7 класс

1.
   1.1. Правильные варианты ответа – 1, 3 и 4. Процессы 2 и 5 – химико-биологические.
   1.2. Правильные варианты ответа – 2 и 5. Слово 3 обозначает единицу измерения, а слова 1 и 4 – измерительные приборы.
   1.3. Правильный ответ 5. При кипении молекулы изменяют не свою форму или размеры, а взаимное расположение, что нельзя сказать о плавлении: в твердой форме молекул как таковых нет, есть формульные единицы.
2. В 1-й мензурке 375 мл, во 2-й и 3-й – 300 мл, в 4-й – 185 мл. Наибольшую точность измерения объема позволяет 4-я мензурка, т.к. ее цена деления наименьшая.
3. $l = 6{,}4$ м.
4. $t = 10$ с.
5. Подставляем мензурку под кран и одновременно включаем секундомер. Через некоторое время, когда мензурка заметно заполнится, останавливаем секундомер и одновременно убираем мензурку. Пусть за время t вытекла вода объема V. Тогда расход воды $\nu = dV/dt = V/t$, т.к. процесс считаем равномерным. Отсюда получаем, что за время T вытечет вода объема $V_T = \nu T = VT/t$.

8 класс

1. $x_{\max} = 5$ см, считая по дуге.
2. $\rho_1 = 800$ кг/м^3, $\rho_2 = 400$ кг/м^3.
3. $L = 18$ км.
4. Проводим прямые AA_1 и BB_1 и отмечаем точку O их пересечения – оптический центр линзы. Если прямые AB и A_1B_1 не параллельны, то их точка пересечения принадлежит плоскости линзы. Но так как на рисунке отрезки параллельны, то строим линзу перпендикулярно им, а затем главную оптическую ось (далее – просто ось) перпендикулярно плоскости линзы. Далее проводим из точки A прямую, параллельную оси и отмечаем точку C пересечения ее с плоскостью линзы. Проводим прямую A_1C и отмечаем точку пересечения ее с осью – фокус линзы. Из рисунка получаем, что линза рассеивающая. Итак, построением было найдено положение плоскости линзы и ее фокусов, и ее тип.
5. Измеряем полный путь L линейкой, и полное время движения $T = (n-1)t$, где $t = 2$ с – период падения капель; $n = 6$ – количество пятен. Тогда средняя скорость определяется по формуле $\bar{v} = L/T$. График строим, измеряя расстояния от первой капли до -й, накладывая на него точки с абсциссами $(n-1)t$ и ординатами, равными измеренным расстояниям.

9 класс

1. Дополнительное давление, создаваемое снегоходом, $\Delta P_1 = m_1 g/S_1 = 6{,}67$ кПа. Человек же создает дополнительное давление $\Delta P_2 = m_2 g/S_2 = 32$ кПа. Очевидно, что снег не выдержит такого давления, и человек провалится.
2. $h = c\rho V \Delta t/Mg = 33{,}6$ м.
3. $\rho = \rho_0 mg/kx = 2500$ кг/м^3.
4. $v_0 = 3\Delta v/2 = 37{,}5$ км/ч, считая, что велосипедист не задерживался в пункте B.
5. Соединим два незаряженных шара механически и поднесем их к заряженному шару. В результате электростатической индукции на ближнем шаре соберется отрицательный заряд, а на дальнем – положительный. Разведем теперь незаряженные ранее шары. Тогда на ближнем останется отрицательный заряд, а на дальнем – положительный.

10 класс

1. $F_x(t) = ma_x(t) = \begin{cases} 6\ \text{Н}, 0\ \text{с} \le t < 2\ \text{с}; \\ 0\ \text{Н}, 2\ \text{с} \le t < 4\ \text{с}; \\ 4\ \text{Н}, 4\ \text{с} \le t < 6\ \text{с}. \end{cases}$
2. $\varphi > (\pi - \alpha - \beta)/2 = 45°$.
3. Ярче всех светит лампа 3; далее идет лампа 2; а затем – лампы 1 и 4, которые горят одинаково ярко. Если считать сопротивление всех ламп одинаковым при различных накалах, можно получить распределение мощностей по лампам: $P_1 = P_4 = P/15$, $P_2 = 4P/15$, $P_3 = 3P/5$; где P – общая мощность в цепи.
4. $Q =$

$$\begin{cases} \pi r^2 gh\left(\rho(H + H_0) - \rho_0 H_0 + \rho_0 h\frac{R^2 - r^2}{2R^2}\right), \rho \ge \rho_0 \text{ и } h \le H_0\frac{R^2}{R^2 - r^2}; \\ \pi r^2 g\left(\rho h(H + H_0) - \frac{\rho_0 H_0^2 R^2}{2(R^2 - r^2)}\right), \rho \ge \rho_0 \text{ и } h > H_0\frac{R^2}{R^2 - r^2}; \text{или } \rho < \rho_0 \text{ и } h > H_0\frac{\rho_0 R^2}{\rho(R^2 - r^2)}; \\ \pi r^2 \rho gh\left(H + \frac{\rho h}{2\rho_0}\left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)\right), \rho < \rho_0 \text{ и } h \le H_0\frac{\rho_0 R^2}{\rho(R^2 - r^2)}. \end{cases}$$

Чтобы узнать, какому случаю соответствует условие задачи, необходимо знать H_0 – исходную высоту уровня воды в цилиндре.

