

► Решение задач  
части «С» ЕГЭ по  
физике по теме  
«Механика» и  
«Термодинамика»

•

# Предмет исследования :

Задачи части “С” по физике, экспериментальная  
проверка двух задач



# Цель проекта:

Научиться решать задачи уровня “С” по физике; провести экспериментальную проверку и исследование зависимости физических величин в двух задач.



# Задачи работы:

1. Научиться применять теорию к задачам
2. Научиться решать комбинированные задачи
3. Научиться работать с лабораторией L-микро «Механика» и некоторыми другими приборами.
4. Доказать на опыте связь между величинами в задачах.
5. Создать мультимедийный продукт по теме проектной разработки, пригодный для использования в школе, на уроках физики.

# Метод работы:

- ▶ работа с лабораторией  $\Gamma$ -микро и другими приборами
- ▶ работа с заданиями прошлых лет
- ▶ работа со справочным материалом
- ▶ работа с учебной литературой



# Актуальность проблемы:

Актуальность проблемы: Большое количество подростков собираются поступать в вузы. Поступление в физические и технические вузы: институт им.Баумана, МИФИ, МТУСИ, физфак МГУ и т.д., возможно только при умении решать задачи уровня «С». Поэтому для абитуриентов важно изучить методы решения задач повышенного уровня. Известно, что физика-наука экспериментальная. Проверка теории на практике является в физике важнейшей задачей. В данной работе мне удалось проверить результаты двух задач экспериментально. В работе я ставил опыты, которые покажу на представлении своего проекта.

Теория

# Механика

## Закон сохранения энергии

Закон сохранения энергии – фундаментальный закон природы, установленный эмпирически и заключающийся в том, что энергия изолированной (замкнутой) системы сохраняется во времени. Другими словами, энергия не может возникнуть из ничего и не может исчезнуть в никуда, она может только переходить из одной формы в другую. Закон сохранения энергии встречается в различных разделах физики и проявляется в сохранении различных видов энергии. Например, в термодинамике закон сохранения энергии называется первым началом термодинамики.

Поскольку закон сохранения энергии относится не к конкретным величинам и явлениям, а отражает общую, применимую везде и всегда, закономерность, то правильнее называть его не законом, а принципом сохранения энергии.

Закон сохранения энергии является универсальным. Для каждой конкретной замкнутой системы, вне зависимости от её природы можно определить некую величину, называемую энергией, которая будет сохраняться во времени. При этом выполнение этого закона сохранения в каждой конкретно взятой системе обосновывается подчинением этой системы своим специфическим законам динамики, вообще говоря различающихся для разных систем.

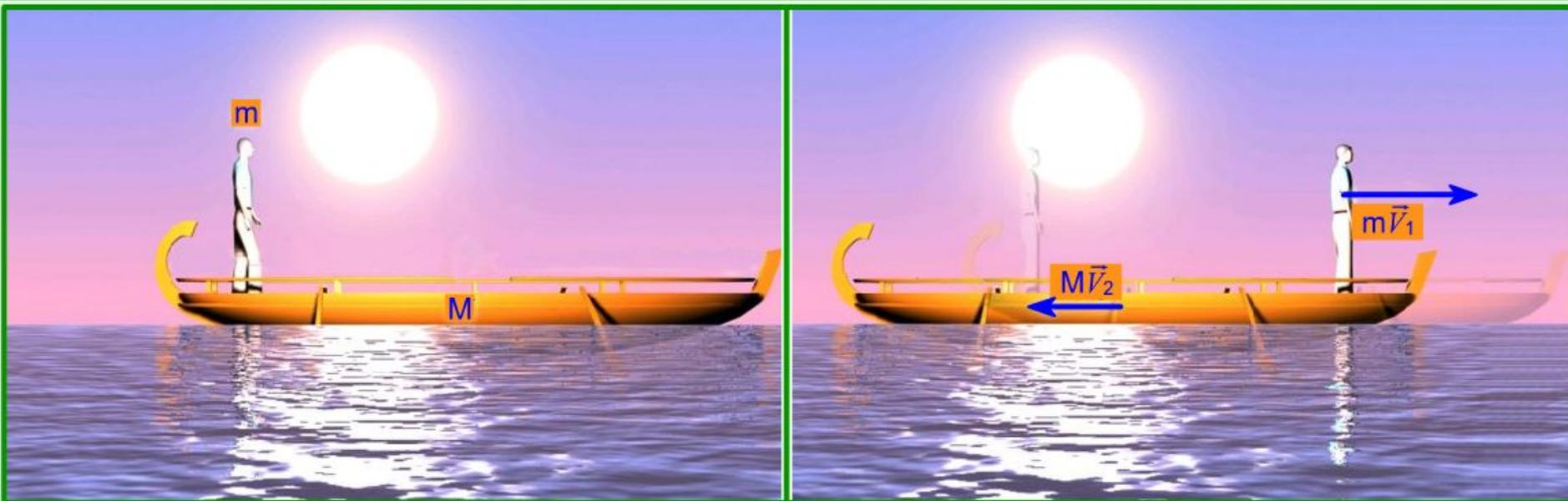
## Закон сохранения импульса

Закон сохранения импульса (Закон сохранения количества движения) утверждает, что сумма импульсов всех тел (или частиц) замкнутой системы есть величина постоянная.

Из законов Ньютона можно показать, что при движении в пустом пространстве импульс сохраняется во времени, а при наличии взаимодействия скорость его изменения определяется суммой приложенных сил. В классической механике закон сохранения импульса обычно выводится как следствие законов Ньютона. Однако этот закон сохранения верен и в случаях, когда ньютоновская механика неприменима (релятивистская физика, квантовая механика).

Как и любой из фундаментальных законов сохранения, закон сохранения импульса описывает одну из фундаментальных симметрий, — однородность пространства.

# Закон сохранения импульса



Сумма импульсов всех тел замкнутой системы остается неизменной при любых взаимодействиях между телами системы





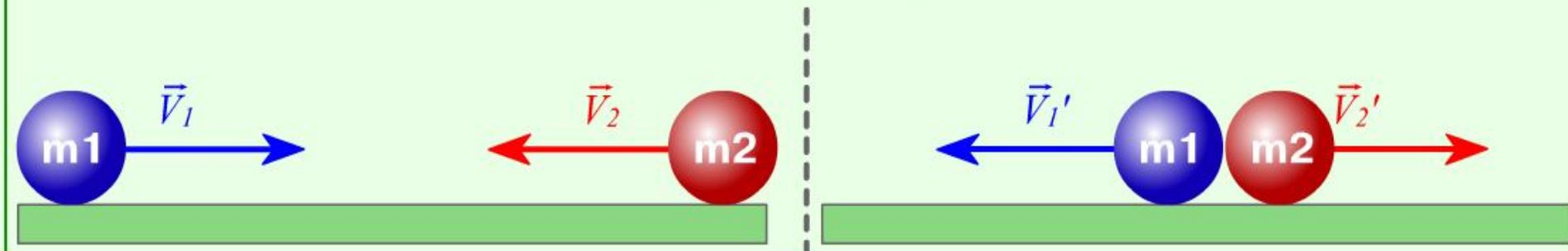
$$m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2 = m_1 \vec{V}'_1 + m_2 \vec{V}'_2$$

