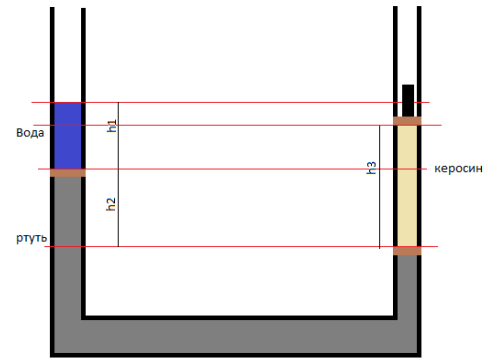


**Задание 1.** (10 баллов)

В сосуде находятся вода, ртуть и керосин. Площадь сечения  $S = 4 \text{ см}^2$ . Пробки, расположенные между жидкостями и между керосином и грузом, тонкие и невесомые, могут скользить без трения. Плотность ртути равна  $\rho_{рт} = 13600 \text{ кг/м}^3$ , плотность воды равна  $\rho_в = 1000 \text{ кг/м}^3$ , плотность керосина равна  $\rho_к = 800 \text{ кг/м}^3$ . Даны величины  $h_1 = 3 \text{ см}$ ,  $h_2 = 2 \text{ см}$ ,  $h_3 = 8 \text{ см}$ , указанные на рисунке. Система находится в равновесии. Какая масса груза  $m$ ? Какой массы  $M$  должен быть груз, чтобы пробка между водой и ртутью располагалась на той же высоте, что и пробка между керосином и грузом?

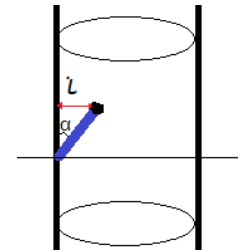


**Ответ:**  $m = (\rho_в h_1 + \rho_{рт} h_2 - \rho_к h_3) \times S = 0.0952 \text{ кг}$  ;

$M = (\rho_в h_1 + \rho_{рт} h_2 - \rho_к h_3) \times S = 0.4216 \text{ кг}$

**Задание 2.** (10 баллов)

Мотоциклист едет по вертикальной цилиндрической стенке радиуса  $R = 6,5 \text{ м}$ . Центр масс человека с мотоциклом расположен на  $l = 0,75 \text{ м}$  от стенки. Коэффициент трения между колесами и стенкой  $\mu = 0,6$ . С какой минимальной скоростью может ехать мотоциклист по горизонтальной окружности? Под каким углом  $\alpha$  к плоскости будет ехать мотоциклист?

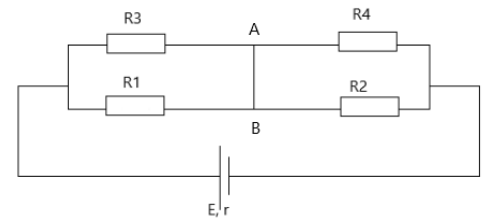


**Ответ:**  $U = \sqrt{\frac{(R-l)g}{\mu}} = 9,79 \text{ м/с}$ ;  $\alpha = \arctg(1/\mu) = 59,04^\circ$

**Задание 3.** (10 баллов)

Определить направление и силу тока между точками А и В, если  $E = 18 \text{ В}$ , внутренне сопротивление источника  $r = 1 \text{ Ом}$ ,  $R = 7 \text{ Ом}$ ,  $R_1 = R$ ,  $R_2 = 2R$ ,  $R_3 = 3R$ ,  $R_4 = 4R$ .

**Ответ:**  $I \approx 0.09626 \text{ А}$



**Задание 4.** (10 баллов)

С какой скоростью  $U$  должно двигаться тело вокруг планеты радиуса  $r$  и массой  $M$  по круговой орбите с радиусом  $R$  (центр масс планеты совпадает с центром орбиты,  $R > r$ ), чтобы стать спутником этой планеты?

