

Решение

1. Максимальное деление шприца соответствует объему $V = 1$ мл. Длина заполненной части шприца при этом $l = 5.9$ см. Таким образом, площадь внутреннего сечения шприца составит:

$$S = \frac{V}{l} = 0,169 \text{ см}^2 \quad (2)$$

2. Длина внутренней части вне объемной шкалы шприца составляет $l_1 = 1.9$ см. С помощью пропорции найдем общий объем внутренней части шприца:

$$V_0 = V \left(1 + \frac{l_1}{l} \right) = 1.32 \text{ мл} \quad (3)$$

3. Оценим силу трения, действующую на поршень шприца, при его движении внутри шприца способом, указанным в условии. Получим, что значения весов меняются в пределах 100 - 120 г, таким образом сила трения составит:

$$F_{\text{тр}} = 1.1 \pm 0.1 \text{ Н} \quad (4)$$

4. Снимем показания весов от внутреннего объема шприца.

V , мл	m , г	$\frac{V}{V_0}$	$\frac{P}{P_0}$	$\frac{V_0}{V}$
1.00	120	0.76	1.34	1.32
0.90	160	0.68	1.57	1.47
0.80	200	0.61	1.80	1.65
0.70	249	0.53	2.08	1.89
0.60	305	0.45	2.41	2.20
0.50	420	0.38	3.08	2.64
0.40	500	0.30	3.54	3.30
0.30	724	0.23	4.84	4.40
0.20	1110	0.15	7.08	6.60

5. Для расчета давления внутри шприца необходимо рассчитать отношение силы, действующей на поршень со стороны воздуха внутри шприца на его площадь. При движении резервуарной части вниз сила трения действует на поршень вниз, однако во время фиксации резервуарной части она немного смещается вверх и сила трения меняет свое направление на противоположное. Поэтому сила, действующая на поршень со стороны воздуха может быть рассчитана как сумма силы, действующей на поршень со стороны весов, и силы трения. В свою очередь, сила действующая со стороны весов на поршень может быть рассчитана из показаний весов умножением их на ускорение свободного падения. Начальное давление внутри поршня равно атмосферному давлению $P_0 = 10^5$ Па. Таким образом, отношение давления внутри

шприца к начальному давлению воздуха в нем можно рассчитать как:

$$\frac{P}{P_0} = \frac{mg + F_{\text{тр}}}{P_0 S} \quad (5)$$

Расчет отношения объема воздуха в шприце к начальному объему проводится тривиально на основе результатов пункта 2.

6. Легко заметить, что при уменьшении объема в шприце в два раза давление в шприце возрастает также примерно в два раза. Таким образом находим степень $n = 1$.
7. Построим график зависимости $\frac{P}{P_0} \left(\frac{V_0}{V}\right)$ и найдем угловой коэффициент.

$$A = 1.08 \pm 0.02 \quad (6)$$

