

1 Задания для самоконтроля

Список вопросов для самостоятельной проверки освоенного материала.

1. Дайте определение материальной точки и системы отсчета.
2. Дайте определение скорости и ускорения материальной точки.
3. Дайте определение нормального и тангенциального ускорения. Запишите ускорение материальной точки, разбив его на две компоненты с использованием радиуса кривизны.
4. Запишите формулы зависимостей координаты и скорости материальной точки от времени для одномерного движения с постоянным ускорением.
5. Напишите кинематические уравнения для тела, брошенного под углом к горизонту (в векторном виде и в проекции на естественно введенные оси).
6. Напишите формулу максимальной высоты полёта, дальности полёта и времени полёта для тела, брошенного под углом к горизонту.
7. Напишите кинематические формулы для равномерного движения материальной точки по окружности.
8. Дайте определение циклоиды. Напишите формулу, выражающую зависимость радиуса вектора произвольной точки на ободе колеса \vec{r} от времени t , циклической частоты вращения ω и радиуса колеса R .
9. Дайте определение радиуса кривизны траектории.
10. Напишите формулу для радиуса кривизны траектории движения тела в декартовой системе координат на плоскости.

2 Задачи для studyphysics

2.1 Задачи с закрытым ответом

В данном разделе представлены задачи закрытого типа. К каждой задаче прилагаются правильные ответы, а также рекомендованные варианты ответа.

Задача 1

Лифт двигался вверх с ускорением $a = 1 \text{ м/с}^2$. Через время $t = 1 \text{ с}$ от потолка в кабине лифта отвалился и начал падать вниз винт. Найдите время падения винта до пола кабины. Ускорение свободного падения g

принять равным 10 м/с^2 . Ответ округлите до десятых. Высота кабины лифта h м.

$a \in [0, 5; 1, 5]$ с шагом 0,1.

$t \in [0, 7; 1, 3]$ с шагом 0,1.

$h \in [2, 25; 3, 75]$ с шагом 0,25.

Ответ: $t = \sqrt{\frac{2h}{g+a}}$.

Задача 2

Велосипедист едет с постоянной скоростью по криволинейной траектории. Модуль его скорости равен v . В какой-то точке модуль ускорения велосипедиста равен a . Найдите радиус кривизны траектории в этой точке. Ответ округлите до десятых.

$v \in [1; 10]$ с шагом 1.

$a \in [0, 8; 2]$ с шагом 0,2.

Ответ: $R = v^2/a$.

Задача 3

Мячик пнули под углом к горизонту. Найдите среднее значение скорости $\langle v \rangle$ за первые τ секунды полета. Начальная скорость v_0 . Сопротивлением воздуха пренебречь.

$v_0 \in [10; 50]$ с шагом 5.

$\tau \in [2; 10]$ с шагом 1.

Ответ: $\langle v \rangle = v_0 + g\tau/2$.

Задача 4

Модуль скорости велосипедиста зависит от пути, пройденного им, как $v(s) = v_0 - ks$, где s - пройденный путь, v_0 - начальная скорость, k - константа. Определите длину пройденного пути к моменту времени t . Ответ округлите до десятых.

$t \in \ln [2; 12]$ с шагом 1.

$k \in [1; 6]$ с шагом 1.

$v_0 \in [10; 50]$ с шагом 5.

Ответ: $s = \frac{v_0}{k}(1 - e^{-kt})$.

Задача 5

По небу прямолинейно и равномерно летит самолет со скоростью u на высоте h над землей. Когда самолет оказался ровно над зенитным расчетом, по нему был выпущен снаряд со скоростью v_0 . На какую продолжительность полета t нужно установить взрыватель, чтобы снаряд

разорвался ровно в точке встречи с целью. Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ округлите до десятых.

$v_0 \in [450; 750]$ с шагом 50.

$u \in [100; 350]$ с шагом 50.

$h \in [5000; 6000]$ с шагом 100.

Ответ: $t = \frac{v_0}{g} \left[\sqrt{1 - u^2/v_0^2} - \sqrt{1 - (u^2 + 2gh)/v_0^2} \right]$.

Задача 6

Первую половину пути машина проехала по гравии со скоростью v_0 . Далее водитель выехал на асфальт, и на оставшемся участке дороги он ехал половину времени со скоростью v_1 , а затем окончательный участок ехал со скоростью v_2 . Найдите среднюю скорость движения машины за всё время.

$v_0 \in [60; 70]$ с шагом 2.

$v_1 \in [70; 80]$ с шагом 2.

$v_2 \in [90; 100]$ с шагом 2.

Ответ: $\langle v \rangle = 2v_0(v_1 + v_2)/(2v_0 + v_1 + v_2)$.