В общем виде для замкнутой системы тел:

$$\vec{P}_1 = \vec{P}_2$$

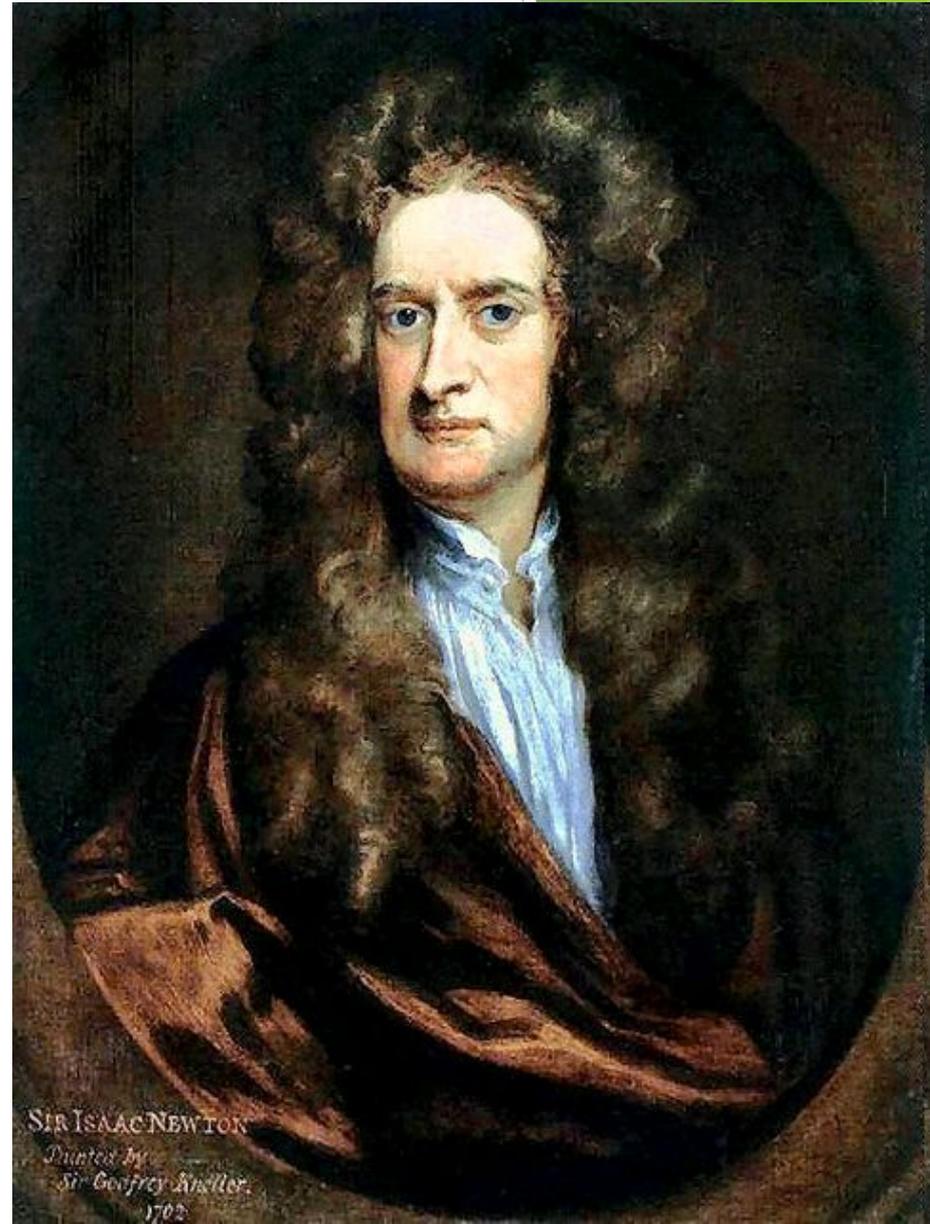
$P_1$  - суммарный импульс тел системы до взаимодействия [ кг·м/с ]

$P_2$  - суммарный импульс тел системы после взаимодействия [ кг·м/с ]



# Законы Ньютона

▶ Законы Ньютона — в зависимости от того, под каким углом на них посмотреть, — представляют собой либо конец начала, либо начало конца классической механики. В любом случае это поворотный момент в истории физической науки — блестящая компиляция всех накопленных к тому историческому моменту знаний о движении физических тел в рамках физической теории, которую теперь принято именовать классической механикой. Можно сказать, что с законов движения Ньютона пошел отсчет истории современной физики и вообще естественных наук.



# Первый закон Ньютона

$$\vec{V} = \text{const}$$



$$\vec{F} = 0$$



Тело движется равномерно и прямолинейно или находится в состоянии покоя тогда и только тогда, когда на него не действуют силы или все приложенные силы скомпенсированы.



# Второй закон Ньютона



$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Вариант 1: Сила, приложенная к телу, равна произведению массы тела на ускорение, которое сообщает сила. Направление силы и ускорения совпадают.



Вариант 2: Сумма сил, действующих на тело, равна произведению массы тела на ускорение. Направление результирующей силы и ускорения совпадают.



Вариант 3: Произведение результирующей силы на время ее действия равно изменению импульса тела.





$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad \text{или} \quad \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$a$  - ускорение тела [ м/с<sup>2</sup> ]

$F$  - равнодействующая сил, действующих  
на тело [ Н ]

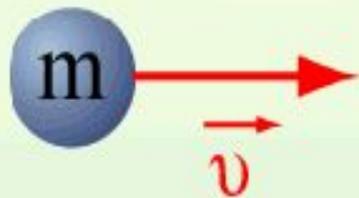
$m$  - масса тела [ кг ]



# Третий закон Ньютона



Тела при взаимодействии действуют друг на друга с силами, равными по величине и противоположными по направлению. Силы действия и противодействия приложены к разным телам и являются силами одной природы.

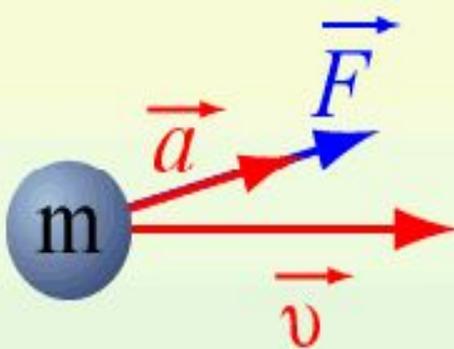


$$\vec{v} = \text{const},$$

при  $\vec{F} = 0$

## I закон

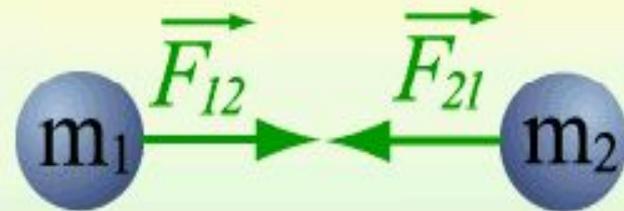
*Существуют такие системы отсчета, в которых всякое тело будет сохранять состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения до тех пор, пока действие других тел не заставит его изменить это состояние.*



$$\vec{F} = m\vec{a}$$

## II закон

*Под действием силы тело приобретает такое ускорение, что его произведение на массу тела равно действующей силе.*



$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

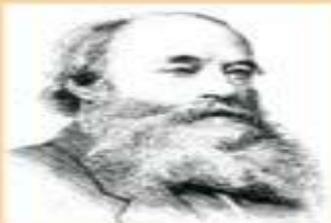
## III закон

*Силы, с которыми взаимодействующие тела действуют друг на друга, равны по модулю и направлены по одной прямой в противоположные стороны.*

# Термодинамика

Термодинамика основывается на трёх законах, которые сформулированы на основе экспериментальных данных и поэтому могут быть приняты как постулаты. Но рассмотрим сейчас только 2.

