

Олимпиада «Физтех» по физике

10 класс, 2024/25 год, онлайн-этап, первый тур

1. Вектор скорости материальной точки изменяется со временем по закону

$$\vec{V} = \vec{v}(b - ct),$$

где координаты вектора $\vec{v}(v_x, v_y, v_z)$: $v_x = 1$ [м/с], $v_y = 2$ [м/с], $v_z = 3$ [м/с], постоянные $b = 1$, $c = 2$ [1/с], t — время в [с].

Найдите модуль перемещения материальной точки за время от $t_1 = 1$ [с] до $t_2 = 2$ [с]. Ответ приведите в метрах и округлите до десятых.

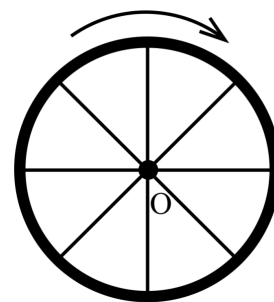
$$\pi \approx 3,14 \approx \frac{22}{7} \approx \sqrt{10} \approx 3,16$$

2. Колесо вращается вокруг неподвижной оси O (см. рис.) так, что угловое ускорение ε и угловая скорость ω связаны соотношением

$$\varepsilon = k \cdot \omega,$$

где $k = -0,15$ [1/с] — коэффициент пропорциональности.

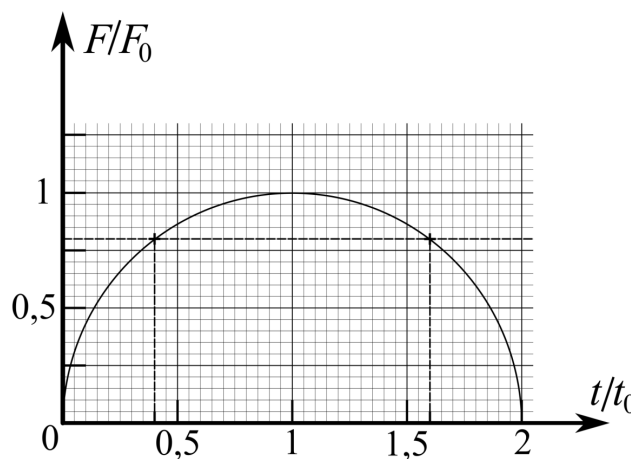
Найдите угол между векторами скорости и ускорения любой точки на ободе в тот момент, когда колесо совершит 2 оборота начиная с момента времени $t = 0$. Угловая скорость колеса при $t = 0$ равна $\omega_0 = 2$ [1/с]. Ответ приведите в градусах и округлите до целого числа.



$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = -0,15 \omega \Rightarrow \omega = \omega_0 e^{-0,15t} \Rightarrow \theta = \int_0^t \omega dt = \frac{\omega_0}{0,15} (1 - e^{-0,15t})$$

3. Брусок массой 600 [г] покоится на шероховатой горизонтальной плоскости. Коэффициент трения скольжения бруска по плоскости равен 0,2. Начиная с момента времени $t = 0$ на брусок действует горизонтальная сила F , направление которой постоянно, график (см. рис.) зависимости модуля силы от времени в относительных единицах — полуокружность, $F_0 = 1,5$ [Н], $t_0 = 1,5$ [с].

Найдите скорость бруска в момент прекращения действия силы. Ускорение свободного падения 10 [м/с²]. Ответ приведите в [см/с] и округлите до целого числа.

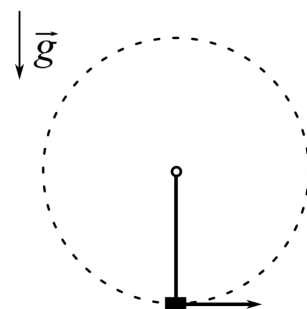


4. На гладком горизонтальном столе покоятся две шайбы. Третья шайба поступательно движется по столу и сталкивается поочерёдно с покоящимися шайбами. После первого столкновения шайба отклоняется от направления движения на 10 градусов, после второго столкновения шайба отклоняется на 20 градусов от нового направления движения.

На сколько процентов уменьшается кинетическая энергия налетающей шайбы после двух столкновений? Все шайбы одинаковые и гладкие. Столкновения шайб абсолютно упругие и нецентральные. Ответ приведите в процентах и округлите до целого числа.

14

5. Шарик подвешен на легкой нити длиной 1,5 [м] в однородном поле тяжести. Шарик сообщают (см. рис.) горизонтальную скорость $V_2 = 1,2 \cdot V_1$, где V_1 — наименьшая горизонтальная скорость, которую следует сообщить шарик, чтобы шарик двигался по окружности в вертикальной плоскости.



На какой высоте, отсчитанной от точки старта, находится шарик в тот момент, когда сила натяжения нити в 6 раз больше силы тяжести, действующей на шарик? Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой. Ответ приведите в [м] и округлите до десятых.

