30 тестовых заданий по курсу «Механика. Молекулярная физика» с ответами и пояснениями

Механика

Кинематика материальной точки

1. Материальная точка движется в плоскости xy по закону $x(t) = At$, $y(t) = Bt^2$, где A и B - положительные постоянные. При этом V_y - проекция вектора скорости на ось y, a_x - проекция вектора ускорения на ось x, a - модуль полного ускорения, a_τ -модуль тангенциального ускорения. Укажите *ошибочное* соотношение:

А)	$V_y = 2Bt$	Б)	$a_x = 0$	В)	$a = 2B$	Г)	$a_\tau = 2B$

Ответ: Г. Модуль скорости материальной точки при таком движении определяется выражением

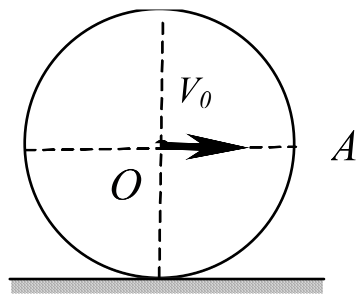
$$V = \sqrt{A^2 + 4B^2t^2}\ .$$

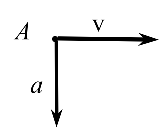
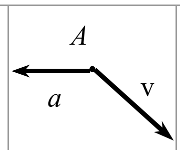
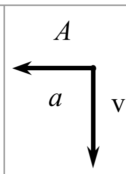
Для тангенциального ускорения точки получаем

$$a_\tau = \frac{dV}{dt} = \frac{4B^2 t}{\sqrt{A^2 + 4B^2t^2}}\ .$$

Кинематика твердого тела

2. Диск катится равномерно без проскальзывания (см. рис.). Как направлены векторы скорости и ускорения точки A диска в системе отсчета, связанной с Землей?



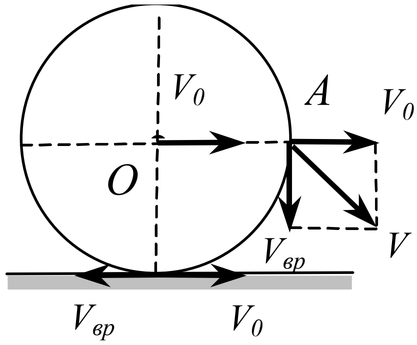
А)		Б)		В)	

Ответ: Б. Качение диска *без проскальзывания* с постоянной скоростью $\vec{V}_0$ относительно Земли можно представить в виде наложения поступательного движения со скоростью V_0 (вправо) и вращательного движения относительно оси диска с угловой скоростью ω (по часовой стрелке). Скорость любой точки диска равна векторной сумме скорости вращательного движения $\vec{V}_{вр}$, величина которой для точек на периферии диска равна $V_{вр} = \omega R$, и скорости поступательного движения $\vec{V}_0$. Скорость нижней точки диска относительно Земли должна быть равна нулю, значит,

$$\vec{V}_{вр} + \vec{V}_0 = 0$$

или

$$V_0 = V_{вр}.$$



В точке A диска векторы $\vec{V}_0$ и $\vec{V}_{вр}$ взаимно перпендикулярны, следовательно, скорость этой точки образует угол $\frac{\pi}{4}$ с направлением движения диска (см. рис.)

Ускорение любой точки на поверхности диска равно ускорению вращательного движения $\omega^2 R$ (т.к. поступательное движение происходит без ускорения) и направлено к центру диска.

3. Твердое тело начинает вращаться вокруг неподвижной оси с угловым ускорением $\beta = 2t^2$ (β, t – в единицах СИ). Какова зависимость угловой скорости от времени?

А)	$\omega = 2t^3$	Б)	$\omega = 2t^3/3$	В)	$\omega = 4t$

Ответ: Б. Для нахождения угловой скорости тела проинтегрируем угловое ускорение по времени:

$$\omega = \int \beta(t)dt = \frac{2t^3}{3} + C.$$

Из начального условия (при $t = 0$ $\omega = 0$) следует, что C = 0.

Динамика материальной точки

4. Частица массы m движется по закону $\vec{r} = \vec{A}t^3 + \vec{B}t$, где $\vec{r}$ - радиус-вектор, определяющий положение частицы, $\vec{A}$ и $\vec{B}$ - постоянные векторы. Определите зависимость силы $\vec{F}$, действующей на частицу, от времени t.