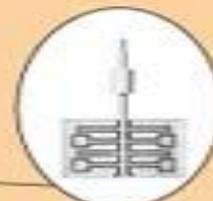
## ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ ТЕПЛОТЫ И РАБОТЫ



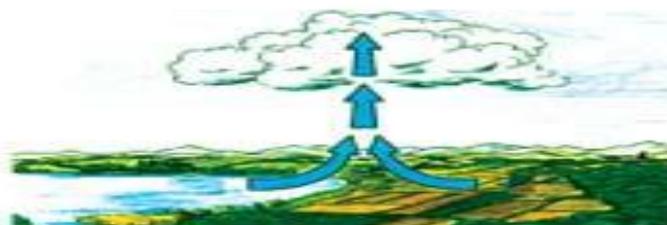
Джеймс Джоуль



Опыт Джоуля

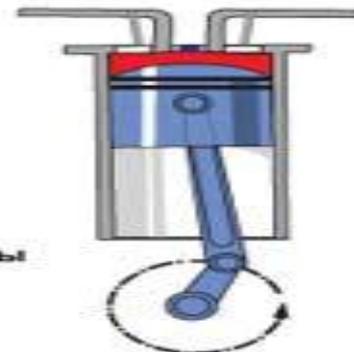
Устройство  
калориметра  
Джоуля

## ДВА СПОСОБА ИЗМЕНЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ



Изменение внутренней энергии совершением работы

$$\Delta U = A$$

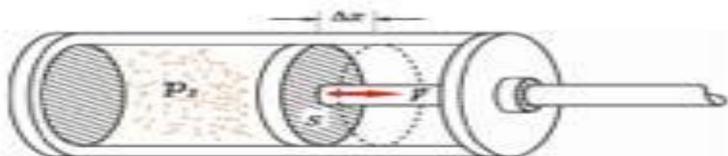


Изменение внутренней энергии теплопередачей

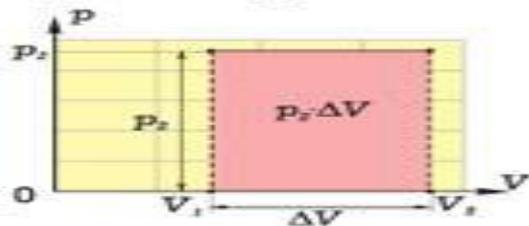
$$\Delta U = Q$$



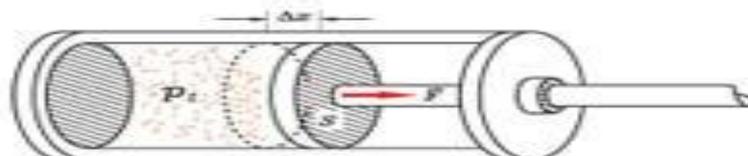
### Изобарное расширение газа



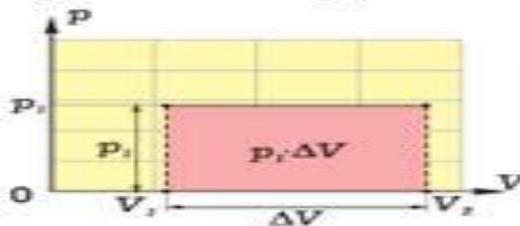
$$A'_1 = F \cdot \Delta x = p_2 \cdot S \cdot \Delta x$$



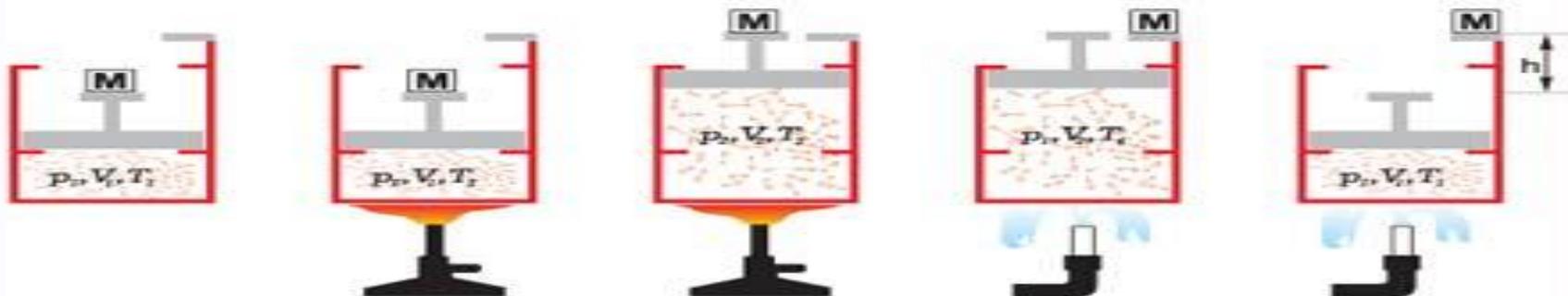
### Изобарное сжатие газа



$$A'_2 = -F \cdot \Delta x = -p_1 \cdot S \cdot \Delta x$$



### ЦИКЛ РАБОТЫ ТЕПЛОВОЙ МАШИНЫ



### РАБОТА ГАЗА ЗА ЦИКЛ

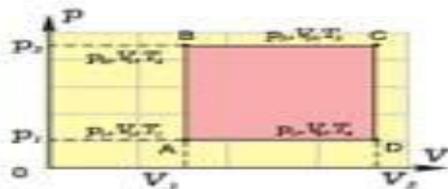
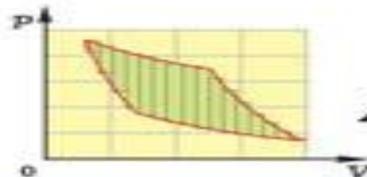


Диаграмма цикла тепловой машины

$$\begin{aligned} A' &= A'_1 + A'_2 = \\ &= p_2 \cdot S \cdot h - p_1 \cdot S \cdot h \\ &= (p_2 - p_1) \cdot \Delta V = \Delta p \cdot \Delta V \end{aligned}$$



$$A' = \sum \Delta p_i \cdot \Delta V_i$$

## ЗАКОНЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

## ПЕРВЫЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ

Внутренняя энергия изолированной системы не изменяется при любых взаимодействиях внутри системы:  $U = \text{const}$ ,  $\Delta U = 0$ .

