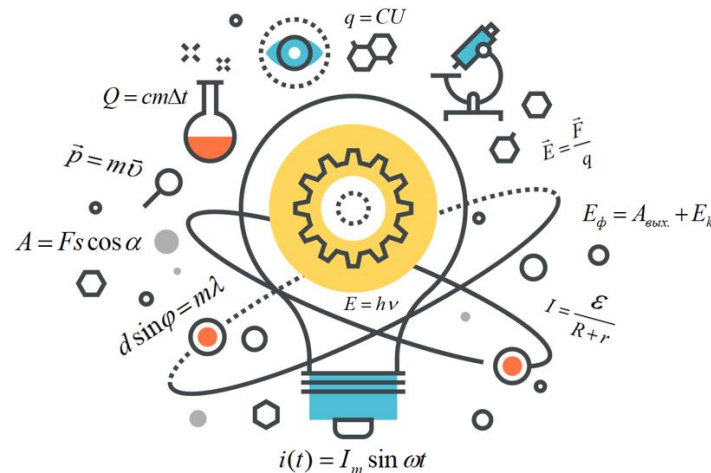


Институт цифровых технологий, электроники и физики

<http://phys.asu.ru/>

ЕГЭ по физике 2023



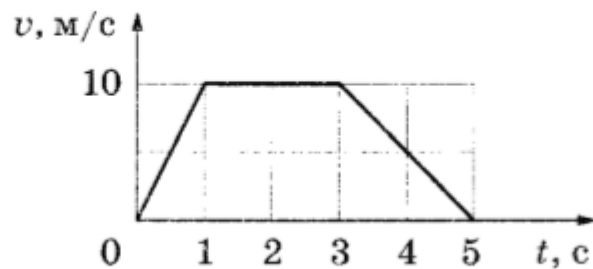
Задания части 1 КИМ ЕГЭ 2023 (механика, молекулярная физика)

Шимко Елена Анатольевна

доцент кафедры общей и экспериментальной физики АлтГУ

Задание 1.1 (кинематика)

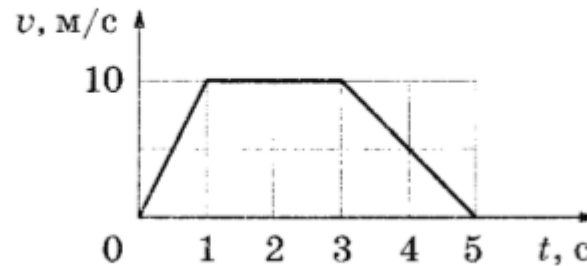
На рисунке представлен график зависимости скорости v тела от времени t . Определите среднюю скорость тела в интервале времени от 0 до 5 с после начала движения.



Ответ: _____ м/с.

Задание 1.1 (кинематика)

На рисунке представлен график зависимости скорости v тела от времени t . Определите среднюю скорость тела в интервале времени от 0 до 5 с после начала движения.



Ответ: 7 м/с.

$$v_{cp} = \frac{l}{t}$$



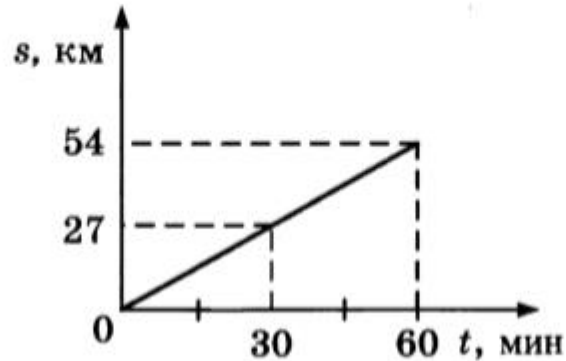
Путь, пройденный телом, численно равен площади фигуры под линией графика зависимости проекции скорости тела от времени

$$l = l_1 + l_2 + l_3 \quad \Rightarrow \quad l = \frac{10 \cdot 1}{2} + 10 \cdot 2 + \frac{10 \cdot 2}{2} = 35 \text{ м}$$

$$v_{cp} = \frac{35 \text{ м}}{5 \text{ с}} = 7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Задание 1.2 (кинематика)

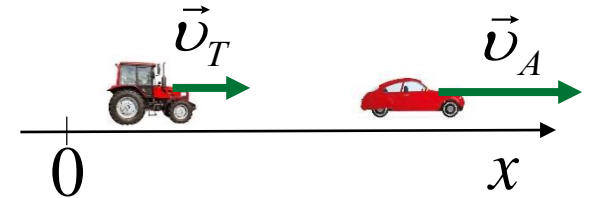
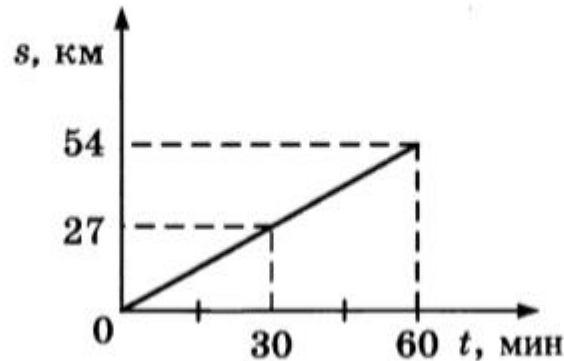
Из населенного пункта одновременно в одном направлении выезжают легковой автомобиль и трактор и движутся по дороге с постоянной скоростью. На графике показана зависимость расстояния между автомобилем и трактором от времени. Скорость автомобиля 25 м/с. Трактор движется медленнее. С какой скоростью движется трактор?



Ответ: _____ м/с.

Задание 1.2 (кинематика)

Из населенного пункта одновременно в одном направлении выезжают легковой автомобиль и трактор и движутся по дороге с постоянной скоростью. На графике показана зависимость расстояния между автомобилем и трактором от времени. Скорость автомобиля 25 м/с. Трактор движется медленнее. С какой скоростью движется трактор?



Ответ: 10 м/с.

$$\vec{v}_{AT} = \vec{v}_A - \vec{v}_T$$

*Относительная скорость
(скорость автомобиля
относительно трактора)*

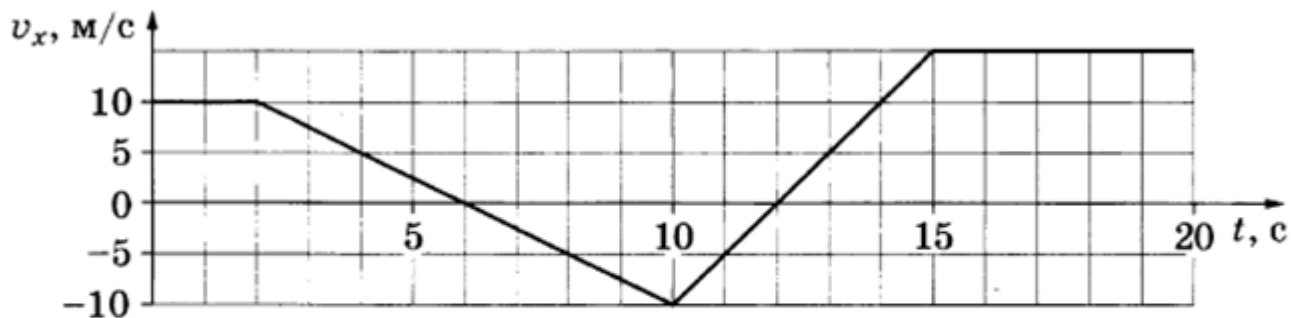
$$\text{Ох: } v_{AT} = v_A - v_T \quad \rightarrow \quad v_T = v_A - v_{AT}$$

$$v_{AT} = \frac{s}{t} = \frac{54 \text{ км}}{60 \text{ мин}} = \frac{54000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_T = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 15 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Задание 1.3 (кинематика)

На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени.

