

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
БИОЛОГИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

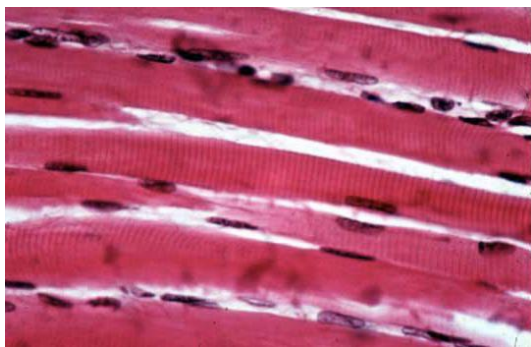
11 класс

Вариант 1

Задача 1

Какие признаки характерны для данного вида ткани?

Запишите в ответ цифры по порядку без запятых и пробелов (например, 123).



1. служит для опоры тела
2. служит для движения организма
3. отвечает за связь организма с внешней средой
4. имеет свойства возбудимости и сократимости
5. осуществляет газообмен между воздухом и кровью

Ответ: 24.

Задача 2

Сопоставьте ферменты с реакцией, которую они катализируют

Реакции:

- 1) расщепление нуклеиновых кислот до олигонуклеотидов
- 2) расщепление крахмала до мальтозы
- 3) расщепление олигонуклеотидов до мононуклеотидов
- 4) расщепление нейтральных жиров до высших жирных кислот и глицерина
- 5) расщепление белков до аминокислот

Ферменты:

- А) амилаза
- Б) экзонуклеаза
- В) эндо- и экзопептидазы
- Г) эндонуклеаза
- Д) липаза

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
БИОЛОГИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

Ответ: 1Г2А3Б4Д5В.

Задача 3

У плодов арбуза корка может быть зелёная или полосатая, а форма плода – длинная или круглая. Гомозиготное растение с длинными зелёными плодами скрещено с гомозиготным же, имеющим круглые полосатые плоды. В F₁ плоды круглые зелёные.

1) Определите, какая часть потомков F₂, полученных от скрещивания двух гибридов F₁ будут обладать таким же генотипом, как родительские для F₁ арбузы (длинные зелёные и круглые полосатые гомозиготы). *Ответ дайте в долях единицы в виде десятичной дроби с точностью до тысячных, например, 3,274.*

2) Определите, какая часть потомков, полученных при скрещивании гибридов F₁, будет иметь длинную форму (окраска корки любая). *Ответ дайте в долях единицы в виде десятичной дроби с точностью до тысячных, например, 3,274.*

Ответы на вопросы 1 и 2 запишите через знак «;», например 3,274;3,274.

Ответ: 0,125;0,250.

Решение:

Пусть А – зелёная окраска арбуза, а – полосатая окраска; В – круглая форма плода; b – длинная форма плода.

P₁: ♀ AA bb x ♂ aa BB

F₁: Aa Bb

P₂: ♀ Aa Bb x ♂ Aa Bb

F₂:

♀/♂	AB	Ab	aB	ab
AB	AA BB (зел., круг.)	AA Bb (зел., круг.)	Aa BB (зел., круг.)	Aa Bb (зел., круг.)
Ab	AA Bb (зел., круг.)	AA bb (зел., длин.)	Aa Bb (зел., круг.)	Aa bb (зел., длин.)
aB	Aa BB (зел., круг.)	Aa Bb (зел., круг.)	aa BB (полос., круг.)	aa Bb (полос. круг.)
ab	Aa Bb (зел., круг.)	Aa bb (зел., длин.)	aa Bb (полос., круг.)	aa bb (полос., длин.)

1) Выберем потомков с генотипом как у P₁:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
БИОЛОГИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

♀/♂	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB (зел., круг.)	AABb (зел., круг.)	AaBB (зел., круг.)	AaBb (зел., круг.)
Ab	AABb (зел., круг.)	AAbb (зел., длин.)	AaBb (зел., круг.)	Aabb (зел., длин.)
aB	AaBB (зел., круг.)	AaBb (зел., круг.)	aaBB (полос., круг.)	aaBb (полос. круг.)
ab	AaBb (зел., круг.)	Aabb (зел., длин.)	aaBb (полос., круг.)	aabb (полос., длин.)

$$2 : 16 = 0,125$$

2) выберем всех потомков с длинной формой плода

♀/♂	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB (зел., круг.)	AABb (зел., круг.)	AaBB (зел., круг.)	AaBb (зел., круг.)
Ab	AABb (зел., круг.)	AAbb (зел., длин.)	AaBb (зел., круг.)	Aabb (зел., длин.)
aB	AaBB (зел., круг.)	AaBb (зел., круг.)	aaBB (полос., круг.)	aaBb (полос. круг.)
ab	AaBb (зел., круг.)	Aabb (зел., длин.)	aaBb (полос., круг.)	aabb (полос., длин.)

$$4 : 16 = 0,250$$

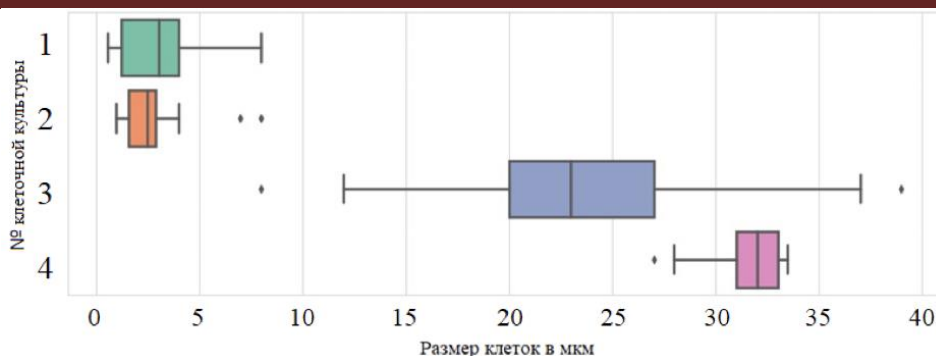
Задача 4

На рисунке ниже представлены 4 диаграммы размаха. Каждая диаграмма размаха соответствует определённому типу клеточной культуры (эукариотической или прокариотической) и отображает размер клеток на основе 100 наблюдений.

Необходимо выбрать **эукариотическую** культуру клеток в которой **дисперсия** значений размера клеток в межквартильном размахе **минимальна**.

В ответ запишите номер клеточной культуры.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
БИОЛОГИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**



Ответ: 4/ -4

Решение: известно, что эукариотические клетки обладают большим размером, чем прокариотические. На диаграмме видно, что клетки большего размера находятся в клеточной культуре 3 и 4. Оба графика построены на основе 100 наблюдений, следовательно, разброс значений (дисперсия) минимальна в том случае, когда межквартильный размах минимален. Под это описание подходит только график 4.

Задача 5

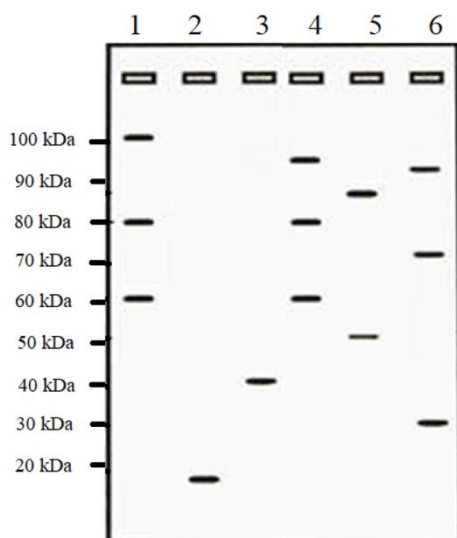
Электрофорез ДНК в агарозном геле — аналитический метод, применяемый для разделения фрагментов ДНК по длине. Основан на разной скорости движения фрагментов разной длины при движении в геле под действием внешнего электрического поля.

Известно, что целевой белок имеет последовательность из 17 аминокислот. Ниже представлены результаты электрофореза ДНК в агарозном геле. Средняя масса нуклеотида 300 г/моль. Наличие старт и стоп кодонов не учитывать.

