

**Второй этап (заочный) Всесибирской олимпиады по физике
(25 декабря 2018 г.- 20 января 2019г.)**

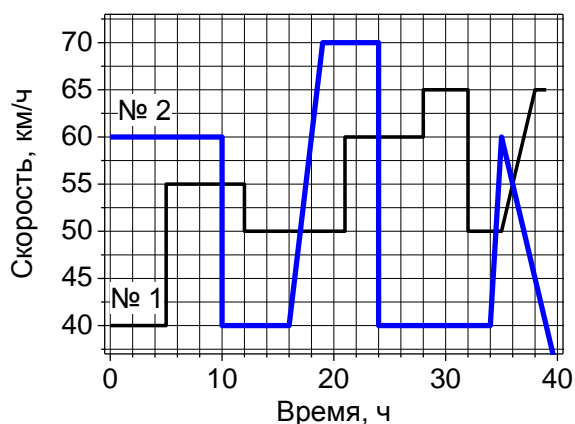
Задачи 8 класса

Возможные решения (максимум 10 баллов за задачу)

1. Из пункта А по одной дороге выехали две машины. Зависимости их скоростей от времени показаны на рисунке справа. Определите, по возможности точно, первый момент времени после старта, в который одна машина обгонит другую.

В решении привести не только ответ, но и его обоснование!

Решение: Сначала заметим, что первые 10 часов машина №2 едет с большей скоростью, то есть эта машина со старта вырывается вперед (+ 1 балл). На участках, где скорость машины V постоянна, перемещение S за время T может быть вычислено обычным способом $S=V \cdot T$.



На графиках есть участки с непостоянной скоростью. Вычислим перемещение только на самом раннем из них. На графике для машины №2 такой участок с непостоянной скоростью длится от 16 ч до 19 ч. Перемещение на этом участке будет равно $(40 \cdot 3 + 70 \cdot 3) / 2 = 165$ км (+1 балл), т.е. *средняя* скорость машины №2 на нем равна $(40 + 70) / 2 = 55$ км/ч.

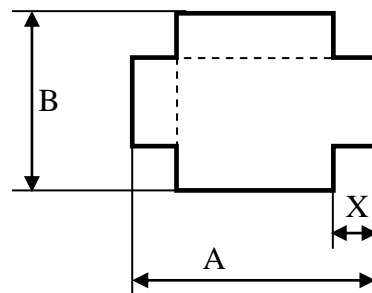
Если для машины №1 последовательно, до момента времени 32 ч, перечислять протяженности участков, на которых режим движения постоянен, то получится 200 км, 385, 450 км, 660 км, и т.д. (+ 1 балл, если правильно рассчитаны перемещения хотя бы для трех участков). Для машины №2 получим 600 км, 240 км, 165, 350 км, 320 км и т.д. (+ 1 балл, если правильно рассчитаны перемещения хотя бы для трех участков).

Например, если последовательно вычислять перемещения машин до момента 24 часа, то получим, что за 24 часа машина №1 проедет 1215 км, а машина №2 – 1355 км, т.е. машина №2 будет еще впереди на 140 км. Поскольку разность скоростей машин на участке от 24 до 28 часов – 20 км/час (+1 балл), т.е. расстояние между машиной №1 и №2 изменяется на 20 км каждый час. Значит, в момент 28 часов машина №1 будет отставать уже только на 60 км. Еще через 2 часа движения с разностью скоростей 25 км/час сократят дистанцию до 10 км. При скорости сближения 25 км/час 10 км будут преодолены за $0.4 \text{ ч} = 24 \text{ мин}$.

Таким образом, машина №1 обгонит машину №2 через 30 ч 24 мин после старта (+ 5 баллов). Если ответ приводится с точностью в пределах 1 часа, т.е. «от 30 ч до 31 ч», то за приведение ответа ставится 2 балла (т.е. всего 7 баллов при прочих верных промежуточных ответах и логических переходах). Если ответ отличается от точного значения более чем на 4 часа, то баллы за приведенный ответ не выставляются.

2. Школьнику надо сделать коробку в форме параллелепипеда из большого прямоугольного листа бумаги размером $A \times B$. Для этого он собирает отрезать квадратные кусочки $X \times X$ от углов листа и загибать части листа (две линии сгиба показаны на рисунке).

Выберите конкретные значения А и В. Выберите значение X, вычислите объем коробки, получающейся при данном X. Постройте график зависимости объема коробки от величины X для 8-10 значений X. С помощью графика определите значение X, при котором объем коробки будет максимальным.



