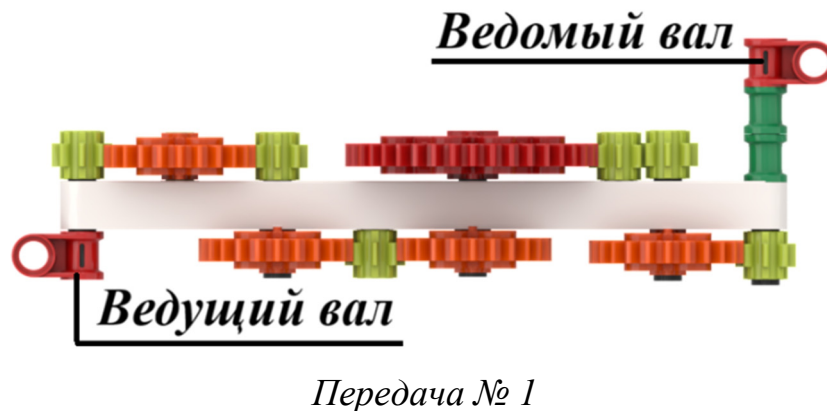


ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ИНФОРМАТИКА. ПРОФИЛЬ «РОБОТОТЕХНИКА»
2026–2027 УЧ. Г. ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 10–11 КЛАССЫ

ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Максимальный балл за работу – 40.

1. Из шестерёнок с 8, с 24 и с 40 зубьями собрали передачу (см. *Передачу № 1*). Ведущий вал совершает 4 оборота за 25 секунд. Определите, сколько оборотов совершает ведомый вал за 6 минут.



Ответ: 864.

За верный ответ – 5 баллов.

Решение

6 минут = $6 \cdot 60 = 360$ секунд

Посчитаем передаточное отношение данной передачи.

$$\frac{8}{8} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{8}{40} \cdot \frac{8}{24} = \frac{1}{15}$$

Число оборотов, которые совершает ведомый вал за 6 минут.

$$360 \cdot 4 : 25 : \frac{1}{15} = 864 \text{ об.}$$

2. Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами одинакового радиуса. Левым колесом управляет мотор А, правым колесом управляет мотор В. Колёса подсоединены к моторам через мультипликатор с передаточным числом 3. Моторы на роботе установлены так, что если обе оси повернутся на 10° , то робот поедет вперёд прямо. На схеме указаны диаметр колеса и ширина колеи в сантиметрах (см. *Схему робота*).

Ось каждого из моторов повернулась на 20π . Определите расстояние, на которое переместился робот. Ответ дайте в сантиметрах, результат округлите до целого. При расчётах примите $\pi \approx 3,14$. Округление стоит производить только при получении финального ответа.

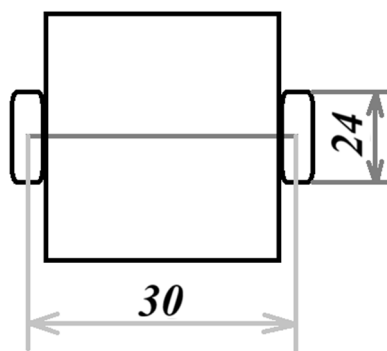


Схема робота

Справка

Редуктор — это механическое устройство, которое снижает угловую скорость вращения (и частоту) выходного вала по сравнению с входным, одновременно увеличивая крутящий момент.

Мультипликатор — механическое устройство, которое увеличивает угловую скорость вращения (и частоту) выходного вала по сравнению с входным, одновременно уменьшая крутящий момент. Он выполняет функцию, противоположную редуктору.

Передаточное число — это параметр передачи, показывающий, во сколько раз механизм изменяет скорость вращения и крутящий момент при передаче движения. Передаточное число всегда больше или равно 1.

1 оборот = 2π радиан

Ответ: 2261.

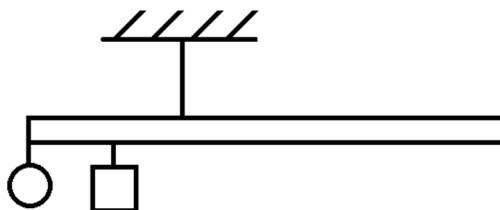
За верный ответ – 5 баллов.

