

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ
2018–2019**

Заключительный этап

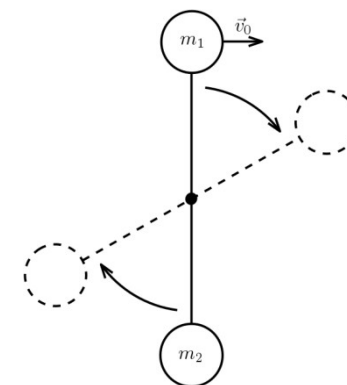
Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ФИЗИКА (8-9 КЛАСС) **Пример варианта 1**

Задача	1	2	3	4	5	Всего
Макс. Балл	20	20	20	20	20	100

1. Два шара массами $m_1 = 10$ г и $m_2 = 30$ г соединены жёстким стержнем длины $L = 20$ см, который может вращаться в вертикальной плоскости вокруг оси, проходящей через его середину. В начальный момент стержень расположен вертикально и неподвижен. Верхнему шару массой m_1 щелчком сообщают скорость $v_0 = 5$ м/с. Через пол-оборота его скорость стала $v_1 = 3$ м/с. Какова будет его скорость, когда стержень повернётся на три четверти оборота, если трение в оси постоянно?

Ответ: ≈ 1.4 м/с.



2. В одном калориметре находится $V_1 = 59$ мл уксусной кислоты при температуре $t_1 = 20$ °С, во втором $V_2 = 31$ мл при температуре $t_2 = 100$ °С. Содержимое калориметров смешали. Найдите объём смеси, если коэффициент объёмного расширения уксусной кислоты равен $\beta = 0,001$ °С⁻¹. Теплопотерями пренебречь.

Примечание: Коэффициент объёмного расширения равен отношению относительного изменения объёма тела к изменению температуры: $\beta = (\Delta V/V)/\Delta t$.

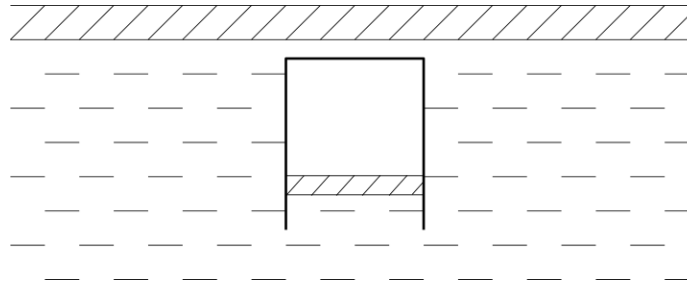
Ответ: 90 мл.

3. Водолазный колокол в форме цилиндра опускают в большой бассейн с двумя несмешивающимися жидкостями. Толщина верхнего слоя жидкости $h_1 = 1.5$ м, её плотность $\rho_1 = 800$ кг/м³, плотность нижней жидкости $\rho_2 = 1000$ кг/м³.

1) Какой объём жидкости из верхнего слоя окажется в колоколе, когда его низ опустится до линии раздела жидкостей?

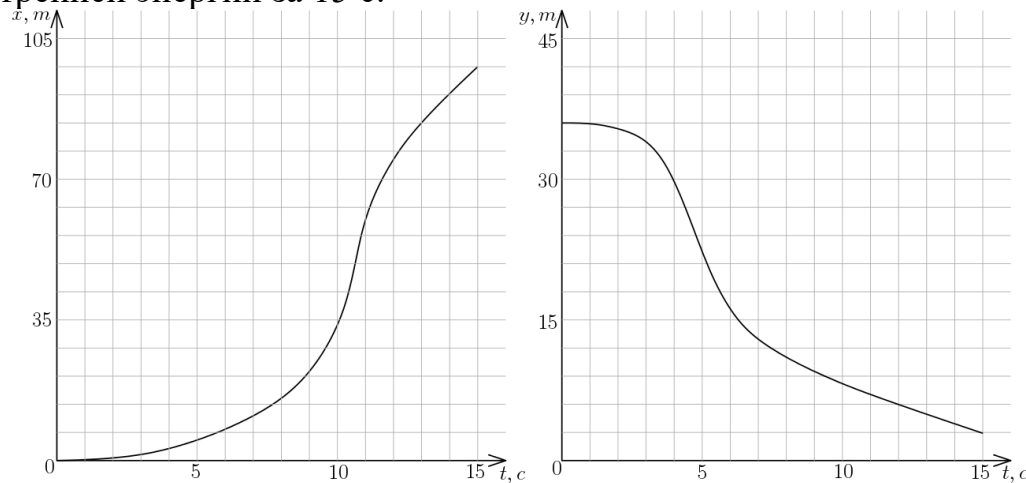
2) Определите, при какой глубине погружения (расстоянии от низа колокола до границы жидкость-воздух) колокол начнет тонуть.