Задача 7

Пушка (угол стрельбы которой не поднимается выше 45°) и мишень расположены на одной высоте на расстоянии L . Сколько времени нужно снаряду, чтобы достигнуть мишени? Начальная скорость v_0 . Ответ дайте в минутах.

$L \in [4, 5; 5, 5]$ с шагом 0,1.

$v_0 \in [240; 440]$ с шагом 0,2.

Ответ: $t = \frac{2v_0}{g} \sqrt{\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{g^2 L^2}{v_0^4}}}{2}}$.

Задача 8

Воздушный шар начинает подниматься с поверхности земли с постоянной скоростью v_0 . Благодаря ветру шар приобретает горизонтальную компоненту скорости, которая зависит от высоты подъема как $v_x = \alpha y$, где α - постоянная, а y - высота подъёма. Найдите, на какое расстояние по горизонтали откинет шар от места взлета, когда он достигнет высоты y м. Ответ дайте в метрах.

$y \in [100; 500]$ с шагом 100.

$v_0 \in [5; 10]$ с шагом 1.

$\alpha \in [4; 8]$ с шагом 1.

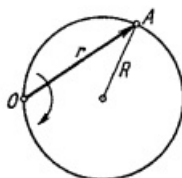
Ответ: $x = \alpha y^2 / 2v_0$.

Задача 9

Частица А (рис. 2.1) движется по окружности радиуса R м так, что её радиус-вектор \vec{r} относительно точки О поворачивается с постоянной угловой скоростью ω рад/с. Найдите модуль полного ускорения частицы. Ответ дайте в м/с². Ответ округлите до десятых.

$R \in [1; 6]$ с шагом 1.

$\omega \in [0, 2; 0, 8]$ с шагом 0,1.



Ответ: $4R\omega^2$.

Задача 10

С корабля,двигающегося со скоростью v_1 км/ч, выпускают вертикально вверх снаряд со скоростью v_0 м/с. Найдите величину скорости снаряда спустя t секунд полёта. Сопротивлением воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения g принять равным 10 м/с². Ответ округлите до целых.

$v_1 \in [120; 150]$ с шагом 6.

$v_0 \in [500; 700]$ с шагом 25.

$t \in [5; 15]$ с шагом 1.

Ответ: $v = \sqrt{v_0^2 + v_1^2 - 2gtv_0 + g^2t^2}$.

Задача 11

Катер движется на восток со скоростью v_0 м/с. Ветер дует с северо-востока со скоростью u м/с. Какую скорость ветра покажут приборы, находящиеся на катере. Ответ дайте в м/с, округлив до десятых.

$v_0 \in [3; 4]$ с шагом 0,1.

$u \in [1; 2]$ с шагом 0,1.

Ответ: $v = \sqrt{v_0^2 + u^2 + 2v_0u \cos 45^\circ}$.

Задача 12

Андрей стреляет сигнальной ракетницей под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту, причём он хочет, чтобы ракета загорелась в наивысшей точке своего полета. С какой начальной скоростью должна быть выпущена ракета, если время горения запала ракеты t . Ответ округлите до целых.

$t \in [5; 10]$ с шагом 1.

Ответ: $v_0 = gt / \sin \alpha$.

Задача 13

Маши́нф едет по шоссе без проскальзывания со скоростью v . Сколько оборотов в секунду совершают колеса, если внешний диаметр их покрышек равен d ? Ответ округлите до целых.

$v \in [40; 80]$ с шагом 5.

$d \in [50; 60]$ с шагом 2.

Ответ: $N = v / (\pi d)$.

Задача 14

Романтик Андрей бросает цветы в окно своей возлюбленной, причем он хочет, чтобы цветы залетали в окно исключительно с горизонтальной составляющей скорости. Андрей стоит на расстоянии L от стены. Высота окна равняется h . С какой скоростью Андрею стоит бросать цветы? Ответ округлите до целых.

$L \in [6; 10]$ с шагом 0,5

$h \in [6; 10]$ с шагом 0,5.

Ответ: $v = \sqrt{(L^2 + 4h^2)g/2h}$.

Задача 15

Футболист пнул мячик горизонтальном направлении со склона с углом наклона $\alpha = 45^\circ$. Найдите время, через которое мячик коснется склона. Начальная скорость v_0 . Ответ округлите до десятых.

$v_0 \in [10; 50]$ с шагом 0,5.

Ответ: $t = 2v_0/g$.

2.2 Задачи с открытым ответом

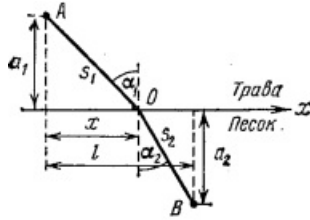
В данном разделе представлены задачи с открытым ответом. Правильные ответы прилагаются.

