

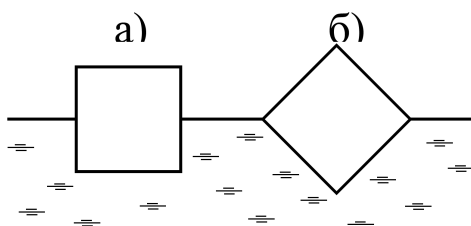
Инженерная олимпиада

10 класс, 2022/23 год, отборочный этап

1. При причаливании танкера к речному причалу произошло небольшое столкновение, и часть нефти вылилась в реку. Была проведена очистка акватории реки, во время которой собрали объём $V = 2000$ л загрязнённой жидкости, которая имела массу $m = 1,725$ т. Какую массу нефти содержала данная жидкость? Плотность нефти $\rho = 800$ кг/м³, плотность воды $\rho_0 = 1000$ кг/м³.

$$\boxed{m_{\text{нефти}} = \frac{d - \rho d}{(\rho_0 - \rho d) d} = \rho_0 V}$$

2. При проектировании кораблей необходимо учитывать не только грузоподъёмность — сколько груза корабль может безопасно взять на борт, но и его устойчивость к опрокидыванию при крене (в кораблестроительной практике используется термин «остойчивость»). Рассмотрите модель корабля — брусок квадратного сечения с плотностью, равной половине плотности воды, плавающий в воде. Оба положения «корабля», показанные на рисунке, являются положениями равновесия. Какое из них — а или б — является устойчивым и почему? Ответ обосновать.



□

3. В ясную солнечную погоду в небо поднимается вертолёт. Оказалось, что вертолёт отбрасывает тень на землю, если высота его подъёма не превышает $h = 1$ км. При больших высотах тень от вертолёта пропадает. Считая, что угловой размер Солнца составляет $\Delta\alpha = 0,5^\circ$, оцените размеры вертолёта. Считайте, что Солнце находится в зените (прямо над головой).

$$\boxed{L \approx h \frac{\Delta\alpha}{2} = \frac{0,81}{4} h = 0,2025 h}$$

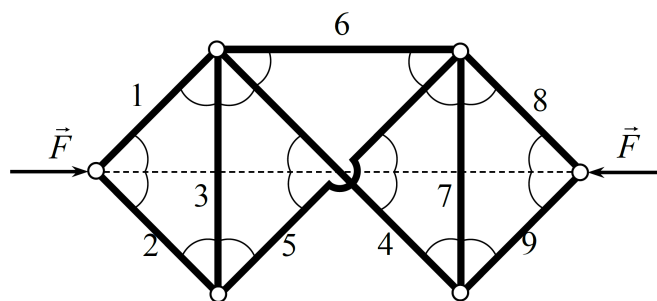
4. На горизонтальную ленту транспортёра, которая движется со скоростью $v = 2$ м/с, из накопителя станка падают готовые детали. Лента переносит детали до конца транспортёра, где они сваливаются в ящик — приёмник деталей. Расстояние между соседними деталями $d = 8$ см. Из-за отключения электричества лента практически мгновенно останавливается. Сколько деталей свалится в ящик, если коэффициент трения между деталями и лентой равен $\mu = 0,2$? Считать, что $g = 10$ м/с².

$$\boxed{N = \left\lfloor \frac{v^2}{2g\mu d} \right\rfloor = 12}$$

5. Балластный резервуар объемом $V = 5000$ л подводной лодки заполнен водой. Для сброса балласта в резервуар с помощью насоса подаётся воздух и вода через трубу сечением $S = 100$ см² вытекает наружу. Оценить, какой должна быть мощность насоса, чтобы лодка на глубине $h = 100$ м могла полностью освободиться от балластной воды за время $t = 30$ с? Считать, что атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³.

$$N = \frac{1}{2} \rho g V h + \frac{1}{\Delta t} p_0 V = 181,481 \text{ кВт}$$

6. Девять жёстких невесомых стержней связаны невесомыми шарнирами. На два крайних шарнира действуют одинаковые по величине силы \vec{F} , направленные противоположно вдоль одной прямой. Все углы, отмеченные на рисунке дугами, равны 45° . Определить силы натяжения стержней F_1, F_2, \dots, F_9 . Какие из стержней будут растянуты, какие сжаты? Считать, что стержни 4 и 5 посередине системы не касаются друг друга и никак друг на друга не влияют (на рисунке это показано разрывом одного из стержней).



$$F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = F_5 = F_6 = F_7 = F_8 = F_9 = 0$$