

Библиотечка  
СтатГрад



# Подготовка к ЕГЭ

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

**ЕГЭ**  
**2016**

**ФИЗИКА**

**ЕГЭ**  
**2016**

ФГОС

УДК 373:51  
ББК 22.1я72  
В55

Вишнякова Е. А. и др.  
Физика. Подготовка к ЕГЭ в 2016 году. Диагностические работы.  
Электронное издание.  
М.: МЦНМО, 2016.  
ISBN 978-5-4439-2465-6

Данное пособие предназначено для отработки практических умений и навыков учащихся при подготовке к экзамену по физике в 11 классе в формате ЕГЭ. Оно содержит варианты диагностических работ по физике, содержание которых соответствует контрольно-измерительным материалам, разработанным Федеральным институтом педагогических измерений для проведения единого государственного экзамена. В книгу входят также ответы к заданиям и критерии проверки и оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом. Авторы пособия являются разработчиками тренировочных и диагностических работ для системы СтатГрад (<http://statgrad.org>).

Материалы книги рекомендованы учителям и методистам для выявления уровня и качества подготовки учащихся по предмету, определения степени их готовности к единому государственному экзамену.

Издание соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту (ФГОС).

Подготовлено на основе книги:  
*Вишнякова Е. А. и др. Физика. Подготовка к ЕГЭ в 2016 году.*  
*Диагностические работы.* — М.: МЦНМО, 2016. —  
ISBN 978-5-4439-0846-5

Издательство Московского центра  
непрерывного математического образования  
119002, Москва, Большой Власьевский пер., 11,  
тел. (499)241-08-04.  
<http://www.mccme.ru>

ISBN 978-5-4439-2465-6

© Коллектив авторов, 2016.  
© МЦНМО, 2016.

## Содержание

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| Предисловие.....                                         | 3   |
| Инструкция по выполнению работы.....                     | 4   |
| Справочные данные .....                                  | 5   |
| Вариант 1.....                                           | 7   |
| Часть 1 .....                                            | 7   |
| Часть 2 .....                                            | 18  |
| Вариант 2.....                                           | 21  |
| Часть 1 .....                                            | 21  |
| Часть 2 .....                                            | 32  |
| Вариант 3.....                                           | 35  |
| Часть 1 .....                                            | 35  |
| Часть 2 .....                                            | 44  |
| Вариант 4.....                                           | 46  |
| Часть 1 .....                                            | 46  |
| Часть 2 .....                                            | 55  |
| Вариант 5.....                                           | 58  |
| Часть 1 .....                                            | 58  |
| Часть 2 .....                                            | 66  |
| Вариант 6.....                                           | 69  |
| Часть 1 .....                                            | 69  |
| Часть 2 .....                                            | 78  |
| Система оценивания экзаменационной работы по физике..... | 80  |
| Ответы к заданиям с кратким ответом.....                 | 81  |
| Вариант 1.....                                           | 81  |
| Вариант 2.....                                           | 81  |
| Вариант 3.....                                           | 82  |
| Вариант 4.....                                           | 82  |
| Вариант 5.....                                           | 83  |
| Вариант 6.....                                           | 83  |
| Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом.....   | 84  |
| Вариант 1.....                                           | 84  |
| Вариант 2.....                                           | 95  |
| Вариант 3.....                                           | 106 |
| Вариант 4.....                                           | 115 |
| Вариант 5.....                                           | 124 |
| Вариант 6.....                                           | 134 |

## Предисловие

СтатГрад – это всероссийский интернет-проект, созданный для того, чтобы помочь каждому образовательному учреждению качественными дидактическими и методическими материалами. Основные направления деятельности СтатГрада – система диагностики образовательных достижений учащихся, методическая поддержка систем внутришкольного контроля, учебно-методические материалы для подготовки учащихся к ЕГЭ и ОГЭ. СтатГрад предоставляет методические материалы по всем ведущим дисциплинам школьной программы – по математике, физике, биологии, русскому языку, литературе, истории, обществознанию, химии, информатике, географии, иностранным языкам. Использование на уроках и при самостоятельной работе тренировочных и диагностических работ в формате ЕГЭ и ОГЭ, диагностических работ для 5–11 классов позволит учителям выявить пробелы в знаниях учащихся, а учащимся – подготовиться к государственным экзаменам, заранее попробовать свои силы. Авторы и эксперты СтатГрада – специалисты высокого класса, кандидаты и доктора наук, авторы учебной литературы для средней и высшей школы. В настоящее время СтатГрад сотрудничает более чем с 13 000 образовательных учреждений России.

