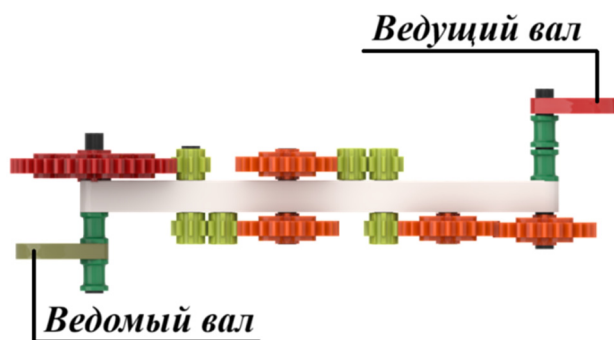


Максимальный балл за работу – 40

1. Из шестерёнок с 8, с 24 и с 40 зубьями собрали передачу (см. *Передачу № 1*). Ведущий вал совершает 15 оборотов за 20 секунд. Определите, сколько оборотов совершает ведомый вал за 4 минуты.



Передача № 1

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 3,7. 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 40π радиан. Определите расстояние, на которое переместился робот. Ответ дайте в сантиметрах, округлив результат до целого. При расчётах примите $\pi \approx 3,14$. Округление стоит производить только при получении финального ответа.

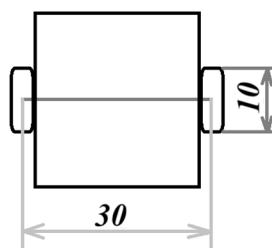


Схема робота

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

3. На длинную однородную невесомую балку нанесли фломастером полосы, расположенные на равном расстоянии друг от друга. Балку установили посередине на опору. К ней подвесили два вида объектов (см. *Балку в равновесии*). Известно, что массы объектов одного вида – одинаковые. В результате балка заняла горизонтальное положение. Длина балки равна 1 м 60 см.



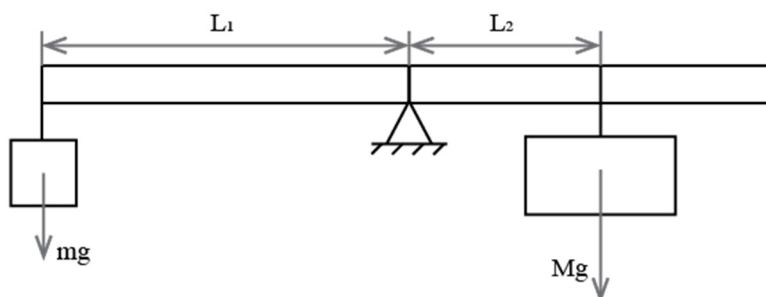
Балка в равновесии

Определите, какое из приведённых утверждений верно.

- Масса куба равна массе пирамиды.
- Масса куба больше, чем масса пирамиды в 2 раза.
- Масса куба больше, чем масса пирамиды в 3 раза.
- Масса куба меньше, чем масса пирамиды в 2 раза.
- Масса куба меньше, чем масса пирамиды в 3 раза.
- Нельзя определить соотношение масс куба и пирамиды.

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.



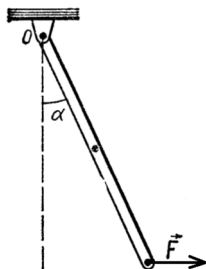
Условие равновесия рычага для двух грузов:

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

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

4. Коптер стартовал с аэродрома и пролетел 5 км на восток, а потом ещё 6 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.

5. Длинный однородный стержень длиной 70 см закреплён шарнирно в точке О (см. *Отклонённый стержень*). Сила F , действующая горизонтально, вызывает отклонение стержня от вертикального положения на угол $\alpha = 15^\circ$. Определите длину плеча силы тяжести стержня относительно точки О. Ответ дайте в сантиметрах, округлив результат до целого. 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.

