

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ФИЗИКА В ТЕСТАХ.
ЧАСТЬ I. МЕХАНИКА**

ДГТУ
Ростов-на-Дону
2022

КИНЕМАТИКА ТОЧКИ И ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА

ЗАДАНИЕ № 1

Задан закон движения материальной точки: $\vec{r} = (2t^2 - 1) \cdot \vec{i} + (1 + 3t^2) \cdot \vec{j} + 5t \cdot \vec{k}$
Эта точка движется равномерно...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) только по оси OZ ; 2) только по оси OX ; 3) только по оси OY ;
4) по осям OX и OZ ; 5) по осям OX и OY .

Указание.

Радиус-вектор материальной точки: $\vec{r} = x \cdot \vec{i} + y \cdot \vec{j} + z \cdot \vec{k}$;

скорость материальной точки: $\vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt} \cdot \vec{i} + \frac{dy}{dt} \cdot \vec{j} + \frac{dz}{dt} \cdot \vec{k}$.

ЗАДАНИЕ № 2

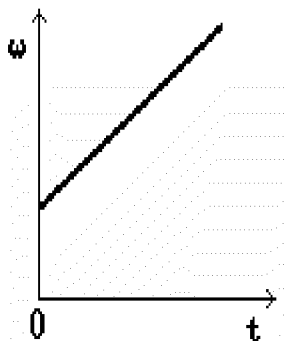
Если \vec{a}_t и \vec{a}_n – тангенциальная и нормальная составляющие ускорения, то соотношения: $\vec{a}_t = 0$ и $\vec{a}_n = 0$ справедливы для...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) равномерного криволинейного движения;
2) прямолинейного равномерного движения;
3) равномерного движения по окружности;
4) прямолинейного равноускоренного движения.

ЗАДАНИЕ № 3

Точка движется по окружности с угловой скоростью, изменяющейся в соответствии с графиком, показанном на рисунке. Укажите верное утверждение для нормального a_n и тангенциального a_τ ускорений этой точки.



ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

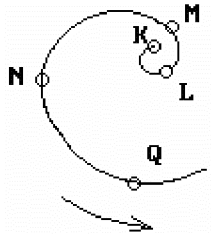
- 1) a_n – увеличивается, a_τ – уменьшается;
2) a_n – постоянно, a_τ – постоянно;
3) a_n – увеличивается, a_τ – постоянно;
4) a_n – увеличивается, a_τ – увеличивается;
5) a_n – постоянно, a_τ – увеличивается.

Указания к заданиям № 2, 3.

Ускорения: $a_\tau = \frac{dV}{dt} = \varepsilon R$; $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$; $a_n = \omega^2 R$, где R – радиус окружности.

ЗАДАНИЕ № 4

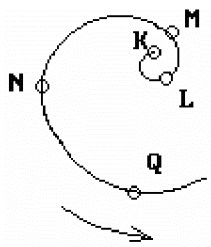
Тело движется по траектории, указанной на рисунке, так, что его скорость остается постоянной. В какой точке траектории нормальное ускорение тела наименьшее?

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- 1) K; 2) L;
- 3) M; 4) N;
- 5) Q.

ЗАДАНИЕ № 5

Тело движется по указанной на рисунке траектории так, что его нормальное ускорение остается постоянным. В какой точке траектории скорость тела наибольшая.

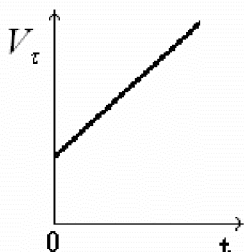
**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- 1) K; 2) L;
- 3) M; 4) N;
- 5) Q.

Указание к заданиям № 4–5. Нормальное ускорение точки: $a_n = \frac{V^2}{R}$,
 где V – скорость точки, R – радиус кривизны траектории.

ЗАДАНИЕ № 6

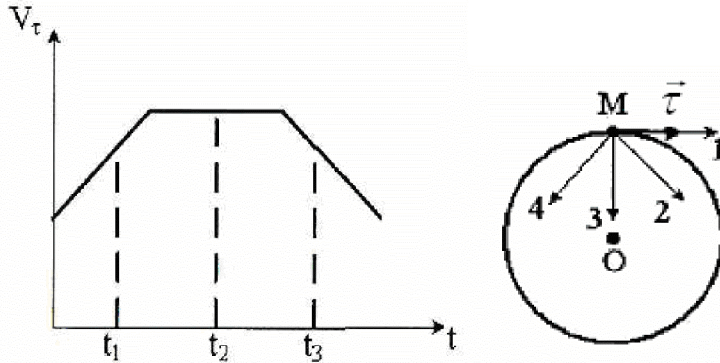
Материальная точка M движется по окружности со скоростью \vec{V} . На рисунке помещен график зависимости проекции скорости V_τ от времени ($\vec{\tau}$ – единичный вектор положительного направления, V_τ – проекция \vec{V} на это направление). При этом для нормального a_n и тангенциального a_τ ускорений выполняются условия ...

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- 1) a_n – увеличивается, a_τ – постоянно;
- 2) a_n – постоянно, a_τ – увеличивается;
- 3) a_n – увеличивается, a_τ – увеличивается;
- 4) a_n – постоянно, a_τ – постоянно.

ЗАДАНИЕ № 7

Материальная точка M движется по окружности со скоростью \vec{V} . На рисунке показан график зависимости V_τ от времени ($\vec{\tau}$ – единичный вектор положительного направления, V_τ – проекция \vec{V} на это направление).



Укажите направление ускорения точки M в момент времени t_1 .

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1; 2; 3; 4.

Укажите направление ускорения точки M в момент времени t_2 .

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1; 2; 3; 4.

Укажите направление ускорения точки M в момент времени t_3 .

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1; 2; 3; 4.

Указание к заданиям № 6, 7.

Ускорение точки: $\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$; где $\vec{a}_\tau = \frac{dV_\tau}{dt} \vec{\tau}$; $\vec{a}_n = \frac{V^2}{R} \vec{n}$ (\vec{n} – единичный вектор нормали, вектор \vec{a}_n направлен к центру кривизны траектории).