**Ответ:**  $U = \sqrt{G \frac{M}{R}}$

**Задание 5.** (10 баллов)

Мяч кидают с начальной скоростью  $V_0 = 19,6 \text{ м/с}$ , под углом  $\beta = 45^\circ$ . В этот же момент игрок, находившийся на расстоянии  $l = 55 \text{ м}$  начинает двигаться в сторону мяча. С какой минимальной скоростью  $V_x$  должен бежать игрок чтобы успеть перехватить мяч, пока он не коснулся земли.

**Ответ:**  $V_x = 5,6 \text{ м/с}$

**Задание 6.** (10 баллов)

Под каким углом  $\phi$  к горизонту следует бросить камень с вершины горы с уклоном  $45^\circ$ , чтобы он упал на склон на максимальном расстоянии?

**Ответ:**  $\phi = 22,5^\circ$

## Физика 8-9 класс

### Задание 7. (10 баллов)

Велосипедист движется по траектории, задаваемой в декартовых координатах уравнением  $y = kx^2$  ( $k$  — постоянная), причем его ускорение параллельно оси  $y$  и равно  $a$ . Определить радиус кривизны  $\rho$  траектории велосипедиста как функцию времени.

**Ответ:**  $\rho(t) = \frac{1}{2k} \sqrt{(1 + 2kta)^3}$

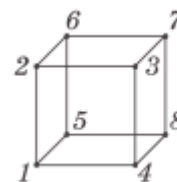
### Задание 8. (10 баллов)

На столе лежит доска массой  $M = 1$  кг, а на доске — груз массой  $m = 2$  кг. Какую силу  $F$  нужно приложить к доске, чтобы доска выскользнула из-под груза? Коэффициент трения между грузом и доской  $0,25$ , а между доской и столом —  $0,5$ .

**Ответ:**  $F > 22,5 \text{ Н}$

### Задание 9. (20 баллов)

Найти сопротивление между точками 1-7 и 3-7, если представленная фигура является кубом с длиной ребра  $L$  и сечением проводника  $S$ , удельное сопротивление материала  $\rho$ .



**Ответ:**  $R_{1-7} = \frac{5}{6} \rho \frac{L}{S}$ ;  $R_{3-7} = \frac{7}{12} \rho \frac{L}{S}$

**Задание 1.** (10 баллов)

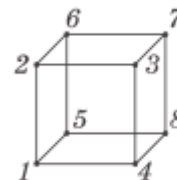
Снаряд массой  $m$  вылетает под углом  $\alpha$  к горизонту и начальной скоростью  $U_0$ . На каком расстоянии  $L$  и через какое время  $T$  упадёт снаряд? Через какое время  $\tau$  снаряд будет на высоте  $h$  над землёй ( $0 \leq h < H$ , где  $H$  – максимальная высота полёта)?

**Ответ:** Ответ:  $L = \frac{U_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ ;  $T = 2U_0 \sin \alpha \div g$ ;  $\tau = \frac{U_0 \sin \alpha \pm \sqrt{(U_0 \sin \alpha)^2 - 2gh}}{g}$

**Задание 2.** (10 баллов)

Найти сопротивление между точками 3-4, 1-6, если представленная фигура является кубом с длиной ребра  $L$  и сечением проводника  $S$ , удельное сопротивление материала  $\rho$ .

**Ответ:**  $R_{3-4} = \frac{7}{12} \rho \frac{L}{S}$ ;  $R_{1-6} = \frac{3}{4} \rho \frac{L}{S}$



**Задание 3.** (10 баллов)

Тело массы  $m$  начинает скользить, если его положить на поверхность полусферы на высоте  $h_1$  от горизонтального основания полусферы. Продолжая скользить, тело отрывается от полусферы на высоте  $h_2$ . Найти работу сил трения, действующих на тело при его соскальзывании. Коэффициент трения между телом и поверхностью  $\mu$ .

**Ответ:**  $A_{тр} = mg \left( \frac{3}{2} h_2 - h_1 \right)$

**Задание 4.** (10 баллов)

Найти изменение кинетической энергии системы, состоящей из двух тел, при их неупругом соударении. Массы шариков  $m_1$  и  $m_2$ , их скорости до столкновения сонаправлены и равны  $V_1$  и  $V_2$ .