6. Плоский круглый дорожный знак радиусом 450 мм расположен на расстоянии 1,5 м от камеры. На экране его размер (диаметр) равен 60 пикселям. Определите фокальный параметр камеры в пикселях.

7. Робот стартовал и начал движение по прямой. Рассмотрите график зависимости скорости движения робота от времени (см. *График скорости*). Скорость измеряется в дециметрах в секунду, время измеряется в секундах.

Отметьте на графике момент времени, когда робот остановился.

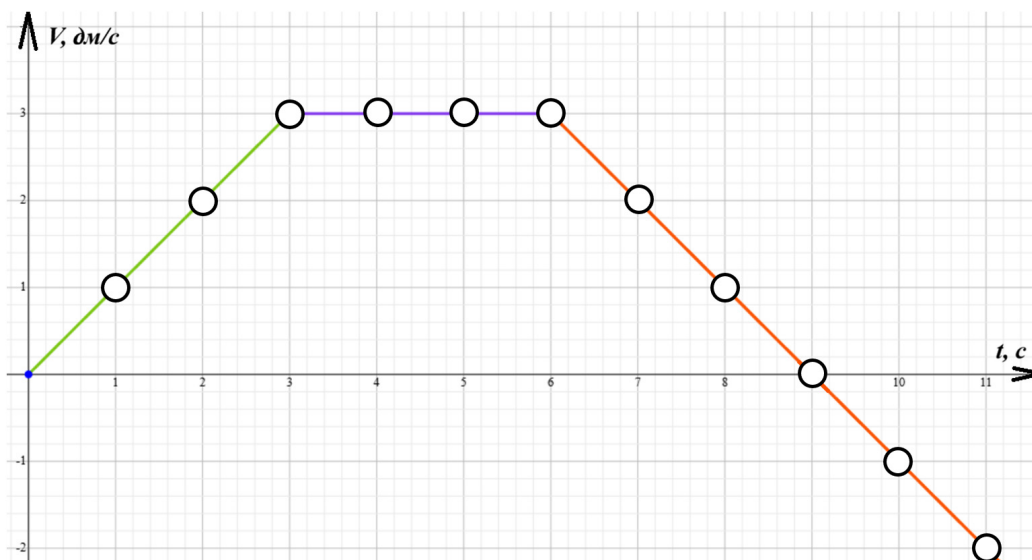


График скорости

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

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

Определите среднеквадратичное отклонение для всего набора измерений. Ответ округлите до десятых.

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.

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

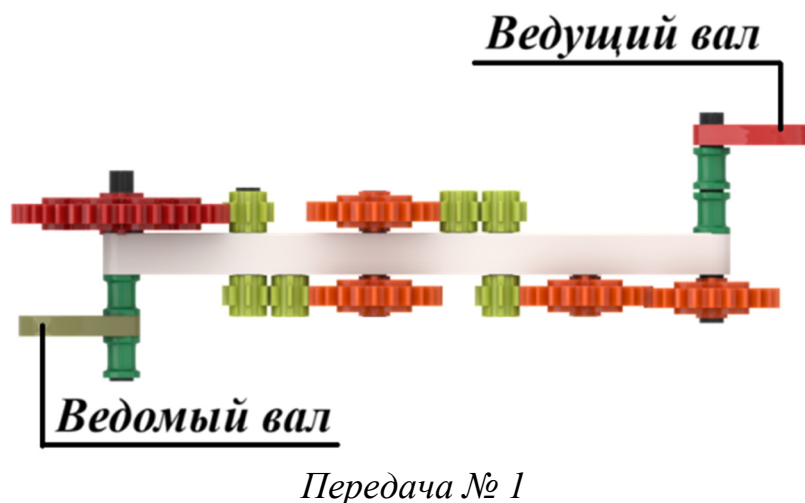
Максимальный балл за работу – 40.

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ИНФОРМАТИКА. ПРОФИЛЬ «РОБОТОТЕХНИКА»
2026–2027 УЧ. Г. ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС

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 15 оборотов за 20 секунд. Определите, сколько оборотов совершает ведомый вал за 4 минуты.



