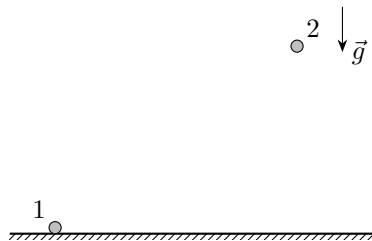


## 9 класс

### Задача №1. Фотография

На горизонтальной поверхности вплотную друг к другу расположены два небольших шарика 1 и 2. Им одновременно сообщили скорости во взаимно перпендикулярных направлениях, в результате чего шарики начали двигаться в одной вертикальной плоскости, не сталкиваясь. В момент, близкий к падению шарика 1, была сделана фотография, зафиксировавшая положения обоих шариков (см. рисунок). При этом ни один из них ещё не касался горизонтальной поверхности. Сопротивлением воздуха пренебречь, ускорение свободного падения  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .



Фотография с положениями шариков приведена в заданном масштабе на отдельном листе. Все необходимые построения выполняйте прямо на ней.

1. Найдите время  $t$  полёта шарика 1, если известно, что оно является максимально возможным.
2. Какие скорости  $v_1$  и  $v_2$  сообщили шарикам 1 и 2 соответственно?

### Задача №2. Спиза

Проволока закреплена в вертикальной плоскости и состоит из прямого отрезка и полуокружности радиусом  $R$ , которые касаются друг друга в верхней точке (см. рисунок 1). На прямом участке расположен груз массой  $m$ , на полуокружности — груз массой  $2m$ . Грузы соединены невесомой нерастяжимой нитью, трение отсутствует. На дополнительном бланке изображены положения грузов при равновесии системы, показано направление ускорения свободного падения и начерчена масштабная сетка.

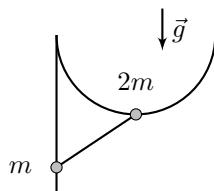


Рис. 1

1. Восстановите расположение проволоки по изображённой системе грузов и определите, чему равен радиус  $R$  полуокружности.

Не изменяя форму проволоки, груз массой  $2m$  заменили на невесомое колечко, соединённое с телом  $m$  нитью длиной  $R$  (см. рисунок 2). Коэффициент трения между проволокой и колечком равен  $\mu$ .

2. При каких расстояниях  $h$  между изломом проволоки и грузом  $m$  система может находиться в равновесии?

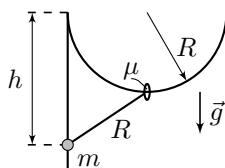


Рис. 2

### Задача №3. Наезд

Из гладкой проволоки, закреплённой в вертикальной плоскости, изготовлена горка высотой  $H$ , состоящая из двух четвертей окружности, соединяющих горизонтальные участки (см. рисунок 1). В начальной точке горки покоится маленькая бусинка массой  $m$ , надетая на проволоку. К ней приложена постоянная по модулю и направлению сила  $\vec{F}$ .

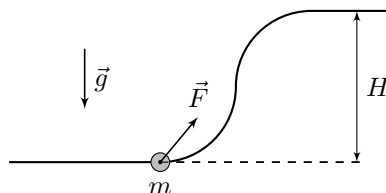


Рис. 1

1. Найдите минимальное значение модуля силы  $F_{\min 1}$ , при котором бусинка может преодолеть горку, если сила направлена горизонтально.

2. Найдите минимальный модуль силы  $F_{\min 2}$ , при котором бусинка может преодолеть горку. Под каким углом  $\alpha_{opt}$  к горизонтالي должна быть направлена сила в этом случае?

Пусть теперь модуль силы постоянен, а её направление может изменяться в процессе движения. Бусинка находится на расстоянии  $s$  от начала горки (см. рисунок 2).

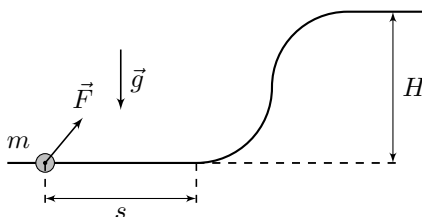
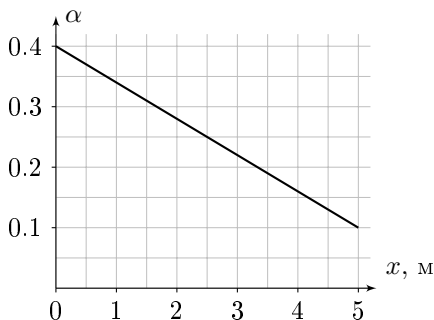


Рис. 2

3. При  $F = |\vec{F}| = mg/2$  найдите минимальное значение  $s$ , при котором бусинка может преодолеть горку. Опишите как должно меняться направление силы  $\vec{F}$ , чтобы это стало возможным.

### Задача №4. Теплообменник

Теплообменник состоит из двух коаксиальных труб длиной  $L = 5$  м. По внутренней трубе в положительном направлении оси  $x$  течёт смесь воды и льда с массовым расходом  $\mu_x = 0,70$  кг/с. По внешней трубе встречным потоком течёт горячая вода с  $\mu_r = 0,50$  кг/с, температура  $T_r$  которой при  $x = L$  составляет  $60^\circ\text{C}$ . Устройство теплообменника таково, что зависимость массовой доли  $\alpha(x)$  льда от координаты  $x$  имеет вид, показанный на графике. Площадь поперечного сечения внутренней трубы постоянна и равна  $S = 100$  см<sup>2</sup>.



и равна  $S = 100$  см<sup>2</sup>.

Удельная теплота плавления льда  $\lambda = 3,35 \cdot 10^5$  Дж/кг, удельная теплоёмкость воды  $c = 4,2 \cdot 10^3$  Дж/(кг·К), плотности воды и льда равны  $\rho_{\text{в}} = 1000$  кг/м<sup>3</sup> и  $\rho_{\text{л}} = 900$  кг/м<sup>3</sup> соответственно. Теплопотери в окружающую среду и теплоёмкостью стенок пренебречь.

1. Найдите температуру горячей воды  $T_{\text{г}}$  в сечении с координатой  $x = 0$ .
2. Постройте график зависимости температуры  $T_{\text{г}}(x)$  горячей воды от координаты.
3. Получите зависимость скорости  $v(x)$  смеси воды и льда от координаты. Считайте, что скорость течения смеси одинакова по всему поперечному сечению.

### Задача №5. Мосты

Электрическая цепь, схема которой изображена на рисунке, состоит из резисторов сопротивлениями  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $r$  ( $R_1 \neq R_2$ ) и идеального источника постоянного напряжения  $U_0$ . К выводам  $A$  и  $B$  подключают второй идеальный источник постоянного напряжения. При одной его полярности на резисторах  $R_1$  и  $R_2$  мощность не выделяется, а при другой полярности на них выделяются одинаковые ненулевые мощности.

Считая заданными сопротивления  $R_1$ ,  $R_2$  и напряжение  $U_0$ , определите:

1. напряжение источника, подключаемого к  $A$  и  $B$ ;
2. сопротивление  $r$ ;
3. показание  $R$  омметра, подключенного к выводам  $A$  и  $B$ , если ЭДС и внутреннее сопротивление омметра равны  $\mathcal{E}_0$  и  $r_0$ .

Омметр показывает отношение напряжения на его выводах к силе тока, протекающего через него.

