

## 9 класс. Вариант 1

1. Расстояние между двумя пунктами  $l = 200$  км туда и обратно вертолет в первый раз пролетел в безветренную погоду, а во второй раз при ветре, дующем со скоростью  $V_в = 2$  м/с параллельно скорости вертолета. Скорость вертолета относительно воздуха в обоих случаях равна  $V = 144$  км/ч. На какую величину  $\Delta t$  время движения в ветреную погоду в данном случае больше времени движения в безветренную погоду?

*Решение:*

Время движения вертолета в безветренную погоду равно

$$\tau_1 = \frac{2l}{V}$$

Время движения вертолета при ветре

$$\tau_2 = \frac{l}{V + V_в} + \frac{l}{V - V_в}$$

Разность этих величин равна

$$\Delta t = \frac{2l}{V} \cdot \frac{V_в^2}{V^2 - V_в^2} = 25,1 \text{ с}$$

2. Тело соскальзывает без начальной скорости с наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha = 30^\circ$ . На первых  $k = 1/3$  пути коэффициент трения  $\mu_1 = 0,5$ . Определите коэффициент трения  $\mu_2$  на оставшемся отрезке пути, если у основания наклонной плоскости скорость тела равна нулю.

*Решение:*

В конце первой части пути скорость тела равна

$$V = \sqrt{2kSg(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha)},$$

где  $S$  – длина наклонной плоскости;  $g$  – ускорение свободного падения.

Эта же скорость будет в начале второго участка пути и может быть выражена следующим образом:

$$V = \sqrt{2(k-1)Sg(\mu_2 \cos \alpha - \sin \alpha)}.$$

Приравнявая подкоренные выражения, получим

$$\mu_2 = (\operatorname{tg} \alpha - k\mu_1) / (1 - k) = 0,62.$$

3. Для измерения температуры воды массой  $m = 20$  г в неё погрузили термометр, который показал температуру  $\theta = 32,4$  °С. Какова действительная температура воды  $t_д$ , если теплоёмкость термометра  $C_т = 2,1$  Дж/К, и перед погружением в воду он показывал температуру помещения  $t_п = 8,4$  °С? Вода

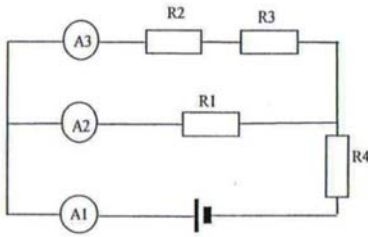
находится в калориметре, теплоемкость которого составляет  $C_k = 45$  Дж/К. Удельная теплоёмкость воды  $c_B = 4200$  Дж/(кг\*К).

*Решение:*

Составим уравнение теплового баланса для процесса измерения:

$$C_T(\theta - t_{\Pi}) = (c_B m + C_k)(t_d - \theta).$$

Решая это уравнение относительно  $t_d$ , получим  $t_d \approx 32,8$  °С.



4. Второй амперметр в схеме показывает силу тока  $I_2 = 1$  А. Сопротивления  $R_1 = 1$  Ом,  $R_2$ ,  $R_3$  и  $R_4$  по 2 Ом. Найдите напряжение на зажимах источника электрической энергии.

*Решение:*

Напряжение на резисторе  $R_1$  равно

$$U_2 = I_2 R_1$$

$$I_3 = I_2 \left( 1 + \frac{R_1}{R_2 + R_3} \right)$$

Ток в ветви, содержащей источник питания, равен

$$I_1 = I_2 + I_3$$

Напряжение источника питания

$$U = I_2 R_1 + I_1 R_4 = I_2 \left( R_1 + R_4 + \frac{R_1 R_4}{R_2 + R_3} \right) = 3,5 \text{ В}$$

5. Три одинаковых бруска, каждый массой  $m$ , связанных между собой невесомыми нерастяжимыми нитями, движутся по горизонтальной поверхности под действием силы, приложенной к первому бруску и направленной вверх под углом  $\alpha$  к горизонту. Найдите эту силу, если сила натяжения нити между последними брусками  $T$ , а коэффициент трения брусков о поверхность  $\mu$ .

*Решение:*

Запишем уравнения динамики движения для третьего, второго и первого тел:

$$T - \mu m g = m a$$

$$T' - T - \mu m g = m a$$

$$F \cos \alpha - T' - \mu(m g - F \sin \alpha) = m a$$

Решая эту систему уравнений относительно  $F$ , получим

$$F = \frac{3T}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$$

6. С какой скоростью должна вылететь из ружья свинцовая дроби́нка при выстреле вертикально вниз с высоты 300 м, чтобы при неупругом ударе дроби́нка

полностью расплавилась? Считать, что количество теплоты, выделившаяся при ударе, поровну распределяется между дробинкой и поверхностью, о которую произошел удар. Начальная температура дробинки  $177\text{ }^\circ\text{C}$ , температура плавления свинца  $327\text{ }^\circ\text{C}$ , его удельная теплоёмкость  $130\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ , удельная теплота плавления  $22\text{ кДж}/\text{кг}$ .