Решением должен являться *график* указанной зависимости и *максимально возможный* объем коробки (не забудьте привести значения А и В!)

Решение: При данных значениях A , B и X объем коробки равен $V=X \times (A-2 \cdot X) \times (B-2 \cdot X)$ (+ 1 балл).

Для проверки решения можно воспользоваться следующими соотношениями: максимальный объем коробки достигается при $X = (A + B - \sqrt{A^2 + B^2 - AB}) / 6$ (если значение, определенное по графику, отличается от приведенного меньше, чем на 10%, то добавляется 2 балла; если от 10% до 20% - добавляется 1 балл). Максимальное значение объема для проверки может быть вычислено с помощью аналитического выражения

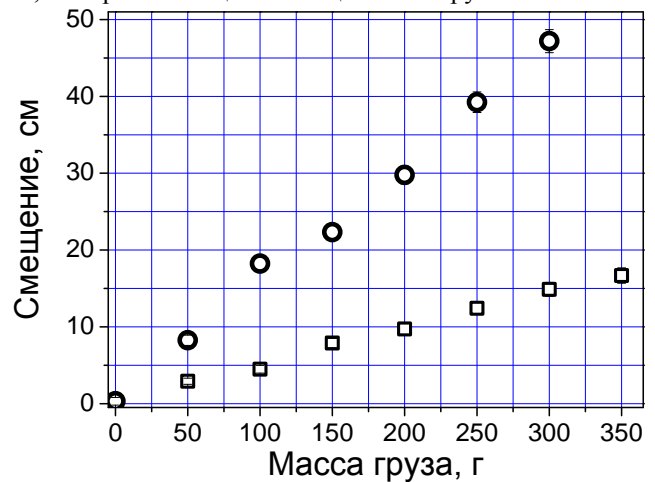
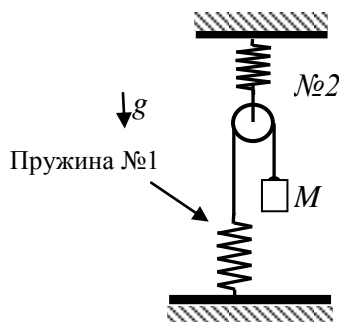
$$V = (A + B - \sqrt{A^2 + B^2 - AB})(A - 2B - \sqrt{A^2 + B^2 - AB})(B - 2A - \sqrt{A^2 + B^2 - AB}) / 54$$

Если полученное из графика значение отличается от приведенного менее, чем на 10%, то ставится 10 баллов. Если разница составляет от 10 до 20 %, то ставится 7 баллов, если отличие превышает 30%, то ставится всего 3 балла.

Если график построен очень неаккуратно, то оценка может быть снижена еще на 1-2 балла.

У задачи существует аналитическое решение, в котором используется материал, изучаемый в старших классах. Если приводится такое решение без графика, то за него ставится всего 2 балла.

3. Школьник собрал установку из двух пружин, блока и нити. Он прикреплял к нити разные грузы, плавно их отпускал и измерял, насколько смещается конец нити с грузом, а также насколько смещаются концы пружин по мере опускания груза (считая от положения в отсутствие груза). Однако по рассеянности он потерял все данные, кроме одного графика, на котором были приведены сразу 2 зависимости, Одна из них - смещение конца пружины №1 при разных грузах, а вторая – смещение конца нити с грузом.



Определите по этим зависимостям коэффициент жесткости пружины №2. Ответ обосновать.

Решение: Очевидно, что смещение груза не может быть меньше, чем смещение конца пружины №1. Поэтому нижний график будет отражать деформацию пружины №1 (+ 1 балл), вызванную подвешиванием груза. Эта деформация будет равна $X_1 = \frac{Mg}{k_1}$ (+ 1 балл), где k_1 - коэффициент жесткости пружины №1. Из нижнего графика определяем, что $k_1 \approx 20$ Н/м (+ 1 балл). Погрешность составляет величину около 1 Н/м.