Ответ: 108.

За верный ответ – 5 баллов.

Решение

20 секунд = $20/60 = 1/3$ мин

Посчитаем передаточное отношение данной передачи.

$$\frac{8}{24} \cdot \frac{24}{8} \cdot \frac{8}{24} \cdot \frac{40}{8} = \frac{5}{3}$$

Число оборотов, которые совершает ведомый вал за 4 минуты.

$$4 \cdot 15 : \frac{1}{3} : \frac{5}{3} = 108 \text{ об.}$$

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 3,7. 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 40π радиан. Определите расстояние, на которое переместился робот. Ответ дайте в сантиметрах, округлив результат до целого. При расчётах примите $\pi \approx 3,14$. Округление стоит производить только при получении финального ответа.

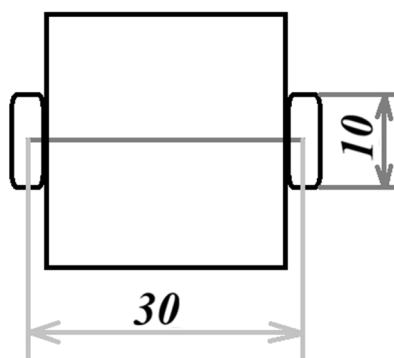


Схема робота

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: 2324.

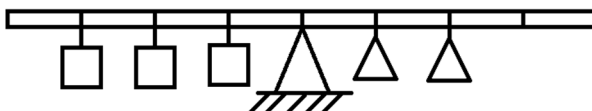
За верный ответ – 5 баллов.

Решение

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

$$10 \cdot \pi \cdot 3,7 \cdot 40\pi : 2\pi = 2323,6 \text{ см} \\ 2323,6 \text{ см} \approx 2324 \text{ см}$$

3. На длинную однородную невесомую балку нанесли фломастером полосы, расположенные на равном расстоянии друг от друга. Балку установили посередине на опору. К ней подвесили два вида объектов (см. *Балку в равновесии*). Известно, что массы объектов одного вида – одинаковые. В результате балка заняла горизонтальное положение. Длина балки равна 1 м 60 см.



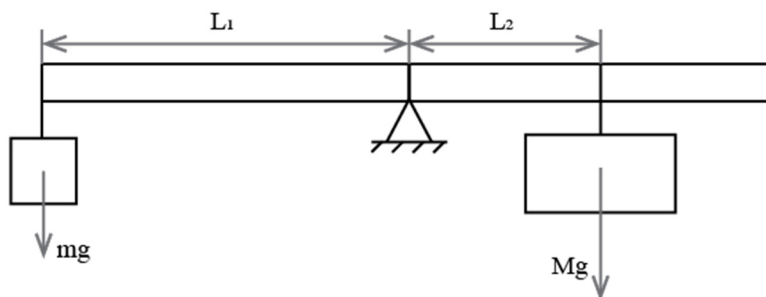
Балка в равновесии

Определите, какое из приведённых утверждений верно.

- Масса куба равна массе пирамиды.
- Масса куба больше, чем масса пирамиды в 2 раза.
- Масса куба больше, чем масса пирамиды в 3 раза.
- **Масса куба меньше, чем масса пирамиды в 2 раза.**
- Масса куба меньше, чем масса пирамиды в 3 раза.
- Нельзя определить соотношение масс куба и пирамиды.

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.

За верный ответ – 4 балла.

Решение

$$1 \text{ м } 60 \text{ см} = 160 \text{ см}$$

Длина одного сегмента балки равна $160 : 8 = 20$ см.

Обозначим массу куба за x , а массу пирамиды за y . Запишем условие равновесия балки.

$$x \cdot 3 \cdot 20 \cdot g + x \cdot 2 \cdot 20 \cdot g + x \cdot 1 \cdot 20 \cdot g = y \cdot 1 \cdot 20 \cdot g + y \cdot 2 \cdot 20 \cdot g$$

$$x = 0,5y$$

Получается, масса куба меньше, чем масса пирамиды в 2 раза.