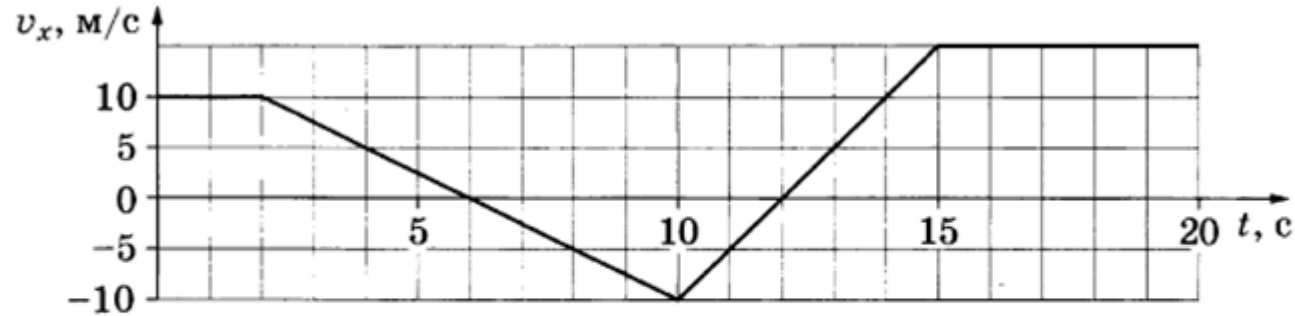


Определите величину проекции ускорения этого тела a_x в интервале времени от 2 до 10 с?

Ответ: _____ м/с².

Задание 1.3 (кинематика)

На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени.



Определите величину проекция ускорения этого тела a_x в интервале времени от 2 до 10 с?

Ответ: -2,5 м/с².

$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}$$

$$a_x = \frac{-10 \text{ м/с} - 10 \text{ м/с}}{8 \text{ с}} = -2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

1	-	2	,	5				
---	---	---	---	---	--	--	--	--

Если бы в задании просили найти **модуль ускорения** тела, то ответ надо записывать

$$a = 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Задание 2.1 (динамика)

Две планеты обращаются по круговым орбитам вокруг звезды. Масса первой планеты в 4 раза меньше массы второй, а отношение $\frac{R_1}{R_2}$ радиусов орбит первой и второй планет равно 2,5. Каково отношение сил притяжения первой и второй планет к звезде $\frac{F_1}{F_2}$?

Ответ: _____.

Задание 2.1 (динамика)

Две планеты обращаются по круговым орбитам вокруг звезды. Масса первой планеты в 4 раза меньше массы второй, а отношение $\frac{R_1}{R_2}$ радиусов орбит первой и второй планет равно 2,5. Каково отношение сил притяжения первой и второй планет к звезде $\frac{F_1}{F_2}$?

Ответ: 0,04.

$$F = G \frac{M \cdot m}{r^2} \quad \text{— закон всемирного тяготения для звезды массой } M \text{ и планеты массой } m$$

$$(1) \quad F_1 = G \frac{M \cdot m_1}{r_1^2} \qquad F_2 = G \frac{M \cdot m_2}{r_2^2} \quad (2)$$

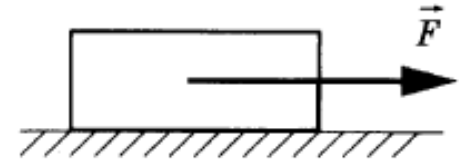
$$\frac{(1)}{(2)}: \quad \frac{F_1}{F_2} = \frac{G \cdot M \cdot m_1}{r_1^2} \cdot \frac{r_2^2}{G \cdot M \cdot m_2} = \left(\frac{m_1}{m_2} \right) \cdot \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \left(\frac{m_1}{4m_1} \right) \cdot \left(\frac{r_2}{2,5r_2} \right)^2 = \frac{1}{4} \cdot \left(\frac{1}{2,5} \right)^2 = 0,04$$

Задание 2.2 (динамика)

Тело массой 1 кг равномерно и прямолинейно движется по горизонтальной плоскости. На тело действует горизонтальная сила $F = 3$ Н (см. рисунок). Каков коэффициент трения между телом и плоскостью?

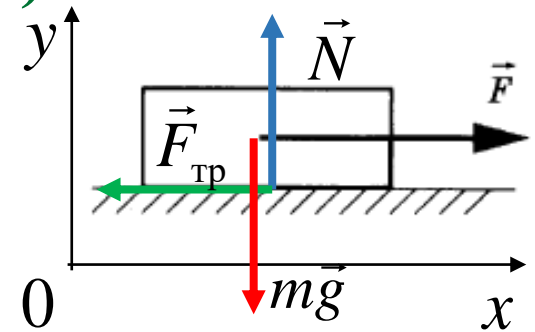
Ответ: _____.



Задание 2.2 (динамика)

Тело массой 1 кг равномерно и прямолинейно движется по горизонтальной плоскости. На тело действует горизонтальная сила $F = 3$ Н (см. рисунок). Каков коэффициент трения между телом и плоскостью?

Ответ: 0,3.



$$v = 0: \quad \vec{F} + m\vec{g} + N + \vec{F}_{\text{тр}} = 0 \quad \rightarrow \quad \begin{aligned} 0x: \quad & F = F_{\text{тр}} = \mu N \\ 0y: \quad & N = mg \end{aligned}$$

$$F = \mu mg \quad \rightarrow \quad \mu = \frac{F}{mg}$$

$$\mu = \frac{3\text{Н}}{10\text{Н}} = 0,3$$



Задание 2 на знание формул (законы Ньютона, сила всемирного тяготения, сила тяжести, вес тела, сила упругости, сила реакции опоры, сила натяжения, сила трения); умение находить жёсткость пружины, коэффициент трения скольжения, ускорение тела / ускорение свободного падения.

Задание 3.1

(законы сохранения, статика, колебания и волны)

Мальчик массой 50 кг находится на тележке массой 100 кг, движущейся по гладкой горизонтальной дороге со скоростью 1 м/с. Каким станет модуль скорости тележки, если мальчик прыгнет с неё со скоростью 3 м/с относительно дороги в направлении, противоположном первоначальному направлению движения тележки?

Ответ: _____ м/с.

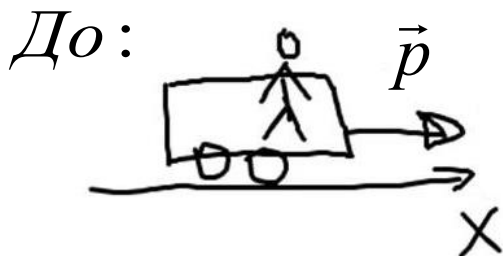
Задание 3.1

(законы сохранения, статика, колебания и волны)

Мальчик массой 50 кг находится на тележке массой 100 кг, движущейся по гладкой горизонтальной дороге со скоростью 1 м/с. Каким станет модуль скорости тележки, если мальчик прыгнет с неё со скоростью 3 м/с относительно дороги в направлении, противоположном первоначальному направлению движения тележки?

Ответ: 3 м/с.

