

**Разбор заданий II (очного, теоретического) тура  
областной олимпиады по физике имени Н.Н. Семёнова  
для обучающихся 7-х классов  
2022-2023 учебный год**

1. Стадия — единица измерения расстояний в древних системах мер. В Вавилоне за стадий принимали расстояние, которое человек проходит спокойным шагом за промежуток времени от появления первого луча солнца при восходе его до того момента, когда весь солнечный диск окажется над горизонтом. Если этот выход солнца продолжается примерно две минуты, в среднем это расстояние равно 600 футам. 1 м = 3,28 футов. Какова скорость человека в системе СИ, с которой он проходит это расстояние за 2 минуты.

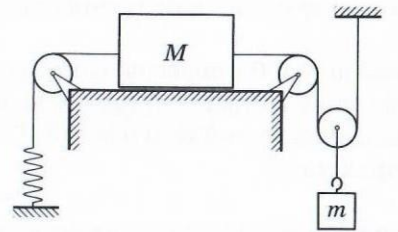
**Решение:**

Для нахождения скорости в системе СИ необходимо перевести время в секунды (2 минуты = 120 секунд) и расстояние в метрах (1 м = 3,28 футов ; 1 фут = 1/3,28 м; S = 600 футов = 600/3,28 м = 182,9 м).

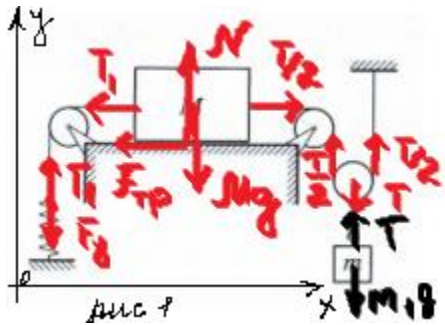
$$V = \frac{S}{t} = \frac{182,9}{120} = 1,5 \text{ м/с}$$

Ответ: v = 1,5 м/с

2. Ежик и Крош добрались до конструктора Пина и соорудили конструкцию, изображенную на рисунке. Но вместо того, чтобы отругать их Пин заинтересовался: «А какая должна быть жесткость пружины, чтобы система оставалась в равновесии?» Известно, что груз, прикрепленный к подвижному блоку, не должен превышать 7 кг и быть не меньше 3 кг, деформация пружины составляет четверть метра, трением в блоке пренебрегаем.



**Решение:**



В данной задаче можно рассмотреть два крайних случая. Первый – когда масса  $m_1 \leq 7 \text{ кг}$ . В этом случае брусок поедет вправо т. к. груз  $m_1$  будет перевешивать. Расставим силы и запишем 2 закон ньютона в проекциях на оси:

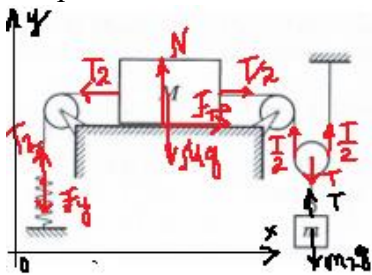
$$\text{Ось X: } T_1 + F_{\text{тр}} = \frac{T}{2}$$

$$\text{Ось Y: } T = m_1 \cdot g$$

$$T_1 = k \cdot x$$

$$k \cdot x + F_{\text{тр}} = \frac{m_1 \cdot g}{2} \quad (1)$$

Второй – когда масса  $m_1 \geq 3 \text{ кг}$ . В этом случае брусок поедет влево.