Определите:

1. Какую длину имеет молекула РНК, если расстояние между двумя нуклеотидами 0,34 нм. *Ответ запишите в виде целого числа в нм.*
2. Определите молекулярную массу двухцепочечной ДНК. *Ответ запишите в виде целого числа в г/моль.*
3. В какой дорожке находится двухцепочечный фрагмент ДНК, кодирующий белок. *В ответе укажите номер дорожки.*

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
БИОЛОГИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**



Ответ: 17, 30600, 6.

Решение: Каждая аминокислота кодируется тремя нуклеотидами. Белок содержит 17 аминокислот, следовательно количество нуклеотидов в мРНК, без учета старт и стоп кодона $17 \times 3 = 51$. Длина РНК $0,34 \times (51 - 1) = 17$ нм. Так как РНК транскрибируется с матрицы ДНК, то количество нуклеотидов в РНК = количеству нуклеотидов в одной цепочке ДНК, следовательно, в одной цепочке ДНК 51 нуклеотид, а в полной молекуле ДНК 102 нуклеотида, т.к. ДНК – двухцепочечная молекула. Масса ДНК $102 \times 300 = 30600$ г/моль или 31 kDa, что соответствует последнему фрагменту в дорожке 6.

Задача 6

На графике представлена типичная кривая роста бактерий (зависимость значений оптической плотности, снятых при 420 нм, от времени культивирования). Определите:

- 1) какую максимальную концентрацию сухой биомассы бактерий можно получить, если оптическая плотность культуральной жидкости D связана с концентрацией сухой биомассы клеток уравнением C (мг/мл) = $0,43 \times D$ (ответ выразите в мг/мл, округлив до сотых)?

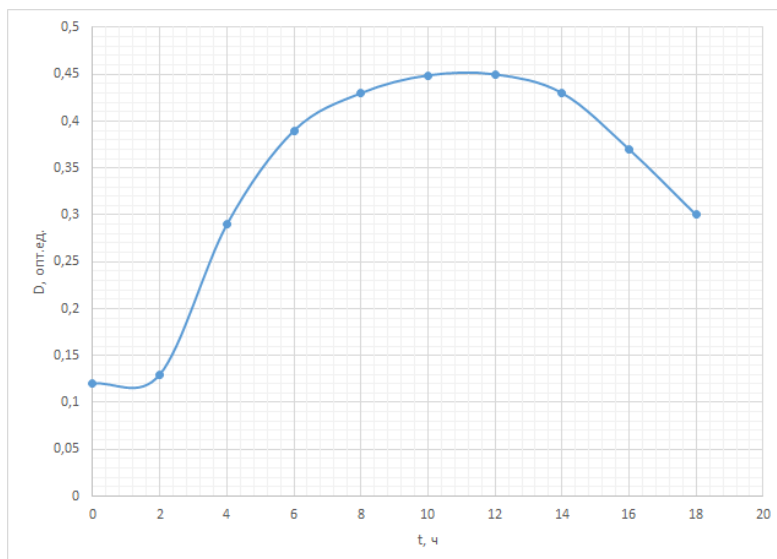
Ответ: 0,19

- 2) какую биомассу бактерий можно получить, если объём ферментера составляет 30 л, а максимальная загрузка в нём 65% (ответ запишите в г, округлив до сотых)?

Ответ: 3,71 ($\pm 0,07$)

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
БИОЛОГИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

- 3) какое количество клеток бактерий можно получить в данном ферментере, если максимально достигаемая концентрация клеток – 27 млн/мг сухой биомассы (*ответ округлите до миллиардов*)?



