

## 9 класс

1. Петя Иванов очень обрадовался первому снегу. Вышел он во двор широкий, слепил снежок и подбросил его вверх со скоростью 18 м/с. Чему равно ускорение снежка в самой верхней точке траектории?

2. Говорят электроэнергию надо экономить, кризис и всё такое... А мне чайку захотелось испить. Но для этого нужно вскипятить 200 мл воды. Сколько энергии мне придется затратить на кипячение воды, если на всё другое я её тратить не собираюсь?

Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·°С), удельная теплота парообразования 2,3 МДж/кг, температура воздуха в комнате 20°С, температура кипения воды в этой комнате обычно 100°С.

3. Ну никому верить нельзя! Учитель физики говорит, что атмосферное давление равно  $10^5$  Па, а по радио, наоборот, утверждают, что это давление равно 760 мм ртутного столба. Хоть Вы честно признайтесь - сможете Вы поднять ведро ртути?

*Примечание:* объем ведра 10 литров.

4. Вы пришли в магазин купить лампочки для фонарика (внутри - две батарейки по 1.5 В каждая) и видите, что в продаже имеются следующие лампочки

1. 2.5 В, 0.15 А;
2. 3.5 В, 0.15 А;
3. 3.5 В, 0.25 А;
4. 6 В, 0.15 А.

Какая из лампочек будет гореть ярче и почему?

5. Когда вокзальные часы показывали 11 часов, локомотив, стоящий у часов, тронулся и стал равномерно разгоняться. Когда часы показывали 11 часов 1 минуту, мимо часов проехал 9 вагон. Какой будет скорость 14 вагона, когда он проедет мимо часов? Длина каждого вагона и локомотива 30 метров.

*Примечание:* стоп-кран никто из пассажиров не использует. Поезд следует по маршруту Новокузнецк – Москва, часы электронные.

## 10 класс

1. Найдите массу одного моля комаров, если масса одного комара 1 мг.
  2. У Пети имеется длинный медный цилиндр. В нем завелся электрический червяк, который прогрыз(!) этот цилиндр вдоль его оси, сожрал 20% массы цилиндра и уполз. Как изменится сопротивление медного цилиндра (увеличится или уменьшится и во сколько раз)?
  3. На асфальте лежит брусок массы  $m$ , к нему за нитку привязан воздушный шарик с невесомой оболочкой и архимедовой силой  $F_A = mg/2$ . Подул ветер, нитка наклонилась под углом  $45^\circ$ , и брусок стал равномерно скользить по асфальту. Найдите коэффициент трения бруска об асфальт.
  4. Десять лыжников бегут по лыжне с одинаковой скоростью 3 м/с, длина "цепочки" лыжников 270 м. Лыжня начинает подниматься в гору, где скорость лыжников уже 2 м/с. Какой станет длина цепочки лыжников, когда все они будут подниматься в гору?
  5. Юноша бросает камень, стараясь попасть им в лампочку, которая по горизонтали отстоит от точки броска на 20 м и находится на высоте 4 м над уровнем Земли. Точка броска находится на высоте 1 м. С какой скоростью нужно уметь бросать камень, чтобы попасть в лампочку? Земля в тех местах плоская, сопротивление воздуха пренебрежимо мало.
- Примечание: милиционера и охранника по близости нет!

1. Петя Иванов очень обрадовался первому снегу. Вышел он во двор широкий, слепил снежок и подбросил его со скоростью 20 м/с. Да не просто так бросил, а под углом  $60^\circ$  к горизонту. Чему равно ускорение снежка в самой верхней точке траектории? Покажите направление ускорения в указанной точке на рисунке.

*Примечание:* придется нарисовать траекторию движения.

2. У попа была собака,  
он ее любил.

Она съела кусок мяса массой 100 г.

Сколько раз эта небольшая собачка (ну, масса ее примерно 5 кг) сможет подпрыгнуть и лизнуть хозяина в нос (рост попа можно принять равным 2 м)?

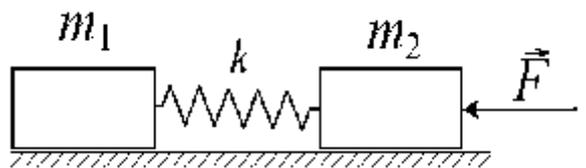
*Для справки:* в 1 кг мяса содержится  $7.52 \cdot 10^6$  Дж.