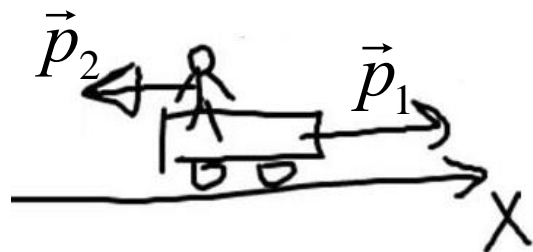
$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 \quad \text{Закон сохранения импульса}$$



$$0x: p = p_1 - p_2 \quad \rightarrow \quad p_1 = p + p_2$$

$$p = (m_1 + m_2)v = 150 \text{ кг} \cdot 1 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 150 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

После:



$$p_2 = m_2 v_2 = 50 \text{ кг} \cdot 3 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 150 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

$$p_1 = 150 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} + 150 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} = 300 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

$$v_1 = \frac{p_1}{m_1} = \frac{300 \text{ кг} \cdot \text{м} / \text{с}}{100 \text{ кг}} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Задание 3.2

(законы сохранения, статика, колебания и волны)

Шарик массой 200 г падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. К моменту падения на землю потеря полной механической энергии за счет сопротивления воздуха составила 5%. Какова кинетическая энергия шарика в этот момент?

Ответ: _____ Дж.

Задание 3.2

(законы сохранения, статика, колебания и волны)

Шарик массой 200 г падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. К моменту падения на землю потеря полной механической энергии за счет сопротивления воздуха составила 5%. Какова кинетическая энергия шарика в этот момент?

Ответ: 19 Дж.

$$\Delta E_{\text{мех}} = A_{\text{всех непотенц. сил}}$$

Закон изменения и сохранения механической энергии

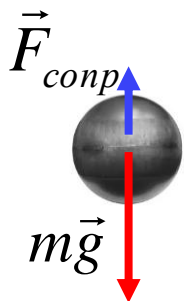
$$E = E_k + E_p \neq \text{const}$$



$$E_1 > E_2$$



$$E_1 = E_2 + |A_{\text{сопр}}|$$



$$mgh = E_k + |A_{\text{сопр}}|$$

По условию задачи: $|A_{\text{сопр}}| = 0,05 E = 0,05 mgh$

$$E_k = mgh - |A_{\text{сопр}}| = mgh - 0,05 mgh = 0,95 mgh$$

$$E_k = 0,95 \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 10 \text{ м} = 19 \text{ Дж}$$

Задание 3.3

(законы сохранения, статика, колебания и волны)

Частота свободных малых колебаний математического маятника равна 1 Гц. Какой станет частота колебаний, если длину нити математического маятника уменьшить в 4 раза, а массу его груза увеличить в 2 раза?

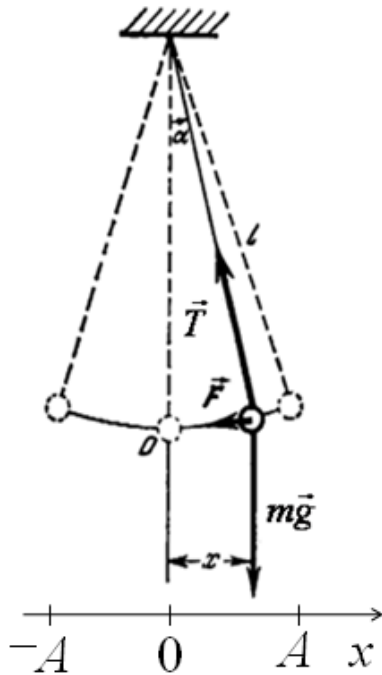
Ответ: _____ Гц.

Задание 3.3

(законы сохранения, статика, колебания и волны)

Частота свободных малых колебаний математического маятника равна 1 Гц. Какой станет частота колебаний, если длину нити математического маятника уменьшить в 4 раза, а массу его груза увеличить в 2 раза?

Ответ: 2 Гц.



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

*Период колебаний
математического маятника*

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

*Частота колебаний
математического маятника*

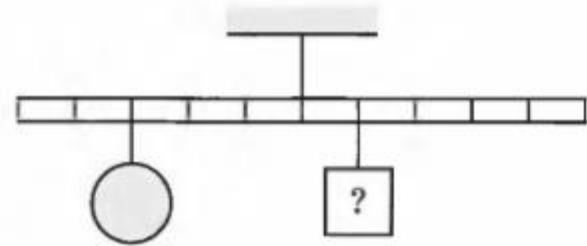
$$\nu_{\text{нов.}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g \cdot 4}{l}} = 2 \cdot \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} = 2 \cdot \nu = 2 \cdot 1 \text{ Гц}$$

Задание 3.4

(законы сохранения, статика, колебания и волны)

Тело массой 0,6 кг подвешено к левому плечу невесомого рычага (см. рисунок). Груз какой массы надо подвесить к первому делению правого плеча рычага для достижения равновесия?

Ответ: _____ кг.

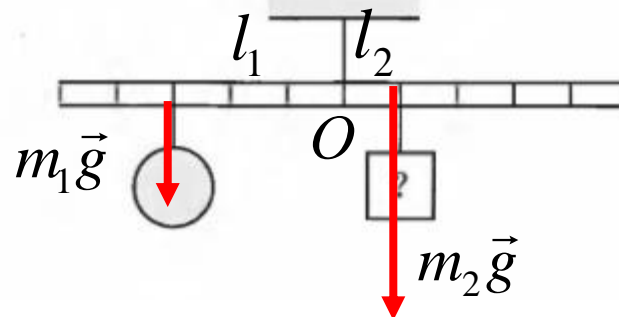


Задание 3.4

(законы сохранения, статика, колебания и волны)

Тело массой 0,6 кг подвешено к левому плечу невесомого рычага (см. рисунок). Груз какой массы надо подвесить к первому делению правого плеча рычага для достижения равновесия?

Ответ: 1,8 кг.



$$M_1 = M_2 \quad \text{Правило моментов относительно т. O}$$



Плечо силы (l) – кратчайшее расстояние от оси вращения тела до линии действия силы F

$$F_1 l_1 = F_2 l_2 \quad \rightarrow \quad m_1 g \cdot 3 = m_2 g \cdot 1$$

$$m_2 = 3m_1 = 3 \cdot 0,6 \text{ кг} = 1,8 \text{ кг}$$

F_1 – вес тела массой m_1

F_2 – вес тела массой m_2

Задание 4.1 (механика)

Из начала декартовой системы координат в момент времени $t = 0$ тело (материальная точка) брошено под углом к горизонту. В таблице приведены результаты измерения координат тела x и y в зависимости от времени наблюдения. Выберите все верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

Время, с	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Координата x , м	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4
Координата y , м	0,35	0,60	0,75	0,80	0,75	0,60	0,35	0

- 1) Тело бросили со скоростью 6 м/с.
- 2) Тело поднялось на максимальную высоту, равную 1,2 м.
- 3) В момент времени $t = 0,4$ с скорость тела равна 3 м/с.
- 4) Проекция скорости v_y в момент времени $t = 0,2$ с равна 2 м/с.
- 5) Тело бросили под углом 53° .

Ответ: _____

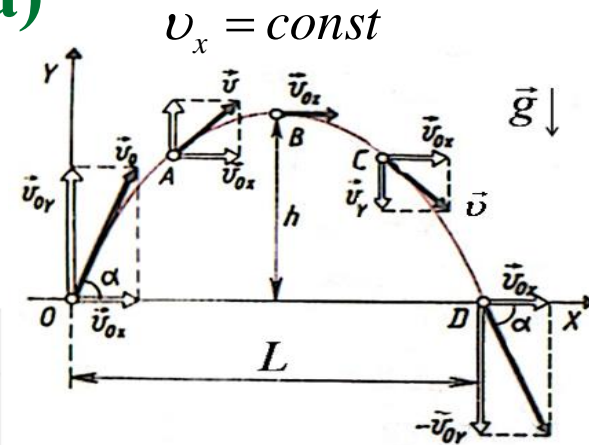
Задание 4.1 (механика)

Из начала декартовой системы координат в момент времени $t = 0$ тело (материальная точка) брошено под углом к горизонту. В таблице приведены результаты измерения координат тела x и y в зависимости от времени наблюдения. Выберите все верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

