



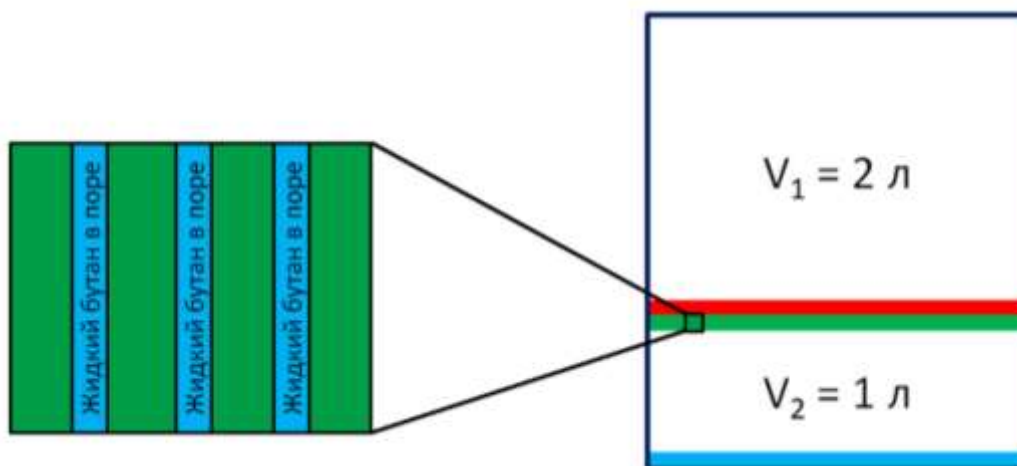
## Физика для школьников 7 – 11 класса (отборочный этап)

### Задача 3. Разделение углеводородов

Герметичный сосуд при  $t = 27^\circ\text{C}$  разделён на две части плотной непроницаемой заслонкой и пористой мембраной площадью  $S = 10 \text{ см}^2$  и толщиной  $h = 200 \text{ мкм}$  со сквозными цилиндрическими порами радиусом  $r = 40 \text{ нм}$ , расположенными перпендикулярно поверхности мембраны. Верхняя часть сосуда имеет объём  $V_1 = 2 \text{ л}$  и заполнена чистым газообразным бутаном под давлением  $p_1 = 0.1 \text{ атм}$ . Нижняя часть сосуда имеет объём  $V_2 = 1 \text{ л}$  и содержит  $V_L = 12 \text{ мл}$  жидкого бутана, находящегося в равновесии со своим паром, и газообразный метан с парциальным давлением  $p_2 = 3 \text{ атм}$ . Кроме того, в результате адсорбции и капиллярной конденсации поры мембраны целиком заполнены конденсатом бутана.

*Справочные данные:*

Плотность жидкого бутана  $\rho = 601.3 \text{ кг/м}^3$ , коэффициент поверхностного натяжения бутана  $\sigma = 11.3 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$ , молярная масса бутана  $M_1 = 5.8 \cdot 10^{-2} \text{ кг/моль}$ , молярная масса метана  $M_2 = 1.6 \cdot 10^{-2} \text{ кг/моль}$ , при температуре  $t = 27^\circ\text{C}$  давление насыщенного пара бутана  $p_0 = 2.53 \text{ атм}$ , метан при температуре  $t = 27^\circ\text{C}$  не конденсируется.



*Красная линия – непроницаемая заслонка, зелёная линия – пористая мембрана, синяя линия – жидкий бутан. На увеличении слева – поры мембраны, заполненные конденсатом*

1. Почему жидкий бутан не вытекает из поры? Ответ подтвердите расчётом. **(2 балла)**
2. Какой из углеводородов будет преимущественно проникать через мембрану в начальный момент времени после удаления непроницаемой заслонки? Ответ обоснуйте. **(2 балла)**
3. Определите массу жидкого бутана, сконденсировавшегося в порах мембраны, если поры занимают  $\omega = 20\%$  от её объёма. **(2 балла)**
4. Определите парциальное давление бутана  $p$  в сосуде после удаления непроницаемой заслонки и установления равновесия в системе. **(4 балла)**

**Всего – 10 баллов**