А)	$\vec{F} = 3m\vec{A}t^2 + m\vec{B}$	Б)	$\vec{F} = 3m\vec{A}t^2$	В)	$\vec{F} = 3\vec{A}t^2 + \vec{B}$	Г)	$\vec{F} = 6m\vec{A}t$

Ответ: Г. Из второго закона Ньютона имеем

$$\vec{F} = m\ddot{\vec{r}} = 6m\vec{A}t.$$

5. Частица массы m в момент $t = 0$ начинает двигаться под действием силы $F_x = F_0 \sin\omega t$ вдоль оси x из начала координат, где F_0 и ω - постоянные. Зависимость проекции скорости тела V_x от времени выражается формулой:

А)	$V_x = \frac{F_0}{m\omega}(1 - \cos\omega t)$	В)	$V_x = \frac{F_0}{m\omega}\sin\omega t$
Б)	$V_x = -\frac{F_0}{m\omega}\cos\omega t$	Г)	$V_x = \frac{F_0}{m\omega}\cos\omega t$

Ответ: А. Второй закон Ньютона в проекции на ось x прямоугольной декартовой системы координат имеет вид

$$m\frac{dV_x}{dt} = F_0 \sin\omega t.$$

Отсюда

$$V_x = \frac{F_0}{m}\int \sin\omega t dt = -\frac{F_0}{m\omega}\cos\omega t + C.$$

Поскольку при $t = 0$ $V_x = 0$, окончательно получаем

$$V_x = \frac{F_0}{m\omega}(1 - \cos\omega t).$$

Законы сохранения импульса и механической энергии

6. В некоторый момент времени точечные массы m_1, m_2 и m_3 имеют скорости $\vec{V}_1$, $\vec{V}_2$, $\vec{V}_3$ соответственно. Определите скорость $\vec{V}_C$ центра масс этой системы материальных точек в данный момент.

А)	$\vec{V}_C = \frac{m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2 + m_3\vec{V}_3}{m_1 + m_2 + m_3}$	В)	$\vec{V}_C = \frac{m_1^2\vec{V}_1 + m_2^2\vec{V}_2 + m_3^2\vec{V}_3}{(m_1 + m_2 + m_3)^2}$
Б)	$\vec{V}_C = \frac{\vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \vec{V}_3}{3}$	Г)	$\vec{V}_C = \frac{m_1^2\vec{V}_1 + m_2^2\vec{V}_2 + m_3^2\vec{V}_3}{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2}$

Ответ: А. В соответствии с определением радиуса-вектора центра масс системы

$$\vec{r}_C = \frac{m_1\vec{r}_1 + m_2\vec{r}_2 + m_3\vec{r}_3}{m_1 + m_2 + m_3}.$$

Дифференцируя это равенство по времени, находим скорость центра масс:

$$\vec{V}_C = \frac{m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2 + m_3\vec{V}_3}{m_1 + m_2 + m_3}.$$

7. По гладкому горизонтальному столу движутся два одинаковых бруска, соединенные легкой растяжимой нитью. В некоторый момент времени величина скорости центра масс этой системы равна V_C, а величина скорости первого бруска – V_1, причем векторы $\vec{V}_C$ и $\vec{V}_1$ взаимно перпендикулярны. Определите для этого момента времени модуль вектора скорости V_2 второго бруска.

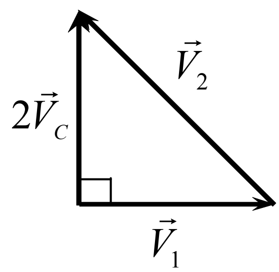
А)	$V_2 = \sqrt{4V_C^2 + V_1^2}$	Б)	$V_2 = \sqrt{V_C^2 + V_1^2}$	В)	$V_2 = \sqrt{2V_C^2 + V_1^2}$	Г)	$V_2 = V_C + V_1$

Ответ: А. Очевидно, скорость центра масс системы двух одинаковых брусков определяется выражением

$$\vec{V}_C = \frac{\vec{V}_1 + \vec{V}_2}{2}.$$

Тройка векторов $\vec{V}_1$, $\vec{V}_2$ и $2\vec{V}_C$ для рассматриваемого момента времени изображена на рисунке. Из рисунка видно, что

$$V_2 = \sqrt{4V_C^2 + V_1^2}.$$



8. Материальная точка движется по окружности со скоростью $V \sim t^2$. Работа силы, действующей на точку в течение времени t, $A \sim t^n$. Найдите значение n.