Изменение  $\Delta U$  внутренней энергии неизолированной термодинамической системы равно сумме количества переданной теплоты  $Q$  и работы  $A$  внешних сил

$$\Delta U = Q + A$$

Любая машина может совершить работу  $A'$  над внешними телами только за счет изменения  $\Delta U$  внутренней энергии или получения извне некоторого количества теплоты  $Q$

$$A' = Q - \Delta U$$

## ВТОРОЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ

Невозможно создание периодически действующей тепловой машины, совершающей работу за счет получения количества теплоты от одного тела и не вызывающей при этом никаких изменений в других телах



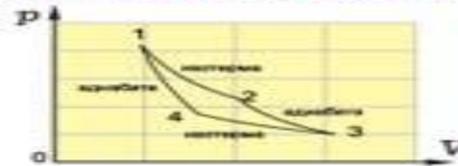
## КПД ТЕПЛОВОЙ МАШИНЫ

$$\eta = \frac{A'}{Q_1} \quad A' = Q_1 - Q_2 \quad \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

## МАКСИМАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ КПД ТЕПЛОВОЙ МАШИНЫ



Сади Карно

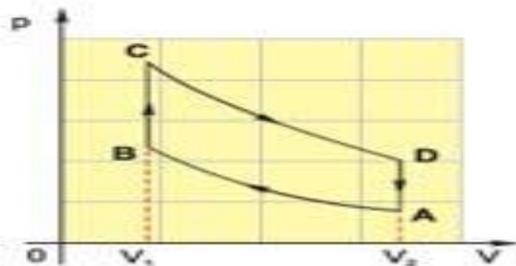
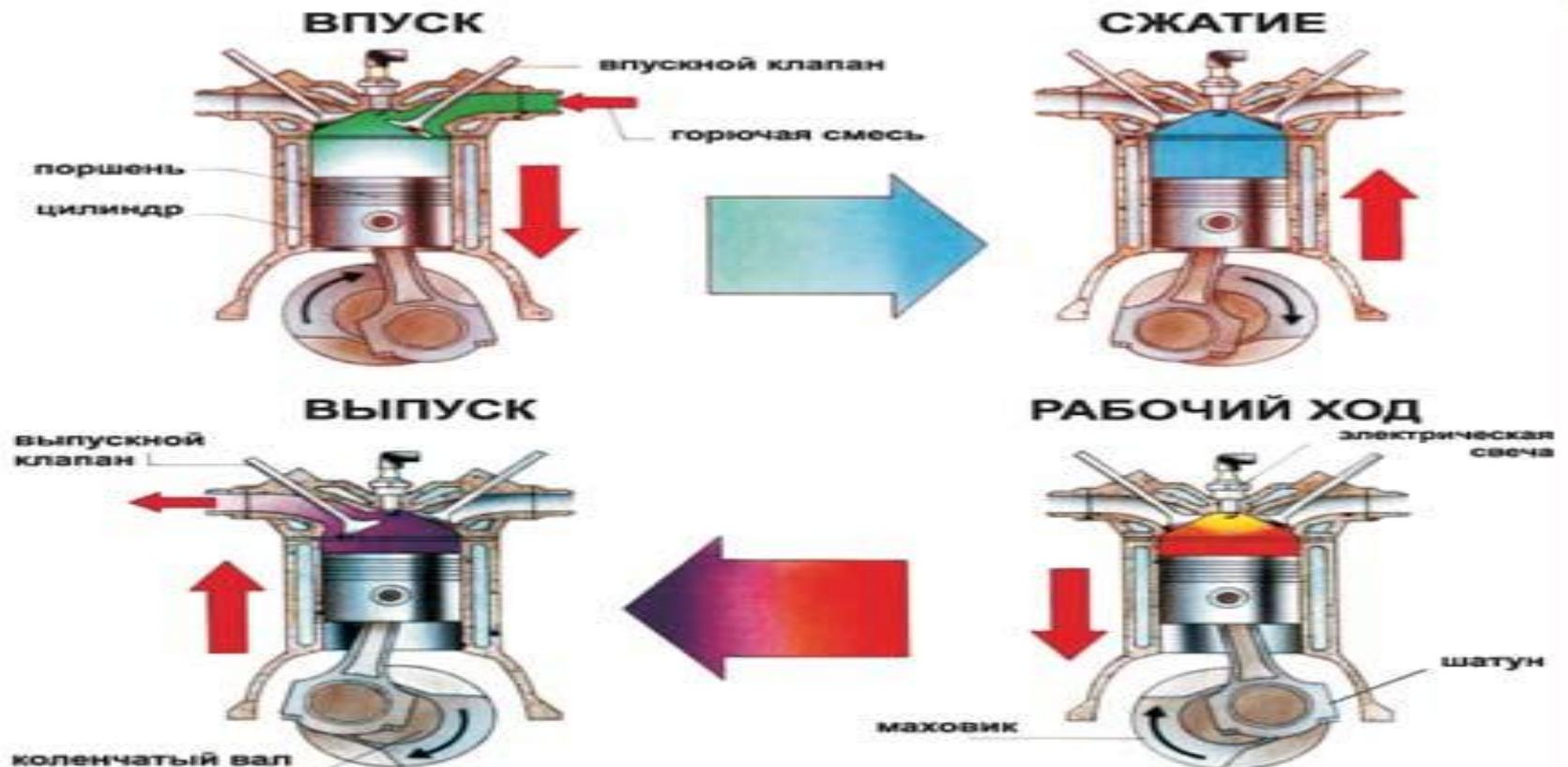


Цикл Карно

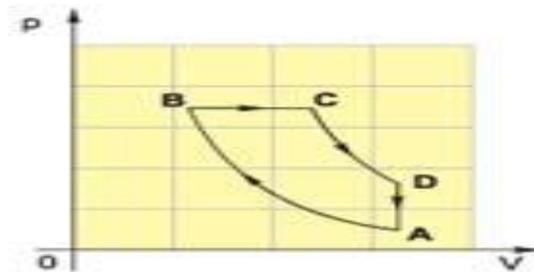
$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