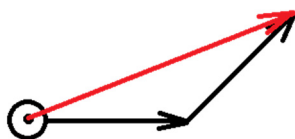
4. Коптер стартовал с аэродрома и пролетел 5 км на восток, а потом ещё 6 км на северо-восток. Определите, на каком расстоянии от точки старта оказался коптер. Ответ дайте в километрах, округлив результат до десятых. Округление стоит производить только при получении финального ответа.

Ответ: 10,2.

За верный ответ – 6 баллов.

Решение

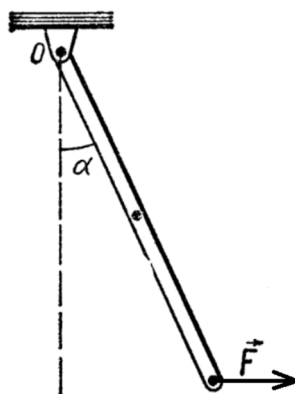
Коптер перемещался по траектории, состоящей из двух отрезков, расположенных под углом 135° .



Посчитаем по теореме косинусов:

$$\sqrt{5^2 + 6^2 - 2 \cdot 5 \cdot 6 \cdot \cos 135^\circ} = \sqrt{61 + 30\sqrt{2}} = 10,169877... \text{ км}$$
$$10,169877... \text{ км} \approx 10,2 \text{ км}$$

5. Длинный однородный стержень длиной 70 см закреплён шарнирно в точке О (см. *Отклонённый стержень*). Сила F , действующая горизонтально, вызывает отклонение стержня от вертикального положения на угол $\alpha = 15^\circ$. Определите длину плеча силы тяжести стержня относительно точки О. Ответ дайте в сантиметрах, округлив результат до целого. Округление стоит производить только при получении финального ответа.



Отклонённый стержень

Справка

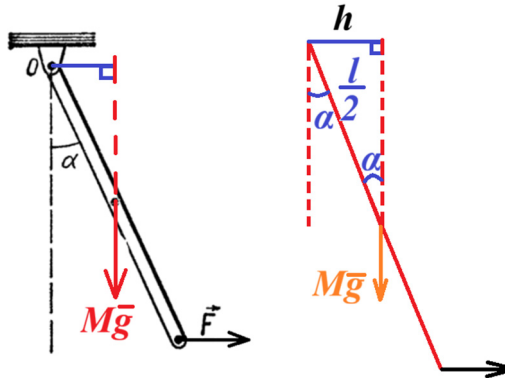
Плечо силы – это длина перпендикуляра, опущенного из точки (оси вращения) на прямую, вдоль которой действует сила. Плечо силы не всегда совпадает с расстоянием от оси вращения до точки приложения силы.

Ответ: 9.

За верный ответ – 6 баллов.

Решение

Изобразим силу тяжести. Сила тяжести расположена посередине однородного стержня и направлена вертикально вниз. Плечо h силы тяжести относительно точки О выглядит следующим образом.



Длина плеча равна:

$$h = \frac{l}{2} \cdot \sin \alpha = \frac{70}{2} \sin 15^\circ = 9,05866... \approx 9 \text{ (см)}$$

6. Плоский круглый дорожный знак радиусом 450 мм расположен на расстоянии 1,5 м от камеры. На экране его размер (диаметр) равен 60 пикселям. Определите фокальный параметр камеры в пикселях.

Ответ: 100.

Справка

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

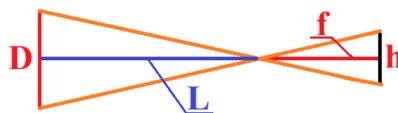
За верный ответ – 5 баллов.