Ответ: 100 (± 2)/ 100000000000 (± 2000000000)

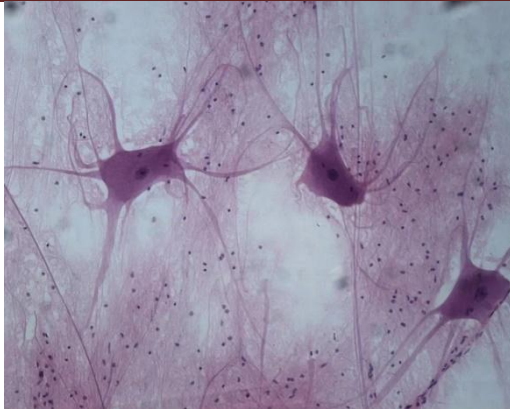
1. По графику определяем максимальную оптическую плотность КЖ ($D = 0,45$). Рассчитываем концентрацию: $c = 0,45 \times 0,43 = 0,19$ мг/мл.
2. Рассчитываем максимальный объём КЖ, который возможно загрузить в ферментер: $30 \times 0,65 = 19,5$ л. Переводим в мл: 19500 мл. Умножаем на максимальную концентрацию (из 1 части): $0,19 \times 19500 = 3705$ мг. Переводим в г, округляя до сотых: 3,71 г.
3. $3,71 \text{ г} = 3710 \text{ мг}$; $27\,000\,000 \times 3710 = 100\,170\,000\,000$ клеток – 100 млрд

Вариант 2

Задача 1

Какие признаки характерны для данного вида ткани? *Запишите в ответ цифры по порядку без запятых и пробелов (например, 123).*

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
БИОЛОГИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**



- 1) служит для защиты тела
- 2) выполняет кроветворную функцию
- 3) осуществляет связь организма с внешней средой
- 4) обладает свойствами возбудимости и проводимости
- 5) осуществляет газообмен между воздухом и кровью

Ответ: 34.

Задача 2

Сопоставьте ферменты с реакцией, которую они катализируют

Реакции:

- 1) расщепление мононуклеотидов до фосфата и нуклеозида
- 2) расщепление эфиров холестерина до холестерина и высших жирных кислот
- 3) расщепление мальтозы до глюкозы
- 4) расщепление нуклеозида до пентозы и азотистого основания
- 5) расщепление лактозы до галактозы и глюкозы

Ферменты:

- А) мальтаза
- Б) фосфатаза
- В) лактаза
- Г) холестеролэстераза
- Д) нуклеозидаза

Ответ: 1Б2Г3А4Д5В.

Задача 3

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
БИОЛОГИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

У плодов арбуза корка может быть зелёная или полосатая, а форма плода – длинная или круглая. Гомозиготное растение с длинными зелёными плодами скрещено с гомозиготным же, имеющим круглые полосатые плоды. В F₁ плоды круглые зелёные.

1) Определите, какая часть потомков F₂, полученных от скрещивания двух гибридов F₁ будут гомозиготными по обоим признакам (цвет и форма плода). *Ответ дайте в долях единицы в виде десятичной дроби с точностью до тысячных, например, 3,274.*

2) Определите, какая часть потомков, полученных при скрещивании гибридов F₁, будет иметь зелёную окраску (форма плода любая). *Ответ дайте в долях единицы в виде десятичной дроби с точностью до тысячных, например, 3,274.*

Ответы на вопросы 1 и 2 запишите через знак «;», например, 3,274;3,274.

Ответ: 0,250;0,750.

Решение:

Пусть А – зеленая окраска арбуза, а – полосатая окраска; В – круглая форма плода; b – длинная форма плода.

P₁: ♀ AAbb x ♂ aaBB

F₁: AaBb

P₂: ♀ AaBb x ♂ AaBb

F₂:

♀/♂	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB (зел., круг.)	AABb (зел., круг.)	AaBB (зел., круг.)	AaBb (зел., круг.)
Ab	AABb (зел., круг.)	AAbb (зел., длин.)	AaBb (зел., круг.)	Aabb (зел., длин.)
aB	AaBB (зел., круг.)	AaBb (зел., круг.)	aaBB (полос., круг.)	aaBb (полос.круг.)
ab	AaBb (зел., круг.)	Aabb (зел., длин.)	aaBb (полос., круг.)	aabb (полос., длин.)

1) Выберем потомков, которые гомозиготны по 2-м признакам:

♀/♂	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB (зел., круг.)	AABb (зел., круг.)	AaBB (зел., круг.)	AaBb (зел., круг.)

