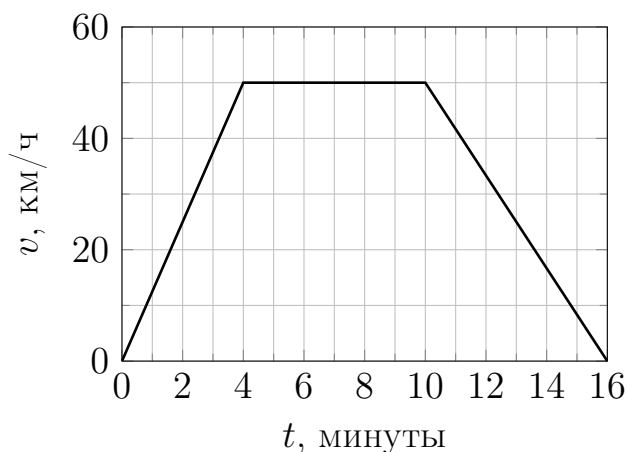


Профиль «Инженерные науки». 5 – 7 классы.

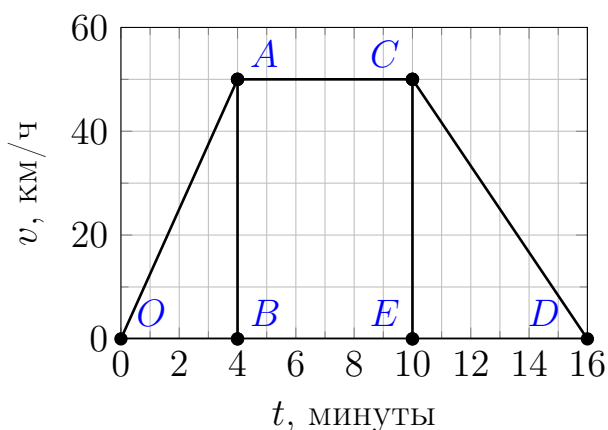
Решения и критерии. Максимум за одну задачу: 25 баллов

Задача 1. На перегоне между станциями поезд едет неравномерно. Отъезжая от одной станции, он разгоняется, некоторое время едет с примерно постоянной скоростью, а подъезжая к следующей станции, начинает замедляться.

На рисунке представлен примерный график зависимости скорости поезда от времени при движении от станции «Инженерная» до станции «Фундаментальная». Определите, в какой момент времени поезд оказался посередине перегона между этими станциями.



Возможное решение



1) Площадь под графиком зависимости (путевой) скорости от времени имеет смысл пройденного пути.

2) Определим, какой путь проехал поезд на участке разгона: найдём площадь треугольника $\triangle ABO$.

$$S_{ABO} = \frac{1}{2} \cdot 50 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot 4 \text{ мин} = 100 \frac{\text{км} \cdot \text{мин}}{\text{ч}}.$$

3) Определим, какой путь проехал поезд на участке равномерного движения: найдём площадь прямоугольника $\square ACEB$.

$$S_{ACEB} = 50 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot 6 \text{ мин} = 300 \frac{\text{км} \cdot \text{мин}}{\text{ч}}.$$

4) Определим, какой путь проехал поезд на участке торможения: найдём площадь треугольника $\triangle CDE$.

$$S_{CDE} = \frac{1}{2} \cdot 50 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot 6 \text{ мин} = 150 \frac{\text{км} \cdot \text{мин}}{\text{ч}}.$$

5) Теперь не трудно определить весь путь, пройденный поездом.

$$S_{\text{общ}} = S_{ABO} + S_{ACEB} + S_{CDE} = 550 \frac{\text{км} \cdot \text{мин}}{\text{ч}}.$$

6) Середина пути перегона между станциями соответствует половине всего пути.

$$\frac{S_{\text{общ}}}{2} = 275 \frac{\text{км} \cdot \text{мин}}{\text{ч}}$$

7) Заметим, что половина общего пути больше пути, пройденного во время разгона, и пути, пройденного во время торможения. Следовательно, середина маршрута достигается при равномерном движении.