Изменением уровня жидкости в бассейне пренебречь. Стенки колокола тонкие, масса колокола $m = 1000$ кг, высота $H = 2$ м, площадь основания $S = 1$ м²; при погружении давление и объём воздуха изменяются по закону Бойля – Мариотта $pV = \text{const}$. Атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па.



Ответ: 1) ≈ 0.2 м³; 2) ≈ 12.1 м.

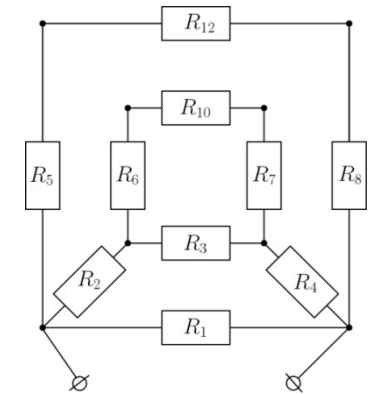
4. Тело массой 1 кг соскальзывает с холма. Графики зависимости его горизонтальной координаты x и вертикальной координаты y от времени показаны на рисунке. Считая, что половина выделившегося при трении тепла пошла на нагрев тела, вычислите увеличение его внутренней энергии за 15 с.



Ответ: ≈ 152.5 Дж.

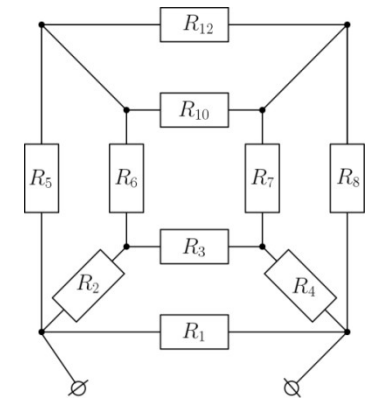
5. У Васи было восемь резисторов $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8$ сопротивлением 1 Ом, два резистора R_{10} и R_{12} сопротивлением 2 Ом, проводки, паяльник и много свободного времени. Резисторы R_9 и R_{11} Вася искал, но не нашёл. Он спаял схему, показанную на верхнем рисунке.

Каково её сопротивление?



Потом Вася обнаружил, что не использовал два проводка. Чтобы они не пропали зря, он усовершенствовал схему, как показано на нижнем рисунке.

Каково её сопротивление?



Ответ: 1) $28/45$ Ом; 2) $3/5$ Ом.

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ
2018–2019**

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ФИЗИКА (8-9 КЛАСС)

Пример варианта 2

Задача	1	2	3	4	5	Всего
Макс. Балл	20	20	20	20	20	100

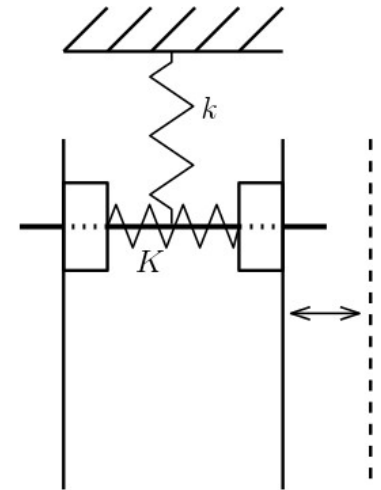
1. Две одинаковых каретки массой по 150 г закреплены на паре параллельных вертикальных рельс, так что могут скользить по ним вверх и вниз. Каретки соединены между собой пружиной жёсткостью 200 Н/м и невесомым стержнем, благодаря которому всегда находятся на одной высоте. Стержень не препятствует деформации пружины. Сдвигая и раздвигая рельсы, Вася установил, что максимальное расстояние между рельсами, при котором каретки неподвижны – $L_0 = 14$ см, и рассчитал коэффициент трения. Какое значение получил Вася?

Пружина, соединяющая каретки, в недеформированном состоянии имеет длину $L = 20$ см.