ДИНАМИКА ТОЧКИ И ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА

ЗАДАНИЕ № 8

Точка движется по закону: $\vec{r} = t^2 \cdot \vec{i} + 2t \cdot \vec{j} + (t^3 - 1)\vec{k}$. Это движение происходит под действием силы, которая параллельна...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- | | | |
|----------------------|----------------------|---------------|
| 1) плоскости XOZ ; | 2) плоскости YOZ ; | 3) оси OX ; |
| 4) оси OZ ; | 5) плоскости XOY . | |

Указание

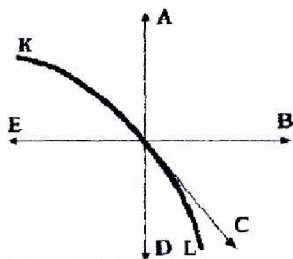
Радиус-вектор точки: $\vec{r} = x \cdot \vec{i} + y \cdot \vec{j} + z \cdot \vec{k}$.

Ускорение: $\vec{a} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = \frac{d^2 x}{dt^2} \vec{i} + \frac{d^2 y}{dt^2} \vec{j} + \frac{d^2 z}{dt^2} \vec{k}$.

Направления силы и ускорения совпадают: $\vec{F} = m \vec{a}$.

ЗАДАНИЕ № 9

Материальная точка движется по криволинейной траектории KL под действием некоторой силы (рисунок). Во всех точках траектории скорость не равна нулю. Какие направления силы невозможны?

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- 1) B, C; 2) A, B, C; 3) E, D;
4) A, B; 5) C, E, D.

Указание

Сила: $\vec{F} = m\vec{a}$. Ускорение: $\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$.

Нормальная составляющая ускорения: $\vec{a}_n = \frac{V^2}{R} \vec{n}$ (\vec{n} – единичный вектор нормали).

ЗАДАНИЕ № 10

Импульс материальной точки изменяется по закону: $\vec{p} = 2 \cdot t \cdot \vec{i} + 3 \cdot t^2 \cdot \vec{j}$.

Как зависит модуль силы F от времени?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) $\sqrt{2+9t^2}$; 2) $\sqrt{1+t^2}$; 3) $2\sqrt{1+9t^2}$; 4) $\sqrt{4+9t^2}$.

Указание Модуль вектора силы: $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$.

Проекции вектора силы на оси координат: $F_x = \frac{dp_x}{dt}$; $F_y = \frac{dp_y}{dt}$; $F_z = \frac{dp_z}{dt}$.

Импульс материальной точки: $\vec{p} = p_x \vec{i} + p_y \vec{j} + p_z \vec{k}$.

ЗАДАНИЕ № 11

Сила, действующая на материальную точку массой 2 кг, меняется по закону $F_x = 3t^2$ (Н). Какую скорость будет иметь точка, если от начала движения пройдет 2 с?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) 6 м/с; 2) 2.5 м/с; 3) 2 м/с; 4) 4 м/с; 5) 3 м/с.

Указание

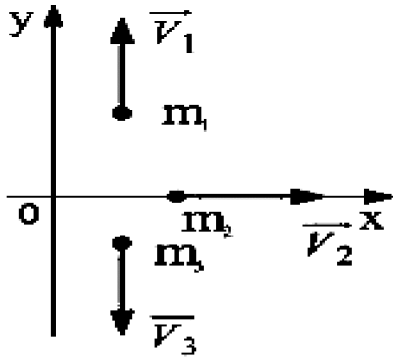
Изменение импульса материальной точки за время dt : $dp_x = F_x dt$.

Импульс материальной точки к моменту времени t :

$$p_x = \int_0^t F_x(t) dt; \quad p_x = mV_x.$$

ЗАДАНИЕ № 12

Система состоит из трех шаров с массами $m_1=1$ кг, $m_2=2$ кг, $m_3=3$ кг, которые движутся так, как показано на рисунке. Если скорости шаров $v_1=3$ м/с, $v_2=2$ м/с, $v_3=1$ м/с, то величина скорости центра масс этой системы в м/с равна...

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

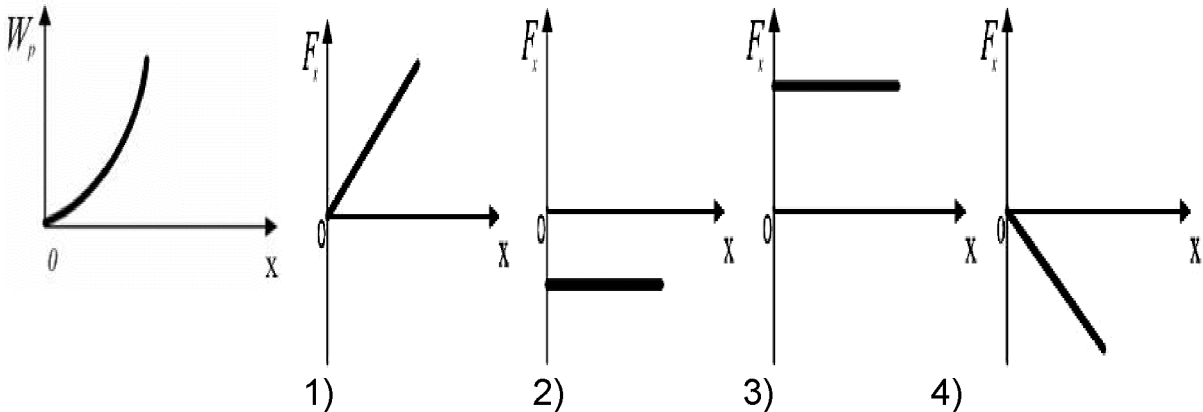
- 1) 2/3; 2) 5/3;
3) 4; 4) 10.

Указание Импульс системы: $\vec{p}_c = \sum_{i=1}^N \vec{p}_i = \sum_{i=1}^N m_i \vec{v}_i = m \vec{v}_c$, где

величина скорости центра масс: $v_c = \frac{|\vec{p}_c|}{m}$ ($m = \sum_{i=1}^N m_i$).