Задача 16 (О)

Ось x на рис. 2.2 служит границей между участком, поросшим травой, и участком, покрытым песком. Пешеходу нужно попасть из точки А в точку В. По траве пешеход может идти со скоростью v_1 км/ч, а по песку — со скоростью v_2 км/ч. Чтобы совершить переход за самое короткое время, пешеход выбирает ломаный путь АОВ. При каком соотношении между синусами углов α_1 и α_2 время движения пешехода из А в В будет минимальным? Ответ округлите до сотых.

$v_1 \in [5; 10]$ с шагом 1.

$v_2 \in [3; 8]$ с шагом 1.



Ответ: $\sin \alpha_1 / \sin \alpha_2 = v_1 / v_2$.

Задача 17 (О)

Андрей и его брат Даня бросили одновременно два мячика из одной точки, причем один бросил мяч под углом $\alpha = 30^\circ$, а другой бросил мяч вертикально вверх. Найдите расстояние между телами через время t . Начальные скорости обоих тел одинаковы и равны v_0 .

$v_0 \in [20; 30]$ с шагом 1.

$t \in [1; 3]$ с шагом 0,2.

Ответ: $\Delta R = v_0 t \sqrt{2(1 - \sin \alpha)}$.

Задача 18 (О)

Из пушки выпустили последовательно два снаряда со скоростью v_0 : первый - под углом $\alpha_1 = 60^\circ$ к горизонту, второй - под углом $\alpha_2 = 45^\circ$ (азимут один и тот же). Найдите интервал между выстрелами, при котором снаряды столкнутся друг с другом. Ответ дайте в секундах, выразив его до целых.

$v_0 \in [200; 300]$ с шагом 10.

Ответ: $t = \frac{2v_0 \sin(\alpha_1 - \alpha_2)}{g(\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2)}$.

Задача 19 (О)

Велосипедист едет по окружности со скоростью $v = \alpha t$, где α - положительная константа, t - время движения. Определите полное ускорение велосипедиста в тот момент, когда он проедет n длины окружности после начала движения. Ответ округлите до десятых.

$\alpha \in [0, 3; 0, 8]$ с шагом 0,1.

$n \in [0, 1; 0, 5]$ с шагом 0,1.

Ответ: $a = \alpha \sqrt{1 + (4\pi n)^2}$.

Задача 20 (О)

Тело без начальной скорости сбросили с крыши дома высотой H . Известно, что последние $H/4$ метров тело пролетело за t с. Пренебрегая

сопротивлением воздуха, найдите высоту дома. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10 \text{ м/с}^2$. Ответ округлите до целых.

$t \in [1; 2]$ с шагом 0,5.

$$v_1 = \frac{t + 2t\sqrt{1/3}}{g/3}, H = 2v_1^2/3g.$$

2.3 Задачи на сопоставление

В данном разделе представлены задачи на сопоставление спрашиваемых в задачах величин (от трех до четырех) с их численными значениями. В качестве вариантов ответа в большинстве задач представлено от 6 до 10 возможных вариантов ответа.

Задача 21

Баскетболист бросает мяч над своей головой с высоты $h_0 = 240 \text{ см}$ в баскетбольное кольцо, расположенное на высоте $H = 305 \text{ см}$. Начальная скорость полета мяча и угол к горизонту равны $v_0 \text{ м/с}$ и 30° соответственно. Сопоставьте, округлив до целых:

$(v_0 \in [12; 16] \text{ м/с})$.

Время полёта мяча до кольца (в сотнях миллисекунд):

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{(v_0 \sin \alpha)^2 - 2g(H - h)}}{g}.$$

Расстояние, с которого был совершен бросок (в метрах):

$$L = tv_0 \cos \alpha.$$

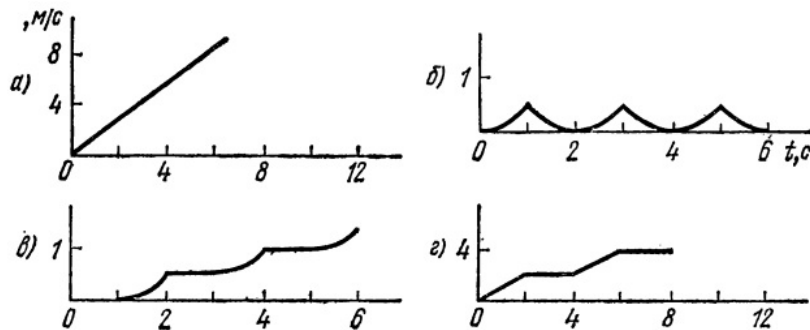
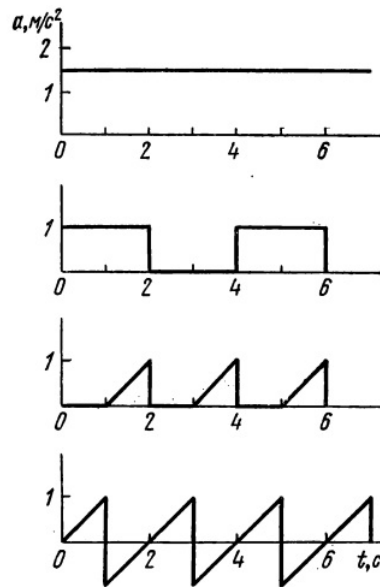
Угол залёта мяча в кольцо (в градусах):

