

Выездная физико-математическая олимпиада МФТИ. Январь – февраль 2021г.

Условия. 9 класс. Физика

1.1. Футболист на тренировке наносит удары по мячу и сообщает мячу одинаковые по величине и направлению скорости. Наибольшая высота, на которой находится мяч в полете, $H = 20$ м.

1) Найдите продолжительность T полета мяча.

2) Если мяч направить к вертикальной стенке, то через $\tau = 1$ с после абсолютно упругого соударения со стенкой мяч падает на поле. На какой высоте h мяч соударяется со стенкой?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Траектория мяча лежит в вертикальной плоскости перпендикулярной стенке.

1.2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу и сообщает мячу одинаковые по величине и направлению скорости. Продолжительность полета мяча $T = 3$ с.

1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.

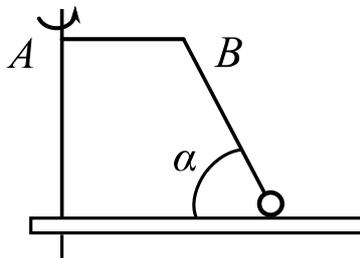
2) Если мяч направить к вертикальной стенке, то через $\tau = 2$ с после абсолютно упругого соударения со стенкой мяч падает на поле. На какой высоте h мяч соударяется со стенкой?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Траектория мяча лежит в вертикальной плоскости перпендикулярной стенке.

2. Горизонтальная платформа вращается вокруг вертикальной оси с угловой скоростью ω (см. рис.). На платформе лежит, вращаясь вместе с платформой, маленький шарик массой m . Шарик привязан нитью к горизонтальной штанге АВ, прикрепленной к оси. Длина штанги l , длина нити $2l$, нить образует угол $\alpha = 60^\circ$ с горизонтом. Трение между платформой и шариком пренебрежимо мало.

1) Найти силу натяжения нити.

2) При каких угловых скоростях шарик не будет отрываться от платформы?

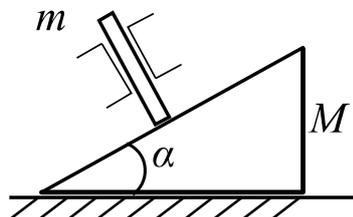


3.1. На клин массы $M = 4,5$ кг (см. рис.) опирается стержень массы $m = 1$ кг, который, благодаря направляющему устройству, может перемещаться только в направлении перпендикулярном наклонной плоскости клина, образующей угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтом. Клин установлен на горизонтальном столе. Трения в системе нет.

1) Какую по величине F горизонтальную силу следует приложить к клину, чтобы удерживать систему в покое?

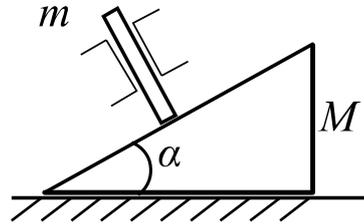
2) Силу F снимают. С каким по величине a_1 ускорением будет двигаться клин?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



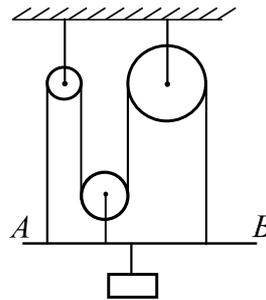
3.2. На клин массы $M = 2$ кг (см. рис.) опирается стержень массы $m = 1$ кг, который, благодаря направляющему устройству, может перемещаться только в направлении перпендикулярном наклонной плоскости клина, образующей угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтом. Клин установлен на горизонтальном столе. Трения в системе нет. Горизонтальной силой, приложенной к клину, систему удерживают в покое.

- 1) С какой по величине P силой клин действует на стол?
 - 2) Горизонтальную силу снимают. С каким по величине a ускорением будет двигаться стержень?
- Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



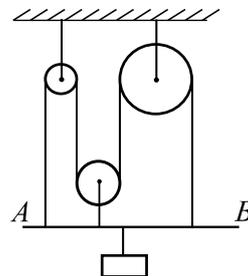
4.1. Система из невесомых блоков, невесомого горизонтального стержня АВ и груза массой m находится в равновесии (см. рис.). Радиусы блоков r , $2r$ и $3r$. Участки легкой нити, не соприкасающиеся с блоками, вертикальны. Трением в осях блоков пренебречь.

- 1) Найти силу натяжения нити.
- 2) На каком расстоянии x от места крепления правого конца нити подвешен груз?



4.2. Система из невесомых блоков, невесомого горизонтального стержня АВ и груза массой m находится в равновесии (см. рис.). Радиусы блоков r , $2r$ и $4r$. Участки легкой нити, не соприкасающиеся с блоками, вертикальны. Трением в осях блоков пренебречь.

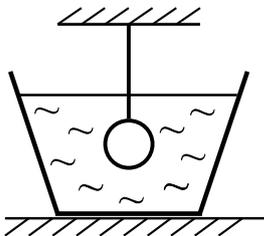
- 1) Найти силу натяжения нити.
- 2) На каком расстоянии x от места крепления правого конца нити подвешен груз?



5. На горизонтальном столе стоит сосуд массой $m = 2$ кг (см. рис.). В сосуд налита вода массой $M = 5$ кг. Подвешенный на легкой нити шар полностью погружен в воду. Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Плотность шара 8ρ , объем шара $V = 1 \text{ дм}^3$.

- 1) Найти силу натяжения нити.
- 2) Найти силу давления сосуда на стол.

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



6.1. В Вашем распоряжении четыре резистора, сопротивления которых: 2 Ом, 3 Ом, 4 Ом и 5 Ом.

- 1) Как следует соединить имеющиеся резисторы для получения эквивалентного сопротивления, численно (в омах) максимально близкого к $\pi \approx 3,14159$? Ответ подкрепите схемой соединения и расчетом.
- 2) На сколько процентов полученное Вами численное значение эквивалентного сопротивления отличается от приближенного значения $\pi \approx 3,14159$?

6.2. В Вашем распоряжении четыре одинаковых резистора сопротивлением 8 Ом каждый.

- 1) Как следует соединить имеющиеся резисторы для получения эквивалентного сопротивления, численно (в омах) максимально близкого к «золотому сечению» – числу $\Phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1,61803\dots$? Ответ подкрепите схемой соединения и расчетом.
- 2) На сколько процентов полученное Вами численное значение эквивалентного сопротивления отличается от приближенного значения $\Phi = 1,618\dots$?