Решение

Так как установлен мультипликатор, то частота вращения ведомого вала больше, чем частота ведущего вала.

$$24 \cdot \pi \cdot 3 \cdot 20\pi : 2\pi = 2260,8 \text{ см} \\ 2260,8 \text{ см} \approx 2261 \text{ см}$$

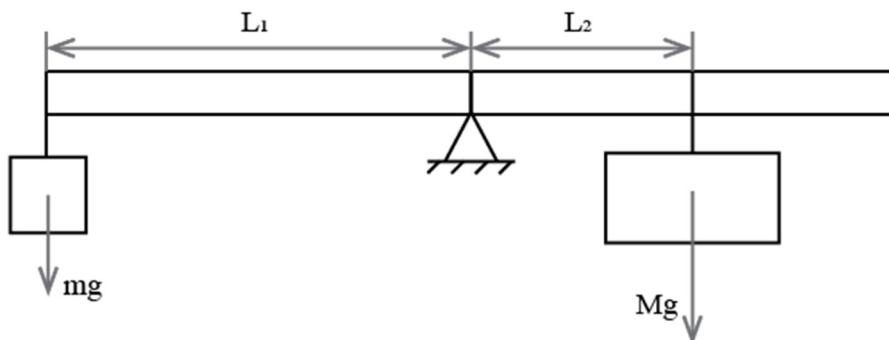
3. Длинную недеформируемую однородную балку подвесили на расстоянии 5 дм от левого края. Длина балки равна 1,6 м. К ней подвесили шар и куб. В результате балка заняла горизонтальное положение (см. *Балку в равновесии*). Шар висит на краю балки. Куб висит посередине между точкой подвеса балки и точкой подвеса шара. Масса шара в 2 раза больше, чем масса куба. Масса балки равна 300 г. Определите массу шара. Ответ дайте в граммах.



Балка в равновесии

Справка

Рычаг находится в равновесии, когда сумма моментов сил, вращающих его в одном направлении, равна сумме моментов сил, вращающих его в другом направлении. Момент силы равен произведению силы на соответствующее ей плечо.



Условие равновесия рычага для двух грузов:

$$L_1 \cdot mg = L_2 \cdot Mg,$$

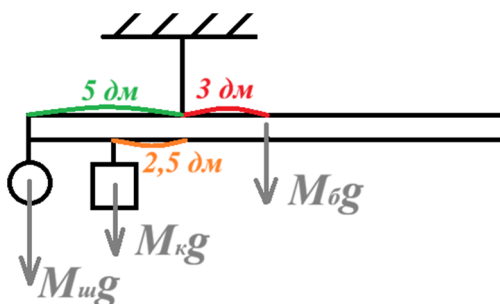
где L_1 и L_2 – плечи сил, m и M – массы грузов, g – ускорение свободного падения.

Ответ: 144.

За верный ответ – 5 баллов.

Решение

Обозначим массу куба за x . Тогда масса шара равна $2x$. Сделаем рисунок.



Запишем условие равновесия балки.

$$2x \cdot g \cdot 5 + x \cdot g \cdot 2,5 = 300 \cdot g \cdot 3$$

$$x = 900 : 12,5$$

$$x = 72$$

Масса шара равна $72 \cdot 2 = 144$ (г)

4. Коптер стартовал с аэродрома и поднялся на 2000 м вверх, затем пролетел 4 км на восток, а потом ещё 5 км на северо-восток. Определите, на каком расстоянии от точки старта оказался коптер. Ответ дайте в километрах, округлив результат до десятых. Округление стоит производить только при получении финального ответа.

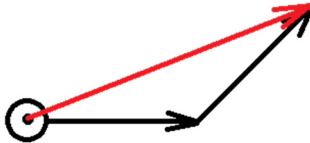
Ответ: 8,6.

За верный ответ – 5 баллов.

Решение

$$2000 \text{ м} = 2 \text{ км}$$

Коптер перемещался по траектории, состоящей из перпендикуляра к плоскости, и двух отрезков, лежащих в плоскости и расположенных под углом 135° .



Посчитаем по теореме косинусов.

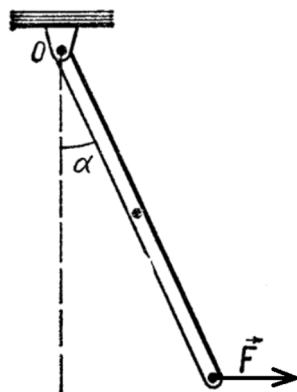
$$\sqrt{4^2 + 5^2 - 2 \cdot 4 \cdot 5 \cdot \cos 135^\circ} = \sqrt{41 + 20\sqrt{2}}$$

Применим теорему Пифагора.

$$\sqrt{(\sqrt{41 + 20\sqrt{2}})^2 + 2^2} = \sqrt{45 + 20\sqrt{2}} = 8,5606232... \text{ км}$$

$$8,56062... \text{ км} \approx 8,6 \text{ км}$$

5. Длинный однородный стержень длиной 80 см закреплён шарнирно в точке О (см. *Отклонённый стержень*). Сила F , действующая горизонтально, вызывает отклонение стержня от вертикального положения на 20° . Масса стержня равна 750 г. Определите модуль силы F в ньютонах, округлив результат до десятых. При расчётах примите $g = 10 \text{ Н/кг}$. Силой трения в точке подвеса стержня пренебрегите. Округление стоит производить только при получении финального ответа.