8) Найдем, какую часть равномерного участка нужно пройти после участка разгона, чтобы достичь середины дистанции.

$$\frac{\frac{S_{\text{общ}}}{2} - S_{ABO}}{S_{ACEB}} = \frac{175}{300} = \frac{7}{12}.$$

8) Найдем теперь время от начала равномерного движения, за которое поезд достигает середины участка:

$$\tau = \frac{\frac{S_{\text{общ}}}{2} - S_{ABO}}{S_{ACEB}} \cdot t_{BE} = \frac{7}{12} \cdot 6 \text{ мин} = 3,5 \text{ мин}.$$

9) От начала движения поезда пройдет времени: $T_{OB} + \tau = 7,5 \text{ мин}.$

Ответ: 7,5 мин.

Задача 2. Инженер Шурупкин создал новый материал и решил изучить его упругие свойства. Для этого он изготовил из созданного материала нить, закрепил её конец и стал подвешивать к её второму концу грузики известной массы, которые он нашёл в лаборатории. При этом для каждого подвешенного грузика он измерял установившуюся длину, на которую растянулась нить. Шурупкин получил следующие экспериментальные результаты.

Масса грузика, г	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
Удлинение нити, см	0,9	2,1	3,3	4,7	6,7	9,2	12	14,9	18,2	21,1	24,2	26,8
Масса грузика, г	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480
Удлинение нити, см	31,8	34,2	36,6	38,6	40,4	42	43,8	45,4	46,7	48,2	49,6	50,9
Масса грузика, г	500	520	540	560	580	600	620	640	660	680	700	
Удлинение нити, см	29,3	51,9	52,9	54,3	55,4	56,4	57,4	58,9	59,9	60,8	61,6	

После такого эксперимента Шурупкин задумался:

— Что будет, если взять $n = 3$ таких нити, соединить их параллельно и подвесить на них грузик массой $m = 720 \text{ г}$?

Проанализировав данные своих измерений, Шурупкин оценил удлинение каждой нити и провёл эксперимент. В результате, как он и ожидал, удлинение каждой нити совпало с одним из значений в таблице.

Какому значению массы грузика, привязанного к одной нити, соответствовало это удлинение?

Возможное решение

1) Построим график зависимости удлинения нити от массы грузика. Видим, что зависимость нелинейная, т.е. закон Гука в данной задаче неприменим.

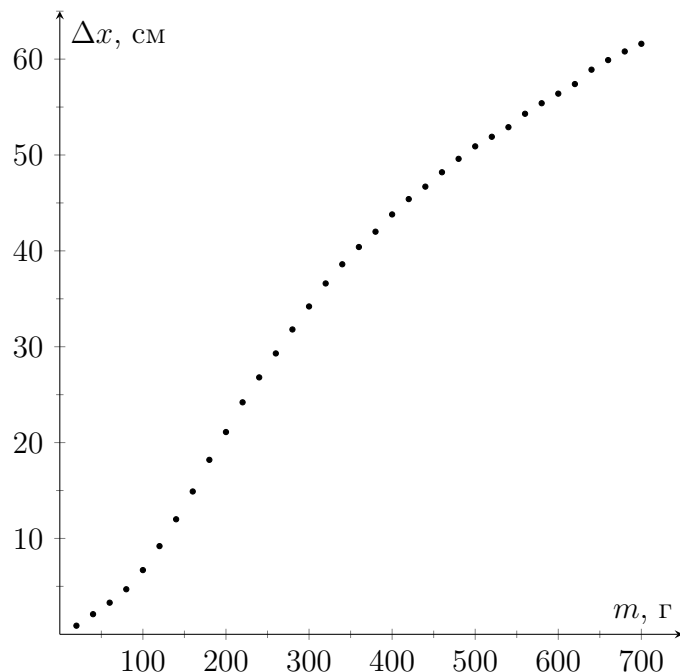
2) Если три одинаковые нити соединить параллельно и подвесить к ним грузик массой m , то каждая из них будет растягиваться так же, как одна нить с нагрузкой в три раза меньше ($m/3$).