А)	2	Б)	4	В)	5	Г)	3/2

Ответ: Б. Запишем зависимость скорости точки от времени в виде

$$V = \alpha t^2.$$

По теореме об изменении кинетической энергии работа силы равна приращению кинетической энергии материальной точки:

$$A = T_2 - T_1 = \frac{mV^2}{2} = \frac{m\alpha^2 t^4}{2}.$$

Следовательно, $n = 4$.

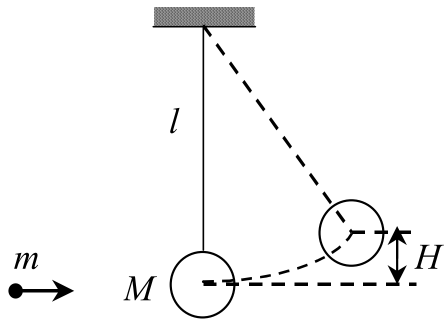
9. Первоначально покоившаяся частица под действием силы $\vec{F} = 1\vec{i} + 2\vec{j} + 3\vec{k}$ переместилась из точки с координатами (2, 4, 6) в точку с координатами (3, 6, 9). Найдите кинетическую энергию T частицы в конечной точке. Здесь F, координаты частицы – в единицах СИ.

А)	0	Б)	14 Дж	В)	42 Дж	Г)	28 Дж

Ответ: Б. Приращение кинетической энергии частицы равно работе действующей на нее силы. Умножая скалярно силу $\vec{F}$ на перемещение $\Delta\vec{r} = \Delta x\vec{i} + \Delta y\vec{j} + \Delta z\vec{k} = 1\vec{i} + 2\vec{j} + 3\vec{k}$, находим

$$T = 1\cdot 1 + 2\cdot 2 + 3\cdot 3 = 14 \text{ Дж}.$$

10. В шар массы M, висящий на нити длины l, попадает горизонтально летящая пуля массы m (см. рис.). Шар после толчка поднимается на высоту H ($H<l$). Сравните высоты подъема шара в двух случаях: 1) пуля застревает в шаре; 2) пуля после удара падает вниз, потеряв скорость. Скорость пули в обоих случаях одинакова.



А)	$H_1<H_2$	Б)	$H_1>H_2$	В)	$H_1=H_2$

Ответ: А. В первом случае законы сохранения импульса и механической энергии имеют вид

$$mV_0 = (M+m)V_1,$$

$$\frac{(M+m)V_1^2}{2} = (M+m)gH_1,$$

где V_0 – скорость пули перед попаданием в шар, V_1 – скорость шара с застрявшей в нем пулей сразу после удара.

Во втором случае эти законы могут быть записаны следующим образом:

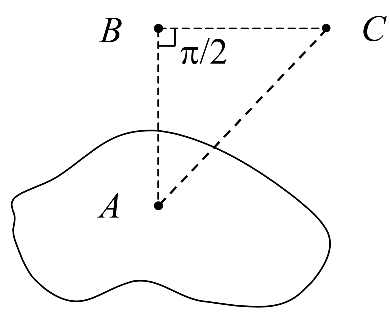
$$mV_0 = MV_2,$$

$$\frac{MV_2^2}{2} = MgH_2.$$

Здесь V_2 – скорость шара после удара. Очевидно, что $V_1<V_2$. Поэтому $H_1<H_2$.

Динамика твердого тела

11. Точка A – центр масс тела массы m (см. рис.). Через точки A, B, C, расположенные в плоскости рисунка, проведены параллельные оси, перпендикулярные этой плоскости. Среди приведенных ниже соотношений между



моментами инерции тела относительно данных осей выберите верные.

А)	$I_B = I_A + m\lvert AB\rvert^2$	В)	$I_C = I_B + m\lvert BC\rvert^2$
Б)	$I_C = I_A$	Г)	$I_B = I_A - m\lvert AB\rvert^2$

Ответ: А, В. Равенство

$$I_B = I_A + m|AB|^2$$

выражает теорему Штейнера применительно к рассматриваемому случаю.

