

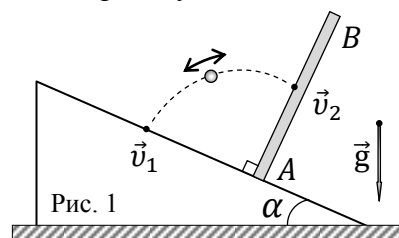
## Районная олимпиада (2023 г.)

(10 класс)

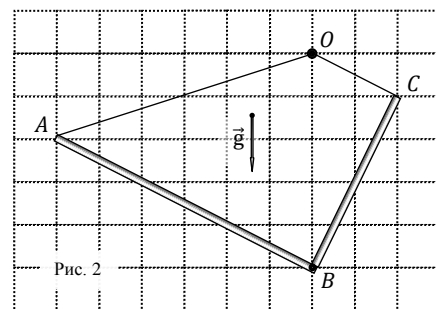
**Справочные данные:** ускорение свободного падения  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ; плотности различных металлов: титана  $\rho_{\text{т}} = 4,30 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , серебра  $\rho_{\text{с}} = 1,05 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^3$ ; золота  $\rho_{\text{з}} = 1,94 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^3$ ; платины  $\rho_{\text{п}} = 2,15 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^3$ ; правило моментов  $F_1 d_1 = F_2 d_2$ ; молярная газовая постоянная  $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$ ; закон преломления света (закон Снеллиуса):  $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$ , где  $\alpha$  – угол падения,  $\beta$  – угол преломления,  $n_1$  и  $n_2$  – показатели преломления сред.

Разрешается и приветствуется (!) пользование инженерным калькулятором.

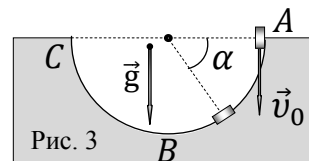
**1. «Совпадение траекторий»** На наклонной плоскости, образующей некоторый угол  $\alpha$  с горизонтом, установлена перпендикулярная ей стенка  $AB$  (Рис. 1). Небольшой шарик, удачно брошенный с наклонной плоскости со скоростью  $v_1 = 15 \text{ м/с}$ , упруго отражается от стенки со скоростью  $v_2 = 10 \text{ м/с}$ , а затем (опять же упруго!) от наклонной плоскости и т.д. Известно, что туда и обратно шарик летает по одной и той же траектории. Найдите, угол  $\alpha$ , который наклонная плоскость составляет с горизонтом. Силой сопротивления воздуха в данной модели пренебрегаем.



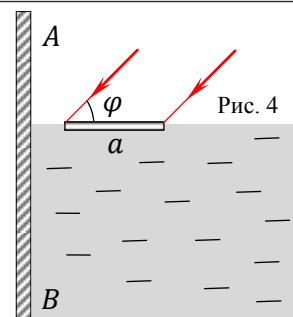
**2. «Дорогой уголок»** Два однородных прямых стержня  $AB$  и  $BC$  одинакового поперечного сечения, но из разных металлов, образуют жесткую конструкцию (прямой уголок)  $ABC$  общей массой  $m = 160 \text{ г}$ . Уголок подвешивают на лёгкой гладкой нити  $AOC$  на тонкий гвоздик  $O$ , после чего конструкция занимает положение равновесия, изображённое на Рис. 2. Используя квадратную масштабную сетку на Рис. 2, найдите массы стержней  $m_{AB}$  и  $m_{BC}$ . Известно, что стержень  $AB$  изготовлен из титана (чемпион по прочности!). Из какого материала изготовлен стержень  $BC$ ?



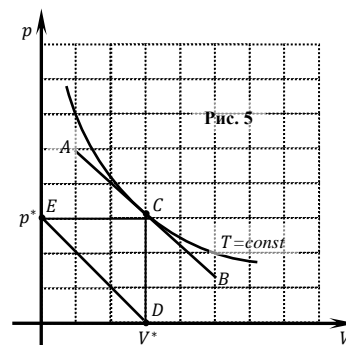
**3. «Хитрое трение»** Шайбу  $A$  (Рис. 3) запускают вниз по шероховатой поверхности полусферической лунки  $ABC$  с начальной скоростью  $v_0 = \sqrt{gR}$ . При какой зависимости  $\mu(\alpha)$  коэффициента трения  $\mu$  шайбы о поверхность от угла  $\alpha$  с горизонтом (см. Рис. 3) дальнейшее движение шайбы по дуге  $AB$  (до нижней точки лунки) будет равномерным?



**4. «Площадь тени»** Тонкий квадратный плот размерами  $a \times a$  плавает в солнечный день у вертикальной стенки  $AB$  бассейна со спокойной водой так, что одна из его сторон параллельна плоскости стенки (Рис. 4). Найдите площадь  $S$  тени плота на вертикальной стенке  $AB$ , если угловая высота солнца над горизонтом  $\varphi = 36,0^\circ$ . Длина (и ширина) плота  $a = 1,00 \text{ м}$ . Показатель преломления воздуха примите равным единице, воды –  $n = 1,33$ .



**5. «Касательная к изотерме»** На  $p(V)$  диаграмме (Рис. 5) построена изотерма ( $T = \text{const}$ ) для фиксированного количества некоторого идеального газа. Докажите, что касательная  $AB$  к этой изотерме в произвольной точке  $C$  ( $V^*$ ;  $p^*$ ) графика (см. Рис. 5) параллельна отрезку  $DE$ , соединяющему точки  $V^*$  и  $p^*$  на соответствующих координатных осях. (Подсказка: рассмотрите два близких термодинамических состояния идеального газа с координатами  $(p; V)$  и  $(p + \Delta p; V + \Delta V)$ ).



Ни пуха, ни пера!