Политехническая олимпиада 2017.

1. Из брандспойта, находящегося на крыше дома высотой 50 м, бьет струя воды. Какая масса воды находится в воздухе, если струя вылетает под углом 45^0 к горизонту? Насос забирает воду из бассейна на крыше здания и создает давление 11 атмосфер. Площадь отверстия равна 5 $см^2$.

2. Маленькая шайба, скользящая вдоль оси x (при $x < 0$) в ее положительном направлении, в точке $x_0 = 0$ въезжает на участок шероховатой поверхности длиной $L = 3$ м. Коэффициент трения между шайбой и этой поверхностью зависит от координаты x по закону $\mu(x) = k\sqrt{L+x}\left(\sqrt{L+x}+\sqrt{L-x}\right)$,где коэффициент $k = 0.1$ $м^{-1}$. Какую минимальную скорость должна иметь шайба в точке x_0, чтобы преодолеть этот участок? Определите при этом координату точки, в которой ускорение шайбы максимально по абсолютной величине, а также ее скорость в этот момент времени. Движение шайбы происходит в горизонтальной плоскости.

3. Большое плоское зеркало, имеющее скорость u, нагоняет светящийся шарик, который движется со скоростью $v = 2u/3$ по нормали к зеркалу в том же направлении. Чему равна скорость изображения шарика в зеркале после того как между ними произошел абсолютно упругий удар? Зеркало не пострадало, масса зеркала равна M, масса шарика m. Считайте, что дело происходит в космическом пространстве вдали от других тел.

4. Две полости, содержащие ультраразреженный газ, соединены с третьей полостью небольшими отверстиями. Температуры и давления поддерживаются равными T_1 и p_1 в первой полости и T_2 и p_2 − во второй. Площадь отверстия между первой и третьей полостью равна S_1, а между второй и третьей − S_2. Считая, что молекулы при пролете из одной полости в другую не сталкиваются со стенками внутри отверстий, определите установившиеся температуру и давление ультраразреженного газа в третьей полости.

5. Четыре заряженные частицы удерживаются в углах правильного тетраэдра с длиной ребра ℓ, а пятая − в его центре. Найдите скорости частиц после того, как их одновременно отпустили и они разлетелись на большие расстояния друг от друга. Масса каждой частицы равна m, заряд равен q.

6. Три катушки индуктивности расположены соосно и подключены последовательно с источником напряжения. Индуктивности катушек равны L_1, L_2 и L_3, а коэффициенты взаимной индукции равны по модулю $|L_{12}|$ (для первой и второй катушек),$|L_{13}|$ (для первой и третьей) и $|L_{23}|$ (для второй и третьей). Определите эквивалентную индуктивность в двух случаях: 1) направление обмотки трех катушек совпадает; 2) направление обмотки третьей катушки противоположно направлению обмотки первых двух.