Отклонённый стержень

Справка

Плечо силы — это длина перпендикуляра, опущенного из точки (оси вращения) на прямую, вдоль которой действует сила. Плечо силы не всегда совпадает с расстоянием от оси вращения до точки приложения силы.

Момент силы — это физическая величина, равная произведению силы на её плечо.

Условия равновесия тела

- 1. Векторная сумма всех сил, действующих на тело, равна нулю.*
- 2. Алгебраическая сумма моментов всех сил, действующих на тело относительно любой оси, равна нулю.*

Ответ: 1,4.

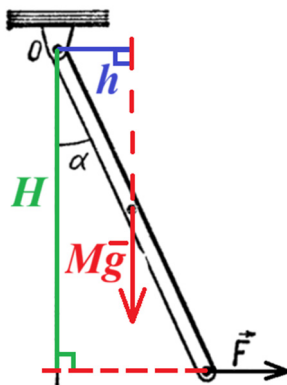
За верный ответ – 5 баллов.

Решение

$$750 \text{ г} = 0,75 \text{ кг}$$

Запишем сумму моментов сил, действующих на стержень, относительно точки О.

Сделаем рисунок. Отметим на нём плечо силы тяжести (h) и плечо силы F (H). Силы, действующие в шарнире, имеют нулевое плечо относительно точки О, потому не будем их изображать.



Плечо силы тяжести равно:

$$h = \frac{l}{2} \cdot \sin \alpha$$

Плечо силы F равно:

$$H = l \cdot \cos \alpha$$

Запишем условие равновесия стержня.

$$Mg \cdot \frac{l}{2} \cdot \sin \alpha = F \cdot l \cdot \cos \alpha$$

$$F = \frac{1}{2} \cdot M \cdot g \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{2} \cdot 0,75 \cdot 10 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 1,3648 \dots \approx 1,4 \text{ Н}$$

6. Плоский круглый дорожный знак диаметром 900 мм расположен на расстоянии 1,5 м от камеры. На экране его размер (диаметр) равен 60 пикселям. Определите, какой высоты будет изображение башни, расположенной на расстоянии 20 м от камеры. Ответ дайте в пикселях. Высота башни равна 50 м. Считайте, что изображение башни целиком поместится на матрице.

Справка

Фокальный параметр – это параметр, который выражает фокусное расстояние камеры в пикселях. Он входит в число внутренних параметров камеры.

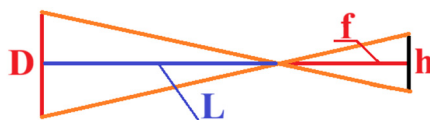
Ответ: 250.

За верный ответ – 5 баллов.

Решение

$$900 \text{ мм} = 0,9 \text{ м}$$

Сделаем рисунок:



На рисунке D – это диаметр знака, L – расстояние до камеры, f – фокальный параметр в пикселях, h – размер изображения в пикселях.

Воспользуемся подобием треугольников, чтобы определить величину параметра f .

$$f = \frac{h \cdot L}{D} = \frac{60 \cdot 1,5}{0,9} = 100 \text{ пикселей}$$

Высота изображения башни равна:

$$h_1 = \frac{f}{L_1} \cdot H = \frac{100}{20} \cdot 50 = 250 \text{ пикселей}$$

7. Робот стартовал и начал движение по прямой вдоль оси OX . Рассмотрите график зависимости координаты робота от времени (см. *График координаты*). Координата измеряется в дециметрах, время измеряется в секундах.

Отметьте на графике **два** момента времени, когда робот останавливался.