B

Время, с	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Координата x , м	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4
Координата y , м	0,35	0,60	0,75	0,80	0,75	0,60	0,35	0

h_{\max}



- 1) Тело бросили со скоростью 6 м/с.
- 2) Тело поднялось на максимальную высоту, равную 1,2 м.
- 3) В момент времени $t = 0,4$ с скорость тела равна 3 м/с.
- 4) Проекция скорости v_y в момент времени $t = 0,2$ с равна 2 м/с.
- 5) Тело бросили под углом 53° .

$$3) v = v_x = \frac{x}{t_{\text{под.}}} = \frac{1,2 \text{ м}}{0,4 \text{ с}} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$1) v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2}$$

Ответ: 345 $v_y = v_{0y} - gt \Rightarrow v_{0y} = gt_{\text{под.}} = 10 \cdot 0,4 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$v_0 = \sqrt{\left(3 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 + \left(4 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$4) v_y = v_{0y} - gt = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,2 \text{ с} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$5) \cos \alpha = \frac{v_{0x}}{v_0} = \frac{3 \text{ м/с}}{5 \text{ м/с}} = 0,6$$

$$\alpha \approx 53^\circ$$

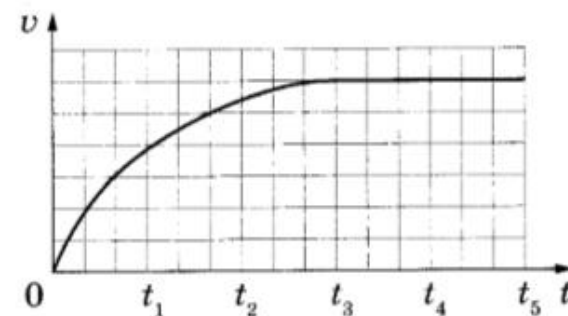
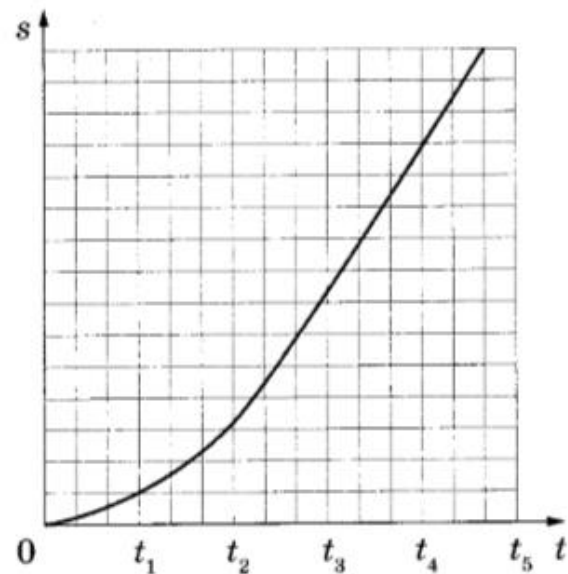
Задание 4.2 (механика)

Учащиеся роняли с башни шарики для настольного тенниса и снимали их полёт цифровой видеокамерой. Обработка видеозаписей позволила построить графики зависимости пути s , пройденного шариком, и его скорости v от времени падения t .

Выберите **все** верные утверждения, характеризующие наблюдаемое падение.

- 1) Величина ускорения, с которым падал шарик, увеличивалась в интервале времени $(0-t_3)$ и оставалась постоянной при $t > t_4$.
- 2) В течение всего времени падения $(0-t_5)$ потенциальная энергия шарика в поле тяжести, отсчитываемая от основания башни, уменьшалась.
- 3) Сумма кинетической и потенциальной энергий шарика оставалась неизменной во время падения.
- 4) В интервале времени падения $(0-t_3)$ величина импульса шарика постоянно увеличивалась и оставалась постоянной при $t > t_3$.
- 5) Величина ускорения, с которым падал шарик, увеличивалась в интервале времени $(0-t_3)$.

Ответ: _____.



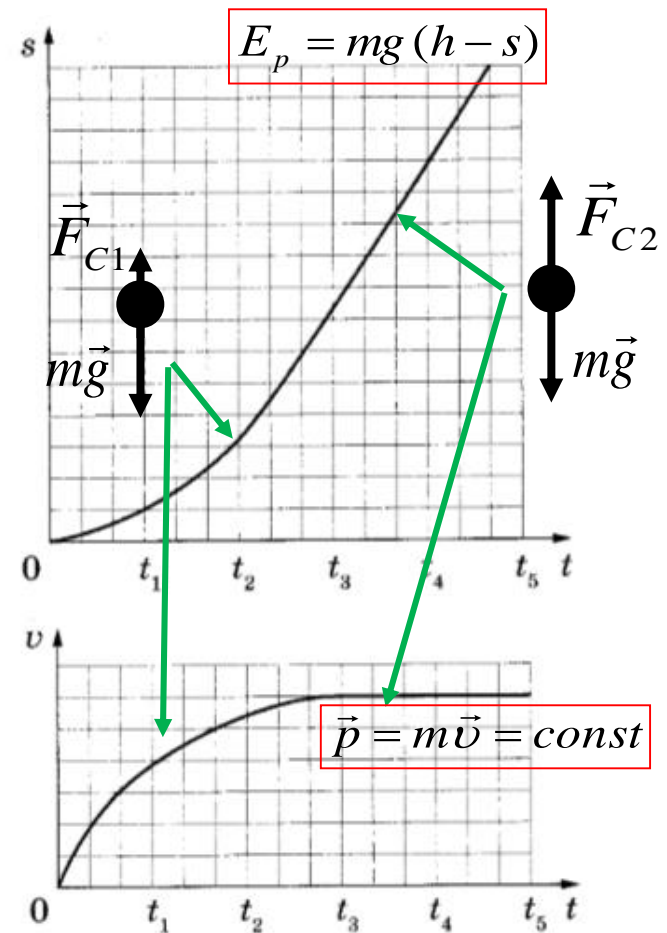
Задание 4.2 (механика)

Учащиеся роняли с башни шарики для настольного тенниса и снимали их полёт цифровой видеокамерой. Обработка видеозаписей позволила построить графики зависимости пути s , пройденного шариком, и его скорости v от времени падения t .

Выберите **все** верные утверждения, характеризующие наблюдаемое падение.

- 1) Величина ускорения, с которым падал шарик, увеличивалась в интервале времени $(0-t_3)$ и оставалась постоянной при $t > t_4$.
- 2) В течение всего времени падения $(0-t_5)$ потенциальная энергия шарика в поле тяжести, отсчитываемая от основания башни, уменьшалась.
- 3) Сумма кинетической и потенциальной энергий шарика оставалась неизменной во время падения.
- 4) В интервале времени падения $(0-t_3)$ величина импульса шарика постоянно увеличивалась и оставалась постоянной при $t > t_3$.
- 5) Величина ускорения, с которым падал шарик, увеличивалась в интервале времени $(0-t_3)$.

Ответ: 24.



Сила сопротивления

$$\vec{F}_C = -\gamma \vec{v}$$



На шарик действуют **сила тяжести** ($const$) и **сила сопротивления**, которая изменяется при падении от 0 до $mg \Rightarrow$ по II закону Ньютона **ускорение шарика** будет меняться от g до 0 .

Задание 4.3 (механика)

Автомобиль массой 5 т проезжает верхнюю точку выпуклого моста, радиус кривизны которого равен 50 м, двигаясь с постоянной скоростью 36 км/ч. Из приведенного ниже списка выберите *все* правильные утверждения, характеризующих движение автомобиля.