ЗАДАНИЕ № 13

В потенциальном поле сила \vec{F} пропорциональна градиенту потенциальной энергии W_p . Если график зависимости потенциальной энергии от W_p координаты x имеет вид, указанный на рисунке, то зависимость проекции силы F_x на ось OX будет...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

Указание $\vec{F} = -\text{grad } W_p$; $\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j} + F_z \vec{k}$;

$$\text{grad } W_p = \frac{dW_p}{dx} \vec{i} + \frac{dW_p}{dy} \vec{j} + \frac{dW_p}{dz} \vec{k}; \quad F_x = -\frac{dW_p}{dx}; \quad F_y = -\frac{dW_p}{dy}; \quad F_z = -\frac{dW_p}{dz}.$$

ДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА

ЗАДАНИЕ № 14

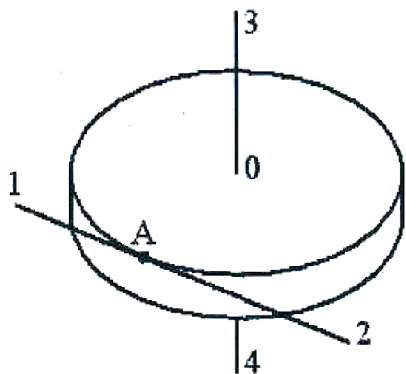
Диск начинает вращаться вокруг неподвижной оси, при этом угол поворота φ меняется по закону: $\varphi = (2t^2 - t)$. Чему равны угловая скорость и угловое ускорение диска через $2c$?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) $7 (1/c)$, $4 (1/c^2)$; 2) $8 (1/c)$, $3 (1/c^2)$; 3) $8 (1/c)$, $4 (1/c^2)$;
4) $4 (1/c)$, $4 (1/c^2)$; 5) $7 (1/c)$, $3 (1/c^2)$.

ЗАДАНИЕ № 15

Диск радиуса R вращается вокруг вертикальной оси равноускоренно по часовой стрелке. Укажите направление вектора углового ускорения.



ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) 1; 2) 4;
3) 2; 4) 3.

Указание к заданиям 14, 15

Угловая скорость: $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$. Угловое ускорение: $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$.

Вектор угловой скорости направлен по оси вращения в соответствии с правилом правого винта.

Вектор углового ускорения совпадает по направлению с вектором угловой скорости для ускоренного вращения и противоположен ему для замедленного движения.

ЗАДАНИЕ № 16

Момент инерции однородного тела зависит от:

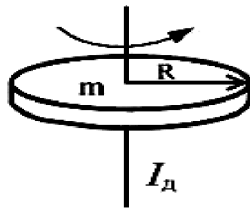
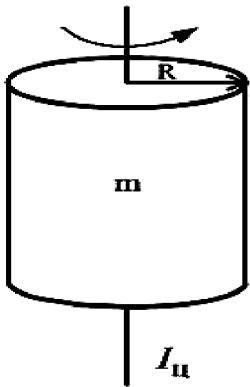
- А. Массы тела; В. Формы и размеров тела;
С. Выбора оси вращения.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) А и С; 2) Только А; 3) В и С; 4) А, В и С; 5) А и В.

ЗАДАНИЕ № 17

Диск и цилиндр имеют одинаковые массы и радиусы (рисунок). Для их моментов инерции справедливо соотношение...

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- 1) $I_{ц} < I_{д}$; 2) $I_{ц} > I_{д}$; 3) $I_{ц} = I_{д}$.

ЗАДАНИЕ № 18

Момент инерции однородного диска массой m и радиусом R относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости диска, равен $I = \frac{1}{2}mR^2$. Чему равен момент инерции диска относительно оси, проходящей через его край и перпендикулярной плоскости диска?

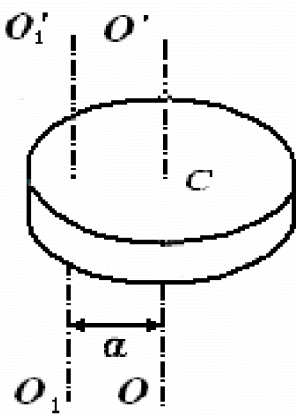
ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) $\frac{3}{2}mR^2$; 2) $0,4 mR^2$; 3) $\frac{1}{2}mR^2$; 4) mR^2 ; 5) $2mR^2$.

Указания к заданиям №16–18

Момент инерции материальной точки массой m относительно оси вращения: $I = mr^2$, где r – расстояние от этой точки до оси вращения.

Момент инерции твердого тела относительно оси вращения: $I = \sum_{i=1}^N m_i r_i^2$ (сумма моментов инерции N материальных точек, из которых состоит тело).



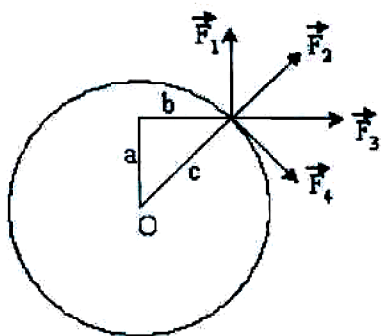
Момент инерции сплошного однородного цилиндра (диска) радиусом R и массой m относительно оси, совпадающей с его геометрической осью: $I_C = \frac{1}{2}mR^2$.

Теорема Штейнера: если момент инерции тела относительно оси OO' , проходящей через центр масс данного тела, равен I_C , то момент инерции этого же тела относительно оси O_1O_1' , параллельной оси OO' , равен: $I = I_C + ma^2$, где m – масса тела; a – расстояние между рассматриваемыми осями O_1O_1' и OO' .

ДИНАМИКА ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

ЗАДАНИЕ №19

К точке, лежащей на внешней поверхности диска, приложены 4 силы. Если ось вращения проходит через центр O диска перпендикулярно плоскости рисунка, то плечо силы F , равно...



ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

Для силы F_1 : $a, b, c, 0$.

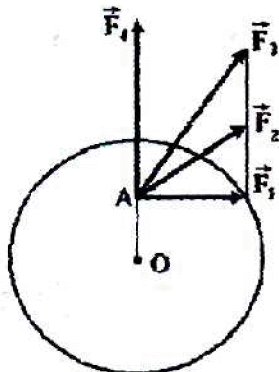
Для силы F_2 : $a, b, c, 0$.

Для силы F_3 : $a, b, c, 0$.

Для силы F_4 : $a, b, c, 0$.

ЗАДАНИЕ № 20

Диск может вращаться вокруг оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. К некоторой точке A , лежащей на радиусе диска, прикладывают одну из сил, лежащих в плоскости диска. Укажите верные соотношения для моментов этих сил.



ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) $M_1 < M_2 < M_3 < M_4$;

2) $M_1 > M_2 > M_3$; $M_4 = 0$;

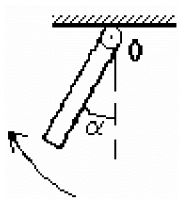
3) $M_1 < M_2 < M_3$; $M_4 = 0$;

4) $M_1 > M_2 > M_3 > M_4$;

5) $M_1 = M_2 = M_3$; $M_4 = 0$.

ЗАДАНИЕ № 21

Однородный стержень длины L совершает колебательное движение около положения равновесия. Каковы направление и величина момента силы тяжести для указанного на рисунке направления движения?



ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) от нас $m \cdot g \cdot (L/2) \cdot \sin \alpha$;

2) к нам $m \cdot g \cdot (L/2) \cdot \sin \alpha$;

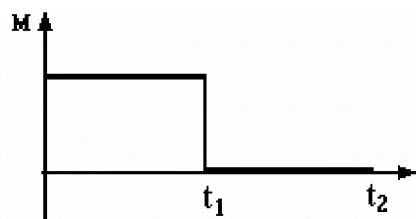
3) к нам $m \cdot g \cdot L \cdot \sin \alpha$;

4) к нам $m \cdot g \cdot (L/2)$;

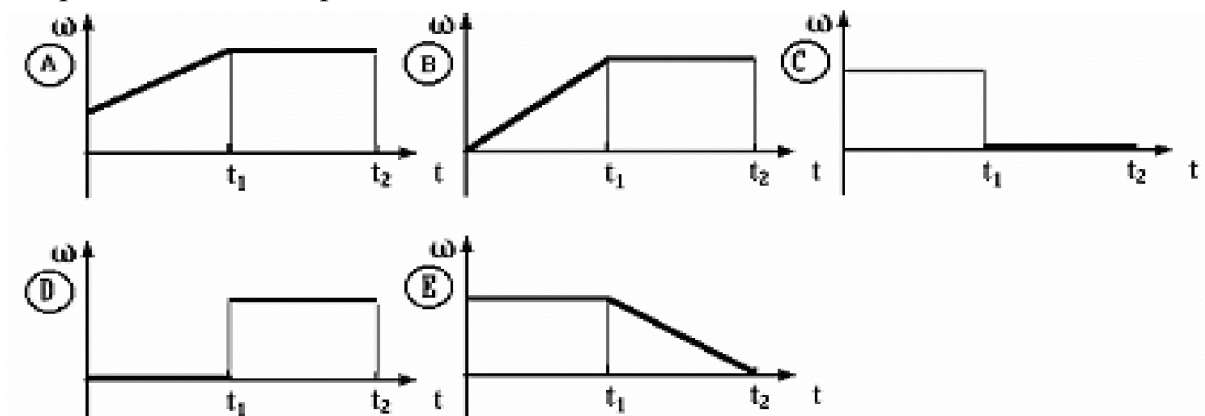
5) от нас $m \cdot g \cdot L \cdot \sin \alpha$.

ЗАДАНИЕ № 22

Диск начинает вращаться под действием момента сил, график временной зависимости которого представлен на рисунке.



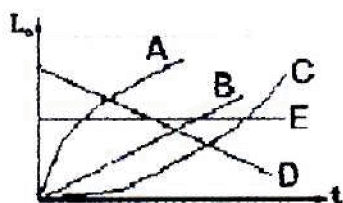
Какой из предложенных графиков правильно отражает зависимость угловой скорости диска от времени?

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

1) A; 2) B; 3) C; 4) D; 5) E.

ЗАДАНИЕ № 23

Диск начинает вращаться с постоянным угловым ускорением. Зависимость момента импульса диска от времени представлена на рисунке графиком...

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

1) A; 2) B;
3) C; 4) D; 5) E.

ЗАДАНИЕ № 24

На твердое тело, находившееся в состоянии покоя, начал действовать постоянный момент силы. При этом:

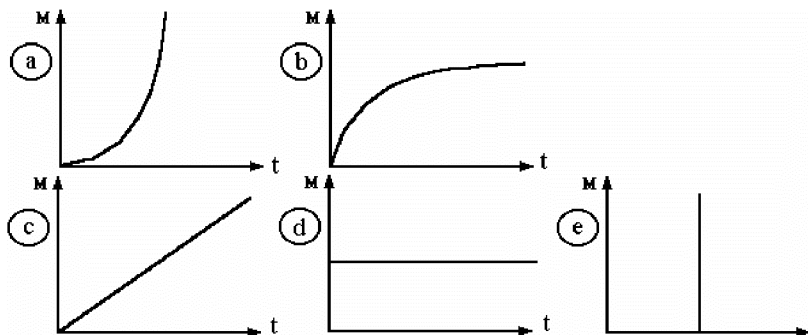
- А) момент импульса тела стал увеличиваться;
- В) кинетическая энергия тела стала увеличиваться;
- С) угловое ускорение тела стало увеличиваться.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) только А;
- 2) только В;
- 3) только С;
- 4) только А и В;
- 5) только В и С.

ЗАДАНИЕ № 25

Момент импульса тела относительно неподвижной оси изменяется по закону $L = at^2$. Укажите график, правильно отражающий зависимость величины момента сил, действующих на тело, от времени.

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- 1) a; 2) b; 3) c; 4) d; 5) e.

ЗАДАНИЕ № 26

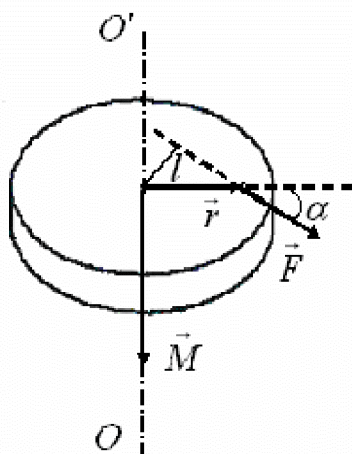
Шар, цилиндр (сплошной) и тонкостенный цилиндр с равными массами и радиусами раскрутили каждый вокруг своей оси до одной и той же угловой скорости и приложили одинаковый тормозящий момент. Раньше других тел остановится...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) шар; 2) тонкостенный цилиндр; 3) цилиндр с шаром; 4) цилиндр.

