

1. Экипаж трансгалактического корабля по халатности упустил в открытый космос сферический контейнер, заполненный жидкостью с погружённым в неё небольшим твёрдым телом. Как будет располагаться это тело внутри жидкости при отсутствии других космических тел, способных оказывать на контейнер какое-либо воздействие (гравитационное, электромагнитное и др.)?

**Решение** Пусть тело имеет объём  $V$  и плотность  $\rho$ . Плотность жидкости —  $\rho_0$ . Мысленно удалим тело и заполним занимаемый им объём той же жидкостью. Если центр тяжести объёма  $V$  не совпадает с центром сферы, то этот объём в силу гравитационного взаимодействия притягивается к центру сферы. Так как фактически объём неподвижен, эта гравитационная сила должна уравновешиваться давлением остальной жидкости. Эта сила — сила Архимеда, её величина зависит от формы и размера объёма  $V$ , его положения в толще жидкости, но не зависит от плотности вещества.

Вернём на место тело. Сила, в соответствии с законом всемирного тяготения, пропорциональна плотности вещества в объёме  $V$ . Следовательно, если  $\rho > \rho_0$ , то тело будет «тонуть» к центру сферы. Если  $\rho = \rho_0$ , то на тело не будет действовать сила и оно может двигаться относительно контейнера по инерции. Если  $\rho < \rho_0$ , то тело «всплывёт» к поверхности сферы. Следует заметить, при этом что у тела существует положение неустойчивого равновесия в центре сферы.

**Ответ:** В центре сферы, если  $\rho > \rho_0$ ; в исходном положении, если  $\rho = \rho_0$  и начальная относительная скорость равна нулю; у поверхности сферы, если  $\rho < \rho_0$ .

2. Два туриста захотели приготовить себе чай. Для этого они набрали 1 л чистой ключевой воды температурой  $0^\circ\text{C}$  и 1 л грязной воды из сточной трубы химического комбината, имеющей температуру  $100^\circ\text{C}$ . Первый из туристов сообщил, что по второму началу термодинамики (согласно которому, тепло от холодного тела к горячему не передаётся) они смогут нагреть 1 л холодной воды максимум до температуры  $50^\circ\text{C}$ . Второй же турист усомнился в правильности этого вывода. А Вы могли бы в таких условиях, используя дополнительные ёмкости, получить 1 л чистой воды температурой более  $50^\circ\text{C}$ ?

**Решение** Предложим конкретный вариант. Разделим 1 л холодной воды на две части по 0,5 л. Одну часть нагреем, приведя ее в контакт с 1 л сточных вод. По уравнению баланса тепла получим, что установится равновесная температура  $66,6(6)^\circ\text{C}$ . Нагретую чистую воду отольём в отдельную посуду. Другую часть холодной воды приведём в контакт с 1 л сточных вод, у которой теперь уже температура  $66,6(6)^\circ\text{C}$ . В этом случае установится температура  $44,4(4)^\circ\text{C}$ . Нагретые до этой температуры 0,5 л чистой воды нальём в ту же посуду. В результате получится смесь двух равных частей чистой воды с температурами  $66,6(6)^\circ\text{C}$  и  $44,4(4)^\circ\text{C}$ . В результате чистая вода будет иметь температуру, равную среднему арифметическому этих температур  $55,5(5)^\circ\text{C}$ .

**Ответ:** приготовить требуемую воду возможно.

3. Гаврила купил в кондитерской пирожное, на котором было указано, что срок годности при температуре  $4^\circ\text{C}$  составляет 72 ч, а при температуре  $10^\circ\text{C}$  — 48 ч. Гаврила принес пирожное домой и положил в холодильник, в котором поддерживалась температура  $4^\circ\text{C}$ . Сколько времени Гаврила может хранить пирожное в холодильнике, чтобы безопасно его съесть, если оно было изготовлено в самой кондитерской за 36 ч до того, как Гаврила убрал его в холодильник, а температура на прилавке и на улице была  $10^\circ\text{C}$ ? Известно, что пирожное портится, как только число бактерий в нём достигает критического уровня, причём количество бактерий удваивается за определённое число минут (зависящее от окружающей температуры), а их начальная численность контролируется при производстве пирожного.

**Решение.** Пирожное испортится, если произойдет определенное количество удвоений численности бактерий. При фиксированной температуре они происходят равномерно по времени, следовательно, «запас годности» истекает линейно.

В первом случае до того, как пирожное убрали, прошло  $3/4$  срока годности, значит осталась  $1/4$  от 72 часов, то есть 18 часов.

**Ответ** 18 часов.