

ОЛИМПИАДА “БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ” 2016-2017
Физика, I тур, вариант I
РЕШЕНИЯ

10 класс

1. (30 баллов) Частица начинает движение вдоль оси x из точки с координатой x_0 ($x_0 > 0$), достигает максимальной координаты $2x_0$ и проходит точку $x = 0$ через время t после начала движения. Найти ускорение частицы, считая его постоянным.

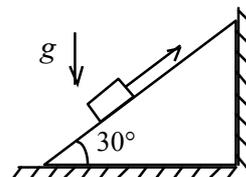
Ответ: Ускорение равно $2(3 + 2\sqrt{2})\frac{x_0}{t^2}$.

Решение: Обозначим через t_1 время движения частицы от точки x_0 до точки $2x_0$, через t_2 время движения от точки $2x_0$ до точки $x = 0$ и через a – величину ускорения частицы. Составим систему уравнений:

$$2x_0 - x_0 = \frac{at_1^2}{2}, \quad 2x_0 = \frac{at_2^2}{2}, \quad t_1 + t_2 = t.$$

В первой формуле учтено, что время движения от точки x_0 до точки $2x_0$ равно времени обратного движения между этими точками. Решая систему уравнений, находим ускорение a .

2. (30 баллов) Клин массы m с углом 30° при основании стоит на гладком столе, касаясь вертикальной стены (см. рис.). По наклонной грани клина втаскивают с ускорением $g/2$ (g – ускорение свободного падения) груз той же массы, действуя на него силой, равной по величине mg и направленной вдоль наклонной грани клина. Найти силы, с которыми клин давит на стенку (15 баллов) и на пол (15 баллов).



Ответ: Клин давит на стенку с силой $\frac{\sqrt{3}}{4}mg$, а на пол – с силой $\frac{7}{4}mg$.

Решение: Из второго закона Ньютона для груза в проекции на наклонную грань клина следует, что сила трения между грузом и клином равна нулю. Из второго закона Ньютона для груза в проекции на нормальное к наклонной грани направление следует, что груз давит на клин с силой $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$. Горизонтальная компонента этой силы дает силу давления на стенку. Вертикальная компонента этой силы вместе с силой тяжести, действующей на клин, определяет силу давления на пол.

Возможно решение другим способом – путем рассмотрения изменения импульса системы тел, состоящей из клина и груза.

3. (40 баллов) Шарик, подвешенный на нити, отклонили от вертикали так, что нить образовала прямой угол с вертикалью, и отпустили. Какого максимального значения достигает горизонтальная проекция ускорения шарика в процессе движения? Ускорение свободного падения равно g .

Ответ: Максимальное значение горизонтальной проекции ускорения равно $3g/2$.

Решение: Запишем второй закон Ньютона для шарика в проекции на направление нити в виде

$$\frac{mV^2}{L} = T - mg \cos \alpha,$$

где m и V – масса и скорость шарика, L – длина нити, T – сила натяжения нити, α – угол между нитью и вертикалью. Из закона сохранения энергии следует

$$\frac{mV^2}{2} = mgL \cos \alpha.$$

Из записанных уравнений находим, что $T = 3mg \cos \alpha$. Горизонтальное ускорение шарика определяется горизонтальной проекцией силы T и равно $3g \cos \alpha \sin \alpha$. Максимальное значение полученного выражения равно $3g/2$ и достигается при $\alpha = \pi/4$.

ОЛИМПИАДА “БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ” 2016-2017
Физика, I тур, вариант 2
РЕШЕНИЯ

10 класс

1. (30 баллов) Частица начинает движение вдоль оси x из точки с координатой x_0 ($x_0 > 0$), достигает максимальной координаты $2x_0$ и проходит точку $x = 0$ через время t после начала движения. Найти начальную скорость частицы, считая ускорение частицы постоянным.

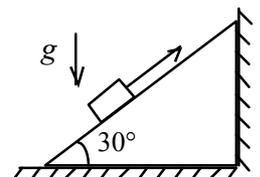
Ответ: Начальная скорость частицы равна $2(1 + \sqrt{2})\frac{x_0}{t}$.

Решение: Обозначим через t_1 время движения частицы от точки x_0 до точки $2x_0$, через t_2 время движения от точки $2x_0$ до точки $x = 0$ и через a – величину ускорения частицы. Составим систему уравнений:

$$2x_0 - x_0 = \frac{at_1^2}{2}, \quad 2x_0 = \frac{at_2^2}{2}, \quad t_1 + t_2 = t.$$

В первой формуле учтено, что время движения от точки x_0 до точки $2x_0$ равно времени обратного движения между этими точками. Решая систему уравнений, находим время $t_1 = \frac{t}{1 + \sqrt{2}}$. Поскольку средняя скорость частицы при движении от x_0 до $2x_0$ равна $V/2$ (V – начальная скорость), то $x_0 = Vt_1/2$. В итоге находим $V = 2(1 + \sqrt{2})\frac{x_0}{t}$.

2. (30 баллов) Клин массы m с углом 30° при основании стоит на гладком столе, касаясь вертикальной стены (см. рис.). По наклонной грани клина втаскивают с ускорением $g/3$ (g – ускорение свободного падения) груз той же массы, действуя на него силой, равной по величине mg и направленной вдоль наклонной грани клина. Найти силу трения между грузом и клином (10 баллов) и силу, с которой клин давит на стенку (20 баллов).



Ответ: Сила трения равна $\frac{1}{6}mg$. Клин давит на стенку с силой $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$.

Решение: Из второго закона Ньютона для груза в проекции на наклонную грань клина следует, что сила трения между грузом и клином равна $mg/6$. Из второго закона Ньютона для груза в проекции на нормальное

к наклонной грани направление следует, что груз давит на клин с силой $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$. Сила давления клина на стенку равна сумме горизонтальных компонент силы давления груза на клин и силы трения со стороны груза на клин.

Возможно решение другим способом – путем рассмотрения изменения импульса системы тел, состоящей из клина и груза.

3. (40 баллов) Шарик массы m , подвешенный на нити, отклонили от вертикали так, что нить образовала прямой угол с вертикалью, и отпустили. Какого максимального значения достигает горизонтальная проекция силы натяжения нити? Ускорение свободного падения равно g .

Ответ: Максимальное значение горизонтальной проекции силы натяжения равно $3mg/2$.

Решение: Запишем второй закон Ньютона для шарика в проекции на направление нити в виде

$$\frac{mV^2}{L} = T - mg \cos \alpha,$$

где V – скорость шарика, L – длина нити, T – сила натяжения нити, α – угол между нитью и вертикалью. Из закона сохранения энергии следует

$$\frac{mV^2}{2} = mgL \cos \alpha.$$

Из записанных уравнений находим, что $T = 3mg \cos \alpha$. Горизонтальная составляющая силы T равна $3mg \cos \alpha \sin \alpha$. Максимальное значение полученного выражения равно $3mg/2$ и достигается при $\alpha = \pi/4$.