КПД идеальной тепловой машины

## ЧЕТЫРЕХТАКТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ



Цикл карбюраторного двигателя



Цикл двигателя Дизеля

# ГАЗОТУРБИННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

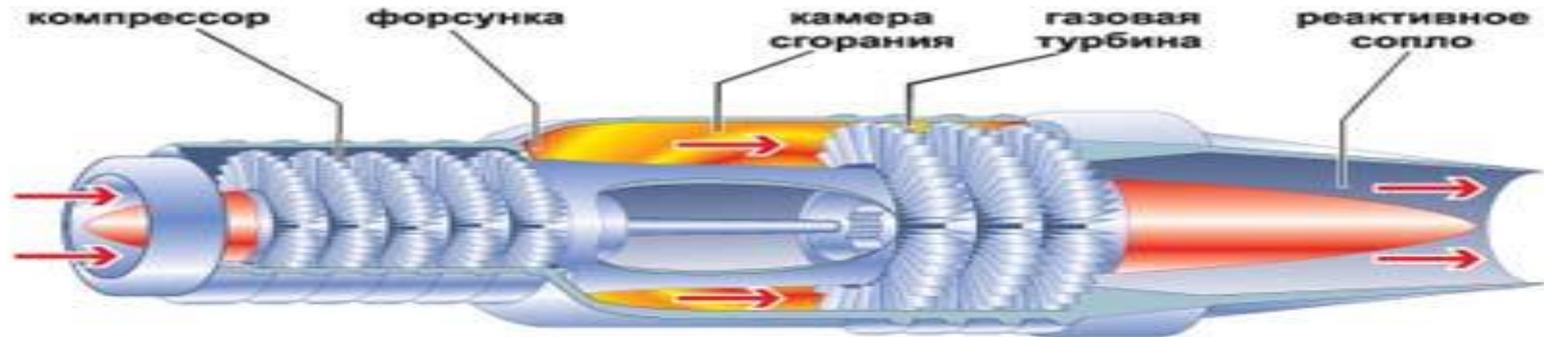


Схема устройства газотурбинного двигателя

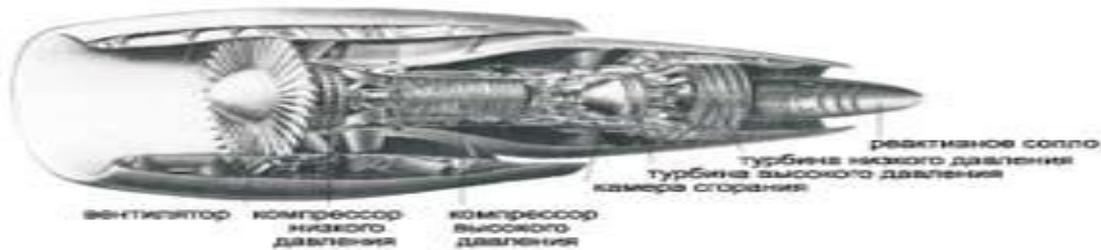
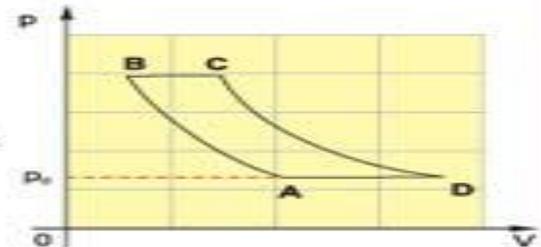


Схема устройства двухконтурного турбореактивного двигателя



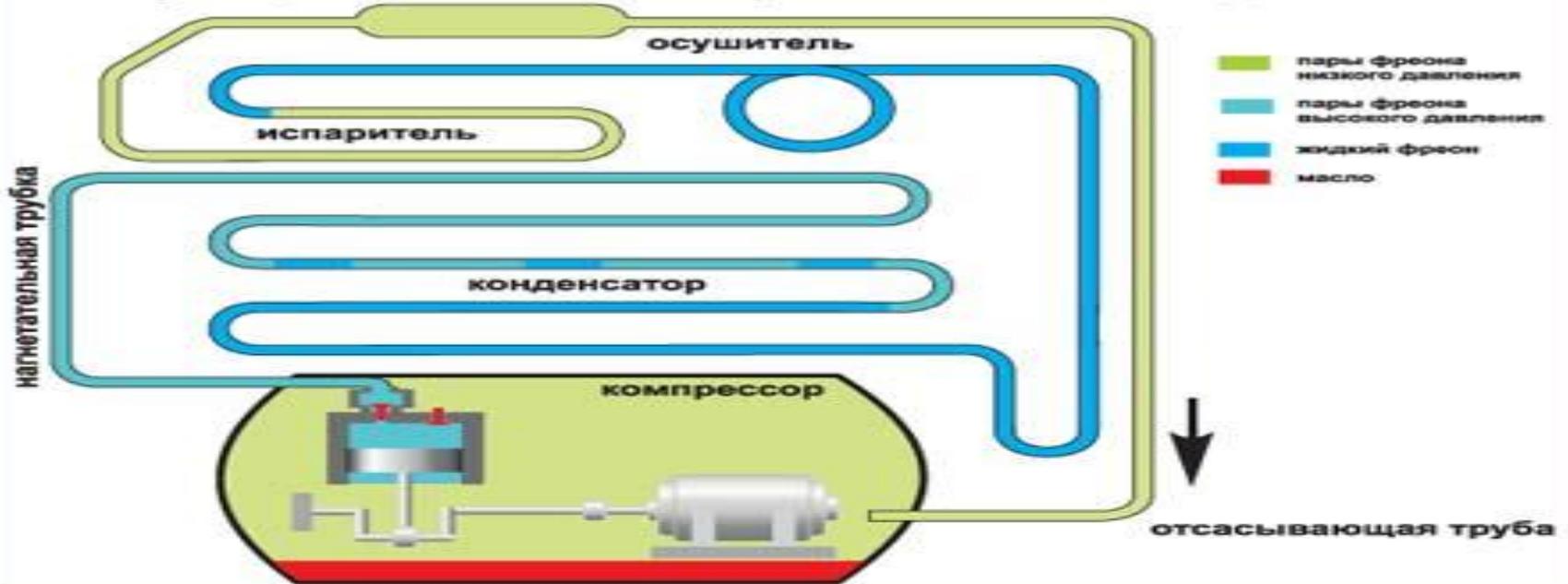
Цикл газовой турбины



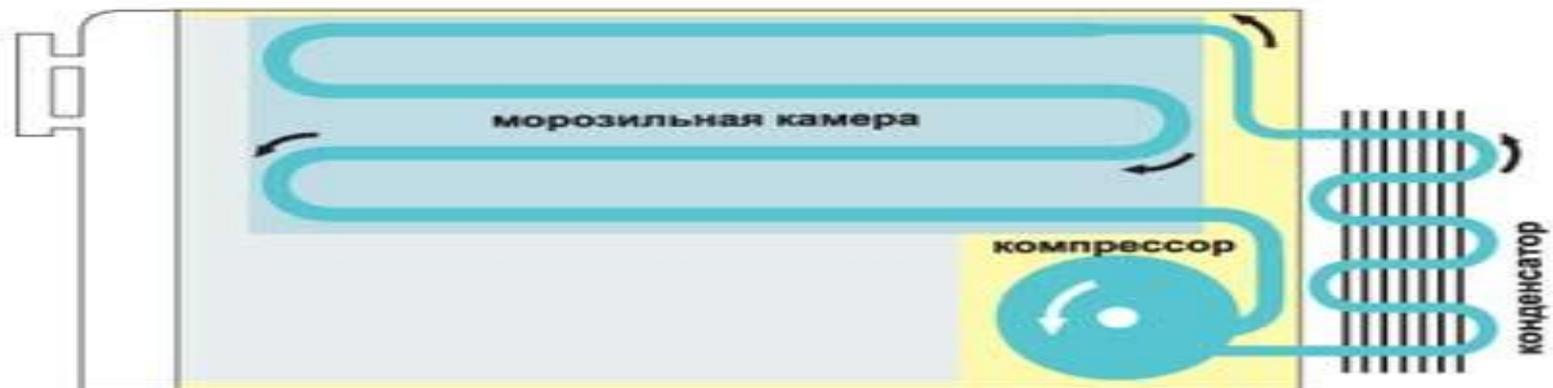
Самолет с газотурбинными двигателями

## КОМПРЕССИОННЫЙ ХОЛОДИЛЬНИК

## Принцип действия компрессионного холодильника



## Конструкция компрессионного холодильника



# Задачи части «С»

# Задача №1

- ▶ Брусок  $m_1 = 500\text{г}$  соскальзывает по наклонной поверхности с высоты  $h = 0,8\text{м}$  и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском  $m_2 = 300\text{г}$ . Считая столкновение абсолютно неупругим, определите изменение кинетической энергии первого бруска после столкновения. Трением при движении пренебречь. Считать что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.