Указания к заданиям №19 –26

В том случае, если вектор силы \vec{F} , действующей на тело, имеющее ось вращения OO' , расположен в плоскости, перпендикулярной оси OO' , то справедливы следующие соотношения:



1) момент силы \vec{F} относительно оси OO' : $M = Fl$, где l – плечо силы \vec{F} относительно оси OO' , т.е. расстояние от оси OO' до прямой действия силы \vec{F} ($\vec{M} = [\vec{r} \vec{F}]$, $M = rF \sin \alpha = Fl$, вектор \vec{M} направлен вдоль оси вращения OO' в соответствии с правилом правого винта);

2) угловое ускорение: $\varepsilon = \frac{M}{I}$, где I – момент инерции тела относительно оси вращения OO' ;

3) момент импульса тела относительно оси OO' : $L = I\omega$;

4) $\frac{dL}{dt} = M$.

Кинетическая энергия вращательного движения: $T = \frac{I\omega^2}{2}$.

ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

ЗАДАНИЕ № 27

Мощность, которую развивает человек массой 70 кг при подъеме по лестнице на 5-й этаж в течение 40 с , примерно равна...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) 200 Вт ; 2) 400 Вт ; 3) 600 Вт ; 4) 800 Вт .

ЗАДАНИЕ № 28

Тело массой 2 кг поднято над Землей. Его потенциальная энергия 400 Дж . Если на поверхности Земли потенциальная энергия тела равна нулю, то скорость, с которой тело упадет на Землю, составит...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) 10 м/с ; 2) 14 м/с ; 3) 20 м/с ; 4) 40 м/с .

ЗАДАНИЕ № 29

Покоящееся ядро урана испускает ядро гелия, превращаясь в ядро тория

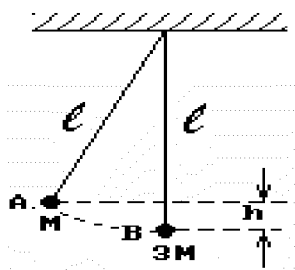


ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1. Оба продукта распада имеют одинаковую кинетическую энергию.
2. Продукты распада движутся в одном направлении.
3. Ядро гелия имеет большую кинетическую энергию, чем ядро тория.
4. Ядро тория имеет больший импульс, чем ядро гелия.

ЗАДАНИЕ № 30

Два маленьких шарика A и B из пластилина массой M и $3M$ соответственно подвешены к потолку на нитях одинаковой длины l . Шарик A отклоняют так, что он поднимается на высоту h (рисунок) и отпускают. После столкновения шариков A и B они поднимаются на максимальную высоту, равную...



ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) $(1/2) \cdot h$; 2) $(1/3) \cdot h$; 3) $(1/8) \cdot h$;
4) $(1/16) \cdot h$; 5) $(1/4) \cdot h$.

Указания к заданиям №№ 27 – 30.

Закон сохранения энергии: $W = W_k + W_p = \text{const}$ ($W_k = \frac{mV^2}{2}$; $W_p = mgh$).

Средняя мощность: $N_{cp} = \frac{A}{t}$ ($A = \Delta W$). Закон сохранения импульса: $\sum_{i=1}^N \vec{p}_i = \text{const}$.

ЗАДАНИЕ № 31

Сплошной и полый (трубка) цилиндры, имеющие одинаковые массы и радиусы, вкатываются без проскальзывания на горку. Если начальные скорости тел одинаковы, то...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1. Выше поднимется полый цилиндр.
2. Оба тела поднимутся на одну и ту же высоту.
3. Выше поднимется сплошной цилиндр.

ЗАДАНИЕ № 32

Сплошной и полый (трубка) цилиндры, имеющие одинаковые массы и радиусы, скатываются без проскальзывания с горки высотой h . У основания горки ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) больше будет скорость полого цилиндра;
- 2) больше будет скорость сплошного цилиндра;
- 3) скорости обоих тел будут одинаковы.

Указание к заданиям №№ 31, 32.

Кинетическая энергия катящегося цилиндра: $W_k = \frac{mV^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$.

ЗАДАНИЕ № 33

Человек, стоящий на вращающейся скамье Жуковского, повернул вертикально расположенный в руках стержень в горизонтальное положение. В результате этого у системы:

- А) увеличится момент инерции;
- Б) увеличится угловая скорость;
- В) момент импульса не изменится..

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) только А; 2) только Б; 3) только В;
- 4) только А и В; 5) только Б и В.

Указания

Момент импульса: $\vec{L} = I\vec{\omega}$.

Закон сохранения момента импульса: $\sum_{i=1}^N \vec{L}_i = const \quad (I_1\omega_1 = I_2\omega_2)$.

Момент инерции системы N тел: $I = \sum_{i=1}^N I_i$.

ЭЛЕМЕНТЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

ЗАДАНИЕ № 34

Космический корабль пролетает мимо вас со скоростью $0,8c$. По вашим измерениям его длина равна 90 м. В состоянии покоя его длина наиболее близка к...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) 110 м; 2) 55 м; 3) 250 м; 4) 90 м; 5) 150 м.

ЗАДАНИЕ № 35

Космический корабль с двумя космонавтами летит со скоростью $V=0,8c$ (c – скорость света в вакууме). Один из космонавтов медленно поворачивает метровый стержень из положения 1, параллельного направлению движения, в положение 2, перпендикулярное этому направлению. Тогда длина стержня с точки зрения а) другого космонавта, б) наблюдателя на Земле ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) изменится от 1,0 м в положении 1 до 0,6 м в положении 2;
 2) 1,0 м при любой ориентации стержня;
 3) изменится от 1,0 м в положении 1 до 1,67 м в положении 2;
 4) изменится от 0,6 м в положении 1 до 1,0 м в положении 2;
 5) 0,6 м при любой ориентации стержня.

ЗАДАНИЕ № 36

Пи-ноль-мезон, двигавшийся со скоростью $0,8c$ в лабораторной системе отсчета, распадается на два фотона $Y1$ и $Y2$. В собственной системе отсчета мезона фотон $Y1$ был испущен вперед, а фотон $Y2$ – назад относительно направления полета мезона. Скорость фотона $Y2$ в лабораторной системе отсчета равна:

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) $-1,0c$; 2) $+1,8c$; 3) $+1,0c$; 4) $-0,2c$; 5) $+0,8c$.