*Решение:*

Составим уравнение по закону сохранения энергии

$$\frac{1}{2} \left( m \frac{V^2}{2} + mgH \right) = cm\Delta T + \lambda m$$

Решая это уравнение относительно скорости, получим

$$V = 2\sqrt{c\Delta T + \lambda - gH} \approx 392,4\text{ м/с}$$

7. Электрон движется из состояния покоя в однородном электрическом поле и проходит промежуток с разностью потенциалов  $10^4\text{ В}$ . Затем он влетает в магнитное поле перпендикулярно силовым линиям. Определите значение силы, действующей на электрон со стороны магнитного поля, если радиус кривизны траектории равен  $0,5\text{ см}$ . Заряд электрона равен  $1,6\cdot 10^{-19}\text{ Кл}$ .

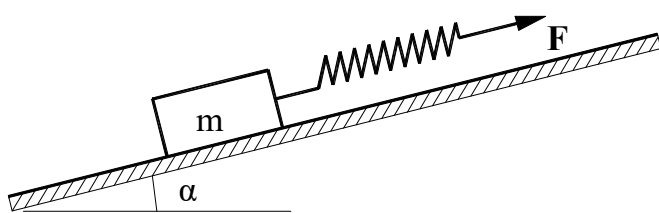
*Решение:*

В электрическом поле электрон приобрел скорость

$$V = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

По 2 закону Ньютона

$$F = \frac{mV^2}{R} = \frac{2eU}{R} = 0,64\text{ пН}$$



8. Тело массой  $m = 1\text{ кг}$  движется вверх по плоскости, наклоненной под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. К телу прикрепена пружина жесткости  $k = 100\text{ Н/м}$ , к которой приложена сила, параллельная наклонной плоскости (см. рисунок). Найдите ускорение тела, если деформация пружины равна  $x = 10\text{ см}$ , а коэффициент трения между телом и плоскостью  $\mu = 0,5$ .

*Решение:*

Уравнение по 2 закону Ньютона имеет вид:

$$kx - mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = ma$$

$$a = \frac{kx}{m} - g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 9,33\text{ м/с}^2$$

9. Мальчик стоит на наклонной плоскости и роняет мяч. Мяч упруго ударился о наклонную плоскость, отскочил от нее, затем снова ударился, и т.д.. Время между первым и вторым ударами мяча равно  $t = 1$  с. С какой высоты упал мяч? Высоту считать от точки броска до точки удара о наклонную плоскость. Начальная скорость мяча равна нулю. Сопротивлением воздуха пренебречь.

*Решение.*

Пусть  $\alpha$  – угол, который наклонная плоскость составляет с горизонтом,  $v_0$  – скорость мяча в момент падения на наклонную плоскость.

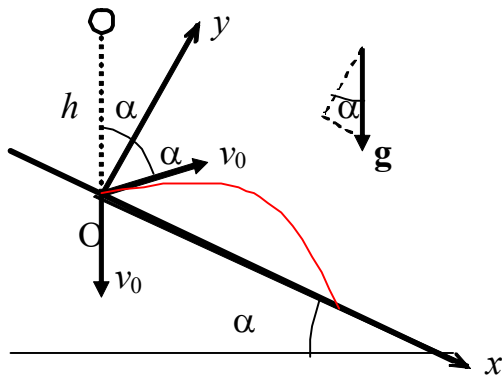
$$v_0 = \sqrt{2gh} \quad (1).$$

Выберем ось  $Ox$  вдоль наклонной плоскости, а ось  $Oy$  перпендикулярно ей (см. рис.). Уравнение движения мячика после удара о плоскость:

$$y = v_0 t \cos \alpha - g \cos \alpha \cdot \frac{t^2}{2} \quad (2).$$

В момент падения мяча на наклонную плоскость  $y = 0$ . Тогда

$$v_0 t \cos \alpha - g \cos \alpha \cdot \frac{t^2}{2} = 0. \quad (3)$$



Решая это уравнение, получим выражение для времени между первым и вторым ударами мяча,  $t = \frac{2v_0}{g}$  (4), которое не зависит от угла  $\alpha$ .

$$\Rightarrow v_0 = \frac{gt}{2} = 5 \text{ м/с.} \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{gt^2}{8} = 1,25 \text{ м.} \quad (5)$$

*Ответ.*  $h = \frac{gt^2}{8} = 1,25 \text{ м.}$

10. Электрическое поле образовано двумя неподвижными, вертикально расположенными, параллельными, разноименно заряженными непроводящими пластинами. Пластины расположены на расстоянии  $d = 9$  см друг от друга. Напряженность поля между пластинами  $E = 10^4$  В/м. Между пластинами на равном расстоянии от них помещен шарик с зарядом  $q = 2$  мкКл и массой  $m = 1$  г. После

того как шарик отпустили, он начинает падать. Какую скорость будет иметь шарик, когда коснется одной из пластин?

*Решение:*

Шарик имеет вертикальное ускорение свободного падения и горизонтальное ускорение, обусловленное действием электрического поля. В любой момент времени горизонтальная и вертикальная проекции скорости равны

$$v_x = \frac{qE}{m}t$$

$$v_y = gt$$

Время достижения одной из пластин

$$t = \sqrt{\frac{md}{qE}}$$

Скорость в этот момент времени

$$v = \sqrt{\frac{qEd}{m} + \frac{mg^2d}{qE}} \approx 4,3 \frac{м}{с}$$