# Задача 51

Дано:

$$m_1 = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}$$

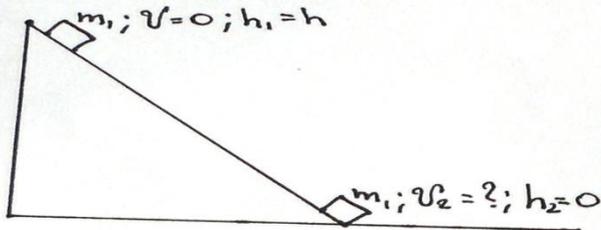
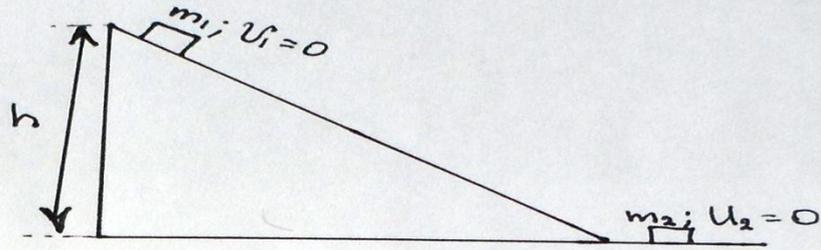
$$m_2 = 300 \text{ г} = 0,3 \text{ кг}$$

$$h = 0,8 \text{ м}$$

$$u_2 = 0$$

$$v_1 = 0$$

$$E_k = ?$$



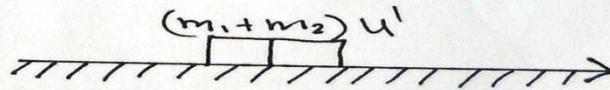
3-й закон сохранения энергии (1)

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$$

$$m_1 g h = \frac{m_1 v_2^2}{2}$$

$$v_2^2 = 2 g h$$

3-й закон сохранения импульса "СТАЛО" (2)



"Было"



$$O_x: m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) u'$$

$$u' = \frac{m_1 u_1}{m_1 + m_2}$$

$$E_k = \frac{(m_1 + m_2) u'^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2) m_1^2 u_1^2}{2 (m_1 + m_2)^2} = \frac{(m_1 + m_2) m_1^2 2 g h}{2 (m_1 + m_2)^2} = \frac{m_1^2 g h}{m_1 + m_2} =$$

$$= \frac{0,5^2 \cdot 10 \cdot 0,8}{0,5 + 0,3} = 2,5 \text{ Дж}$$

# Экспериментальная проверка задачи №1

проведена с использованием лаборатории L-микро  
«Механика»

(Демонстрируется показ опытов и объясняется ход  
исследования)

## Задача №2

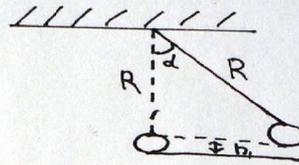
- ▶ Шар, массой 1 кг, подвешенный на нити длиной 90 см, отводят от положения равновесия на угол  $60^\circ$  и отпускают. В момент прохождения шаром положения равновесия в него попадает пуля массой 10 г, летящая на встречу шару. Она пробивает его и продолжает двигаться горизонтально. Определите изменение скорости пули в результате попадания в шар, если он, продолжая движение в прежнем направлении, отклоняется на угол  $39^\circ$ .

# Задача 52.

Дано:

- $m_1 = 1 \text{ кг}$
- $R = 90 \text{ см} = 0,9 \text{ м}$
- $\angle d = 60^\circ$
- $m_2 = 10 \text{ г} = 0,01 \text{ кг}$
- $\angle \beta = 39^\circ = \frac{\pi}{9}$

$\Delta U = ?$



$$h_1 = R - R \cos d$$

3-й закон сохранения энергии

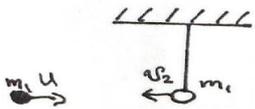
(2)

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$$

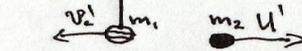
$$m_1 g h_1 = \frac{m_1 v_2^2}{2}$$

$$v_2^2 = 2gh_1; \quad v_2 = \sqrt{2gR(1-\cos d)}$$

"Было"



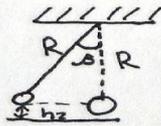
"Стало"



3-й закон сохранения импульса

(3)

$$m_2 u - m_1 v_2 = u' m_2 - m_1 v_2'$$



3-й закон сохранения энергии

(4)

$$E_{k3} + E_{p3} = E_{k4} + E_{p4}$$

$$m_1 g h_2 = \frac{m_1 v_2'^2}{2}$$

$$v_2' = \sqrt{2gh_2} = \sqrt{2gR(1-\cos \beta)}$$

(5)

$$u' = \frac{m_2 u + m_1 v_2' - m_1 v_2}{m_2} = \frac{m_1 \sqrt{2gR(1-\cos \beta)} + m_2 u - m_1 \sqrt{2gR(1-\cos d)}}{m_2} =$$

$$= \frac{m_1}{m_2} (\sqrt{2gR(1-\cos \beta)} - \sqrt{2gR(1-\cos d)}) + u = u + \frac{m_1}{m_2} \sqrt{2gR} (\sqrt{1-\cos \beta} - \sqrt{1-\cos d})$$

## Задача № 3

- ▶ Ареометр, погруженный в жидкость, совершает вертикальные гармонических колебания с малой амплитудой. Определите период этих колебаний. Масса ареометра равна 40г, радиус его трубки 2мм, плотность жидкости 0,8 г/см<sup>3</sup>. Сопротивлением жидкости пренебречь.

# 3 agaras $\sqrt{3}$

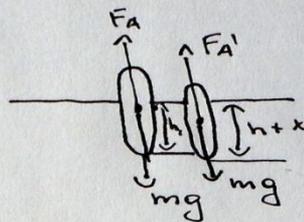
Dano:

$$m = 40 \text{ g} = 0,04 \text{ kg}$$

$$r = 2 \text{ mm} = 0,002 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{me}} = 0,8 \text{ g/cm}^3 = 800 \text{ kg/m}^3$$

T = ?



$$(1) F_A = \rho_{\text{me}} g V_t = \rho_{\text{me}} g S h$$

$$(2) F_{A'} = \rho_{\text{me}} g V_t' = \rho_{\text{me}} g S (h+x)$$

$$(3) F_A = mg$$

$$(4) F = F_{A'} - mg$$

$$F = \rho_{\text{me}} g S (h+x) - mg = \cancel{\rho_{\text{me}} g h S - mg} + \rho_{\text{me}} g S x$$

$$(5) F_{\text{ynp}} = kx$$

$$kx = \rho_{\text{me}} g S x$$

$$k = \rho_{\text{me}} g S$$

$$(6) T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\rho_{\text{me}} g S}}$$

# Экспериментальная проверка задачи № 3

Проведена с использованием лабораторного оборудования:

Два ареометра разной массы, три измерительных цилиндра, весы с гирями, сосуды с водой и насыщенным раствором соли, секундомер.

# Задача № 4

- ▶ Однородный брусок с площадью поперечного сечения  $10^{-2} \text{ м}^2$  плавает на границе несмешивающихся жидкостей с плотностью  $800 \text{ кг/м}^3$  и  $1000 \text{ кг/м}^3$ . Пренебрегая сопротивлением жидкостей, определите массу бруска, если период его малых вертикальных колебаний  $\pi/5 \text{ с}$ .