Расставим силы и запишем 2 закон ньютона в проекциях на оси:

$$\text{Ось X: } T_2 = F_{\text{тр}} + \frac{T}{2}$$

$$\text{Ось Y: } T_2 = k \cdot x$$

$$T = m_2 \cdot g$$

$$k \cdot x = F_{\text{тр}} + \frac{m_2 \cdot g}{2} \quad (2)$$

выразим силу трения из (2) и подставим в (1):

$$F_{\text{тр}} = k \cdot x - \frac{m_2 \cdot g}{2}$$

$$k \cdot x + k \cdot x - \frac{m_2 \cdot g}{2} = \frac{m_1 \cdot g}{2}$$

выразим  $k$ :  $k = \frac{(m_1 - m_2) \cdot g}{4x} = 100 \text{ Н/м}$

Ответ:  $k = 100 \text{ Н/м}$

3. Ученый с мировым именем Иннокентий готовил сахарный сироп, естественно, в научных целях. Для этого он взял 1 л горячей воды и некоторое количество кубиков сахара рафинада. При растворении сахара в воде великий ученый измерил плотность сиропа как  $1150 \text{ кг/м}^3$ . Сколько кубиков сахара использовал Иннокентий, если масса одного кубика равна  $5,5 \text{ г}$ , а одна сторона кубика равна  $1 \text{ см}$ .

**Решение:**

$V_{\text{сиропа}} = V_{\text{воды}} + V_{\text{сахара}}$ , с учетом того, что  $V = \frac{m}{\rho}$ ,  $V_{\text{сахара}} = a^3 \cdot N$ ,  $m_{\text{сахара}} = m_0 \cdot N$

$$\frac{m_0 \cdot N + m_{\text{воды}}}{\rho_{\text{сиропа}}} = V_{\text{воды}} + a^3 \cdot N$$

Выразим из уравнения  $N$ :

$$N = \frac{V_{\text{воды}} \rho_{\text{сиропа}} - m_{\text{воды}}}{m_0 - a^3 \cdot \rho_{\text{сиропа}}} = 34,48 \approx 35 \text{ шт.}$$

Ответ:  $N = 35$

4. Автобус центра вез ребят на олимпиаду ВСОШ. График зависимости пройденного автобусом пути до университета от его скорости приведен на рисунке. Высадив ребят около университета, автобус поехал обратно в центр. Повезло, пробок не было и обратно автобус ехал со скоростью  $3v_0$ . Определите среднюю скорость автобуса за все время движения.

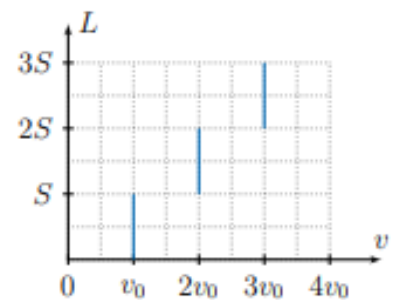
**Решение:**

Автобус ехал три одинаковых участка пути с различной скоростью. По формуле средней скорости:

$$v_{\text{ср}} = \frac{3S}{t_1 + t_2 + t_3}$$

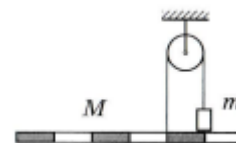
т к  $t_1 = \frac{S}{v_0}$ ,  $t_2 = \frac{S}{2v_0}$ ,  $t_3 = \frac{S}{3v_0}$ , то  $v_{\text{ср}} = \frac{3S}{\frac{S}{v_0} + \frac{S}{2v_0} + \frac{S}{3v_0}} = \frac{18}{11} v_0$

Ответ:  $v_{\text{ср}} = \frac{18}{11} v_0$

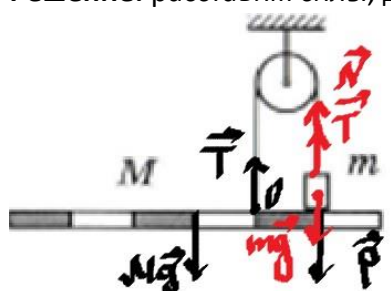


**Разбор заданий II (очного, теоретического) тура  
областной олимпиады по физике имени Н.Н. Семёнова  
для обучающихся 8-х классов  
2022-2023 учебный год**

1. К легкому тросу, перекинутому через неподвижный блок привязана легкая коробка, в которую умудрился поместиться кот Василий. Другим концом нить прикреплена к рычагу, масса которого 1 кг (как показано на рисунке). С какой силой Василий давит на рычаг и какова масса кота? Вся система находится в равновесии. Трением в блоке пренебрегаем, рычаг однородный.