3. Говорят, что человек на 80% состоит из воды.... А вы представьте себя азотом, да еще при нормальных условиях.... Какой объём при этом вы будете занимать?

*Для справки:* азот двухатомный газ, молярная масса его 28 г/моль.

4. Когда-то в нашей стране напряжение в розетках и в сети освещения было 127 Вольт. Потом, якобы в целях "экономии электроэнергии", установили напряжение 220 Вольт. Нет ли здесь заговора против России? Какая тут экономия, если вначале тратили 127 Вольт, а теперь тратят аж 220 Вольт!? Или, по мнению этих "экономистов",  $220 < 127$ ? Прокомментируйте ситуацию.

5. На шероховатом горизонтальном столе лежат два бруска массами  $m_1$  и  $m_2$ , соединенные невесомой нерастянутой пружиной жесткости  $k$ . К бруску  $m_2$  прикладывают силу. Коэффициент трения между



телами и плоскостью одинаков для обоих тел и равен  $\mu$ . При каком минимальном значении силы  $F$  брусок  $m_1$  сдвинется? Как изменится результат, если той же силой подействовать на другой брусок в прежнем направлении?

## Решения

### 9 класс

1. Ускорение снежка в верхней точке траектории, как и в любой другой,  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ , направлено вертикально вниз.

$$2. Q = cm\Delta t = 4200 \cdot 0,2 \cdot 80 = 67,2 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 67,2 \text{ кДж} \approx 0,2 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

3. Определяем плотность ртути из условия:  $p = 10^5 \text{ Па} = \rho g h = \rho \cdot 0,76 \text{ м} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2$

$$\Rightarrow \rho = \frac{10^5}{0,76 \cdot 9,8} \approx 13400 \text{ кг/м}^3. \quad \text{Масса ртути в ведре } m = \rho V = 13400 \cdot 0,01 = 134$$

кг. (Дальше каждый оценивает свои физические возможности).

4. Из формулы  $P = \frac{U^2}{R}$  следует, что чем меньше сопротивление лампочки, тем ярче она будет гореть. Определяем сопротивления всех предложенных лампочек из закона Ома:  $R = \frac{U}{I}$ . Получаем:  $R_1 = 16,7 \text{ Ом}$ ;  $R_2 = 23,2 \text{ Ом}$ ;  $R_3 = 14 \text{ Ом}$ ;  $R_4 = 40 \text{ Ом}$ .

По указанной выше причине лучше взять лампочку № 3.

5. За время  $t_1 = 60 \text{ с}$  поезд проехал расстояние  $S_1 = \ell(n_1 + 1) = \frac{at_1^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2S_1}{t_1^2}$  - ускорение

поезда. Если учесть что  $S_2 = \ell(n_2 + 1) = \frac{v_2^2}{2a} \Rightarrow v_2 = \sqrt{2S_2 a} = \frac{2\ell}{t_1} \sqrt{(n_1 + 1)(n_2 + 1)} \approx 12,2 \text{ м/с} = 44$

км/ч.

1. В одном моле вещества содержится  $N_A = 6 \cdot 10^{23}$  структурных единиц. Поэтому масса комаров в количестве 1 моль  $m = m_1 \cdot N_A = 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^{23} = 6 \cdot 10^{17}$  кг (многовато даже если взять комаров со всех болот Земли!!!).

2. Масса прямо пропорциональна площади поперечного сечения стержня ( по условию длина стержня не меняется). После «червяка» осталось 80% первоначальной площади. Из формулы для

определения сопротивления  $R = \frac{\rho \ell}{S} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{0,8} = 1,25$  - сопротивление стержня

увеличилось в 1,25 раза.

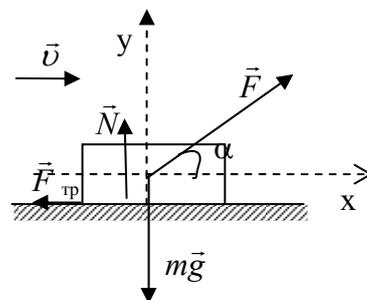
3. Основное уравнение динамики:  $0 = \vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{mp}$  - для бруска, для шарика:

$0 = \vec{F} + \vec{F}_C + \vec{F}_A \Rightarrow F_x = F_y = F_A$  (здесь учтено что  $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ$ ).