Настоящий сборник содержит варианты работ, разработанных специалистами СтатГрада для подготовки учащихся выпускных классов к ЕГЭ по физике. Материалы соответствуют нормативным документам ФИПИ 2015 года.

## **Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих в себя 32 задания.

Ответы к заданиям 1, 2, 8, 9, 13, 14, 19, 20 и 23 запишите в виде одной цифры, которая соответствует номеру правильного ответа.

В заданиях 3–5, 10, 15, 16, 21, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

**Желаем успеха!**

## Справочные данные

### Десятичные приставки

| Наименование | Обозначение | Множитель | Наименование | Обозначение | Множитель  |
|--------------|-------------|-----------|--------------|-------------|------------|
| гига         | Г           | $10^9$    | санти        | с           | $10^{-2}$  |
| мега         | М           | $10^6$    | милли        | м           | $10^{-3}$  |
| кило         | к           | $10^3$    | микро        | мк          | $10^{-6}$  |
| гекто        | г           | $10^2$    | нано         | н           | $10^{-9}$  |
| деци         | д           | $10^{-1}$ | пико         | п           | $10^{-12}$ |

### Константы

|                                                            |                                                                                      |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| число $\pi$                                                | $\pi = 3,14$                                                                         |
| ускорение свободного падения на Земле                      | $g = 10 \text{ м/с}^2$                                                               |
| гравитационная постоянная                                  | $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$                      |
| универсальная газовая постоянная                           | $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$                                   |
| постоянная Больцмана                                       | $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$                                               |
| постоянная Авогадро                                        | $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$                                            |
| скорость света в вакууме                                   | $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$                                                       |
| коэффициент пропорциональности в законе Кулона             | $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$ |
| модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд) | $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$                                                  |
| постоянная Планка                                          | $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$                                   |

### Соотношения между различными единицами

|                                      |                                                       |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| температура                          | $0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$           |
| атомная единица массы                | $1 \text{ а. е. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ |
| 1 атомная единица массы эквивалентна | 931,5 МэВ                                             |
| 1 электронвольт                      | $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$        |

**Масса частиц**

|           |                                                                            |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------|
| электрона | $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а. е. м.}$ |
| протона   | $1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а. е. м.}$           |
| нейтрона  | $1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а. е. м.}$           |

**Плотность**

|                   |                        |                     |                          |
|-------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|
| воды              | 1000 кг/м <sup>3</sup> | подсолнечного масла | 900 кг/м <sup>3</sup>    |
| древесины (сосна) | 400 кг/м <sup>3</sup>  | алюминия            | 2700 кг/м <sup>3</sup>   |
| керосина          | 800 кг/м <sup>3</sup>  | железа              | 7800 кг/м <sup>3</sup>   |
|                   |                        | ртути               | 13 600 кг/м <sup>3</sup> |

**Удельная теплоёмкость**

|        |                                                 |          |               |
|--------|-------------------------------------------------|----------|---------------|
| воды   | $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ | алюминия | 900 Дж/(кг·К) |
| льда   | $2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ | меди     | 380 Дж/(кг·К) |
| железа | 640 Дж/(кг·К)                                   | чугуна   | 500 Дж/(кг·К) |
| свинца | 130 Дж/(кг·К)                                   |          |               |

**Удельная теплота**

|                      |                                |
|----------------------|--------------------------------|
| парообразования воды | $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ |
| плавления свинца     | $2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$ |
| плавления льда       | $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$ |

**Нормальные условия**

давление:  $10^5 \text{ Па}$ , температура:  $0 \text{ }^\circ\text{C}$

**Молярная масса**

|          |                                    |                  |                                    |
|----------|------------------------------------|------------------|------------------------------------|
| азота    | $28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ | гелия            | $4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$  |
| аргона   | $40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ | кислорода        | $32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ |
| водорода | $2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$  | лития            | $6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$  |
| воздуха  | $29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ | неона            | $20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ |
| воды     | $18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ | углекислого газа | $44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ |

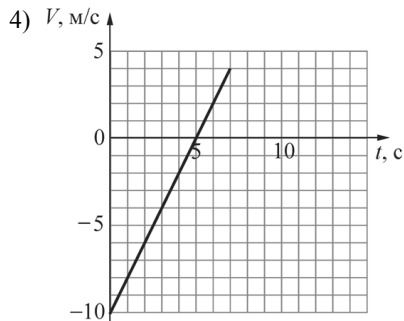
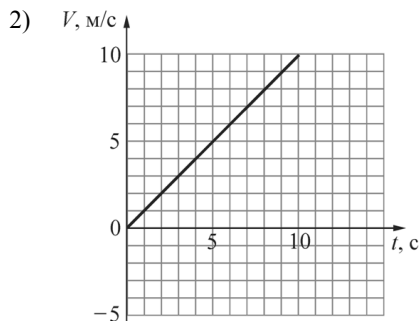
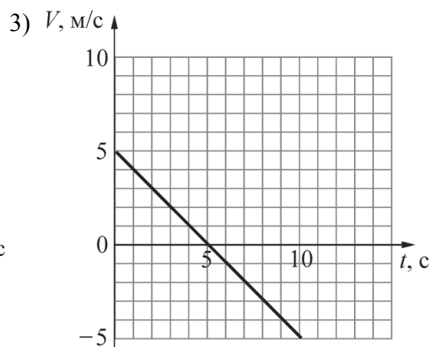
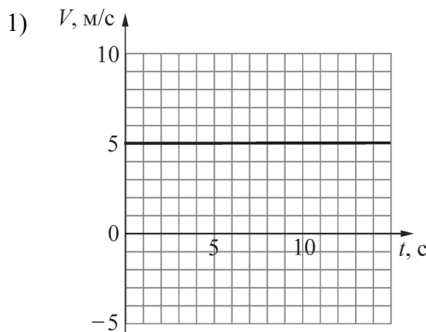
# Вариант 1

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

Точечное тело движется вдоль оси  $OX$ . Зависимость координаты  $x$  этого тела от времени  $t$  имеет вид:  $x(t) = (5 - t)^2$ . На каком из приведённых ниже рисунков правильно изображена зависимость проекции  $V$  скорости этого тела на ось  $OX$  от времени?



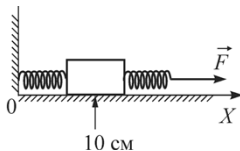
Ответ:

2) Маша взяла в руку монету и, стоя в комнате своей квартиры, выпустила её из пальцев без начальной скорости. Монета полетела вдоль вертикали и упала на пол комнаты. Затем Маша вышла из дома, села в подъехавший автобус и, дождавшись, пока он начнёт двигаться равномерно и прямолинейно по горизонтальной дороге, повторила опыт с бросанием монеты. Оказалось, что монета в равномерно движущемся автобусе падает точно так же, как и в квартире. Иллюстрацией какого закона или принципа может служить этот опыт?

- 1) первого закона Ньютона
- 2) второго закона Ньютона
- 3) третьего закона Ньютона
- 4) принципа относительности Галилея

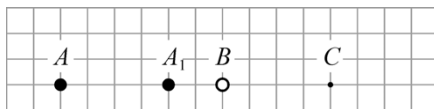
Ответ:

3) К бруску массой 5 кг, находящемуся на гладкой горизонтальной поверхности, прикреплены две горизонтальные пружины. Конец левой пружины жёстко прикреплён к стене. К свободному концу правой пружины жёсткостью 100 Н/м приложена горизонтально направленная сила  $F = 5$  Н. При этом система находится в равновесии и растяжение правой пружины в 2 раза больше, чем растяжение левой пружины. Координата середины бруска равна 10 см. Чему равна координата середины бруска при недеформированных пружинах?



Ответ: \_\_\_\_\_ см.

4) Небольшая тяжёлая шайбочка  $A$  движется по инерции по гладкой горизонтальной поверхности. На рисунке показаны положения  $A$  и  $A_1$ , которые занимает эта шайбочка в моменты времени 0 с и 2 с. Эта шайбочка налетает на вторую такую же шайбочку  $B$ . После лобового соударения шайбочки слипаются и продолжают двигаться вместе. Через сколько секунд после соударения слипшиеся шайбочки окажутся в положении, обозначенном на рисунке буквой  $C$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_ с.