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
БИОЛОГИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

Ab	AABb (зел., круг.)	AAbb (зел.,длин.)	AaVb (зел., круг.)	Aabb (зел.,длин.)
aB	AaBB (зел., круг.)	AaVb (зел., круг.)	aaBB (полос., круг.)	aaVb (полос.круг.)
ab	AaVb (зел., круг.)	Aabb (зел., длин.)	aaVb (полос., круг.)	aabb (полос., длин.)

$$4 : 16 = 0,250$$

2) Выберем потомков с зелёной окраской плода:

♀/♂	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB (зел., круг.)	AABb (зел., круг.)	AaBB (зел., круг.)	AaVb (зел., круг.)
Ab	AABb (зел., круг.)	AAbb (зел.,длин.)	AaVb (зел., круг.)	Aabb (зел.,длин.)
aB	AaBB (зел., круг.)	AaVb (зел., круг.)	aaBB (полос., круг.)	aaVb (полос.круг.)
ab	AaVb (зел., круг.)	Aabb (зел., длин.)	aaVb (полос., круг.)	aabb (полос., длин.)

$$12 : 16 = 0,750$$

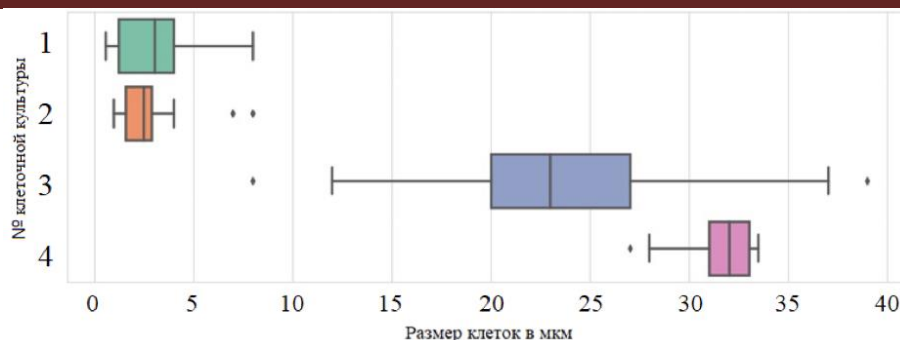
Задача 4

На рисунке ниже представлены 4 диаграммы размаха. Каждая диаграмма размаха соответствует определённому типу клеточной культуры (эукариотической или прокариотической) и отображает размер клеток на основе 100 наблюдений.

Необходимо выбрать **прокариотическую** культуру клеток в которой **дисперсия** значений размера клеток в межквартильном размахе **максимальна**.

В ответ запишите номер клеточной культуры.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
БИОЛОГИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**



Ответ: 1 / -1

Решение: известно, что эукариотические клетки обладают большим размером, чем прокариотические. На диаграмме видно, что клетки меньшего размера находятся в клеточной культуре 1 и 2. Оба графика построены на основе 100 наблюдений, следовательно, разброс значений (дисперсия) максимальна в том случае, когда межквартильный размах максимален. Под это описание подходит только график 1.

Задача 5

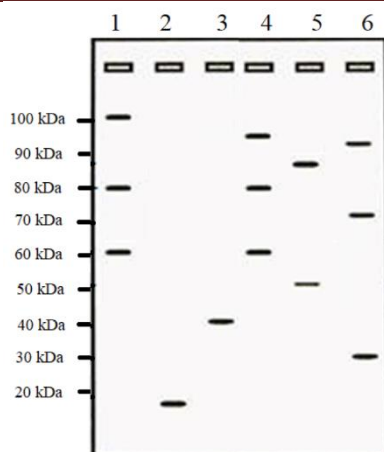
Электрофорез ДНК в агарозном геле — аналитический метод, применяемый для разделения фрагментов ДНК по длине. Основан на разной скорости движения фрагментов разной длины при движении в геле под действием внешнего электрического поля.

Известно, что целевой белок имеет последовательность из 56 аминокислот. Ниже представлены результаты электрофореза ДНК в агарозном геле. Средняя масса нуклеотида 300 г/моль. Наличие старт и стоп кодонов не учитывать.