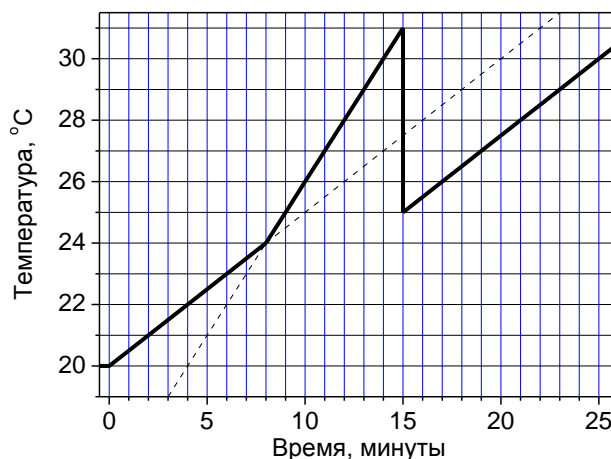
Пружину №2 растягивает сила $2Mg$ (+1 балл), т.е. ее дополнительная деформация составит $X_2 = \frac{2Mg}{k_2}$ (+1 балл), где k_2 - коэффициент жесткости пружины №2 (при наличии у блока массы пружина №2 будет исходно деформирована и в отсутствие груза).

Найдем связь между смещением L конца нити (вместе с грузом) и величиной внешней силы Mg , действующей на груз в положении равновесия, т.е. в положении, когда все тела находятся в покое.

$$L = X_1 + 2 \cdot X_2 = \frac{Mg}{k_1} + \frac{4 \cdot Mg}{k_2} \quad (+1 \text{ балл}).$$

Таким образом, в идеальной ситуации точки для верхнего графика для L в $[L/(Mg/k_1)]=1+4k_1/k_2$ раз выше, чем для точек нижнего графика. Если взять экспериментальные точки, то в среднем указанное отношение составляет примерно 3.1 (+ 2 балла за это или иное соотношение между графиками, которое используется для решения), т.е. $k_2 \approx 2.1 \cdot k_1 \approx 42 \text{ Н/м}$ (+ 2 балла).

4. Кастрюлю с некоторым количеством воды поставили на плиту и стали подогревать, подводя постоянное количество теплоты в каждую единицу времени. На графике справа показана зависимость температуры воды в кастрюле от времени. Через 8 минут от начала подогрева из кастрюли ковшиком убрали часть воды, а еще через 7 минут в кастрюлю долили какое-то количество воды. С помощью приведенного графика определите температуру воды, которую долили в кастрюлю. Теплообменом с окружающей средой пренебречь. Пунктирные линии на графике проведены как продолжения линий для наглядности и удобства расчетов по графику.



Решение: Количество Q переданной воде массой M теплоты определяется произведением $Q=M \cdot C_{уд} \cdot \Delta T$, где ΔT — изменение температуры, а $C_{уд}$ — удельная плотность воды. Поэтому при постоянной скорости подачи теплоты произведение $M\Delta T$ за один и тот же промежуток времени должно остаться постоянным (+ 1 балл).

Исходя из графика, можно определить, что в момент $t=8$ мин удалили половину всей воды, исходно находившейся в кастрюле (+ 2 балла). Например, это следует из того, что вначале вся вода нагрелась на 4 градуса за 8 минут, а потом оставшаяся вода нагрелась на 4 градуса за 4 минуты. После подливания новой порции скорость подогревания воды снова стала такой, какой была вначале (+ 1 балл). Это следует из равенства наклонов температурной зависимости в диапазоне времен 0-8 минут и после 15 минут. Значит, масса долитой в кастрюлю воды равнялась той, которая в этот момент уже находилась в кастрюле (+ 1 балл).

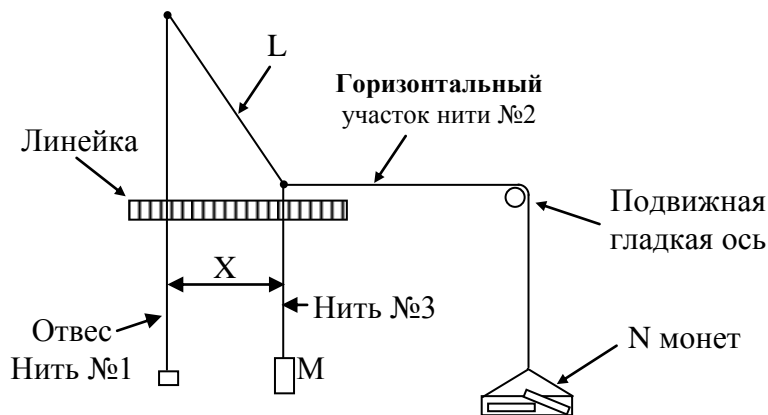
Обозначим массу долитой воды m , а ее температуру T_x . Обозначим температуру воды в кастрюле к этому моменту как $T_1=31$ °C, а после доливания $T_2=25$ °C. Тогда уравнение теплового баланса при смешивании воды имеет вид

$$m \cdot C_{уд} \cdot T_x + m \cdot C_{уд} \cdot T_1 = 2m \cdot C_{уд} \cdot T_2 \quad (+ 2 \text{ балла}),$$

т.е. $T_x = 2T_2 - T_1$ (+ 1 балл) = 19 °C (+ 2 балла).

