γ , считая газ идеальным.
2. Найдите число атомов в молекулах этого идеального газа.

Ответ: $\gamma = \frac{V_0(p-p_0)}{p_0(V^*-V_0)}$ $i = \frac{2 p_0(V^*-V_0)}{p V_0 - p_0 V^*}$

ДОП ЗАДАЧИ

<p>Задача 10 Идеальный газ расширяется в механизме, указанном на рисунке. Площадь поршня равна S. Коэффициент жесткости равен k.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Найти зависимость давления газа от объема $p(V) = ?$ 2. Найти молярную теплоемкость газа в этом процессе. <p>Ответ: $p = \frac{k}{S^2} V \quad C = 2R$</p>	
<p>Задача 11 В вакууме закреплён горизонтальный цилиндр. В цилиндре находится гелий, запёртый поршнем. Поршень массой $M = 90$ г удерживается упорами и может скользить влево вдоль стенок цилиндра без трения. В поршень попадает пуля массой $m = 10$ г, летящая горизонтально со скоростью $v = 400$ м/с, и застревает в нём. Температура гелия в момент остановки поршня в крайнем левом положении возрастает на $\Delta T = 64$ К. Чему равно количество вещества гелия в цилиндре? Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплом с цилиндром и поршнем.</p>	 <p>Ответ: $\nu = \frac{m^2 v^2}{3(m+M)R\Delta T} \approx 0.1$ моль</p>
<p>Задача 12 В теплоизолированном сосуде под массивным поршнем, на котором лежит куча песка, находится идеальный газ. Объем газа V, давление p. Песок (по одной песчинке) снимают с поршня, и объем газа медленно увеличивается вдвое. Какой была бы кинетическая энергия поршня в тот момент, когда объем газа вырос вдвое, если бы песок сняли с поршня весь сразу? Атмосферное давление отсутствует.</p> <p>Указание. В адиабатном процессе давление и объем газа связаны соотношением $pV^\gamma = const$, где γ — известное число ($\gamma > 1$)</p> <p>Ответ: $pV \left(\frac{3}{2} - 2^{2-\gamma} \right)$</p>	
<p>Задача 13 Зависимость внутренней энергии идеального газа от объема указана на рисунке. На каком из участков совершенная работа максимальна.</p> <p>Ответ: 1-2</p>	

Краткая теоретическая сводка

Лекция 4		Лекция 5	
Основное уравнение МКТ	$p = \frac{1}{3} m n \overline{v^2}$	Внутренняя энергия идеального газа	$U = \overline{E_k} \cdot N$ $U = \frac{i}{2} kT \cdot N = \frac{i}{2} \nu RT = \frac{i}{2} pV$
Закон Дальтона для давления смеси газов	$p = p_1 + p_2 + \dots$	Нулевое начало термодинамики	С течением времени в любой системе $T \rightarrow const \quad p \rightarrow const \quad V \rightarrow const$
Постоянные Больцмана, число Авогадро и универсальная газовая постоянная	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}$ $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ $R = k \cdot N_A = 8.31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$	Теплоемкость (обычная, удельная(массовая), молярная)	$C \equiv \frac{Q}{\Delta T} \quad C_m \equiv \frac{Q}{m \Delta T} \quad C_\mu \equiv \frac{Q}{\nu \Delta T}$ $\Delta T \rightarrow 0$
Уравнение Менделеева-Клапейрона (уравнение состояния ид. газа)	$pV = \nu RT$	Молярная теплоемкость (в термодинамике обычно пишут просто C вместо C_μ)	
Абсолютная температура. Связь с кинетической энергией.	$T = t(^{\circ}\text{C}) + 273$ $\overline{E_k} = \frac{i}{2} kT$	Первое начало термодинамики	$Q = A + \Delta U$
Нормальные условия	1. $p = p_{\text{атм}} = 10^5$ Па 2. $T = 273$ К	Работа	$A = S(\text{под графиком } p \text{ от } V)$
Изотермический процесс ($T = const, \nu = const$)	$pV = const$	Количество теплоты	$Q = \nu \cdot S(\text{под графиком } C_\mu \text{ от } T)$
Изобарный процесс ($p = const, \nu = const$)	$\frac{V}{T} = const$	КПД	$\eta \equiv \frac{A_{\text{полн}}}{Q_{\text{получ}}} = \frac{Q_{\text{получ}} - Q_{\text{отд}} }{Q_{\text{получ}}}$
Изохорный процесс ($V = const, \nu = const$)	$\frac{p}{T} = const$		