Определите:

- 1) какую длину имеет молекула РНК, если расстояние между двумя нуклеотидами 0.34 нм. *Ответ запишите в виде целого числа в нм;*
- 2) определите молекулярную массу двухцепочечной ДНК. *Ответ запишите в виде целого числа в г/моль;*
- 3) в какой дорожке находится двухцепочечный фрагмент ДНК, кодирующий белок. *В ответе укажите номер дорожки.*

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
БИОЛОГИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**



Ответ: 57, 100800, 1.

Решение: Каждая аминокислота кодируется тремя нуклеотидами. Белок содержит 56 аминокислот, следовательно, количество нуклеотидов в мРНК, без учета старт и стоп кодона $56 \times 3 = 168$. Длина РНК $0,34 \times (168 - 1) = 57$ нм. Так как РНК транскрибируется с матрицы ДНК, то количество нуклеотидов в РНК = количеству нуклеотидов в одной цепочке ДНК, следовательно, в одной цепочке ДНК 168 нуклеотида, а в полной молекуле ДНК 336 нуклеотидов, т.к. ДНК – двухцепочечная молекула. Масса ДНК $336 \times 300 = 100800$ г/моль или 101 kDa, что соответствует первому фрагменту в дорожке 1.

Задача 6

На графике представлена кривая роста бактерии-продуцента (зависимость значений оптической плотности, снятых при 420 нм, от времени культивирования). Определите:

- 1) какую максимальную концентрацию сухой биомассы бактерий можно получить, если оптическая плотность культуральной жидкости D связана с концентрацией сухой биомассы клеток уравнением C (мг/мл) = $0,56 \times D$ (ответ выразите в мг/мл, округлив до сотых)?

Ответ: 0,22

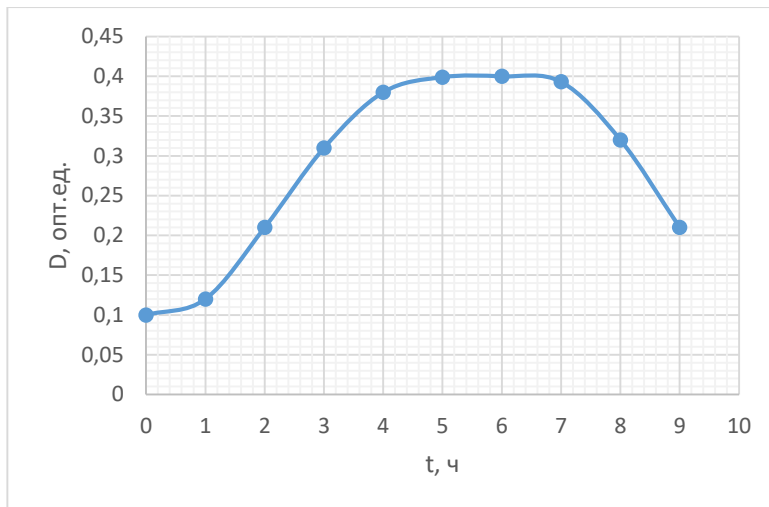
- 2) какую биомассу бактерий можно получить, если объем ферментера составляет 25 л, а максимальная загрузка в нем 70% (ответ запишите в г, округлив до сотых)?

Ответ: 3,85 ($\pm 0,1$)

- 3) какое количество клеток бактерий можно получить в данном ферментере, если максимально достигаемая концентрация клеток – 15 млн/мг сухой биомассы (ответ округлите до миллиардов)?

Ответ: 58 (± 1) / 58000000000 (± 1000000000)

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
БИОЛОГИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**



Решение:

1. По графику определяем максимальную оптическую плотность КЖ ($D = 0,4$). Рассчитываем концентрацию: $c = 0,4 \times 0,56 = 0,22$ мг/мл
2. Рассчитываем максимальный объём КЖ, который возможно загрузить в ферментер: $25 \times 0,7 = 17,5$ л. Переводим в мл: 17500 мл. Умножаем на максимальную концентрацию (из 1 части): $0,22 \times 17500 = 3850$ мг. Переводим в г, округляя до сотых: 3,85 г.
3. $3,85$ г = 3850 мг; $15\,000\,000 \times 3850 = 57\,750\,000\,000$ клеток = 58 млрд