



ШКОЛА ЦЕНТРА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МАСТЕРСТВА

129272, Москва, Олимпийский проспект, д.11 стр.1. ИНН 9702004203, ОГРН 1197700011640,
КПП 770201001 эл. почта: info@school-cpm.ru тел: +7(495)118-36-62

Примеры заданий для подготовки к вступительным испытаниям по физике

10 класс

Задача 1

Шарик, брошенный из точки А под углом ζ к горизонту, в точке В, лежащей на одной горизонтали с точкой А, ударяется о гладкую площадку, наклоненную к горизонту. После упругого удара шарик возвращается в исходную точку А, затратив на полет в $n = \sqrt{3}$ раз меньшее время. Найти угол ζ , под которым тело было брошено из точки А? Ответ приведите в градусах, округлив до целого (**6 баллов**)

Ответы:

$$\alpha = \arctg n = 60^\circ$$

Решение:

Введём систему отсчёта: начало координат в точке броска, ось Y направлена вверх, ось X по горизонтали в сторону стенки, время отсчитывается от момента броска, тогда запишем дальность полёта и вертикальную составляющую скорости шарика:

$$\begin{cases} x(t) = V_0 \cos a \cdot t & (1.1) \\ V(t) = V_0 \sin a - gt & (1.2) \end{cases}$$

В наивысшей точке траектории $V(t) = 0$, а поскольку время подъёма равно времени падения, то дальность полёта S, используя (1.1), можно выразить через начальную скорость и угол:

$$S = \frac{V_0^2 \sin 2a}{g} \quad (2)$$

Из формулы (2) видно, что в диапазоне углов $[0, \pi/2]$ данная дальность при одной и той же начальной скорости достигается при двух углах. Обозначим их **a** и **b**:

$$\sin 2a = \sin 2b \quad (3)$$

Равенство (3) выполняется в указанном диапазоне углов, если:

$$\begin{cases} b = a \\ b = \frac{\pi}{2} - a \end{cases} \quad (4)$$

Запишем теперь время полёта в обоих случаях:



ШКОЛА ЦЕНТРА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МАСТЕРСТВА

129272, Москва, Олимпийский проспект, д.11 стр.1. ИНН 9702004203, ОГРН 1197700011640,
КПП 770201001 эл. почта: info@school-cpm.ru тел: +7(495)118-36-62

$$\begin{cases} t_1 = \frac{S}{V_0 \cos a} \\ t_2 = \frac{S}{V_0 \cos b} \end{cases} \quad (5)$$

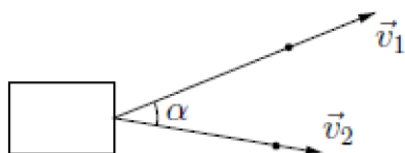
Из (5) видно, что большему начальному углу соответствует большее время полёта (максимально при вертикальном броске шарика!), следовательно, условие задачи относительно времён можно записать так:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\cos b}{\cos a} = \frac{\sin a}{\cos a} = \operatorname{tg} a = n \quad (6)$$

Откуда следует ответ: $\alpha = \operatorname{arctg} n = 60^\circ$.

Задача 2

Тяжёлый ящик перемещают с помощью двух тракторов, движущихся со скоростями $V_1=1$ м/с и $V_2=2$ м/с, составляющими угол $\angle = 30^\circ$. Чему равна скорость ящика U в тот момент, когда канаты параллельны векторам V_1 и V_2 ? Ответ привести в метрах в секунду, округлив до десятых (**6 баллов**).



Ответы:

$$U = \frac{\sqrt{V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2 \cos \alpha}}{\sin \alpha} \quad \text{Н2,5 м/с.}$$

Решение:

Обозначим скорость ящика U , а угол между векторами скоростей U и $V_1 - \beta$. Тогда в силу нерастяжимости канатов проекции скорости U на каждый из канатов должны быть равны скоростям, с которыми эти канаты вытягивают:

$$\begin{cases} U \cos \beta = V_1 & (1.1) \\ U \cos(\alpha - \beta) = V_2 & (1.2) \end{cases}$$

Раскрываем (1.2) с учётом (1.1):

$$V_2 = U \cos \alpha \cos \beta - U \sin \alpha \sin \beta = V_1 \cos \alpha - \sin \alpha \sqrt{U^2 - V_1^2}$$

Преобразуем данное уравнение:



ШКОЛА ЦЕНТРА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МАСТЕРСТВА

129272, Москва, Олимпийский проспект, д.11 стр.1. ИНН 9702004203, ОГРН 1197700011640,
КПП 770201001 эл. почта: info@school-cpm.ru тел: +7(495)118-36-62

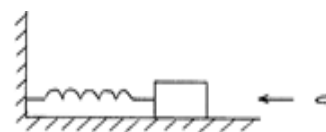
$$\sin \alpha \sqrt{U^2 - V_1^2} = V_1 \cos \alpha - V_2 \quad (2)$$

После возведения в квадрат обеих частей уравнения и группировки слагаемых получаем ответ:

$$U = \frac{\sqrt{V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2 \cos \alpha}}{\sin \alpha} \quad \text{Н2,5 м/с.}$$

Задача 3

На горизонтальной плоскости лежит деревянный брусок массой $M=5$ кг, прикрепленный к вертикальной стенке пружиной с коэффициентом упругости $k=2$ кН/м. В центр бруска попадает пуля массой $m=10$ г, летящая горизонтально и параллельно пружине, и застревает в нем. Определить скорость пули V , если максимальное сжатие пружины после удара составило $\Delta l=5$ см. Ответ привести в метрах в секунду, округлив до целого. Трением бруска о плоскость пренебречь.



Ответы:

$$V = \frac{\Delta l}{m} \sqrt{k(M + m)} \approx \frac{\Delta l}{m} \sqrt{kM} \approx 500 \text{ м/с}$$

Решение:

По закону сохранения импульса:

$$mv = u(m + M), \quad (1)$$

где u – скорость бруска с пулей в нем.

По закону сохранения механической энергии системы:

$$\frac{(m + M)u^2}{2} = \frac{k\Delta l^2}{2} \quad (2)$$

$$\text{Откуда} \quad u = \sqrt{\frac{k\Delta l^2}{m + M}} \quad (3)$$

Далее, подставляя (3) в (1), получаем ответ:

$$V = \frac{\Delta l}{m} \sqrt{k(M + m)} \approx \frac{\Delta l}{m} \sqrt{kM} \approx 500 \text{ м/с} \quad (4)$$



ШКОЛА ЦЕНТРА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МАСТЕРСТВА

129272, Москва, Олимпийский проспект, д.11 стр.1. ИНН 9702004203, ОГРН 1197700011640,
КПП 770201001 эл. почта: info@school-cpm.ru тел: +7(495)118-36-62

Задача 4

Какой ток I_A будет идти через идеальный амперметр?
Напряжение на источнике равно $U=21$ В. $R_1 = R_2 = R_3 = R=1$ Ом;
 $R_4 = 2R$. Ответ дать в Амперах, округлив до целого.

Ответы:

$$I = \frac{U}{7R} = 3A$$

Решение:

Расставим токи в ветвях цепи с учетом закона Ома и обратно пропорционально сопротивлениям ветвей. Пусть через резистор R_1 идет ток $3I$, тогда такой же ток идет через резистор R_3 , а через резисторы R_2 и R_4 идут $4I$ и $2I$, соответственно. Общее напряжение

$$U = 3IR + 2I2R = 7IR. \text{ Через амперметр идет ток } I = \frac{E}{7R} = 3A.$$

