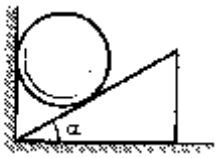
Всероссийская олимпиада школьников
II (муниципальный) этап
Физика
9 класс
Решения. Критерии проверки

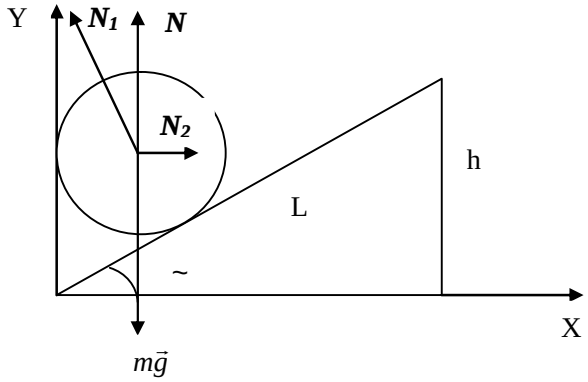
Общее время выполнения работы – 3 часа 20 минут.

Задание 1

Между наклонной плоскостью клина, стоящего на горизонтальной поверхности, и вертикальной стенкой кладут шар такой же массы, что и клин. Определить ускорение клина, если угол при его основании $\alpha = 30^0$. Трения нет.



Решение



Найдем ускорение шарика

$$\vec{N} = \vec{N}_1 + \vec{N}_2$$

$$N_1 = mg\cos\alpha$$

$$N = mg\cos^2\alpha$$

$$mg - mg\cos^2\alpha = ma_ш$$

для шара $a_ш = g(1 - \cos^2\alpha)$

Так как трения нет, то для ускорения клина, направленного горизонтально, можем записать:

$$a_K = a_ш/tg\alpha = g(1 - \cos^2\alpha)/\ tg\alpha$$

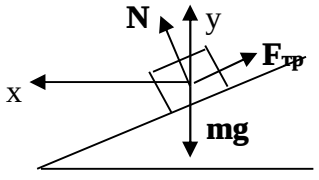
$$a_K = g\,\frac{\sqrt{3}}{4}.$$

Максимальный балл – 80. Проведен анализ, получено решение с правильным ответом. 60 баллов. Идея решения верна. Ответ получен неверно из-за ошибок в выкладках. До 30 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.

Задание 2

На наклонной плоскости, образующей угол α с горизонтом, стоит кубик массы *m*. Плоскость находится в лифте, движущемся с ускорением *a*, направленным вверх. Найти силу нормального давления $F_{нд}$ кубика на плоскость. При каком коэффициенте трения *k* между кубиком и плоскостью кубик не будет соскальзывать вниз?

Решение



ox: $N\sin\alpha - F_{тр}\cos\alpha = 0$ (1)

oy: $N\cos\alpha - mg + F_{тр}\sin\alpha = ma$ (2)

Из (1) получим $F_{тр} = N\sin\alpha / \cos\alpha$

или $N = F_{тр}\cos\alpha /\sin\alpha$ (3)

Подставив (3) в (2) имеем $F_{тр}(\sin^2\alpha + \cos^2\alpha) = m(g+a)\sin\alpha$

$$F_{тр} = m\,(g + a)\sin\alpha \quad (4),$$

тогда $F_{нд} = N = m(g + a)\cos\alpha$

С другой стороны $F_{тр} = k\,N = k\,m(g+a)\cos\alpha$ и сравнивая с (4) имеем:

$$k\,m(g + a)\cos\alpha = m(g + a)\sin\alpha$$

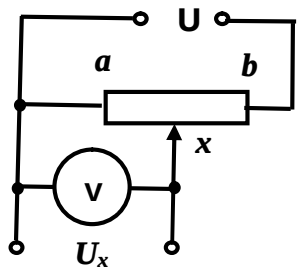
$$k = \operatorname{tg}\alpha$$

Это предельное значение коэффициента трения k. Если $k < \operatorname{tg}\alpha$, то кубик соскользнет с наклонной плоскости.

Максимальный балл – 100. Проведен анализ, получено решение с правильным ответом на оба вопроса.
80 баллов. Идея решения верна. Ответ получен неверно из-за ошибок в выкладках.
50 баллов. Проведен анализ, получено решение с правильным ответом на один из вопросов.
До 30 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.

Задание 3

Реостат со скользящим контактом, соединенный по схеме, приведенной на рисунке, является потенциометром (делителем напряжения). При перемещении движка потенциометра снимаемое с него напряжение *Ux* изменяется от нуля до напряжения на клеммах источника тока *U*. Найти зависимость напряжения *Ux* от положения движка. Построить график этой зависимости для случая, когда полное сопротивление потенциометра R во много раз меньше сопротивления вольтметра R_V и для случая, когда $R_V = R$.



Решение

Пусть в положении x движка потенциометра сопротивление участка ax равно r_x, тогда сопротивление участка xb равно $R - r_x$.

Сопротивление вольтметра R_V соединено параллельно с r_x и они оба последовательно с $R - r_x$.