- 1) Сила, с которой мост действует на автомобиль, меньше 50 000 Н и направлена вертикально вверх.
- 2) Сила, с которой автомобиль действует на мост, направлена вертикально вверх.
- 3) Сила тяжести, действующая на автомобиль, равна 40 000 Н.
- 4) Сумма сил, действующих на автомобиль, направлена вертикально вниз и перпендикулярна скорости автомобиля.
- 5) Центробежное ускорение автомобиля равно $2,5 \text{ м/с}^2$.

Ответ: _____.

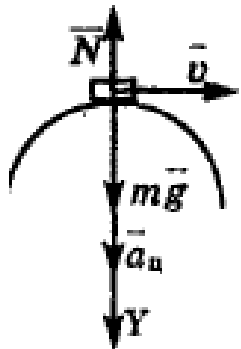
Задание 4.3 (механика)

Автомобиль массой 5 т проезжает верхнюю точку выпуклого моста, радиус кривизны которого равен 50 м, двигаясь с постоянной скоростью 36 км/ч. Из приведенного ниже списка выберите *все* правильные утверждения, характеризующих движение автомобиля.

- 1) Сила, с которой мост действует на автомобиль, меньше 50 000 Н и направлена вертикально вверх.
- 2) Сила, с которой автомобиль действует на мост, направлена вертикально вверх.
- 3) Сила тяжести, действующая на автомобиль, равна 40 000 Н.
- 4) Сумма сил, действующих на автомобиль, направлена вертикально вниз и перпендикулярна скорости автомобиля.
- 5) Центробежное ускорение автомобиля равно 2,5 м/с².

Ответ: 14.

$$5) \quad a_u = \frac{v^2}{R} \quad a_u = \frac{(10 \text{ м/с})^2}{50 \text{ м}} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



$$1) \quad m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a} \quad \rightarrow \quad 0y: mg - N = ma \quad \rightarrow \quad N = m(g - a)$$

$$N = 5000 \text{ кг}(10 - 2) \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 40000 \text{ Н}$$

$$2) \quad \vec{P} = -\vec{N} \quad (\text{III закон Ньютона})$$

$$3) \quad mg = 50000 \text{ Н}$$

$$4) \quad \text{см. 1)}$$

Задание 5.1 (механика)

На поверхности пресной воды плавает деревянный брусок. Как изменятся глубина погружения бруска и действующая на него сила Архимеда, если этот брусок будет плавать на поверхности спирта плотностью 800 кг/м^3 ?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Глубина погружения бруска	Сила Архимеда

Задание 5.1 (механика)

На поверхности пресной воды плавает деревянный брусок. Как изменится глубина погружения бруска и действующая на него сила Архимеда, если этот брусок будет плавать на поверхности спирта плотностью 800 кг/м^3 ?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Глубина погружения бруска	Сила Архимеда
1	3

Сила Архимеда

$$F_A = \rho_{жс} g V_{подв}$$

$$v = 0: F_T = F_A \text{ — условие плавания тела}$$

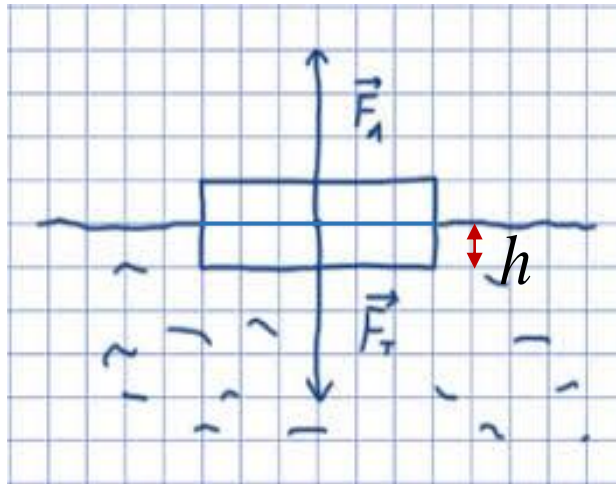
$$F_T = mg = const$$

$$F_A = \rho_{жс} g (hS) = const$$

$$\rho_{жс} \downarrow \Rightarrow h \uparrow$$

Объём подводной части тела

$$V_{подв} = Sh$$



Задание 5.2 (механика)

В результате перехода с одной круговой орбиты на другую скорость движения искусственного спутника Земли уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода центростремительное ускорение спутника и период его обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Центростремительное ускорение	Период обращения вокруг Земли

Задание 5.2 (механика)

В результате перехода с одной круговой орбиты на другую скорость движения искусственного спутника Земли уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода центростремительное ускорение спутника и период его обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

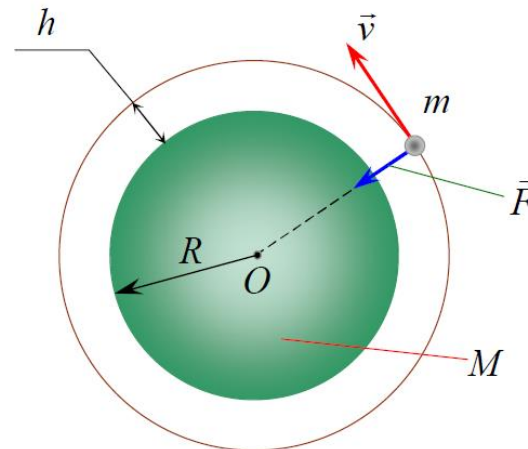
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Центростремительное ускорение	Период обращения вокруг Земли
2	1

$$a = \frac{F}{m} = g = \frac{v^2}{R}$$

$$v_1 = \sqrt{gR} = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$



$$T = \frac{2\pi(R+h)}{v}$$

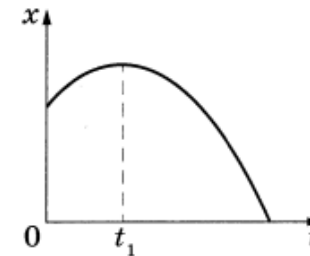
Радиус орбиты увеличивается, скорость ИСЗ уменьшается => период обращения ИСЗ увеличивается

Скорость ИСЗ уменьшается, радиус орбиты увеличивается => ускорение ИСЗ уменьшается

Закон всемирного тяготения $F = G \frac{mM}{R^2}$ $\vec{F} = m\vec{a}$ II закон Ньютона

Задание 6.1 (механика)

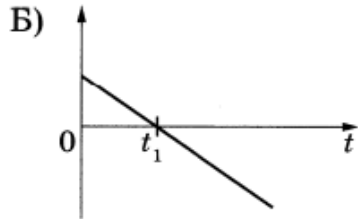
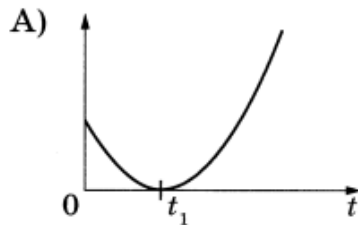
На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени t .



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) модуль импульса тела
- 2) кинетическая энергия тела
- 3) модуль ускорения тела
- 4) проекция скорости тела на ось Ox

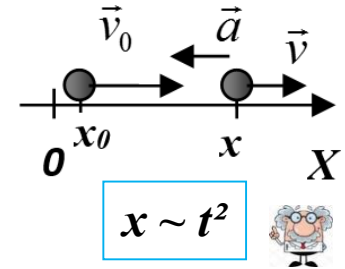
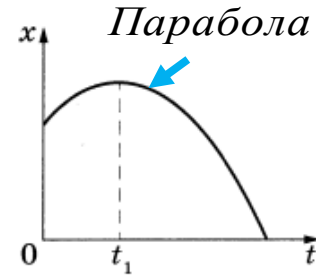
Ответ:

А	Б

Задание 6.1 (механика)

На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени t .