Потом он установил рельсы на расстоянии $L_1 = 13$ см друг от друга и прикрепил стержень к потолку пружиной с малой жёсткостью 10 Н/м. Каретки находились на такой высоте, что вертикальная пружина не была деформирована. Резко раздвинув рельсы на расстояние $L_2 = 17$ см, Вася дождался, когда каретки съехали вниз на 7 см, и быстро вернул рельсы в начальное положение. Какое расстояние проехали каретки до полной остановки после сближения рельсов?

Примечание: энергия, запасенная в деформированной пружине, равна $k(\Delta l)^2/2$, где Δl – деформация пружины.

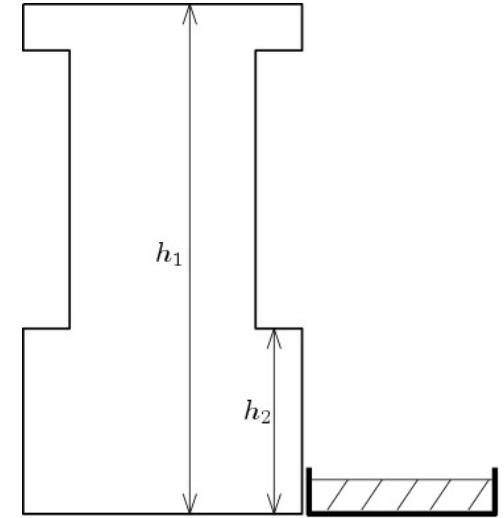
Ответ: 1) $\mu \approx 0.125$; 2) $h \approx 5.5$ см.



2. Капли расплавленного свинца падают с башни высотой $h_1 = 80$ м в теплоизолированную ванну с водой. Вода имеет массу 2 кг и температуру $T_0 = 30$ °С. Проводя в полете время $t_1 = 4$ с, свинец застывает у самой поверхности воды. Когда в ванну упало 1200 дробинок, температура воды в ванне стала $T_k = 100$ °С. Потом свинец стали капать с платформы башни, расположенной на высоте $h_2 = 20$ м, и капли долетали до воды за время $t_2 = 2$ с. С платформы в ванну упало 8 капель. Сколько всего воды испарилось?

Между падением двух свинцовых капель проходит достаточно времени, чтобы в ванне установилось тепловое равновесие. Удельная теплоёмкость воды $c_v = 4200$ Дж/(кг · °С), удельная теплота парообразования $L = 2300$ кДж/кг, удельная теплоёмкость свинца $c_c = 130$ Дж/(кг · °С), удельная теплота плавления $\lambda = 25$ кДж/кг, температура плавления $T_{пл} = 327$ °С. Капли свинца одинаковы и имеют массу 20 г, их начальная температура равна температуре плавления $T_{пл}$. Вода из ванны не выливается.

Ответ: 63.5 г.



3. Кусочек стекла взвешивают в вакууме на рычажных весах чувствительностью $m_0 = 0.5$ мг с помощью железных гирь. Чтобы вынуть образец, в вакуумную камеру пустили воздух и дождались, когда давления в камере и в комнате выровняются. Определите, при какой минимальной массе стекла после установления равенства давлений весы гарантированно выйдут из равновесия.

Плотность стекла 2.5 г/см³, плотность железа 7.8 г/см³, плотность воздуха 1.2 кг/м³. Температура воздуха и атмосферное давление во время опыта не меняются.

Примечание: чувствительность весов равна максимальной массе груза, который не выводит весы из равновесия.

Ответ: ≈ 3.1 г.

4. Мистер Исключительный разозлился и бросил своего босса в стену, но не рассчитал силу, и тот пробил несколько стен в офисе. После “прохождения” первой стены, сделанной из двух слоев гипсокартона, скорость босса снизилась на 11%. Затем он летел через кабинеты обычных сотрудников, разделенные одним слоем такого же гипсокартона. Сколько всего он пробил стен, если не касался пола до остановки? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: 8 стен.

5. В изображенной на рисунке электрической цепи использованы одинаковые вольтметры, одинаковые амперметры и одинаковые резисторы. Вольтметры перед подключением «испортили», соединив их параллельно с одинаковыми низкоомными резисторами (на рисунке не показаны). Показания вольтметра $V_1 - 2.8 \text{ В}$, $V_2 - 0.8 \text{ В}$, амперметра $A_1 - 4.2 \text{ А}$, $A_2 - 4.0 \text{ А}$.

Какое напряжение подано на цепь?

Ответ: 5.14 В.