Та же теорема позволяет записать

$$I_C = I_A + m|AC|^2 .$$

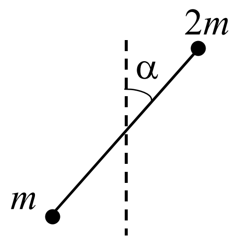
Поскольку

$$|AC|^2 = |AB|^2 + |BC|^2 ,$$

в результате получим

$$I_C = \left\{I_A + m|AB|^2\right\} + m|BC|^2 = I_B + m|BC|^2 .$$

12. Твердое тело представляет собой невесомый стержень длины l, на концах которого закреплены точечные массы m и $2m$. Найдите момент инерции этого тела относительно оси, проходящей через середину стержня и составляющей угол α со стержнем (см. рис.).



А)	$I = \dfrac{3ml^2}{2}\cos^2\alpha$	В)	$I = \dfrac{3ml^2}{2}\cos\alpha$
Б)	$I = \dfrac{3ml^2}{2}$	Г)	$I = \dfrac{3ml^2}{4}\sin^2\alpha$

Ответ: Г. В соответствии с определением момента инерции

$$I = 2m\left(\frac{l}{2}\sin\alpha\right)^2 + m\left(\frac{l}{2}\sin\alpha\right)^2 = \frac{3ml^2}{4}\sin^2\alpha .$$

13. Два диска одинаковой толщины с равными массами, железный (1) и деревянный (2), вращаются под действием равных по модулю сил, касательных к ободам дисков. Сравните угловые ускорения дисков.

А)	$\beta_1 > \beta_2$	Б)	$\beta_1 < \beta_2$	В)	$\beta_1 = \beta_2$

Ответ: А. Уравнения движения железного и деревянного дисков имеют вид

$$\frac{1}{2}mR_1^2\beta_1 = FR_1 ,$$

$$\frac{1}{2}mR_2^2\beta_2 = FR_2 ,$$

где m – масса дисков, F – модуль приложенной силы, R_1 и R_2, β_1 и β_2 – радиусы и угловые ускорения железного и деревянного дисков соответственно. Поскольку $R_1<R_2$, то, очевидно, $\beta_1>\beta_2$.

14. Однородный стержень длины l совершает колебания вокруг горизонтальной оси, проходящей через его конец и перпендикулярной стержню. В момент времени, когда стержень составляет угол α с вертикалью, его угловое ускорение равно:

А)	$\beta_z = \frac{3g}{2l}\sin\alpha$	Б)	$\beta_z = \frac{3g}{l}\sin\alpha$	В)	$\beta_z = \frac{3g}{2l}$	Г)	$\beta_z = \frac{3g}{2l}\cos\alpha$	Д)	$\beta_z = \frac{3g}{l}\cos\alpha$

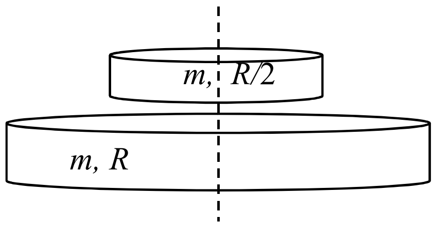
Ответ: А. Уравнение вращения стержня вокруг горизонтальной оси, проходящей через его конец перпендикулярно стержню, может быть записано в виде

$$\frac{1}{3}ml^2\beta_z = \frac{1}{2}mgl\sin\alpha .$$

Здесь m – масса стержня, β_z – его угловое ускорение. Следовательно,

$$\beta_z = \frac{3g}{2l}\sin\alpha .$$

15. Горизонтальный диск массы m и радиуса R свободно вращается с угловой скоростью ω_0 вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр. На него сверху падает не вращающийся диск радиуса $R/2$ и массы m (рис. 11). После падения верхнего диска на нижний оба диска из-за трения между ними стали вращаться как единое целое вокруг оси, проходящей через их центры. Найдите установившуюся угловую скорость вращения дисков.