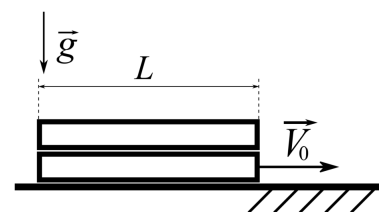
$$\frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{g}{l}} = \eta$$

6. Идеальный газ расширяется в процессе 1–2. Отношение конечного объёма к начальному $\frac{V_2}{V_1} = 1,25$. Температура газа в начальном и конечном состояниях одинакова. Количество газа в процессе остаётся неизменным.

Найдите отношение среднего числа соударений молекул в расчёте на единицу площади в единицу времени в конечном состоянии к среднему числу соударений молекул в расчёте на единицу площади в единицу времени в начальном состоянии. Ответ округлите до десятых.

$$\frac{z_A}{z_1} = \frac{v_u}{v_1} = \frac{v_z}{v_2}$$

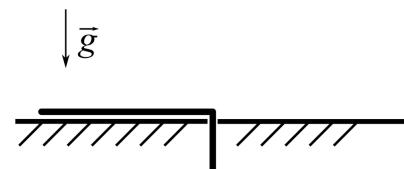
7. Две одинаковые однородные доски длиной $L = 1,5$ [м], лежащие одна на другой (см. рис.), движутся по горизонтальной плоскости со скоростью 1,5 [м/с] и въезжают с гладкой части на шероховатую часть этой плоскости. Коэффициент трения скольжения нижней доски по горизонтальной плоскости равен 0,3, коэффициент трения скольжения верхней доски по нижней равен 0,1.



Найдите модуль скорости досок в момент времени, когда начнётся относительное движение досок. Ускорение свободного падения 10 [м/с²]. Доски движутся поступательно. Ответ приведите в [см/с] и округлите до целого числа.

$$\frac{v}{v_0} = \frac{g}{\mu_1 L} = \lambda$$

8. Однородный шнур, одна часть которого лежит на шероховатом горизонтальном столе, а другая свешивается в гладкое отверстие в столе, удерживают, затем освобождают (см. рис.). Шнур приходит в движение с нулевой начальной скоростью. Масса шнура 2 [кг], коэффициент трения скольжения шнура по столу 0,1, длина вертикальной части шнура составляет 10% длины шнура.

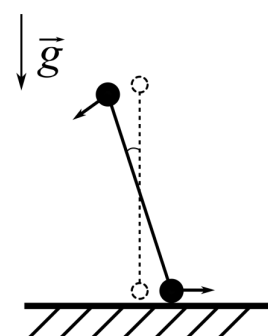


Найдите модуль силы натяжения в сечении шнура, отстоящем на расстоянии l_0 от левого конца шнура сразу после начала движения. Расстояние l_0 составляет 40% длины шнура. Ускорение свободного падения 10 [м/с²]. Удлинение шнура и энергию деформации считайте пренебрежимо малыми. Ответ приведите в [Н] с точностью до сотых.

$$\text{бш } \frac{g\tau}{\pi+1} = L$$

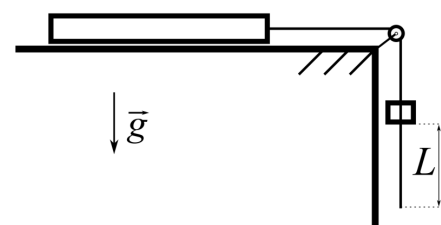
9. На концах невесомого стержня длины 1 [м] расположены одинаковые шарики. Стержень устанавливают вертикально на гладкой горизонтальной плоскости (см. рис.), а затем, слегка сместив от вертикали, отпускают.

Найдите скорость верхнего шарика в момент времени, когда стержень составляет угол 20 градусов с вертикалью. Ускорение свободного падения 10 [м/с²]. Ответ приведите в [см/с] и округлите до целого числа.



$$\frac{1+\phi \cdot \frac{g\tau}{\pi+1}}{(1+\phi \cdot \frac{g\tau}{\pi+1})(\phi \cos - 1)l_0} \Lambda = \tau \Lambda$$

10. Система состоит из доски, нити пренебрежимо малой массы и небольшого груза. Нить перекинута через блок, одним концом привязана к доске, а другим концом пропущена через сквозное отверстие в грузе. Доска движется поступательно вправо по горизонтальному гладкому столу, груз скользит по нити вертикально вниз, нить между грузом и доской натянута. В некоторый момент времени скорость груза относительно вертикальной части нити равна 0,5 [м/с], расстояние от груза до нижнего конца нити $L = 0,5$ [м] (см. рис.). При скольжении на груз и на нить действуют силы трения. Модуль силы трения равен $\alpha \cdot mg$, где α — коэффициент, равный 0,2, m — масса груза, $g = 10$ [м/с²] — ускорение свободного падения. Отношение массы доски к массе груза равно 1.



Найдите скорость груза относительно вертикальной части нити в тот момент, когда он соскользнет с нити. Нить скользит по блоку без трения. Удлинением нити пренебрегите. Ответ приведите в [м/с] и округлите до десятых.

$$V_{\text{отн}} = V_{0\text{отн}} + g_{\text{отн}} \tau, \text{ где } g_{\text{отн}} = g(1 - 2\alpha), \tau - \text{корень уравнения } L = \frac{g}{2} V_{0\text{отн}}^2 + \tau V_{0\text{отн}}$$