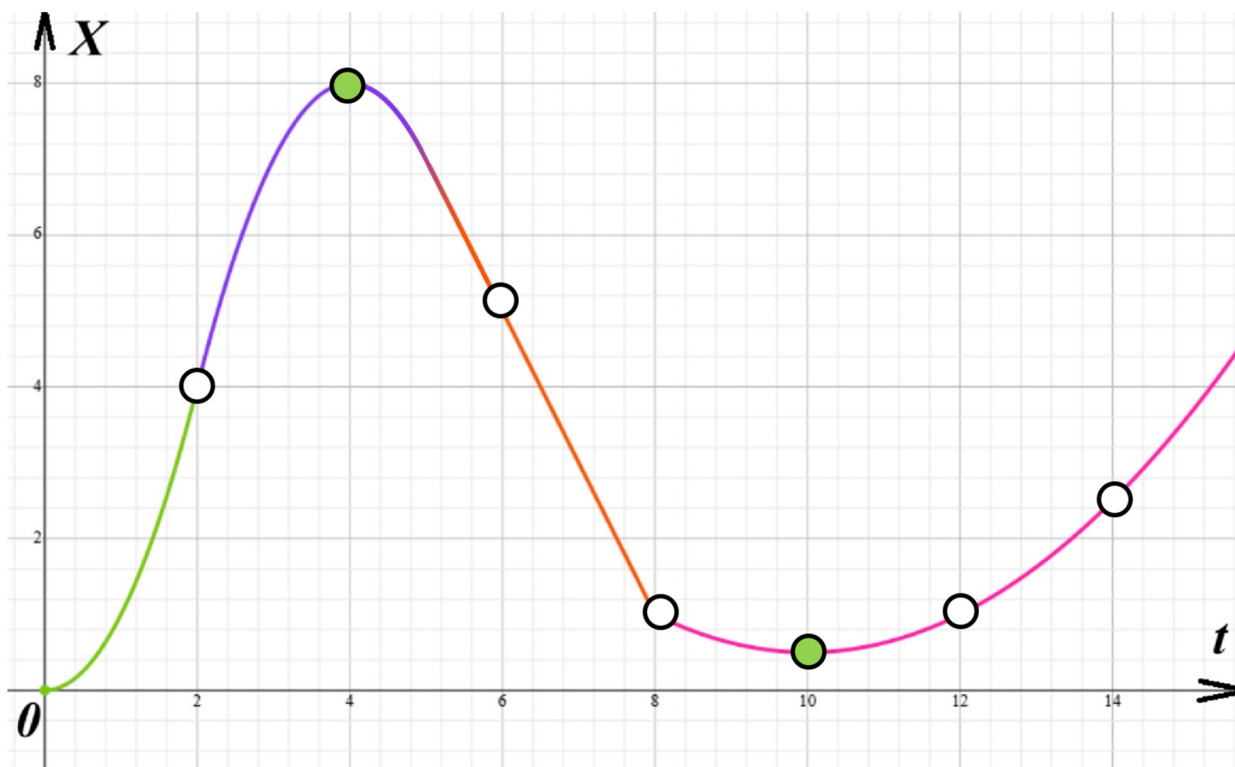


График координаты

За каждый верный ответ начисляется 2 балла. Если выбрано более двух ответов в том числе и правильные, начисляется 0 баллов.

Максимум за задание – 4 балла.

Решение

Когда робот останавливается, то его скорость равна нулю. По графику видно, что робот 2 раза менял направление движения. Чтобы изменить направление

движения, робот должен остановиться. Соответственно, остановки происходили на 4 и на 10 секундах.

8. Робот измерил несколько раз показания датчика освещённости на чёрном и получил следующие данные.

№ измерения	Значение
1	8
2	9
3	9
4	10
5	13
6	13
7	15

Справка

Отклонение — разность между конкретным значением и средним арифметическим выборки.

$$x - \bar{x},$$

где x – это элемент выборки, а $\bar{x}$ – среднее арифметическое выборки.

Дисперсия — среднее арифметическое квадратов отклонений от среднего арифметического значения в выборке.

$$\frac{\sum_1^n (x - \bar{x})^2}{n}$$

Среднеквадратичное отклонение означает статистическую характеристику распределения случайной величины, показывающую, насколько в среднем отклоняется конкретный вариант признака от их среднего значения. Его можно вычислить, извлекая квадратный корень из дисперсии.

$$\sqrt{\frac{\sum_1^n (x - \bar{x})^2}{n}}$$

- Определите среднеквадратичное отклонение для всего набора измерений. Ответ округлите до сотых.

Ответ: 2,45.

За верный ответ – 3 балла.

- Сравните отклонение каждого из измерений со среднеквадратичным отклонением для всего набора и исключите из набора те измерения, модуль отклонения которых от среднего арифметического от всего набора больше, чем среднеквадратичное отклонение на всём наборе. Укажите в ответе, сколько значений останется в наборе после исключения лишних значений.

Ответ: 5.

За верный ответ – 3 балла.

Максимум за задание 6 баллов.

Решение

Среднее арифметическое равно:

$$(8 + 9 + 9 + 10 + 13 + 13 + 15) : 7 = 11$$

Тогда параметры набора равны:

№ измерения	Значение	Отклонение	Квадрат отклонения
1	8	–3	9
2	9	–2	4
3	9	–2	4
4	10	1	1
5	13	2	4
6	13	2	4
7	15	4	16

Дисперсия равна:

$$(9 + 4 + 4 + 1 + 4 + 4 + 16) : 7 = 6$$

Среднеквадратичное отклонение равно:

$$\sqrt{6} = 2,44948... \approx 2,45$$

Исключить нужно первое и последнее измерения.

Новый набор выглядит так:

№ измерения	Значение
1	9
2	9
3	10
4	13
5	13

Осталось всего 5 значений.

Максимальный балл за работу – 40.