5. Вначале измеряем температуру t_0 холодной воды. Затем отливаем ровно половину воды из стакана. Сделать это можно на глаз: отливаем воду до тех пор, пока из-под уровня воды не покажется все дно. Очевидно, когда из-под воды покажется крайняя точка дна, стакан будет заполнен ровно наполовину. Затем доливаем горячую воду до полного заполнения сосуда и после установления теплового равновесия измеряем новую температуру t_1. Очевидно, что $t_1 = (t_0 + T)/2$, откуда $T = 2t_1 - t_0$. Если же измерить температуру в стакане опять не удалось, проделываем описанную выше операцию, пока не удастся ее измерить. После каждой проделанной операции разность температур воды в стакане и горячей воды уменьшается в 2 раза. Тогда температура после -го переливания $t_n = T - 2^{-n}(T - t_0) = T(1 - 2^{-n}) + 2^{-n}t_0$, откуда $T = \frac{t_n - 2^{-n}t_0}{1 - 2^{-n}}$.

11 класс

1. $m_1 = m_2 = m_3 = 2m_4 - m_0 = 1{,}7$ кг.
2. $P = Mgv/2$.
3. $T = T_0 + \frac{mv^2(\gamma-1)}{\nu R}$, где $\gamma = \frac{5}{3}$; $\nu = 1$ моль; $R = 8{,}314$ Дж/(моль $\cdot$ К) – универсальная газовая постоянная.
4. $Q = U\frac{C_1R_1 - C_2R_2}{R_1+R_2}$, считая положительным направление от А к В.
5. Пусть высота воды в банке h. Тогда в стационарном состоянии высота центра тяжести воды над дном $h/2$, пустой банки $H/2$, где H – высота банки. Тогда масса воды в банке $m = \pi r^2\rho_0 h$, где r – радиус банки; ρ_0 – плотность воды. Так как масса M банки известна, то можно найти высоту центра тяжести h_c банки с водой над ее дном из определения центра тяжести системы двух тел:

$$h_c = \frac{MH + mh}{2(M+m)} = \frac{MH + \pi r^2\rho_0 h^2}{2(M + \pi r^2\rho_0 h)}.$$

Подвесим банку на нити длины L_1 и отклоним ее на малый угол. Период колебаний такого маятника $T = 2\pi\sqrt{l/g}$, где l – расстояние от точки подвеса нити до центра тяжести груза (эта формула применима при $H \ll l$). Подвесим также гайку на нити такой длины L_2, что период ее колебаний равен периоду колебаний банки. Тогда $L_2 = l$. Но $l = L_1 + H - h_c = L_1 + H - \frac{MH+\pi r^2\rho_0 h^2}{2(M+\pi r^2\rho_0 h)}$. Отсюда получаем:

$$L_2 - L_1 = H - \frac{MH + \pi r^2\rho_0 h^2}{2(M + \pi r^2\rho_0 h)} = \frac{MH + \pi r^2\rho_0 h(2H - h)}{2(M + \pi r^2\rho_0 h)}.$$

Разность длин нитей $\Delta L = L_2 - L_1$ измеряем миллиметровкой, приложив нити друг к другу; величины r и h измеряем также при помощи миллиметровки. Тогда получаем:

$$h = H - \Delta L \pm \frac{\sqrt{\rho_0\big(\pi r^2\rho_0(H - \Delta L)^2 - M(2\Delta L - H)\big)}}{\rho_0 r\sqrt{\pi}}.$$

Оба корня положительны, так что такое решение не приведет к однозначному ответу. Воспользуемся теперь методом биений. Подвесим гайку на нити такой длины L_2', чтобы период ее колебаний был чуть меньше периода колебаний банки. Тогда вначале фазы колебаний этих двух грузов будут разные, но через некоторое время они совпадут. Если гайка совершила n колебаний, то банка совершила $n+1$ колебание. Тогда из формулы для периода колебаний получаем:

$$\left(\frac{n+1}{n}\right)^2 = \frac{L_1 + H - h_c}{L_2'},$$

откуда

$$h = \frac{\rho_0 r\sqrt{\pi}\big((H+L_1)n^2 - L_2'(n+1)^2\big) \pm \sqrt{\rho_0\Big(Mn^2\big((H+2L_1)n^2 - 2L_2'(n+1)^2\big) + \pi r^2\rho_0\big((H+L_1)n^2 - L_2'(1+n)^2\big)\Big)}}{n^2\rho_0 r\sqrt{\pi}}.$$

Один корень этих уравнений должен быть одинаков – он и является ответом задачи.