Решение

$$1,5 \text{ м} = 150 \text{ см}$$

$$450 \text{ мм} = 45 \text{ см}$$

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 .

$$f = \frac{h \cdot L}{D} = \frac{60 \cdot 150}{2 \cdot 45} = 100 \text{ пикселей}$$

7. Робот стартовал и начал движение по прямой. Рассмотрите график зависимости скорости движения робота от времени (см. *График скорости*). Скорость измеряется в дециметрах в секунду, время измеряется в секундах.

Отметьте на графике момент времени, когда робот остановился.

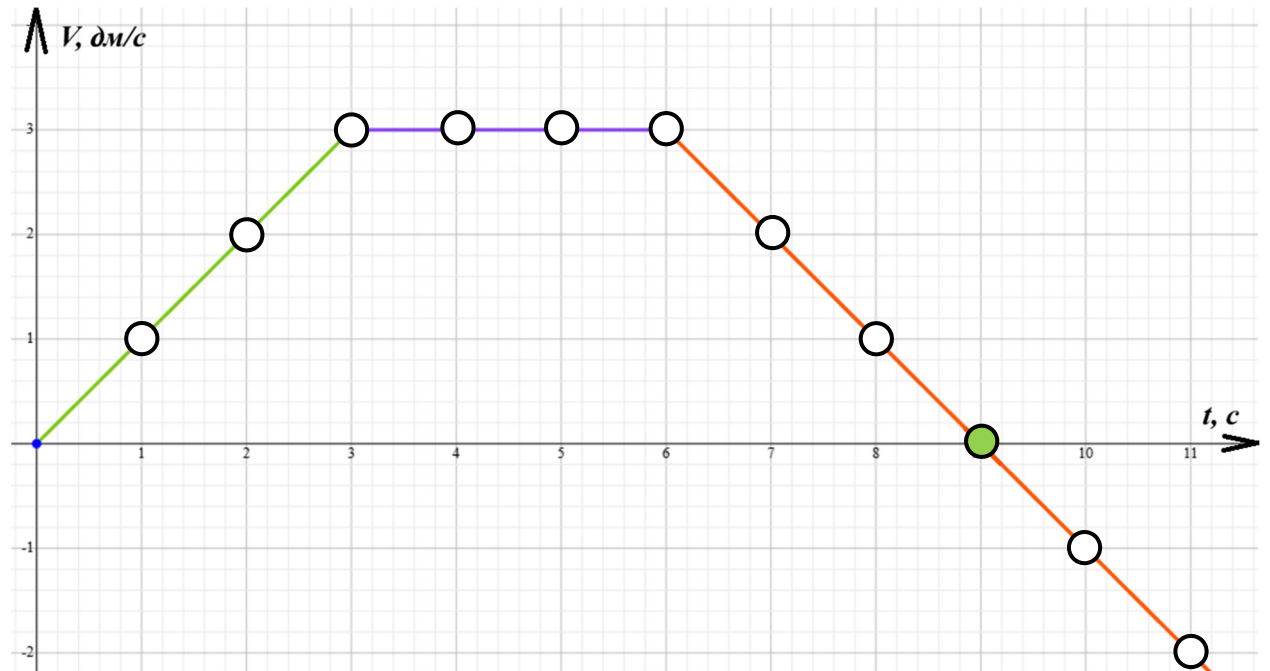


График скорости

За верный ответ – 3 балла.

Решение

Если робот останавливается, то его скорость равна 0. Скорость равна 0 в тот момент, когда график скорости пересекает ось времени. Это происходит на 9 секунде.

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

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

Определите среднеквадратичное отклонение для всего набора измерений. Ответ округлите до десятых.

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.

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

Ответ: 2,6.

За верный ответ – 6 баллов.

Решение

Среднее арифметическое равно:

$$(8 + 9 + 10 + 13 + 15) : 5 = 11$$

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

Дисперсия равна:

$$(1 + 9 + 4 + 4 + 16) : 5 = 6,8$$

Среднеквадратичное отклонение равно:

$$\sqrt{6,8} = 2,607680... \approx 2,6$$

Максимальный балл за работу – 40.