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

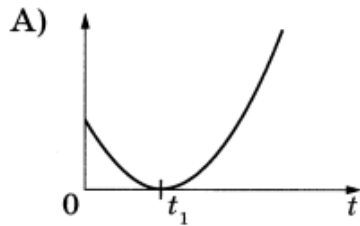


К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

3) $a = const$

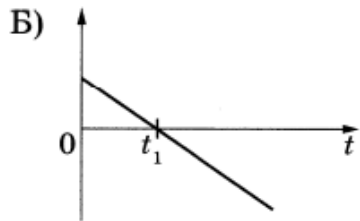
ГРАФИКИ

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ



- 1) модуль импульса тела
- 2) кинетическая энергия тела
- 3) модуль ускорения тела
- 4) проекция скорости тела на ось Ox

Закон равноускоренного прямолинейного движения
(зависимость координаты тела от времени)



$$x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x}{2}t^2 \quad \rightarrow \quad x(t) = x_0 + v_0t - \frac{a}{2}t^2$$

Зависимость проекции скорости тела от времени

Ответ:

А	Б
2	4

4) $v_x(t) = x'(t) = v_{0x}t + a_x t \quad \rightarrow \quad v_x(t) = v_0t - at$ **Линейная функция**

1) $p_x = m v_x(t)$ **Зависимость проекции импульса тела от времени**

2) $E_k = \frac{m v^2}{2}$ **Кинетическая энергия тела**

$p_x = m(v_{0x}t - at)$

Задание 6.2 (механика)

Тело массой 200 г, прикрепленное к пружине, совершает свободные гармонические колебания вдоль горизонтальной оси Ox , при этом его координата изменяется во времени в соответствии с законом $x(t) = 0,03 \cdot \cos(10t)$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимости от времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) потенциальная энергия пружины $E_{п}(t)$

Б) импульс тела $p_x(t)$

ФОРМУЛЫ

1) $0,6 \sin^2(10t)$

2) $9 \cdot 10^{-3} \cos^2(10t)$

3) $-0,06 \sin(10t)$

4) $0,09 \cos(20t)$

Ответ:

А	Б

Задание 6.2 (механика)

Тело массой 200 г, прикрепленное к пружине, совершает свободные гармонические колебания вдоль горизонтальной оси Ox , при этом его координата изменяется во времени в соответствии с законом $x(t) = 0,03 \cdot \cos(10t)$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимости от времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) потенциальная энергия пружины $E_{II}(t)$

Б) импульс тела $p_x(t)$

ФОРМУЛЫ

1) $0,6 \sin^2(10t)$

2) $9 \cdot 10^{-3} \cos^2(10t)$

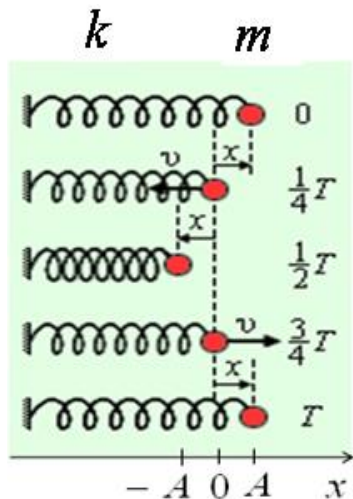
3) $-0,06 \sin(10t)$

4) $0,09 \cos(20t)$

ω – циклическая частота

Ответ:

А	Б
2	3



А) $E_{II} = \frac{kx^2}{2}$ $E_{II}(t) = \frac{k}{2} (A \cos \omega t)^2$

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

$$k = m\omega^2 = 0,2 \text{ кг} \cdot \left(10 \frac{\text{рад}}{\text{с}}\right)^2 = 20 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$E_{II}(t) = \frac{20}{2} (0,03 \cos 10t)^2 = 0,009 \cos^2 10t$$

Б) $p_x = mv_x$ $v_x(t) = x'(t)$

$$v_x(t) = x'(t) = -0,03 \cdot 10 \sin 10t = -0,3 \sin 10t$$

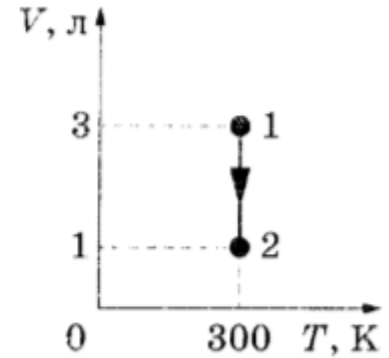
$$p_x(t) = 0,2 \cdot (-0,3) \sin 10t = -0,06 \sin 10t$$

$$x(t) = A \cos \omega t$$

Задание 7 (Молекулярная физика)

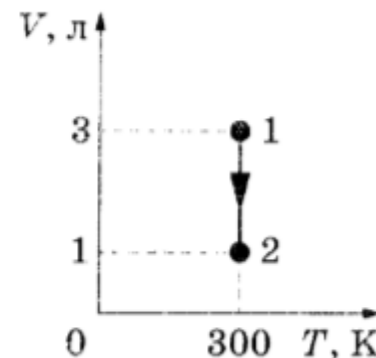
На рисунке представлен график зависимости объёма идеального газа от его температуры в некотором процессе. В состоянии 1 давление газа было равно нормальному атмосферному давлению. Какое давление соответствует состоянию 2, если масса газа остаётся неизменной?

Ответ: _____ кПа.



Задание 7 (Молекулярная физика)

На рисунке представлен график зависимости объёма идеального газа от его температуры в некотором процессе. В состоянии 1 давление газа было равно нормальному атмосферному давлению. Какое давление соответствует состоянию 2, если масса газа остаётся неизменной?



Ответ: 300 кПа.

$T = const$: Закон Бойля-Мариотта для изотермического процесса $pV = const \rightarrow p_1V_1 = p_2V_2$

$$p_2 = \frac{p_1V_1}{V_2}$$

$$1\text{ л} = 10^{-3}\text{ м}^3 \quad p_2 = \frac{10^5\text{ Па} \cdot 3\text{ л}}{1\text{ л}} = 3 \cdot 10^5\text{ Па} = 300\text{ кПа}$$

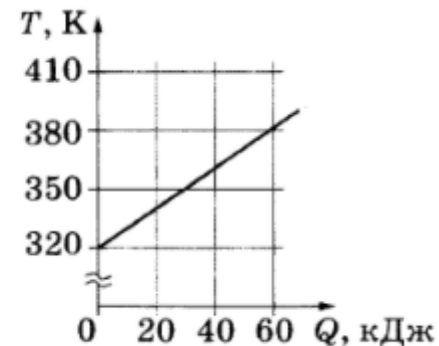


Задание 7 на знание формул (основные уравнения МКТ, связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул, уравнение Менделеева-Клапейрона, выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа, газовые законы).

Задание 8 (Молекулярная физика)

На рисунке изображён график зависимости температуры тела от подводимого к нему количества теплоты. Масса тела равна 1,25 кг. Чему равна удельная теплоёмкость вещества этого тела?

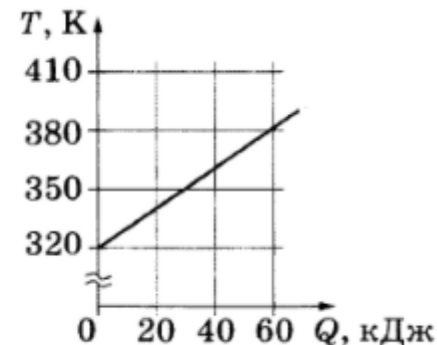
Ответ: _____ Дж/(кг · К).



Задание 8 (Молекулярная физика)

На рисунке изображён график зависимости температуры тела от подводимого к нему количества теплоты. Масса тела равна 1,25 кг. Чему равна удельная теплоёмкость вещества этого тела?