Указания к заданиям №№ 34–36

Скорость света в вакууме не зависит от движения источника света и одинакова во всех инерциальных системах отсчета.

Линейный размер (длина l) тела в лабораторной системе отсчета,

относительно которой оно движется со скоростью V : $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}$,

где l_0 – его собственная длина (в состоянии покоя).

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

ЗАДАНИЕ № 37

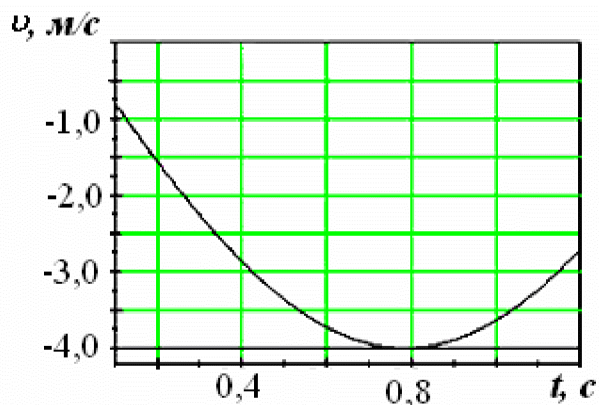
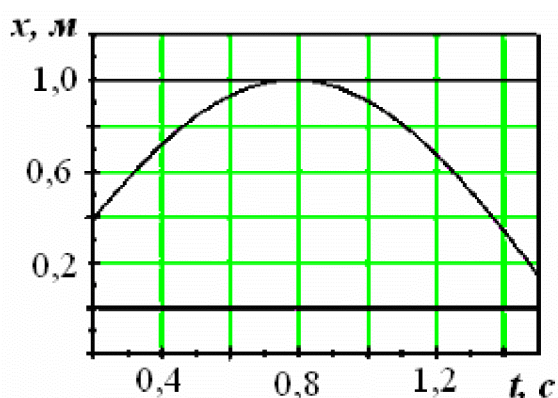
Материальная точка совершает гармонические колебания с амплитудой $A = 4 \text{ см}$ и частотой $\nu = 2 \text{ Гц}$. Если смещение точки в момент времени, принятый за начальный, равен своему максимальному значению, то точка колеблется в соответствии с уравнением ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- | | | |
|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1) $x = 0,04 \cos \pi t$; | 3) $x = 0,04 \cos(\pi/2)t$; | 5) $x = 0,04 \cos 4\pi t$; |
| 2) $x = 0,04 \sin \pi t$; | 4) $x = 0,04 \sin(\pi/2)t$; | 6) $x = 0,04 \sin 4\pi t$. |

ЗАДАНИЕ № 38

На рисунках изображены зависимости от времени координаты и скорости материальной точки, колеблющейся по гармоническому закону.

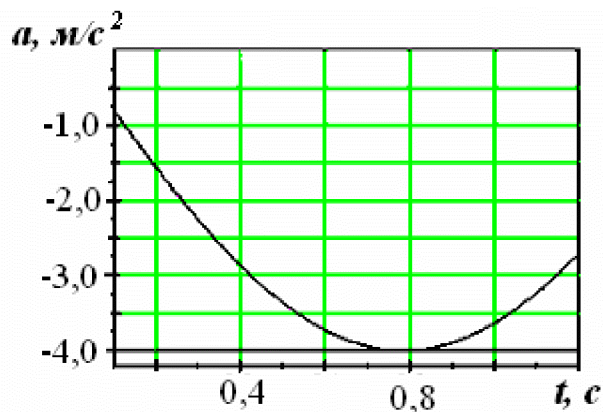
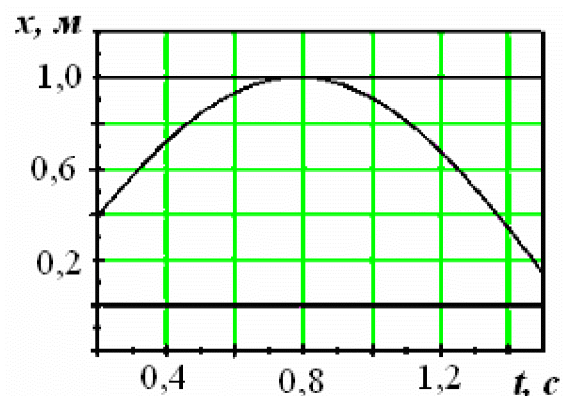


Циклическая частота колебаний точки равна ...

- | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1) 1 с^{-1} ; | 2) 2 с^{-1} ; | 3) 3 с^{-1} ; | 4) 4 с^{-1} . |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|

ЗАДАНИЕ № 39

На рисунках изображены зависимости от времени координаты и ускорения материальной точки, колеблющейся по гармоническому закону.

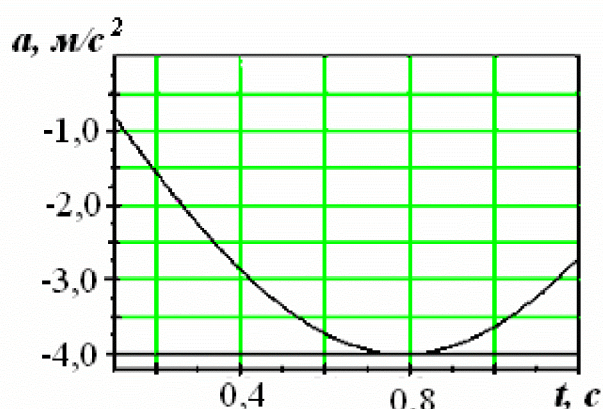
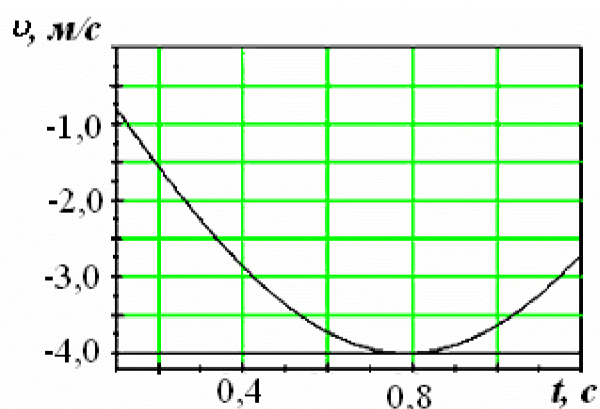


Циклическая частота колебаний точки равна ...

- | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1) 1 с^{-1} ; | 2) 2 с^{-1} ; | 3) 3 с^{-1} ; | 4) 4 с^{-1} . |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|

ЗАДАНИЕ № 40

На рисунках изображены зависимости от времени скорости и ускорения материальной точки, колеблющейся по гармоническому закону.



Циклическая частота колебаний точки равна ...

- 1) 1 с^{-1} ; 2) 2 с^{-1} ; 3) 3 с^{-1} ; 4) 4 с^{-1} .

ЗАДАНИЕ № 41

Частица может колебаться вдоль оси x под действием результирующей силы $F = -kx$ с амплитудой A и частотой ω , где k – положительная константа. В момент, когда $x = A/2$, скорость частицы будет равна:

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) $\sqrt{3} \omega A / 2$; 2) $2 \omega A$; 3) $(1/3) \omega A$;
4) ωA ; 5) $\sqrt{2} \omega A$.

Указания к заданиям №№ 37 – 41

Гармонические колебания величины x (координаты материальной точки) описываются уравнением:

$$x = A \cos(\omega_0 t + \varphi_0), \quad \text{где}$$

A – амплитуда колебаний – максимальное значение колеблющейся величины;

ω_0 – круговая (циклическая) частота;

$(\omega_0 t + \varphi_0)$ – фаза колебаний в момент времени t ;

φ_0 – начальная фаза колебаний.

Скорость материальной точки:
$$v = \frac{dx}{dt} = -A \omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0).$$

Ускорение материальной точки:
$$a = \frac{d^2 x}{dt^2} = -A \omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \varphi_0).$$

Максимальные значения смещения x , скорости v , ускорения a :

$$x_{\max} = A, \quad v_{\max} = A \omega_0, \quad a_{\max} = A \omega_0^2.$$

ЗАДАНИЕ № 42

Частица массы m , движущаяся вдоль оси x , имеет потенциальную энергию $U(x)=a+bx^2$, где a и b – положительные константы. Начальная скорость частицы равна V_0 в точке $x=0$. Частица совершает гармонические колебания с частотой, определяемой значениями:

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) только b и m ;
- 2) только b и a ;
- 3) b , a , m и V_0 ;
- 4) только b , a и m ;
- 5) только b .

Указание

Круговая частота гармонического колебания частицы массой m вдоль оси x :

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}, \text{ где } k - \text{коэффициент упругости в соотношении } F_x = -kx$$

(F_x – возвращающая сила: $F_x = -\frac{dU}{dx}$, где $U(x)$ – потенциальная энергия).

ЗАДАНИЕ № 43

Уравнение пружинного маятника $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$ является
дифференциальным уравнением ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) свободных незатухающих колебаний;
- 2) свободных затухающих колебаний;
- 3) вынужденных колебаний.

ЗАДАНИЕ № 44

Уравнение пружинного маятника $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{b}{m}\frac{dx}{dt} + \frac{k}{m}x = 0$ является
дифференциальным уравнением...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) свободных незатухающих колебаний;
- 2) свободных затухающих колебаний;
- 3) вынужденных колебаний.

ЗАДАНИЕ № 45

Уравнение пружинного маятника $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{b}{m} \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m}x = \frac{F_0}{m} \cos \omega t$ является дифференциальным уравнением...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) свободных незатухающих колебаний;
- 2) свободных затухающих колебаний;
- 3) вынужденных колебаний.

Указания к заданиям № 43 – 45

Дифференциальное уравнение вынужденных гармонических колебаний пружинного маятника:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\delta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = \frac{F_0}{m} \cos \omega t,$$

где δ – коэффициент затухания колебаний под действием силы

сопротивления: $F_{\text{сопр}} = -b \frac{dx}{dt}$;

$\delta = \frac{b}{m}$, где b – коэффициент сопротивления, m – масса груза;

ω_0 – циклическая частота свободных незатухающих колебаний пружинного маятника в отсутствии сил сопротивления и внешней вынуждающей силы;

$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$, где k – жесткость пружины;

F_0 – амплитуда вынуждающей силы;

ω – циклическая частота вынуждающей силы.

ЗАДАНИЕ № 46

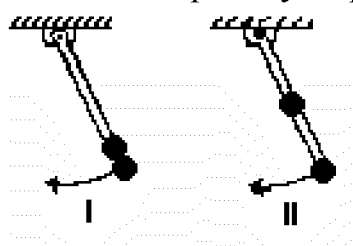
Маятник настенных механических часов представляет собой легкий стержень с грузиком. Для регулировки точности хода часов грузик можно перемещать по стержню. Как изменится период колебаний маятника, если грузик переместить с конца стержня на середину?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) увеличится в $\sqrt{2}$ раз;
- 2) уменьшится в $\sqrt{2}$ раз;
- 3) увеличится в 2 раза;
- 4) уменьшится в 2 раза;
- 5) увеличится в 4 раза.

ЗАДАНИЕ № 47

На рисунке приведены 2 маятника, отличающиеся положением грузов на невесомом стержне. Укажите верные утверждения для этих маятников.



- А. Момент инерции маятника I больше момента инерции маятника II.
 В. Оба маятника имеют одинаковую частоту колебаний.
 С. Период колебаний маятника I больше периода колебаний маятника II.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) только С;
- 2) А, С;
- 3) А, В;
- 4) только А;
- 5) только В.

 Указания к заданиям №№ 46, 47

Момент инерции материальной точки массой m относительно оси вращения OO' :

$I = mr^2$, где r – расстояние от этой точки до оси вращения OO' .

Момент инерции системы N материальных точек относительно оси OO' :

$I = \sum_{i=1}^N I_i$, где I_i – момент инерции i – й материальной точки относительно оси OO' .

Теорема Штейнера: если момент инерции тела относительно оси OO' , проходящей через центр масс данного тела, равен I_C , то момент инерции того же тела относительно оси $O_I O_I'$, параллельной оси OO' , равен: $I = I_C + ma^2$, где m – масса тела; a – расстояние между рассматриваемыми осями.

Период колебаний физического маятника: $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgl}}$,

где I – момент инерции физического маятника относительно оси вращения,
 m – масса физического маятника,
 l – расстояние от центра масс физического маятника до его оси вращения.