**Решение:** расставим силы, действующие на коробку и на рычаг.



↑ Первое условие равновесия для коробки:  $T+N=mg$  (1)

↑ Первое условие равновесия для рычага:  $T=Mg+P$  (2)

↑ Второе условие равновесия для рычага относительно точки прикрепления нитей O:  $Mg \cdot x = P \cdot x$  (3)

↑ Т к  $P=N$ , то подставив в (3), получим:  $Mg=N$

↑ Подставим это уравнение в (1) и (2):

$$\begin{cases} T+Mg=mg & (4) \\ T=Mg+Mg & (5) \end{cases}$$

Подставим (5) в (4):  $3Mg=mg$

$3M=m=3(\text{кг})$  – масса кота Василия вместе с коробкой.

2. Матроскин и Шарик не смогли договориться и купили разные нагреватели. При включении в доме нагревателя Матроскина температура в доме нагрелась до  $15^\circ\text{C}$ , при включении нагревателя Шарика температура понизилась до  $10^\circ\text{C}$ . Мощности нагревателей различаются в 2 раза. Какая температура установится в доме если включить оба нагревателя одновременно?

**Решение:**

Пусть мощность нагревателя, купленного Матроскиным –  $N_1$ , мощность нагревателя, купленного Шариком –  $N_2$ .

После установления постоянной температуры в доме  $N_{\text{нагревателя}}=N_{\text{потерь}}$

По закону Ньютона-Рихмана:  $N_{\text{потерь}}=\alpha \cdot S \cdot (t-t_0)$ , где  $t_0$  – температура воздуха на улице

$$\begin{cases} N_1=\alpha \cdot S \cdot (t_1-t_0) & (1) \\ N_2=\alpha \cdot S \cdot (t_2-t_0) & (2) \\ N_1+N_2=\alpha \cdot S \cdot (t_3-t_0) & (3) \end{cases}$$

Разделим (1) на (2):  $\frac{N_1}{N_2} = \frac{t_1-t_0}{t_2-t_0}$  (4)

Разделим (1) на (3):  $\frac{N_1}{N_1+N_2} = \frac{t_1-t_0}{t_3-t_0}$  (5)

$N_1=2N_2$  по условию.

Преобразуем (4) и (5):  $2N_2 \cdot (t_2-t_0)=N_2 \cdot (t_1-t_0)$  (6)

$$2N_2 \cdot (t_3 - t_0) = 3N_2 \cdot (t_1 - t_0) \quad (7)$$

Найдем температуру окружающего воздуха из (6):

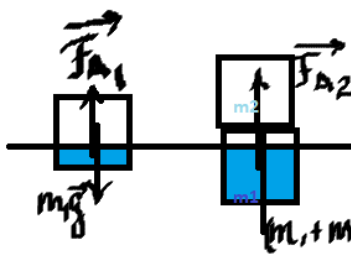
$$2 \cdot t_2 - 2 \cdot t_0 = t_1 - t_0$$

$$t_0 = 2t_2 - t_1 = 5^\circ\text{C}$$

найдем  $t_3$  из (7):  $t_3 = \frac{3t_1 - t_0}{2}, \quad t_3 = 20^\circ\text{C}$

3. Народный умелец Левша проводил серию экспериментов с деревянными образцами на плавучесть. Первый образец погрузился на  $\frac{1}{5}$  его объема в воду. Затем народный умелец поставил на первый образец – второй такого же размера и первый куб погрузился в воду на  $\frac{3}{4}$  объема. Найдите плотность материала 2 образца?