$$\theta = \arctan \left(\frac{v_0 \sin \alpha - gt}{v_0 \cos \alpha} \right).$$

Задача 22

Сопоставьте графики зависимости от времени скорости некоторых тел с данными графиками ускорений. Начальная скорость во всех случаях считать равной нулю.

Ответы:



Задача 23

Спортсмен плывёт к жестко закреплённому плоту, расположенному ровно по центру реки шириной $L = 40$ метров, с собственной скоростью v_0 м/с, причём его собственная скорость всегда направлена перпендикулярно берегу. В реке присутствует течение, скорость которого зависит от расстояния от берега как $v_x = \alpha y$, где α - константа, y - расстояние от берега. Сопоставьте, округлив до целых:

($v_0 \in [1; 5]$ с шагом 1).

($\alpha \in [0, 4; 0, 8]$ с шагом 0,1).

Среднюю скорость движения спортсмена относительно берега вдоль берега за весь его путь (в м/с):

$$\langle v_x \rangle = \frac{\alpha L v_0}{4}.$$

Время движения спортсмена до плота (в секундах):

$$t = L/(2v_0).$$

На какое расстояние отбросит спортсмена от плота, если он не учтёт течение (в метрах):

$$x = \frac{\alpha(L/2)^2}{2v_0}.$$

Задача 24

Колесо совершает вращение относительно неподвижной оси по закону $\varphi = \beta t^2$, где φ - угол поворота колеса, t - время вращения, а β - константа. Сопоставьте следующие величины в момент времени t , если скорость точки на ободе колеса в этот момент равна v . Ответ округлите до сотых:

$\beta \in [0, 1; 0, 5]$ с шагом 0,1.

$t \in [1, 5; 2, 5]$ с шагом 0,5.

$v \in [0, 5; 0, 7]$ с шагом 0,05.

Нормальное ускорение точки на ободе колеса в момент времени t (в м/с²):

$$a_n = 2\beta t v.$$

Тангенсальное ускорение точки на ободе колеса в момент времени t (в м/с²):

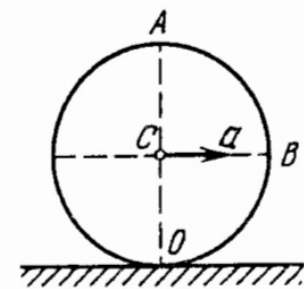
$$a_\tau = v/t.$$

Полное ускорение точки на ободе колеса в момент времени t (в м/с²):

$$a = (v/t)\sqrt{1 + 4\beta^2 t^4}.$$

Задача 25

Диск радиуса R см катится без скольжения по горизонтальной плоскости таким образом, что его центр движется с постоянным ускорением a . Через t с после начала движения его положение соответствует рисунку 2.3.



($a \in [2; 3]$ с шагом 0,5).

($R \in [8; 12]$ с шагом 1).

($t \in [1; 4]$ с шагом 1).

Сопоставьте, округлив до целых:

Скорость точки А (в см/с): (правильный ответ 10)

$$v_A = 2at.$$

Скорость точки В (в см/с): (правильный ответ 7)

$$v_B = \sqrt{2}at.$$

Ускорение точки А (в см/с²): (правильный ответ 6)

$$a_A = 2a\sqrt{1 + (at^2/2R)^2}.$$

Ускорение точки О (в см/с²): (правильный ответ 3)

$$a_O = a^2t^2/R.$$

3 Список литературы

Список используемой литературы для составления вопросов и задач:

1. Иродов Е. И. Задачи по общей физике. 1988, 2-ое издание.
2. Савельев И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике. 1988, 2-ое издание.
3. Сивухин Д. В. Сборник задач по общему курсу физики. 1977.
4. Douglas C. Giancoli. Physics principles with applications. 7th edition (global).
5. Кудлис А. Курс общей физики. Механика. Конспект лекций. 2023, Версия 1.050.