Ответ: 800 Дж/(кг · К).



$$Q = cm(t - t_0)$$

– количество теплоты,
необходимое для нагревания тела

$$c = \frac{Q}{m(t - t_0)}$$

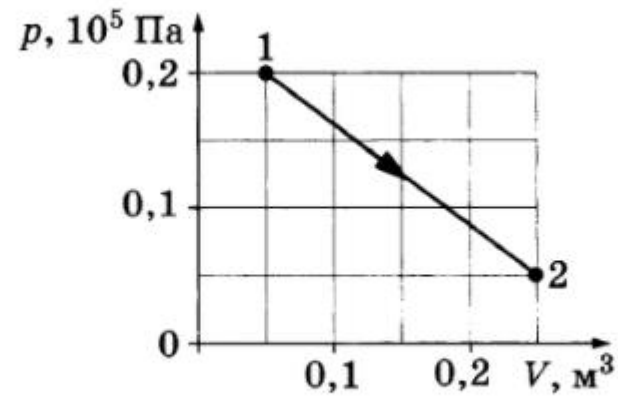
$$c = \frac{60 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{1,25 \text{ кг} (380 - 320) \text{ К}} = 800 \frac{\text{ Дж}}{\text{ кг} \cdot \text{ К}}$$



Задание 8 на знание формул (относительная влажность воздуха, количество теплоты, удельная теплоёмкость вещества, удельная теплота плавления, удельная теплота парообразования, удельная теплота сгорания топлива).

Задание 9 (Молекулярная физика)

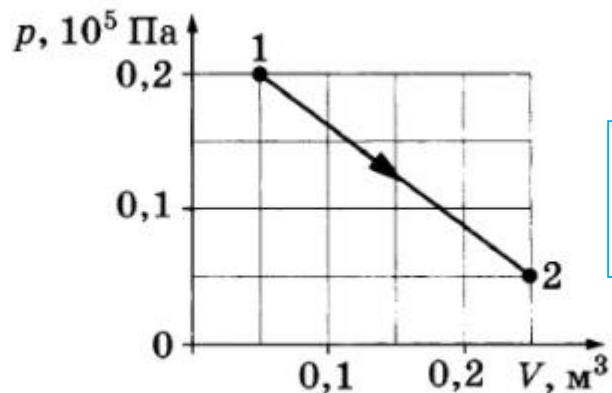
Какую работу совершил газ в процессе, изображённом на pV -диаграмме (см. рисунок)?



Ответ: _____ кДж.

Задание 9 (Молекулярная физика)

Какую работу совершил газ в процессе, изображённом на pV -диаграмме (см. рисунок)?



Площадь трапеции

$$A = \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot (V_2 - V_1)$$

Ответ: 2,5 кДж.

Работа газа численно равна площади фигуры под линией графика $p(V)$.

$$A = \frac{(0,2 + 0,05) \cdot 10^5 \text{ Па}}{2} \cdot (0,25 - 0,05) \text{ м}^3 = 2500 \text{ Дж} = 2,5 \text{ кДж}$$

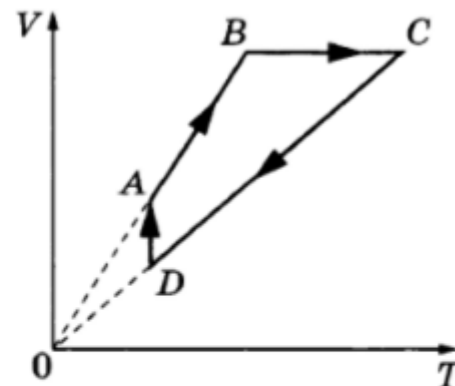


Задание 9 на знание формул (работа в термодинамике, первый закон термодинамики, КПД теплового двигателя, уравнение теплового баланса).

Задание 10.1 (Молекулярная физика)

На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах $V-T$, где V — объём газа, T — абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.

Из приведённого ниже списка выберите *все* правильные утверждения, характеризующие процессы на графике.

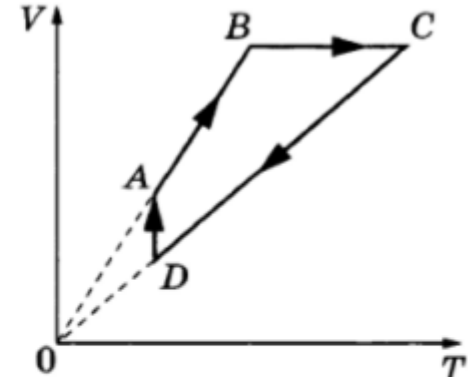


- 1) Газ за цикл не совершает работу.
- 2) Давление газа в процесс AB постоянно, при этом внешние силы над газом совершают положительную работу.
- 3) В процессе BC газ получает положительное количество теплоты.
- 4) В процессе CD внутренняя энергия газа уменьшается.
- 5) В процессе DA давление газа изотермически увеличивается.

Ответ: _____.

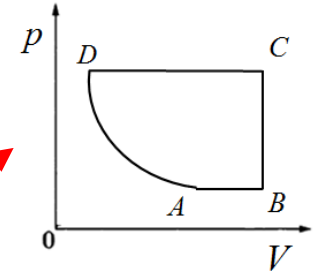
Задание 10.1 (Молекулярная физика)

На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах $V-T$, где V — объём газа, T — абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.



Из приведённого ниже списка выберите *все* правильные утверждения, характеризующие процессы на графике.

- 1) Газ за цикл не совершает работу.
- 2) Давление газа в процесс AB постоянно, при этом внешние силы над газом совершают положительную работу.
- 3) В процессе BC газ получает положительное количество теплоты.
- 4) В процессе CD внутренняя энергия газа уменьшается.
- 5) В процессе DA давление газа изотермически увеличивается.



Ответ: 34.

1) Работа газа за цикл A численно равна площади фигуры $ABCD$ на графике $p(V)$.

2) $A' = -A$ В процессе AB объём газа $V \uparrow \Rightarrow$ работа газа $A > 0$
 \Rightarrow работа внешних сил $A' < 0$.

3) $Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$ $V = const$ $A = 0$ Если температура газа $T \uparrow$, то $\Delta U > 0$
 $\Rightarrow Q > 0$ (газ получает теплоту).

4) $U = \frac{3}{2} \nu RT$ Если температура газа $T \downarrow$, то $\Delta U < 0$ и внутренняя энергия газа $U \downarrow$.

5) $T = const \Rightarrow pV = const \Rightarrow$ Если объём газа $V \uparrow$, то его давление $p \downarrow$.

Задание 10.2 (Молекулярная физика)

Свинцовая заготовка в твёрдом агрегатном состоянии медленно нагревается в плавильной печи так, что подводимая к ней тепловая мощность постоянна. В таблице приведены результаты измерений температуры свинца с течением времени.

Время, мин.	0	5	10	15	20	25	30	35
Температура, °C	305	314	323	327	327	327	329	334

Выберите из предложенного перечня *все* утверждения, которые соответствуют результатам проведённого экспериментального исследования.

- 1) Теплоёмкость свинца в твёрдом и жидком состояниях одинакова.
- 2) Процесс плавления образца продолжался менее 20 мин.
- 3) Через 18 мин. после начала измерений свинец частично расплавился.
- 4) Через 30 мин. после начала измерений свинец не расплавился.
- 5) Температура плавления свинца в данных условиях равна 329 °C.

Ответ: _____.

Задание 10.2 (Молекулярная физика)

Свинцовая заготовка в твёрдом агрегатном состоянии медленно нагревается в плавильной печи так, что подводимая к ней тепловая мощность постоянна. В таблице приведены результаты измерений температуры свинца с течением времени.

Нагревание тв. тела

Плавление

Нагревание жидкости

τ	Время, мин.	0	5	10	15	20	25	30	35
t	Температура, °C	305	314	323	327	327	327	329	334

Выберите из предложенного перечня *все* утверждения, которые соответствуют результатам проведённого экспериментального исследования.