### 3. Задача 14

Дано:

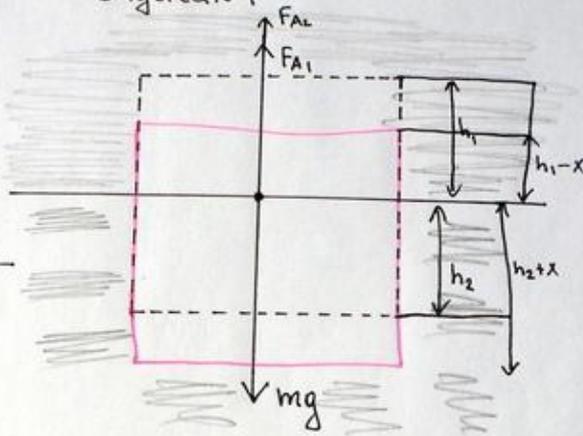
$$S = 10^{-2} \text{ м}^2$$

$$\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_2 = 800 \text{ кг/м}^3$$

$$T = \frac{\pi}{5} \text{ с}$$

$m = ?$



$$(1) F_{A_1} = \rho_2 g S h_1$$

$$(2) F_{A_2} = \rho_1 g S h_2$$

$$(3) F_{A_1}' = \rho_1 g S (h_1 + x)$$

$$(4) F_{A_2}' = \rho_2 g S (h_1 - x)$$

$$(5) F_{A_1} + F_{A_2} = mg$$

$$(6) F = F_{A_1}' + F_{A_2}' - mg$$

$$F = \rho_1 g S (h_1 + x) + \rho_2 g S (h_1 - x) - mg = \rho_1 g S x - \rho_2 g S x = (\rho_1 - \rho_2) g S x = kx$$

$$(7) T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{(\rho_1 - \rho_2) g S}}$$

$$m = \frac{T^2 (\rho_1 - \rho_2) g S}{4\pi^2}$$

# Задача № 5

- ▶ Один моль идеального одноатомного газа сначала охладили, а потом нагрели до первоначальной температуры  $300\text{K}$ , увеличив объем газа в 3 раза. Какое количество теплоты отдал газ на участке 1-2?

Задача 5

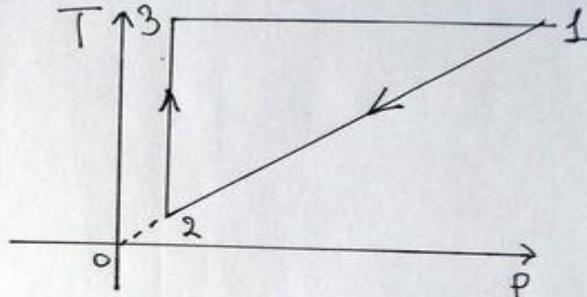
Дано:

$$\nu = 1 \text{ моль (уг. диоксид)}$$

$$T_1 = T_3 = 300 \text{ K}$$

$$\frac{V_3}{V_2} = 3$$

$Q_{12} = ?$



$$1 \rightarrow 2 \quad V = \text{const}$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$Q = \Delta U$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$2 \rightarrow 3 \quad p = \text{const}$$

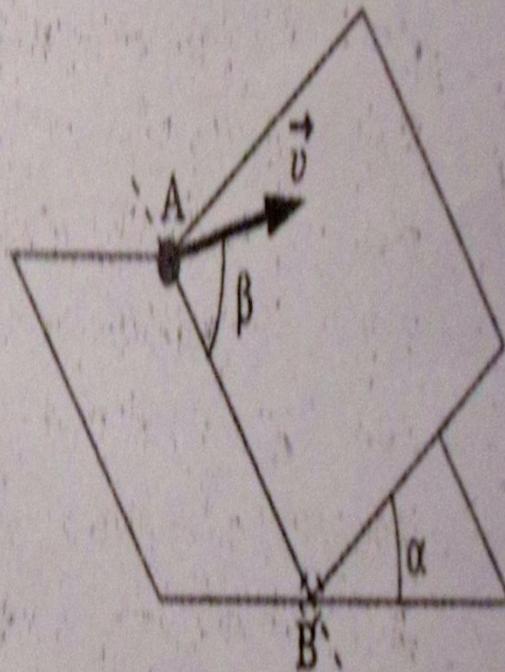
$$\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_2}{T_2}; \quad T_2 = \frac{V_2 T_3}{V_3} = \frac{T_3}{3} = \frac{T_1}{3}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \left( \frac{T_1}{3} - T_1 \right) = -\nu R T$$

## Задача № 6

- ▶ Наклонная плоскость пересекается с горизонтальной плоскостью по прямой АВ. Угол между плоскостями  $\alpha = 30^\circ$ . Маленькая шайба начинает движение вверх по наклонной плоскости из точки А с начальной скоростью  $V_0 = 2 \text{ м/с}$  под углом  $\beta = 60^\circ$  к прямой АВ. В ходе движения шайба съезжает на прямую АВ в точке В. Пренебрегая трением между шайбой и наклонной плоскостью, найдите расстояние АВ. (смотри рисунок ниже)

Наклонная плоскость пересекается с горизонтальной плоскостью по прямой  $AB$ . Угол между плоскостями  $\alpha = 30^\circ$ . Маленькая шайба скользит вверх по наклонной плоскости из точки  $A$  с начальной скоростью  $v_0 = 2$  м/с, направленной под углом  $\beta = 60^\circ$  к прямой  $AB$ . Найдите максимальное расстояние, на которое шайба удалится от прямой  $AB$  в ходе подъема по наклонной плоскости. Трением между шайбой и наклонной плоскостью пренебречь.



## Задача 511.

Дано:

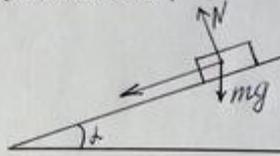
$$\angle \alpha = 30^\circ$$

$$v_0 = 2 \text{ м/с}$$

$$\angle \beta = 60^\circ$$

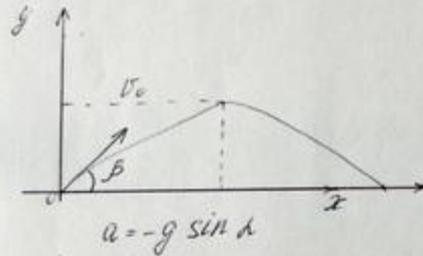
$x = ?$

Решение:



$$O_x: ma = mg \cdot \sin \alpha$$

$$a = g \cdot \sin \alpha$$



$$v_{0x} = v_0 \cos \beta$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \beta$$

$$O_x: a_x = 0;$$

$$v_x = v_0 \cdot \cos \beta = \text{const}$$

$$x = v_x t = v_0 t \cos \beta$$

$$O_y: a_y = a = -g \sin \alpha$$

$$v_y = v_{y0} + a_y t$$

$$v_y = v_0 \sin \beta - g t \sin \alpha$$

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \beta}{g \sin \alpha}$$

$$t = 2 t_1$$

$$x = v_0 t \cos \beta = v_0 \cdot 2t \cdot \cos \beta = v_0 \cdot 2 \frac{v_0 \sin \beta}{g \sin \alpha} \cdot \cos \beta =$$
$$= \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{g \sin \alpha}.$$

# Задача № 7

Один моль идеального одноатомного газа сначала изотермически расширился ( $T_1=300\text{K}$ ). Затем газ охладили, понизив давление в 3 раза. Какое количество теплоты отдал газ на участке 2-3?