СЛОЖЕНИЕ ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

ЗАДАНИЕ № 48

Складываются два гармонических колебания одного направления с одинаковой частотой и равными амплитудами A_0 . При разности фаз $\Delta\varphi = \pi$ амплитуда результирующего колебания ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) 0; 2) $\sqrt{2} A_0$; 3) $2A_0$; 4) $5/2 A_0$.

ЗАДАНИЕ № 49

Складываются два гармонических колебания одного направления с одинаковыми периодами и равными амплитудами A_0 . При разности фаз $\Delta\varphi = \pi/2$ амплитуда результирующего колебания ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) 0; 2) $\sqrt{2} A_0$; 3) $2A_0$; 4) $5/2 A_0$.

ЗАДАНИЕ № 50

Складываются два гармонических колебания одного направления с одинаковыми периодами. Результирующее колебание имеет максимальную амплитуду при разности фаз ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) 0; 2) $\pi/2$; 3) π , 4) $3\pi/2$.

ЗАДАНИЕ № 51

Складываются два гармонических колебания одного направления с одинаковыми периодами. Результирующее колебание имеет минимальную амплитуду при разности фаз ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) 0; 2) $\pi/2$; 3) π ; 4) $3\pi/2$.

Указание к заданиям №№ 47 – 51

При сложении гармонических колебаний с амплитудами A_1 и A_2 одного направления и одинаковой частоты амплитуда результирующего колебания определяется соотношением:

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1),$$

где $(\varphi_2 - \varphi_1)$ – разность фаз складываемых колебаний.

МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ. УРАВНЕНИЕ ВОЛНЫ

ЗАДАНИЕ № 52

Уравнение $y = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$, где A , T , λ – положительные величины, описывает волну, для которой...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- | | |
|---------------------------|---------------------------------|
| 1) скорость равна x/t ; | 2) скорость равна λ/T ; |
| 3) период равен T/π ; | 4) амплитуда равна $2A$. |

ЗАДАНИЕ № 53

Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси OX , имеет вид $\xi = 0,01 \sin(10^3 t - 2x)$. Тогда скорость распространения волны (в м/с) равна...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- | | | |
|-------|---------|----------|
| 1) 2; | 2) 500; | 3) 1000. |
|-------|---------|----------|

ЗАДАНИЕ № 54

Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси OX , имеет вид $\xi = 0,01 \sin(10^3 t - 2x)$. Длина волны (в м) равна ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- | | | |
|---------|-------|----------|
| 1) 0,5; | 2) 2; | 3) 3,14. |
|---------|-------|----------|

ЗАДАНИЕ № 55

Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси OX со скоростью 500 м/с, имеет вид $\xi = 0,01 \sin(\omega t - 2x)$. Циклическая частота ω равна ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- | | | |
|-----------|---------|----------|
| 1) 0,001; | 2) 159; | 3) 1000. |
|-----------|---------|----------|

ЗАДАНИЕ № 56

Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси OX со скоростью 500 м/с, имеет вид $\xi = 0,01 \sin(10^3 t - kx)$. Волновое число k (в м⁻¹) равно ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- | | | |
|---------|-------|-------|
| 1) 0,5; | 2) 2; | 3) 5. |
|---------|-------|-------|

ЗАДАНИЕ № 57

Для плоской волны справедливо утверждение ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1. Амплитуда волны не зависит от расстояния до источника колебаний (при условии, что поглощением среды можно пренебречь).
2. Амплитуда волны обратно пропорциональна расстоянию до источника колебаний (в непоглощающей среде).
3. Волновые поверхности имеют вид концентрических сфер.

Указания к заданиям № 52 – 57

Уравнение плоской гармонической волны, распространяющейся вдоль оси OX :

$$\xi(x, t) = A \cos(\omega t - kx + \varphi_0), \text{ где}$$

$\xi(x, t)$ – смещение частицы среды, находящейся на расстоянии x от источника колебаний в момент времени t ;

A – амплитуда колебаний;

ω – круговая (циклическая) частота;

k – волновое число;

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{vT} = \frac{\omega}{v};$$

λ – длина волны;

v – скорость распространения волны ($v = \frac{\lambda}{T}$);

T – период колебаний;

φ_0 – начальная фаза колебаний.

Уравнение сферической гармонической волны:

$$\xi(r, t) = \frac{A_0}{r} \cos(\omega t - kr + \varphi_0), \text{ где}$$

r – расстояние от *точечного* источника колебаний до рассматриваемой точки среды на сферической поверхности радиуса r .

ЗАДАНИЕ № 58

Смещение частиц среды в плоской бегущей звуковой волне выражается

соотношением $\xi = A_0 \cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x)$, где

A_0 – амплитуда смещения,

ω, λ – круговая частота и длина волны,

t – время,

x – координата в направлении распространения волны.

Скорость частиц среды в этой волне выражается соотношением ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) $\mathcal{G} = A_0 \omega \cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x)$; 2) $\mathcal{G} = \frac{A_0}{\lambda} \omega \cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x)$;
 3) $\mathcal{G} = -A_0 \lambda \sin(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x)$; 4) $\mathcal{G} = -A_0 \omega \sin(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x)$;
 5) $\mathcal{G} = \frac{A_0}{\omega} \sin(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x)$.

Указание

Скорость частиц среды в волне: $\mathcal{G}(x, t) = \frac{d\xi(x, t)}{dt}$.

ЭНЕРГИЯ ВОЛНЫ. ПЕРЕНОС ЭНЕРГИИ ВОЛНОЙ**ЗАДАНИЕ № 59**

Плотность потока энергии упругой волны имеет размерность ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) $Вт/м^2$; 2) $Вт \cdot м^2$; 3) $Дж \cdot м^2$; 4) $Дж/м^2$.

ЗАДАНИЕ № 60

Если увеличить в 2 раза объемную плотность энергии и при этом увеличить в 2 раза скорость распространения упругих волн, то плотность потока энергии ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) увеличится в 2 раза;
 2) увеличится в 4 раза;
 3) не изменится.

Указание к заданиям № 23, 24

Плотность потока энергии упругой волны: $I = w v$,
 где w – объемная плотность энергии упругой волны;

$$w = \frac{W}{V} \quad (W - \text{энергия волны в объеме } V);$$

v – скорость распространения волны.