5. В этой задаче предлагается провести исследование взаимосвязи между натяжениями нитей и их положениями в пространстве.

Составные части экспериментальной установки: монеты одинакового веса, около 10 шт.; нити разной длины, линейки или рулетки, грузы и т.п.

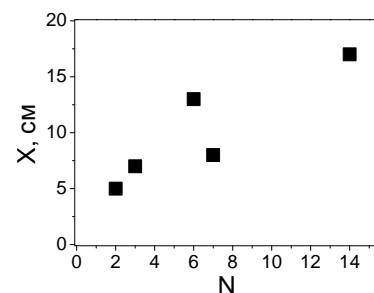


Установка собирается следующим образом. Прикрепите концы двух нитей разной длины к одному и тому же месту. Одна из нитей (нить №1) будет играть роль отвеса, от которого будет отсчитываться расстояние, поэтому к ней надо привязать грузик, который не будет касаться пола. Вторую нить (нить №2) надо взять подлиннее, к ее концу надо привязать легкую корзинку, в которую надо будет потом подкладывать монеты. К этой второй нити на расстоянии L от точки крепления привяжите еще одну нить (нить №3), к которой привязан какой-нибудь груз M (не должен быть слишком легким или тяжелым). Еще надо иметь гладкий стержень (карандаш, ручка и т.п.), через который будет переброшена более длинная нить. Вариант подобной установки с двумя монетами в корзинке показан на рисунке (вид сбоку).

Проведение измерений:

Подцепите участок нити №2 гладкой осью и аккуратно отведите в сторону так, чтобы участок этой нити после места привязывания нити с грузом M до оси был горизонтальным (см. рисунок). Измерьте расстояние X между отвесом и нитью №3. Занесите в таблицу, похожую на приведенную для примера, для двух разных измерений:

L=37 см		
Число монет	X, см (одно измерение)	X, см (другое измерение)
0	0.5	1
1	3.5	4.5
...



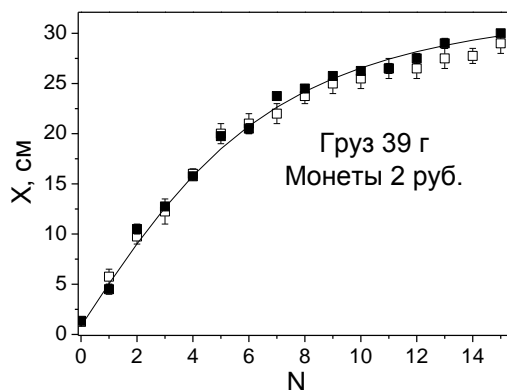
Положите в корзинку монету и подвиньте ось так, чтобы в равновесии участок нити №2 до оси снова был горизонтальным. Дождитесь, когда нити перестанут раскачиваться, снова измерьте расстояние X и занесите результат в таблицу.

Решением задачи является фотография экспериментальной установки и график зависимости расстояния X между нитями №1 и №3 от числа N монет в корзинке, вроде того, который показан для примера справа.

Число измерений для одного груза M не должно быть меньше 10! Можно, но необязательно, привести значения L и веса груза M , измеренного в единицах веса используемых монет.

Следите за горизонтальностью нити №2 до оси!

Решение:



На графике представлены результаты двух серий измерений с 15-ю монетами достоинством 2 рубля. На графике указан разброс значений X . Максимальное и минимальное значение X для данного значения N были получены при вращении оси по или против часовой стрелки. Можно заметить, что величина X составляет около половины L при общей массе монет, примерно равной массе груза M . При дальнейшем увеличении N наклон зависимости $X(N)$ начинает заметно уменьшаться.

Сплошная линия показывает расчетную зависимость X от N при использованных грузах и монетах. Такую зависимость можно получить, изучив тригонометрию и физику в старших классах. Дополнительный разброс, по-видимому, связан с тем, что не удается на глаз поддерживать горизонтальность среднего участка нити №2.

Если на графике приведено от 7 до 9 точек, то ставилось максимум 7 баллов. Если от 5 до 7, то 5 баллов. За отсутствие фотографии установки снималось 5 баллов. Если не было графика, то при наличии установки ставился 1 балл.

***Задача не считается решенной, если приводится только ответ!
Желаем успеха!***