**Решение:**



запишем условия плавания тел для 1 и 2 случаев:

$$\begin{cases} m_1 g = F_{a1} \\ (m_1 + m_2) g = F_{a2} \end{cases}$$

Учтем, что  $F_{a1} = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot \frac{1}{5} V$ ,  $F_{a2} = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot \frac{3}{4} V$ ,  $m_1 = \rho_1 \cdot V$  и  $m_2 = \rho_2 \cdot V$

$$\begin{cases} \rho_1 \cdot g \cdot V = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot \frac{1}{5} V \\ (\rho_1 + \rho_2) \cdot V \cdot g = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot \frac{3}{4} V \end{cases}$$

$$\begin{cases} \rho_1 = \rho_{\text{ж}} \cdot \frac{1}{5} & (1) \\ (\rho_1 + \rho_2) = \rho_{\text{ж}} \cdot \frac{3}{4} & (2) \end{cases}$$

Подставим (1) во (2) и выразим плотность второго кубика:

$$\rho_2 = \rho_{\text{ж}} \cdot \left( \frac{3}{4} - \frac{1}{5} \right) = \frac{11}{20} \rho_{\text{ж}} = 550 \text{ кг/м}^3$$

4. На территории центра построили каток, периметр которого равен 400м. Обучающиеся Николай и Василий поспорили кто из них быстрее пройдет дистанцию в 4 км. Оказалось, что Василий пробегает «круг» за 40с, а Николай за 45с. Сколько раз за всю дистанцию они встретятся, если они стартуют одновременно в одну сторону. Через сколько времени они встретятся на дистанции?

**Решение:**

Оценим сколько кругов должен пройти каждый из ребят для прохождения дистанции:  
 $N = S/S_0 = 4000/400 = 10$  кругов

Скорость, с которой бежит Василий:  $v_1 = \frac{S_0}{t_1}$ , где  $t_1 = 40\text{с}$

Скорость, с которой бежит Николай:  $v_2 = \frac{S_0}{t_2}$ , где  $t_2 = 45\text{с}$

Перейдем в систему отсчета, связанную с Николаем:  $v_{12} = v_1 - v_2$  (Скорость Василия в этой системе отсчета)

Оценим время, через которое ребята встретятся:  $S_0 = (v_1 - v_2) \cdot t^1$

$$S_0 = \left(\frac{S_0}{t_1} - \frac{S_0}{t_2}\right) \cdot t^1$$

$$t^1 = \frac{t_1 \cdot t_2}{t_2 - t_1} = 360c$$

Вернемся в систему отсчета, связанную с Землей. Оценим сколько кругов пробежит каждый из парней за это время:

$$N_1 = \frac{t^1}{t_1} = \frac{360}{40} = 9 \text{ (кругов)}$$

$$N_2 = \frac{t^1}{t_2} = \frac{360}{45} = 8 \text{ (кругов)}$$

Ответ: за всю дистанцию обучающиеся встретятся 1 раз, время через которое ребята встретятся на дистанции-360с.

**Разбор задания III (очного, практического) тура  
областной олимпиады по физике имени Н.Н. Семёнова  
для обучающихся 7-х классов  
2022-2023 учебный год**

**Задание.** Определите длины сторон спичечного коробка, длину одной спички, а также среднюю толщину слоя серы на боковой грани спички. Подробно опишите последовательность действий. Все результаты измерений выразите в нокотках (нокоть, это сейчас он **ноготь**, а раньше - нокоть, и являлся - русской **меры длины**)! Использовать любое дополнительное оборудование, кроме указанного в условии, нельзя!

**Оборудование:** Нить длиной 1 шаг. Коробок спичек со спичками. Примечание: Шаг – старорусская мера длины. 1 шаг=5 пядей, 1/16 пяди = 1 нокоть.