В проекциях на выбранные координатные оси для бруска:

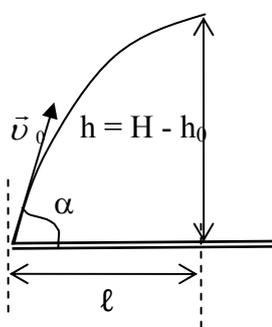
$$\begin{cases} 0 = N - mg + F_y, \\ 0 = F_x - F_{mp} = F_A - \mu(mg - F_A). \end{cases}$$

$$\mu = \frac{F_A}{mg - F_A} = \frac{\frac{mg}{2}}{mg - \frac{mg}{2}} = 1.$$



$$4. t = \frac{\ell_1}{v_1} = \frac{\ell_2}{v_2} \Rightarrow \ell_2 = \frac{\ell_1 \cdot v_2}{v_1} = \frac{270 \cdot 2}{3} = 180 \text{ м.}$$

5. Дано:  
 $\ell = 20$  м  
 $H = 4$  м  
 $h_0 = 1$  м  
 $v_0 - ?$



Решение.

Высота подъема:  $h = \frac{v_{0y}^2}{2g} = \frac{gt^2}{2}$ , дальность полета  $\ell = v_{0x}t$ .

Время полета находим из первой формулы:  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ . Модуль

вектора начальной скорости:

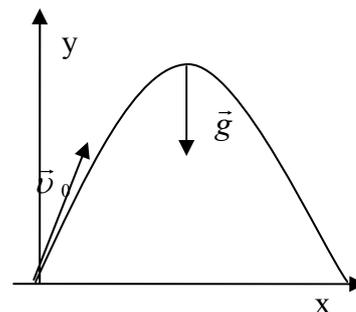
$$v^2 = v_{0x}^2 + v_{0y}^2 = 2gh + \frac{\ell^2 g}{2h} = 2gh \left( 1 + \left( \frac{\ell}{2h} \right)^2 \right)$$

$$\text{Вычисляем: } v = \sqrt{2gh \left( 1 + \left( \frac{\ell}{2h} \right)^2 \right)} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 3 \cdot \left( 1 + \left( \frac{20}{2 \cdot 3} \right)^2 \right)} = 26,7 \text{ м/с.}$$

Ответ:  $v_0 = 26,7$  м/с.

## 11 класс

1. Вектор ускорения в верхней точке траектории, как и в любой другой точке, направлен вертикально вниз (ускорение свободного падения).



2. Энергия, полученная собачкой,  $W_n = qm = 0,1 \cdot 7,52 \cdot 10^6 = 7,52 \cdot 10^5$ . Если считать что всю эту энергию собачёнке удастся превратить в механическую работу против силы тяжести, то число прыжков (за счет энергии выделившейся при «сгорании» мяса)

$$N = \frac{W_n}{W_1} = \frac{W_n}{mgh} \approx 7500.$$

$$3. pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow V = \frac{mRT}{pM} = \frac{56 \cdot 8,31 \cdot 273}{10^5 \cdot 0,028} \approx 45 \text{ м}^3.$$

4. Потери мощности в проводах при передаче электроэнергии на расстояние:

$$\Delta P = I^2 R = \frac{P^2 R}{U^2}, \text{ тогда } \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = \left( \frac{U_2}{U_1} \right)^2 = \left( \frac{220}{127} \right)^2 = 3 - \text{уменьшаются.}$$

5. Первый брусок сдвинется с места при условии  $kx \geq \mu m_1 g$ . Для этого сила F должна

$$\text{совершить работу } A = F \cdot x = \frac{kx^2}{2} + \mu m_2 g x \Rightarrow F_{\min} = \frac{kx}{2} + \mu m_2 g = \mu g \left( \frac{m_1}{2} + m_2 \right) \text{ (когда первый}$$

брусок движется, второй может оставаться неподвижным).