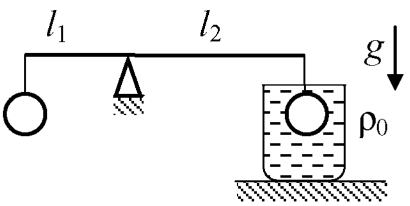
Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»
I (отборочный) этап, 2013–2014 учебный год
Физика 9 класс, вариант 1

1. Два одинаковых шарика подвешены к невесомым разноплечим рычажным весам. Правый шарик полностью погружён в жидкость. Весы находятся в равновесии. Определите плотность материала шарика, если плотность жидкости равна ρ_0, а длины левого и правого плеч весов равны соответственно l_1 и l_2.



Решение:

К левому плечу весов приложена сила, равная силе тяжести, действующей на шарик:

$$F_1 = \rho V g, \qquad (1) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

где V — объём шарика, ρ — искомая плотность.

К правому плечу весов приложена сила, равная сумме силы тяжести и выталкивающей силы Архимеда.

$$F_2 = \rho V g - \rho_0 V g \qquad (2) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

Запишем условие равновесия весов:

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2 \qquad (3) \qquad \textbf{(4 б.)}$$

Решая систему уравнений (1-3), найдём

ответ: $$\rho = \frac{l_2}{l_2 - l_1}\rho_0. \qquad \textbf{(2 б.)}$$

2. Два пешехода движутся по прямой дороге с постоянными скоростями. В 9 часов расстояние между ними было 3 км, в 10 — 1 км, а в $10^{\underline{30}}$ — 3 км. Во сколько часов они встретились?

Решение:

Относительная скорость пешеходов равна:

$$v_1 = \frac{3\,\text{км} + 1\,\text{км}}{1\,\text{ч}} = 4\,\text{км/ч},$$

если они встретились в промежутке между 9-ю и 10-ю часами, либо

$$v_2 = \frac{3\text{км} - 1\text{км}}{1\text{ч}} = 2\text{км/ч}$$

в противном случае.

В $10^{\underline{30}}$ расстояние между пешеходами равно:

в случае 1 — $1\text{км} + 4\text{км/ч} \cdot 0{,}5\text{ч} = 3\text{км}$,

а в случае 2 — $|1\text{км} - 2\text{км/ч} \cdot 0{,}5\text{ч}| = 0\text{км}$.

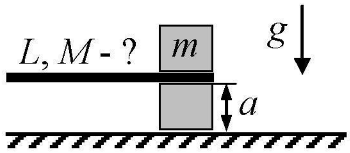
Таким образом, только случай 1 удовлетворяет условию задачи. **(5 б.)**

Время встречи в этом случае равно:

$$t = 9\text{ч} + \frac{3\text{км}}{4\text{км/ч}}.$$ **(3 б.)**

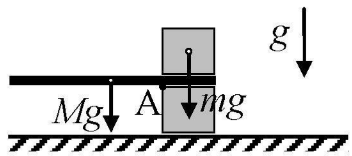
Ответ: $t = 9\text{ч}45\text{мин}$. **(2 б.)**

3. Между двумя одинаковыми кубиками с длиной ребра a и массой m, стоящими точно друг над другом, вдвинута тонкая пластинка длиной L ($L > 2a$). Один из концов пластинки находится вровень с краями кубиков (см. рисунок). При какой максимальной массе M пластинки возможно такое равновесие?



Решение.

Система будет находиться в равновесии, если момент силы тяжести пластинки относительно точки A (левый верхний угол нижнего кубика) не превысит момента силы тяжести верхнего кубика относительно той же точки. **(3 б.)**



Поэтому,

$$Mg \cdot \left(\frac{L}{2} - a\right) \le mg \cdot \frac{a}{2}.$$ **(3 б.)**

Отсюда следует:

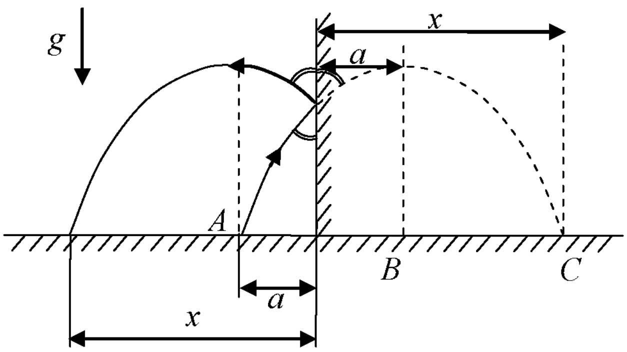
$$M \le m \cdot \frac{a}{L - 2a}.$$ **(2 б.)**

Ответ: $M_{\max} = m \cdot \dfrac{a}{L - 2a}$. **(2 б.)**

4. Мальчик бросил мяч на стену спортзала, удалённую от него на 5 метров. Мяч упруго отскочил от стены и упал на пол позади него. На каком расстоянии от стены упал мяч, если высшую точку своей траектории он прошёл над головой мальчика? Ростом мальчика можно пренебречь.

Решение.

Обозначим начальное расстояние до стены буквой a ($a = 5$ м), а искомое расстояние до стены в конечной точке — буквой x.



Траектория мяча после упругого отражения от стены является зеркальным отражением траектории, по которой летел бы мяч в отсутствие стены (см. рис.). **(4 б.)**

Проекция наивысшей точки траектории на горизонтальную ось, по условию, совпадает с начальной точкой А траектории. Зеркально симметричная ей точка В соответствует наивысшей точке зеркально отражённой траектории и находится на расстоянии $|AB| = 2a$ от начальной. Конечная же точка этой траектории С лежит на расстоянии $|AC| = x+a$ от начальной. Наивысшая точка, как известно, делит траекторию пополам, поэтому

$$2a = \frac{x+a}{2}.$$ **(4 б.)**

Отсюда находим

ответ: $x = 3a = 15$ м. **(2 б.)**