- 1) Теплоёмкость свинца в твёрдом и жидком состояниях одинакова.
- 2) Процесс плавления образца продолжался менее 20 мин.
- 3) Через 18 мин. после начала измерений свинец частично расплавился.
- 4) Через 30 мин. после начала измерений свинец не расплавился.
- 5) Температура плавления свинца в данных условиях равна 329 °C.

Тепловая мощность

$$P = \frac{Q}{\tau}$$

Ответ: 23.

Количество теплоты

$$Q = P \tau$$

1) $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$

$$c_T = \frac{P \cdot 5 \text{ мин}}{m \cdot 9^\circ \text{C}}$$

$$c_{\text{ж}} = \frac{P \cdot 5 \text{ мин}}{m \cdot 5^\circ \text{C}}$$

$$c_{\text{ж}} > c_T$$

Задание 11.1 (Молекулярная физика)

Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1 , а температура холодильника равна T_2 . За цикл двигатель получает от нагревателя количество теплоты Q_1 . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) КПД двигателя

Б) работа, совершаемая двигателем за цикл

ФОРМУЛЫ

1) $1 - \frac{T_2}{T_1}$

2) $\frac{Q_1(T_1 - T_2)}{T_1}$

3) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$

4) $\frac{Q_1 T_2}{T_1}$

Ответ:

А	Б

Задание 11.1 (Молекулярная физика)

Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1 , а температура холодильника равна T_2 . За цикл двигатель получает от нагревателя количество теплоты Q_1 . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) КПД двигателя

Б) работа, совершаемая двигателем за цикл

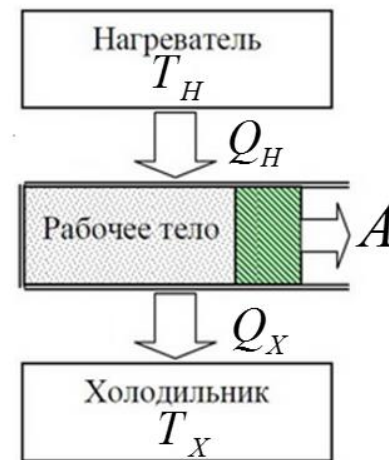
ФОРМУЛЫ

1) $1 - \frac{T_2}{T_1}$

2) $\frac{Q_1(T_1 - T_2)}{T_1}$

3) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$

4) $\frac{Q_1 T_2}{T_1}$



Ответ:

А	Б
1	2

А) $\eta = \frac{T_H - T_X}{T_H} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{T_X}{T_H}$

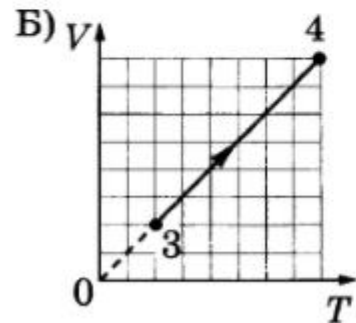
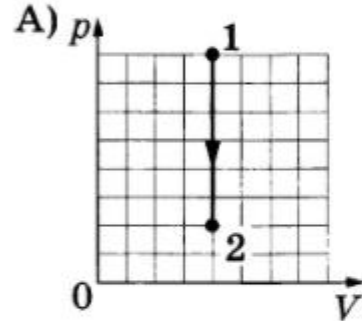
Б) $\eta = \frac{A}{Q_H} \Rightarrow A = \eta Q_H \Rightarrow A = \frac{(T_H - T_X) Q_H}{T_H}$

Задание 11.2 (Молекулярная физика)

На рисунках А и Б приведены графики двух процессов: 1–2 и 3–4, каждый из которых совершается одним молем аргона. Графики построены в координатах p – V и V – T , где p — давление, V — объём и T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ отдаёт теплоту.
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ отдаёт теплоту.
- 3) Газ получает теплоту, но не совершает работы.
- 4) Газ получает теплоту и совершает работу.

Ответ:

А	Б

Задание 11.2 (Молекулярная физика)

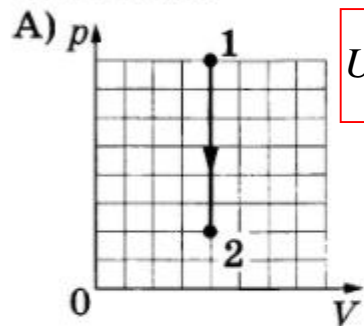
На рисунках А и Б приведены графики двух процессов: 1–2 и 3–4, каждый из которых совершается одним молем аргона. Графики построены в координатах p – V и V – T , где p — давление, V — объём и T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

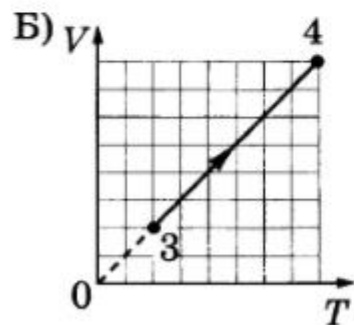
$$v = const$$

УТВЕРЖДЕНИЯ



$$U(T) = \frac{3}{2} \nu RT$$

- 1) Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ отдаёт теплоту.
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ отдаёт теплоту.
- 3) Газ получает теплоту, но не совершает работы.
- 4) Газ получает теплоту и совершает работу.



А) *Изохорное охлаждение:* $V = const$

$$\frac{p}{T} = const$$

$$Q = \Delta U + A \Rightarrow Q = \Delta U < 0$$

$$A = 0$$

Б) *Изобарное нагревание (расширение):* $p = const$

$$Q = \Delta U + A \Rightarrow Q > 0$$

$$\frac{V}{T} = const$$

$$A = p \cdot \Delta V$$

$$\Delta U > 0$$

$$A > 0$$

Ответ:

А	Б
1	4

Задание 11.3 (Молекулярная физика)

В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень может перемещаться в сосуде без трения. Из сосуда медленно выпускается половина массы газа при неизменной температуре. Как изменятся в результате этого объем газа и сила, действующая на поршень со стороны газа?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объем газа	Сила, действующая на поршень со стороны газа

11

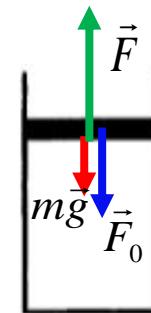
В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень может перемещаться в сосуде без трения. Из сосуда медленно выпускается половина массы газа при неизменной температуре. Как изменятся в результате этого объем газа и сила, действующая на поршень со стороны газа?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

$$F = pS$$

$$F_0 = p_0 S$$



Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объем газа	Сила, действующая на поршень со стороны газа
2	3

Уравнение Менделеева-Клапейрона

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$v = 0$:

$$F = F_0 + m_{\text{п}} g$$

II закон Ньютона
(условие равновесия поршня)



$$F = p_0 S + mg = \text{const}$$

$V(m)$:
$$V = \frac{mRT}{pM}$$

Давление газа в сосуде

$$p = p_0 + \frac{mg}{S} = \text{const}$$

$$T = \text{const}$$

$m \downarrow$

$m_{\text{п}}$ – масса поршня (const)
 S – площадь поршня (const)
 F_0 – сила атмосферного давления (const)
 F – сила давления газа
 m – масса газа в сосуде
 M – молярная масса газа (const)
 R – газовая постоянная

Видеозаписи вебинаров и презентации на сайте ИЦТЭФ:

<https://phys.asu.ru/>



Следующий вебинар:

Задания части 1 КИМ ЕГЭ 2023

(электродинамика, квантовая физика)

08.02.2023 в 15.00

Вход по ссылке: <https://events.webinar.ru/5496977/387955546>