А)	$\omega = \frac{4}{5}\omega_0$	Б)	$\omega = \frac{2}{3}\omega_0$	В)	$\omega = \frac{2}{\sqrt{5}}\omega_0$	Г)	$\omega = \omega_0\sqrt{\frac{2}{3}}$

Ответ: А. Момент импульса системы дисков в процессе движения сохраняется, поэтому

$$\frac{1}{2}mR^2\omega_0 = \left[\frac{1}{2}mR^2 + \frac{1}{2}m\left(\frac{R}{2}\right)^2\right]\omega .$$

Отсюда имеем

$$\omega = \frac{4}{5}\omega_0 .$$

16. Однородный стержень массы m и длины l вращается с угловой скоростью ω вокруг неподвижной оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его середину. Кинетическая энергия стержня равна:

А)	$T = \frac{ml^2}{12}\omega^2$	Б)	$T = \frac{ml^2}{24}\omega^2$	В)	$T = \frac{ml^2}{6}\omega^2$	Г)	$T = \frac{ml^2}{2}\omega^2$

Ответ: Б. Кинетическая энергия твердого тела при его вращении вокруг неподвижной оси определяется выражением

$$T = \frac{1}{2}I\omega^2 ,$$

где I – момент инерции тела относительно оси вращения. Момент инерции стержня массы m и длины l относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его середину, равен

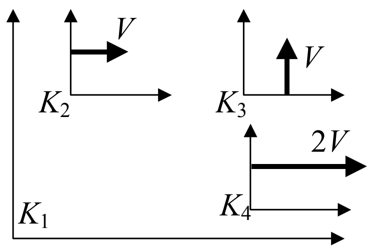
$$I = \frac{1}{12} ml^2 .$$

Таким образом,

$$T = \frac{ml^2}{24} \omega^2 .$$

Специальная теория относительности

17. Время жизни свободной частицы, измеренное в инерциальных системах отсчета K_1, K_2, K_3 и K_4, равно соответственно значениям τ_1, τ_2, τ_3 и τ_4. Если частица покоится относительно системы отсчета K_1, а системы отсчета K_2, K_3 и K_4 движутся относительно K_1, как показано на рисунке, то:



А)	$\tau_1 > \tau_2 > \tau_3 > \tau_4$	В)	$\tau_1 < \tau_2 < \tau_3 < \tau_4$
Б)	$\tau_1 > \tau_2 = \tau_3 > \tau_4$	Г)	$\tau_1 < \tau_2 = \tau_3 < \tau_4$

Ответ: Г. Пусть Δt - время жизни частицы в системе отсчета, относительно которой она движется со скоростью V, $\Delta t'$ - собственное время жизни частицы, т.е. время, измеренное в той системе отсчета, относительно которой частица покоится. Тогда в соответствии с формулой для замедления темпа хода движущихся часов

$$\Delta t' = \Delta t \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}} .$$

Следовательно, наименьшим является собственное время (τ_1). Время жизни, измеренное по часам системы отсчета K_2, равно времени, измеренному по часам системы отсчета K_3, т. к. эти системы движутся относительно K_1 с одинаковыми по величине скоростями. Максимальным будет время, измеренное по часам системы отсчета K_4, поскольку скорость движения этой системы относительно K_1 наибольшая. Таким образом,

$$\tau_1 < \tau_2 = \tau_3 < \tau_4 .$$

18. Кинетическая энергия релятивистской частицы массой m равна $T = 2mc^2/3$. Величина скорости частицы равна:

А	0,6 c	Б)	c/3	В)	0,4 c	Г)	$c\sqrt{3}/2$	Д)	0,8 c

Ответ: Д. Кинетическая энергия релятивистской частицы равна разности её полной энергии и энергии покоя:

$$T = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} - mc^2 .$$

Следовательно,

$$\frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{V^2}{c^2}}} - mc^2 = \frac{2}{3}mc^2, \qquad V = 0,8c .$$

Механические колебания

19. Шарик, подвешенный на пружине, совершает колебания по закону $x = A\sin\left(\frac{\pi t}{4}\right)$ (x , t – в единицах СИ). Через какое время после начала движения из положения равновесия шарик пройдет путь, численно равный амплитуде колебаний?