**Ответ:**  $\Delta E = \frac{-m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} (V_1 - V_2)^2$

**Задание 5.** (10 баллов)

Точка начинает двигаться по окружности с угловым ускорением  $\varepsilon = 1,7 \text{ рад/с}^2$ . Нужно найти угол между векторами скорости и ускорения через время  $\tau = 1 \text{ с}$ .

**Ответ:**  $60^\circ$

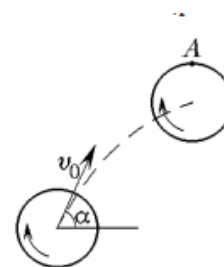
**Задание 6.** (10 баллов)

Определить скорость, с которой движется тень Луны по земной поверхности во время полного солнечного затмения, если оно наблюдается на экваторе. Для простоты считать, что Солнце, Земля и Луна находятся в одной плоскости, а земная ось к этой плоскости перпендикулярна. Скорость света считать бесконечно большой по сравнению со всеми остальными скоростями. Радиус лунной орбиты  $R_L = 3,8 \cdot 10^5 \text{ км}$ . Период обращения луны вокруг земли равен 27 суток.

**Ответ:**  $v_{\text{тени}} = 2\pi \left( \frac{R_{\text{луны}}}{T_{\text{мес}}} - \frac{R_{\text{земли}}}{T_{\text{сут}}} \right) \approx 0,5 \text{ км/с}$  с запада на восток, где  $T_{\text{мес}}$  и  $T_{\text{сут}}$  продолжительность месяца и суток соответственно.

**Задание 7.** (10 баллов)

Диск радиусом  $R$ , вращающийся вокруг своей оси с угловой скоростью  $\omega$ , брошен под углом  $\alpha$  к горизонту со скоростью  $v_0$ . Точка  $A$  на ободу описывает в пространстве некоторую траекторию (как показано на рисунке). Найти радиус ее кривизны  $\rho$  в момент наибольшего подъема, если точка  $A$  находится при этом над центром колеса.

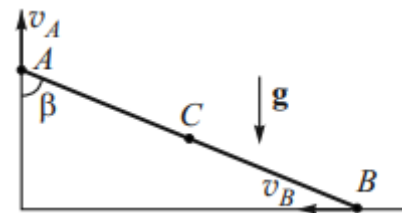


**Ответ:**  $\rho = \frac{(v_0 \cos \alpha + \omega R)^2}{\omega^2 R + g}$

## Физика 10-11 класс

### Задание 8. (10 баллов)

Твердый стержень длиной  $l$  скользит по вертикальной и горизонтальной осям (См. рисунок), причем скорость точки  $A$  постоянна и равна  $V_A$ . Найти величину и направление ускорения  $a_C$  точки  $C$  — середины стержня  $AB$  — в тот момент, когда стержень образует с вертикальной осью угол  $\beta$ .



**Ответ:**  $a_C = -\frac{v_A^2}{2l \sin^3 \beta}$

### Задание 9. (10 баллов)

В открытом море на экваторе стоит высокая вертикальная скала. Как будет двигаться по этой скале тень, отбрасываемая сферической поверхностью Земли при заходе Солнца? Найти ускорение такого движения. Радиус Земли  $R = 6400$  км. За какое время тень переместится от основания до вершины скалы, если высота последней  $h = 1$  км?

**Ответ:**  $a_{\text{тени}} = \frac{4\pi^2 R}{T_{\text{сут}}^2} \approx 3,4 \text{ см/с}^2$ ;  $t = \sqrt{\frac{2h}{a_{\text{тени}}}} \approx 4 \text{ мин}$

### Задание 10. (10 баллов)

Скорость тела при поступательном движении пропорциональна его координате:  $V = x/10$  м/с. Найти координату и ускорение тела в момент  $t = 10$ , если в начальный момент оно находилось в точке  $x_0 = 1$  м.

**Ответ:**  $x \approx 2,72 \text{ м}$ ;  $a \approx 0,027 \text{ м/с}^2$