(смотри рисунок ниже)

Задача 57

Дано:

$\nu = 1$  моль (уг. диокс.)

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$\frac{P_2}{P_3} = \frac{3}{1} = 3$$

$$T_2 = T_1 = 300 \text{ K}$$

$$Q_{23} = ?$$

1)  $2 \rightarrow 3$   $V = \text{const}$

$$Q_{23} = \Delta U + A \rightarrow 0$$

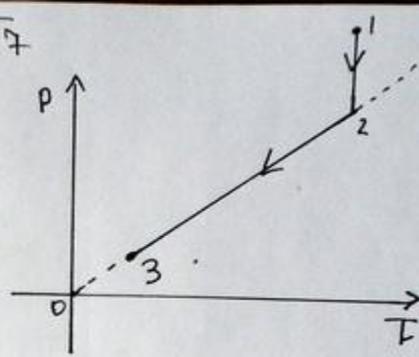
$$(2) \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

(3) уг. пр. Кнандерона  $\frac{PV}{T} = \text{const}$

$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3}; \quad T_3 = \frac{P_3}{P_2} T_2$$

уг (2) и (3)

$$Q_{23} = \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \left( \frac{P_3}{P_2} T_2 - T_2 \right) = \frac{3}{2} \nu R T_2 \left( \frac{P_3}{P_2} - 1 \right) = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \left( \frac{1}{3} - 1 \right) = \dots$$



# Задача № 8

- ▶ Один моль идеального одноатомного газа сначала изотермически расширился ( $T_1=300\text{K}$ ). Затем газ охладили, понизив давление в 3 раза. Какое количество теплоты отдал газ на участке 2-3?

(смотри рисунок ниже)

## Задача 8

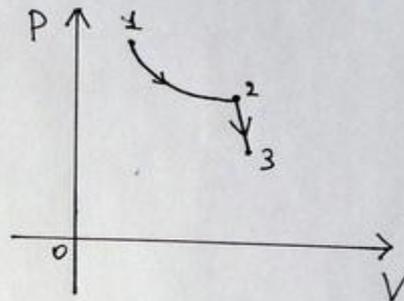
Дано:

$$T_2 = T_1 = 300 \text{ K}$$

$$\frac{P_2}{P_3} = 3$$

$$\nu = 1 \text{ моль (уг. диоксид)}$$

$$Q_{23} = ?$$



$$(1) \quad 2 \rightarrow 3 \quad V = \text{const}$$

$$Q_{23} = \Delta U + A \rightarrow 0$$

$$(2) \quad \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$(3) \quad \text{из ур. Клапейрона} \quad \frac{PV}{T} = \text{const}$$

$$\frac{P_3}{T_3} = \frac{P_2}{T_2}; \quad T_3 = \frac{P_3}{P_2} \cdot T_2$$

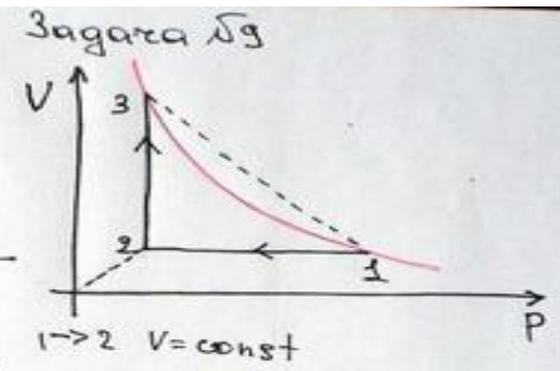
из (2) и (3)

$$Q_{23} = \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \left( \frac{P_3}{P_2} T_2 - T_2 \right) = \frac{3}{2} \nu R T_2 \left( \frac{P_3}{P_2} - 1 \right) = \dots$$

# Задача № 9

Один моль идеального одноатомного газа сначала охладили, а потом нагрели до первоначальной температуры  $300\text{K}$ , увеличив объем газа в 3 раза. Какое количество теплоты отдал газ на участке 1-2? (смотри рисунок ниже)

Дано:  
 $\nu = 1 \text{ моль (уг. газ)}$   
 $T_3 = T_1 = 300 \text{ K}$   
 $\frac{V_2}{V_1} = 3$   
 $Q_{12} = ?$



- (1)  $Q_{12} = \Delta U + A \rightarrow 0$
- (2)  $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$
- (3)  $2 \rightarrow 3 \quad P = \text{const}$   
 уг. гр. Кляперона  $\frac{PV}{T} = \text{const}$   
 $\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}; \quad T_2 = \frac{V_2}{V_3} T_1 = \frac{T_1}{3}$

и (2) и (3)

$$Q_{12} = \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R T_1 \left( \frac{1}{3} - 1 \right) = -\nu R T$$

## Задача № 10

- ▶ На космическом аппарате, находящемся вдали от Земли, начал работать реактивный двигатель. Из сопла ракеты ежесекундно выбрасывается 2кг газа ( $\Delta m / \Delta t = 2 \text{ кг/с}$ ) со скоростью  $V = 500 \text{ м/с}$ . Исходная масса аппарата  $M = 500 \text{ кг}$ . Какой будет скорость  $V_1$  аппарата через  $t = 6 \text{ с}$  после старта. Начальную скорость аппарата принять равной 0. Изменением массой аппарата пренебречь.

### Задача 10'

Дано:

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = 2 \text{ кг}$$

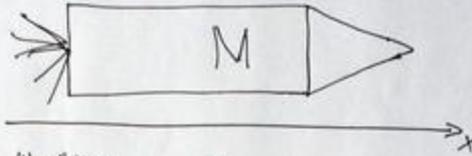
$$u = 500 \text{ м/с}$$

$$M = 500 \text{ кг}$$

$$t = 6 \text{ с}$$

$$v_0 = 0$$

$$\Delta v = ?$$



$$1) \frac{\Delta m}{\Delta t} t = m = \Delta m t$$

$$M \gg m = 12 \text{ кг}$$

(2) 3-й закон сохранения импульса

$$\bullet \text{ } O_x: 0 = M \Delta v - \left( \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot t \right) u$$

$$\Delta v = \frac{\Delta m}{\Delta t M} \cdot t u$$

$$(3) \Delta v = v - v_0 \rightarrow 0$$

$$v = \Delta v = \frac{\Delta m t u}{\Delta t M} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 500}{500} = 12 \text{ м/с}$$

# Выводы работы:

Научился решать задачи «С 2» и «С 3» ЕГЭ по темам «Механика» и «Термодинамика».

Научился работать с лабораторией L-микро «Механика» и некоторыми другими приборами.

Провел экспериментальную проверку и исследование зависимости физических величин в двух задач.

# Библиография

- ▶ ЕГЭ 2009-2010г .
- ▶ Руководство по выполнению экспериментов по физике. Лаборатория L-микро «Механика».
- ▶ Wikipedia.ru
- ▶ *class-fizika.narod.ru*

Спасибо за  
внимание!