А)	4 с	Б)	2 с	В)	16 с	Г)	8 с

Ответ: Б. Путь, численно равный амплитуде, шарик проходит за 1/4 периода колебаний. Из закона движения следует, что

$$\omega = \frac{\pi}{4}\ \text{с}^{-1},\ T = \frac{2\pi}{\omega} = 8\ \text{с}.$$

Искомое время

$$\tau = \frac{T}{4} = 2\ \text{с}.$$

20. Материальная точка движется вдоль оси x под действием силы $\vec{F}$. При этом F_x - проекция силы на ось x, α – положительная постоянная. Точка совершает гармонические колебания, если

А)	$F_x = -\alpha x$	Б)	$F_x = \alpha x^2$	В)	$F_x = const$	Г)	$F_x = -\alpha x^2$

Ответ: А. Колебания материальной точки происходят по гармоническому закону, если при ее отклонении от положения равновесия возникает квазиупругая сила

$$F_x = -\alpha x ,$$

пропорциональная смещению x из положения равновесия и возвращающая точку к этому положению.

21. Период собственных незатухающих колебаний маятника равен T_0, период затухающих колебаний маятника в некоторой вязкой среде T_1, а резонанс смещения при вынужденных колебаниях маятника в этой среде наблюдается при периоде внешней силы T_2. Укажите правильное соотношение между периодами:

А)	$T_1 > T_0 > T_2$	Б)	$T_0 > T_1 > T_2$	В)	$T_0 < T_1 < T_2$	Г)	$T_1 < T_0 < T_2$

Ответ: В. Пусть ω_0 – собственная частота колебаний маятника, β – коэффициент затухания. Тогда частота затухающих колебаний и резонансная частота определяются выражениями

$$\omega_1 = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} ,$$

$$\omega_2 = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2} ,$$

т.е. $\omega_2 < \omega_1 < \omega_0$. Любая из трех частот связана с соответствующим периодом колебаний формулой

$$T = \frac{2\pi}{\omega},$$

следовательно, $T_0 < T_1 < T_2$.

Механические волны

22. В длинном шнуре распространяется гармоническая поперечная волна, которая описывается уравнением $y = 0{,}001\cos(300t - 30x)$ (x, t – в единицах СИ). Найдите максимальную скорость точек шнура.

А)	300 м/с	Б)	0,001 м/с	В)	0,3 м/с	Г)	3 м/с	Д)	0,03 м/с

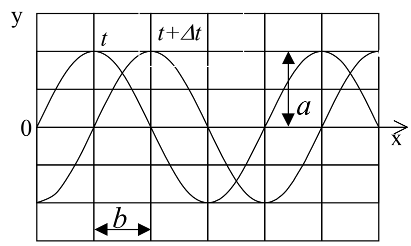
Ответ: В. Скорость точки шнура с координатой *x* как функцию времени *t* можно найти, дифференцируя уравнение волны по *t*:

$$u = \frac{\partial y}{\partial t} = -0{,}3\sin(300t - 30x).$$

Максимальная скорость точки

$$u_{\max} = 0{,}3 \text{ м/с}.$$

23. В длинном шнуре распространяется гармоническая поперечная волна. Шнур сфотографировали (см. рис.) дважды с интервалом времени Δt ($\Delta t < T$). Укажите *ошибочное* утверждение:



А)	период колебаний $T = 4\Delta t$
Б)	волна распространяется в положительном направлении оси *x*
В)	скорость распространения волны $V = b / \Delta t$
Г)	длина волны $\lambda = 2b$

Ответ: Г. Длина волны – минимальное расстояние между точками среды (шнура), совершающими колебания в одинаковой фазе. Из рисунка видно, что это расстояние

$$\lambda = 4b.$$

24. Скорость звука в воде V = 1450 м/с, частота колебаний ν = 725 Гц. На каком расстоянии находятся ближайшие точки, для которых разность фаз колебаний $\delta = \pi$?

А)	3 м	Б)	2 м	В)	1 м	Г)	0,5 м

Ответ: В. Ближайшие точки среды, совершающие колебания в противофазе, находятся на расстоянии Δx, равном половине длины волны. Таким образом,

$$\Delta x = \frac{V}{2\nu} = 1 \text{ м}.$$

Молекулярная физика

Молекулярно-кинетическая теория

25. В ходе некоторого процесса импульс, передаваемый молекулами газа стенкам сосуда за время $\tau = 1$ с, пропорционален абсолютной температуре. В каком процессе участвует газ?