**ЗАЖИГАТЬ СПИЧКИ ЗАПРЕЩЕНО.**

**Возможное решение:**

Задача осложняется тем, что в ненапрянутом состоянии нить собирается «гармошкой» и становится короче на несколько сантиметров, и чтобы ее натянуть, и затем приложить к ней несколько раз спичечный коробок, не хватает рук. Использовать всевозможные прижимы по условию запрещено. Остается слегка натягивая нить, наматывать её на коробок вдоль трех различных направлений (а, в, с). В результате измерений получим:

$$2(a+c) = N1 \text{ оборота нитки}$$

$$2(a+v) = N2 \text{ оборота нитки}$$

$$2(v+c) = N3 \text{ оборота нитки}$$

Решив полученную систему уравнений можно найти стороны коробка. Толщину спички можно определить методом рядов, выкладывая спички на столе, плотно друг к другу, чередуя направления головок. Затем выкладывая спички так, чтоб учитывался размер серной головки. Вычитая одно измерение из другого можно определить толщину слоя серы.

Для определения толщины спички можно наматывать нить на одну спичку, делая несколько оборотов, и сравнивая длину намотанной нити с длинной стороной коробка. Но этот способ менее точный, так как начинает сказываться толщина самой нити. Длина спички несколько меньше длины самой большей стороны коробка. Если выложить спички в линию, то измерить их длину возможно с помощью выданной нити.

$$1 \text{ шаг} \sim 88,9 \text{ см}$$

$$1 \text{ нокоток} = 11,1125 \text{ мм}$$

**Разбор задания III (очного, практического) тура  
областной олимпиады по физике имени Н.Н. Семёнова  
для обучающихся 8-х классов  
2022-2023 учебный год**

**Задание.** Необходимо экспериментально определить массу деревянной линейки.

**Оборудование:** линейка деревянная, кусок пластилина, стаканчик пластмассовый, вода — по требованию, нитка, карандаш, миллиметровая бумага.

**Возможные решения.**

С помощью нитки, линейки и воды можно определить массу куска пластилина. Из пластилина лепится кубик. Его размеры измеряются с помощью миллиметровой бумаги. Таким способом находится объём куска пластилина. Затем из пластилина лепится «лодочка» прямоугольной или цилиндрической формы (во втором случае она больше напоминает пустую пробирку с толстыми пластилиновыми стенками). Её плавучесть проверяется в воде, налитой в стакан. Размеры лодочки подбираются такими, чтобы её борта находились вровень с водой. Измерение внешних размеров лодочки позволяет узнать объём воды, который она вытесняет, плавая, то есть можно найти ответы на поставленные Вопросы. Затем на круглом карандаше можно сбалансировать линейку с прикреплённым к одному из её концов куском пластилина известной (уже) массы. Из условий равновесия можно найти неизвестную массу линейки.



Можно обойтись без нахождения массы куска пластилина. Достаточно только знать его объём  $V$ . Для этого из куска пластилина формируется кубик и с помощью линейки измеряется длина его ребра. Нитка делится на две части. Сначала линейка уравнивается на одной из ниток в горизонтальном положении. Таким способом можно найти положение центра масс линейки. На одном куске нитки крепится кусок пластилина, который подвешивается к одному из концов линейки. Линейка с подвешенным на нити куском пластилина уравнивается в горизонтальном положении на другом куске нити, при этом место крепления этого второго куска нити к линейке, естественно, не совпадает с положением её центра масс. Затем пластилин помещается в воду, при этом он не должен касаться дна и стенок стаканчика, но должен быть полностью погружён в воду. Место крепления второго куска нити меняется так, чтобы линейка с грузом снова находилась в положении равновесия в горизонтальном положении. Плечи соответствующих сил измеряются непосредственно по делениям шкалы на линейке. Поскольку сила натяжения нитки, удерживающей пластилиновый кусок, при его погружении в воду уменьшилась на величину  $\rho gV$ , из величин расстояний между местами крепления нитей на линейке и силы Архимеда можно вычислить и массу линейки.