3) Получаем, что для ответа на вопрос задачи нужно найти по таблице растяжение нити для массы, втрое меньшей той, о которой спрашивают, т.е. для массы:

$$m_1 = m/3 = 720/3 = 240 \text{ г}$$

4) Растяжение для одной нити, когда на неё подвесили груз массой $m_1 = 240$ г, составляет 26,8 см.

Ответ: 26,8 см.



Задача 3. Периодическая система химических элементов (таблица Д.И. Менделеева) — важный инструмент в работе каждого химика. В ней приведены данные о заряде и атомном весе атома, однако последняя величина имеет нецелое значение. Это связано с тем, что в природе существуют различные стабильные изотопы одного и того же химического элемента, процентное содержание которых различно.

Зная, что в таблице указано значение атомной массы хлора, равное 35,45 а.е.м., рассчитайте процентное содержание в природе двух стабильных изотопов хлора — с атомной массой 34,97 а.е.м. и с атомной массой 36,97 а.е.м.

Возможное решение

Очевидно из условия задачи что если процентное содержание одного из двух стабильных изотопов равно $X\%$, то процентное содержание второго равно $(100 - X)\%$ тогда имеет место уравнение:

$$\frac{X}{100} \cdot 34,97 + \frac{100 - X}{100} \cdot 36,97 = 35,45 \text{ (а.е.м.)}$$

Откуда находим, что $X = 76\%$, $(100 - X) = 24\%$.

Ответ: процентное содержание изотопа хлора с атомной массой 34,97 а.е.м. равно 76 %, а изотопа с атомной массой 36,97 а.е.м. — 24 %.

Задача 4. Одной из важнейших физических характеристик веществ является плотность, которая показывает, какую массу имеет единица объёма образца.

Летом Пётр решил приготовить вишнёвое варенье. Он пошёл в магазин с литровой банкой, чтобы купить 1 кг сахара. К его удивлению в банку поместилось только 840 грамм сахара. Объясните, что не учёл Пётр.

После приготовления варенья у Петра осталось немного вишни. Из неё Пётр решил приготовить напиток со льдом. Для этого он взял небольшую стеклянную бутылку, наполнил ее до верха водой и, не затыкая пробкой, убрал её в морозилку. На следующий день Пётр открыл морозилку. Что произошло с бутылкой и почему это случилось?

Возможное решение

1) Покупая литровую банку сахара Пётр полагал, что масса сахарного песка в ней будет равна 1 кг. Пётр не учёл, что плотность зависит от рода вещества, т.е. не всегда 1 кг вещества будет занимать 1 литр.

1а) Возможно также, что Пётр неправильно оценил, какой объём занимают пустоты между крупинками сахара. Известно, что сахар тонет в воде, а значит, его плотность выше, чем у воды. Но при насыпании мелких кристалликов сахара в банку кристаллики прилегают друг к другу не плотно. Следовательно, не весь объём банки будет заполнен кристалликами сахара.

Для сыпучих веществ обычно вводят понятие «насыпная плотность», означающее плотность вещества с учётом пустот между его макроскопическими частицами. Для справки: плотность кристаллов сахара составляет 1,59 кг/л, а его насыпная плотность всего лишь 0,85 кг/л (при не очень плотной укладке).

2) Известно, что кубик льда не тонет в воде. Следовательно, его плотность меньше плотности воды и объём образовавшегося льда при замерзании будет больше объёма бутылки.

Замерзание льда в бутылке происходит в основном за счёт потери тепла через стенки и дно (через дно и стенки скорость теплопотерь максимальна).

а) Если горлышко бутылки достаточно широкое, то при замерзании часть воды вытеснится из бутылки. Таким образом, открыв морозилку, Пётр увидит бутылку со льдом, окружённую замёрзшей вылившейся водой.

б) Если горлышко бутылки сильно сужается кверху (имеет форму конуса), то образовавшийся в результате намерзания лёд будет играть роль пробки. Излишек воды не сможет вылиться из бутылки. При замерзании этот излишек будет расширяться. Бутылка сделана из стекла (по условию задачи), поэтому под давлением льда бутылка треснет. Таким образом, открыв морозилку, Пётр увидит треснувшую бутылку со льдом, окружённую замёрзшей вылившейся водой.