А)	изохорный
Б)	изобарный
В)	адиабатный
Г)	любой из перечисленных выше процессов

Ответ: А. Импульс, передаваемый молекулами газа единичной площадке за время $\tau = 1$ с, есть давление газа на стенку сосуда. Поскольку в данном случае оно пропорционально абсолютной температуре, газ участвует в изохорном процессе.

Уравнение состояния газа. Процессы

26. Чему равно изменение внутренней энергии трех молей одноатомного идеального газа при изменении его температуры от $T_1 = T$ до $T_2 = 3T$?

А)	4,5 RT	Б)	$6RT$	В)	$9RT$	Г)	$12RT$

Ответ: В. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа определяется выражением

$$U = \frac{3}{2}\nu RT\,,$$

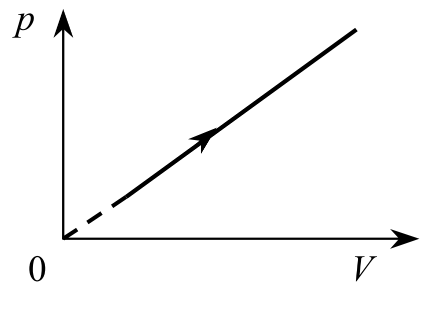
где ν – количество вещества, T – абсолютная температура газа. Изменение внутренней энергии трех молей такого газа

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{9}{2}R(3T - T) = 9RT\,.$$

27. В ходе некоторого равновесного процесса, график которого изображен на рисунке, давление и температура идеального газа связаны соотношением

$$p \sim T^n\,.$$

Масса газа постоянна. Найдите значение n.



А)	1	Б)	2	В)	1/2	Г)	-1	Д)	-2

Ответ: В. Изображенная на графике зависимость давления идеального газа от объема описывается формулой

$$p = \alpha V\,,$$

где α – положительная постоянная. Тогда из уравнения состояния идеального газа

$$pV = \nu RT$$

получим

$$p^2 = \frac{\nu R}{\alpha} T, \quad p \sim T^{1/2}.$$

Первое начало термодинамики

28. Какой процесс произошел в идеальном газе, если изменение его внутренней энергии равно полученному количеству теплоты?

А)	изохорный	Б)	изобарный	В)	изотермический	Г)	адиабатический

Ответ: А. В соответствии с первым началом термодинамики количество тепла, сообщенное газу, идет на приращение его внутренней энергии и на совершение газом работы над внешними телами:

$$Q = \Delta U + A.$$

Если изменение внутренней энергии равно полученному количеству тепла, то $A = 0$. Таким образом, в газе произошел изохорный процесс.

Цикл Карно. Второе начало термодинамики. Энтропия

29. Тепловая машина с КПД 20% за цикл отдает холодильнику количество тепла Q= 80 Дж. Какую работу A машина совершает за цикл?

А)	100 Дж	Б)	64 Дж	В)	20 Дж	Г)	16 Дж

Ответ: В. КПД тепловой машиной равен отношению совершаемой за цикл работы к получаемому за цикл теплу:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} \cdot 100\%.$$

Тепло, получаемое от нагревателя, может быть записано в виде суммы совершаемой работы A и отдаваемого холодильнику тепла Q:

$$Q_1 = A + Q.$$

Очевидно,

$$Q_1 = A \cdot \frac{100\%}{\eta},$$

$$A = Q \cdot \frac{\eta}{100\% - \eta} = 20 \text{ Дж.}$$

30. Идеальный газ расширяется изотермически от объема V_1 до объема V_2 один раз при температуре T_1, другой – при температуре T_2, причем $T_1 > T_2$. Сравните приращения энтропии в ходе этих процессов. Масса газа в обоих случаях одинакова.

А)	$\Delta S_1 > \Delta S_2$
Б)	$\Delta S_1 < \Delta S_2$
В)	$\Delta S_1 = \Delta S_2$

Ответ: В. Приращение энтропии в ходе изотермического расширения от объема V_1 до объема V_2

$$\Delta S = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T} = \int_1^2 \frac{pdV}{T} = \int_{V_1}^{V_2} \nu R \frac{dV}{V} = \nu R \ln \frac{V_2}{V_1}.$$

Поскольку в ходе двух процессов одинаковы масса газа, его начальный и конечный объемы, то

$$\Delta S_1 = \Delta S_2 .$$