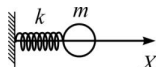
5

Гидроакустик, находящийся на корабле, переговаривается по радию с матросом, находящимся на лодке. Во время разговора матрос наносит удар гаечным ключом по корпусу своей лодки. Звук от этого удара гидроакустик сначала слышит через радию, а через 10 секунд – через свою гидроакустическую аппаратуру. Считая, что второй звук распространяется в воде со скоростью 1500 м/с, найдите расстояние между кораблём и лодкой.

Ответ: \_\_\_\_\_ км.

6

Маленький шарик массой  $m$  надет на гладкую жёсткую спицу и прикреплён к лёгкой пружине жёсткостью  $k$ , которая прикреплена другим концом к вертикальной стене. Шарик выводят из положения равновесия, растягивая пружину на величину  $\Delta l$ , и отпускают, после чего он приходит в колебательное движение.



Определите, как изменятся амплитуда колебаний шарика и модуль максимальной скорости шарика, если провести этот эксперимент, заменив пружину на другую – большей жёсткости.

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Амплитуда колебаний шарика | Модуль максимальной скорости шарика |
|----------------------------|-------------------------------------|
|                            |                                     |

7

Однородный столб массой  $m$  и высотой  $H$  стоит вертикально. После того, как основание столба подпиливают у самой земли, он начинает падать. При этом нижний конец столба не отрывается от земли. Через некоторое время столб составляет с вертикалью угол  $\alpha$ .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно определить.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца.

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

**ФОРМУЛА**

- А) потенциальная энергия столба относительно поверхности земли в момент начала падения
- Б) потенциальная энергия столба относительно поверхности земли в момент, когда столб составляет с вертикалью угол  $\alpha$

- 1)  $\frac{mgH}{2}$
- 2)  $mgH$
- 3)  $\frac{mgH \cos \alpha}{2}$
- 4)  $\frac{mgH \sin \alpha}{2}$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
|   |   |

8

В таблицах приведены значения удельной теплоты парообразования и удельной теплоты плавления трёх веществ.

| Вещество | Удельная теплота парообразования, кДж/кг |
|----------|------------------------------------------|
| вода     | 2260                                     |
| ртуть    | 293                                      |
| спирт    | 906                                      |

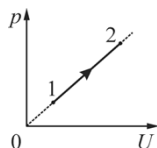
| Вещество | Удельная теплота плавления, кДж/кг |
|----------|------------------------------------|
| ртуть    | 12                                 |
| лёд      | 330                                |
| спирт    | 105                                |

Согласно этим данным удельная теплота затвердевания воды

- 1) равна 2260 кДж/кг
- 2) равна 330 кДж/кг
- 3) больше чем 330 кДж/кг, но меньше чем 2260 кДж/кг
- 4) не может быть определена даже приблизительно

Ответ:

9 На рисунке показан график зависимости давления  $p$  от внутренней энергии  $U$  для неизменного количества идеального одноатомного газа, участвующего в некотором процессе 1→2.



Выберите верное утверждение, характеризующее этот процесс.

Процесс 1→2 является

1) изотермическим

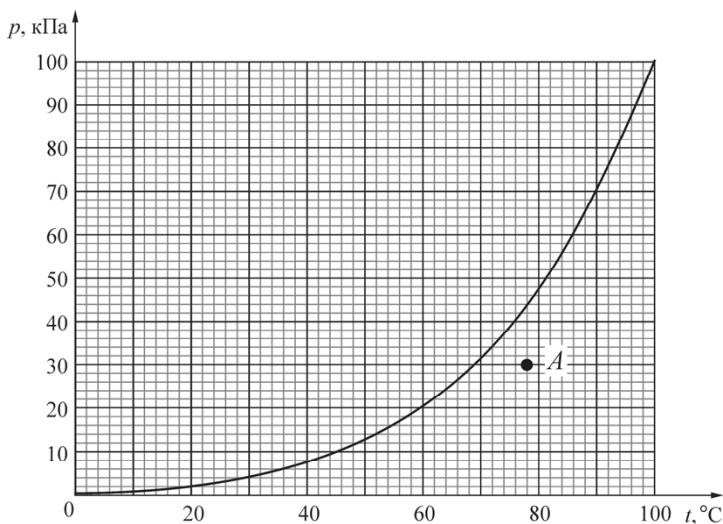
3) изохорным

2) изобарным

4) адиабатическим

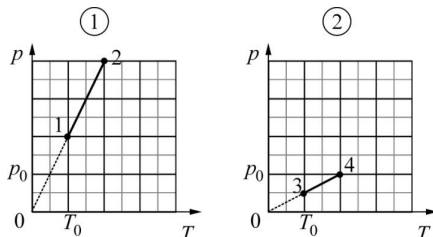
Ответ:

10 На рисунке изображена зависимость давления  $p$  насыщенного водяного пара от температуры  $T$ . Точкой  $A$  на этом графике обозначено состояние пара, находящегося в закрытом сосуде. Чему равна относительная влажность воздуха в этом сосуде? Ответ округлите до целого числа.



Ответ: \_\_\_\_\_ %.

- 11 На рисунке 1 представлен процесс перехода идеального газа из состояния 1 в состояние 2. Как изменятся следующие физические величины: работа, совершённая газом, и изменение его внутренней энергии, по отношению к этим же величинам в процессе 1–2, при осуществлении процесса 3–4, изображённого на рисунке 2? В обоих случаях количество газа равно 1 моль.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Работа, совершённая газом | Изменение его внутренней энергии |
|---------------------------|----------------------------------|
|                           |                                  |

- 12 Идеальная тепловая машина использует в качестве рабочего тела 1 моль идеального одноатомного газа.

Установите соответствие между КПД этой тепловой машины и соотношением между физическими величинами в циклическом процессе. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца.

КПД, %

- А) 25
- Б) 20

СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ФИЗИЧЕСКИМИ ВЕЛИЧИНАМИ В ЭТОМ ЦИКЛИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

- 1) Работа, совершаемая газом, 20 Дж; количество теплоты, полученное газом, 80 Дж.
- 2) Количество теплоты, отданное газом, 20 Дж; количество теплоты, полученное газом, 80 Дж.
- 3) Температура холодильника 300 К; температура нагревателя 375 К.
- 4) Разность температур нагревателя и холодильника 300 К; температура нагревателя 400 К.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

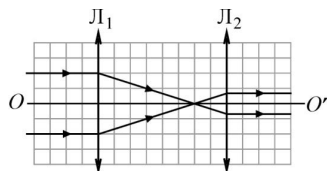
Ответ:

| А | Б |
|---|---|
|   |   |

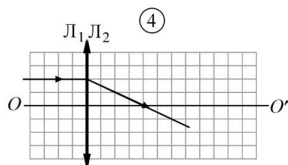
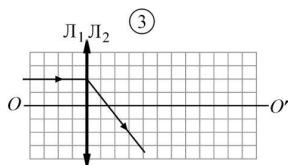
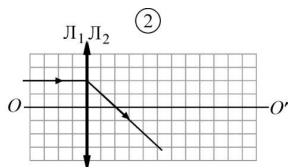
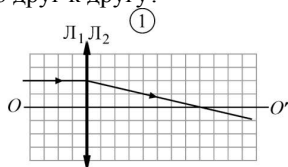


16

На рисунке изображены две тонкие собирающие линзы  $L_1$  и  $L_2$ , имеющие общую главную оптическую ось  $OO'$ , и показан ход лучей параллельного пучка света через эти линзы.



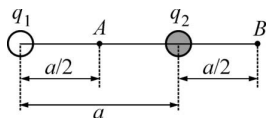
На каком из следующих рисунков правильно показан ход светового луча, изначально направленного вдоль главной оптической оси и проходящего через две эти линзы, сложенные вместе вплотную друг к другу?



Ответ:

17

Два одинаковых маленьких шарика с электрическими зарядами  $q_1 = 3$  мкКл и  $q_2 = -1$  мкКл удерживаются на расстоянии  $a = 4$  м друг от друга. Шарiki соединяют на короткое время длинным тонким проводником. Как в результате этого изменятся следующие физические величины: электрический заряд первого шарика; модуль напряжённости электростатического поля, создаваемого обоими шариками в точке  $B$ .



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Электрический заряд первого шарика | Модуль напряжённости электростатического поля, создаваемого обоими шариками в точке $B$ |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    |                                                                                         |