Тогда сопротивление участка *ab* равно:

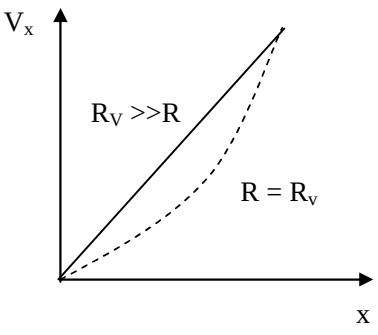
$$R_{ab} = (R - r_x) + R_{ax} = (R - r_x) + [\,R_V\,r_x / (Rv + r_x)] =$$

$$= ((R - r_x)r_x + R\,R_V)/(Rv + r_x)$$

Ток в цепи будет равен

$$I = V/R_{ab} = V\,(Rv + r_x)/((R - r_x)r_x + R\,R_V)$$

На участке ax:



$V_{ax} = V R_V r_x (Rv + r_x)/ \chi ((R - r_x)r_x + R R_V) (Rv + r_x)z =$

$= V R_V r_x /((R - r_x)r_x + R R_V)$

Если $R << R_V$, то $R_V R >> (R - r_x) r_x$ и $V_{ax} = V r_x /R$

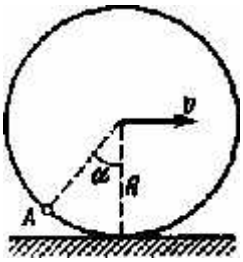
При R_V соизмеримым с R $(R = R_v)$

$V_{ax} = V r_x R/ ((R - r_x) r_x + R^2)$

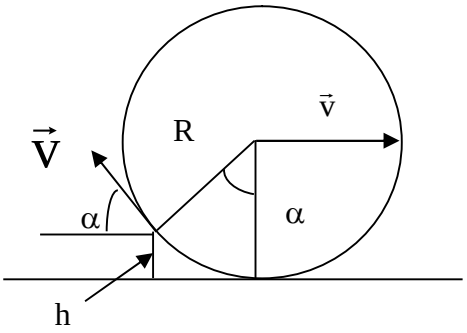
Максимальный балл – 80. Проведен анализ. Получены решения с правильным ответом.
60 баллов. Идея решения верна. Ответ получен неверно из-за ошибок в выкладках.
До 30 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.

Задание 4

С колеса автомобиля, движущегося с постоянной скоростью v, слетают комки грязи. Радиус колеса равен *R*. На какую высоту *H* над дорогой будет отбрасываться грязь, оторвавшаяся от точки *A* колеса, указанной на рисунке? На каком расстоянии по горизонтали от точки отрыва комок грязи попадет на землю?



Решение



$$v_{вер0} = v \sin\alpha$$

$$v_{гор0} = v (1 - \cos \alpha)$$

$$y = h + v \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = h + v \sin\alpha t_п - \frac{gt_n^2}{2} \qquad t_п \text{ – время подъема}$$

$$v = v \sin\alpha - g t \qquad 0 = v \sin\alpha - g t_п$$

$$t_п = v \sin \alpha/ g$$

$$H = h + v^2 \sin^2\alpha/g - v^2 \sin^2\alpha/2g = h + v^2 \sin^2\alpha/2g$$

где $h = R(1 - \cos \alpha)$

Время полета t_0 найдем из условия:

$$0 = h + v \sin \alpha t_0 - \frac{gt_0^2}{2}$$

$$t_0^2 - 2v \sin \alpha /g - 2h/g = 0$$

$$t_0 = v/g + \sqrt{\frac{v^2 + 2gh}{g}} = \frac{v + \sqrt{v^2 + 2gh}}{g}$$

$$L = t_0 v_{гор0} = \frac{v(1 - \cos\sim)}{g}(v + \sqrt{v^2 + 2Rg(1 - \cos\sim)})$$

Максимальный балл – 100. Проведен анализ, получено решение с правильным ответом на оба вопроса.
80 баллов. Идея решения верна. Ответ получен неверно из-за ошибок в выкладках.
50 баллов. Проведен анализ, получено решение с правильным ответом на один из вопросов.
До 30 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.

Задание 5

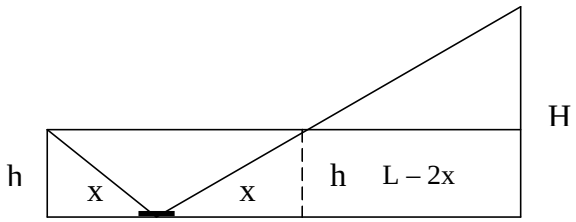
Человек, рост которого h = 1,75 м, находится на расстоянии L = 6 м от фонаря, висящего на высоте H = 7 м. На каком расстоянии от человека надо положить на землю маленькое зеркальце, чтобы он мог видеть в нем изображение фонаря?

Решение

Если - L расстояние от человека до столба, то

$(L - x) / H = x / h$

$x = Lh / (h + H) = 1{,}2$ м



Максимальный балл – 60. Получено решение с правильным ответом.
40 баллов. Идея решения верна, но допущены ошибки в выводах и расчетах.
До 20 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы