

# Разбор заданий пригласительного этапа ВсОШ по физике

## для 9 класса

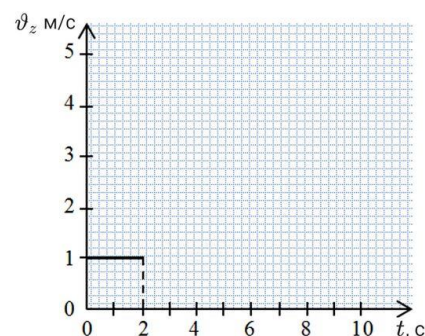
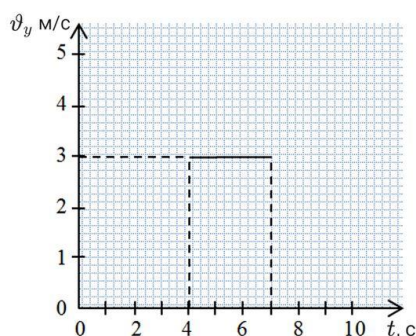
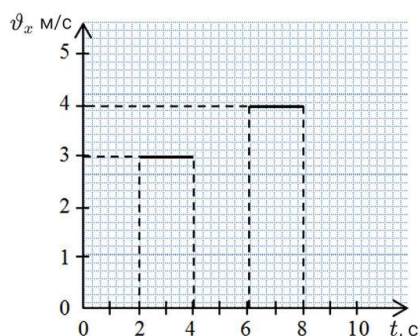
2020/21 учебный год

Максимальное количество баллов — 40

### Задание № 1

#### Общее условие:

19 апреля 2021 года впервые в истории человечества совершил свой первый полет марсианский автоматический вертолет «Индженьюити». Полет совершался полностью в автоматическом режиме, так как информация до Земли доходила с задержкой на три часа. Давайте представим, что вы находитесь в центре управления полетом «Индженьюити», и вам необходимо проанализировать результаты его полета. Информация о полёте передаётся в виде графиков, на которых показано значение проекций скорости вертолета по трём осям координат в зависимости от времени движения так, как показано на рисунке. Начало отсчета времени — момент старта вертолета. Начало координат — место старта вертолета.



По графикам определите:

#### Условие:

Координату  $X$  (в метрах) вертолета в момент времени 5 с.

#### Ответ:

6

1 балл за правильный ответ

*Решение.* Из графика зависимости  $v_x(t)$  видно, что с 0 по 2 и с 4 по 5 секунды вертолет не перемещался вдоль оси  $x$ , а со 2 по 4 секунду двигался вдоль оси  $x$  со скоростью 3 м/с.

Значит, координата вертолета по оси  $X = v_x \cdot \Delta t_x = 3 \cdot 2 = 6$  м.

**Условие:**

Координату  $Y$  (в метрах) вертолета в момент времени 5 с.

**Ответ:**

3

1 балл за правильный ответ

*Решение.* Аналогично первому решению:  $Y = v_y \cdot \Delta t_y = 3 \cdot 1 = 3$  м.

**Условие:**

Координату  $Z$  (в метрах) вертолета в момент времени 5 с.

**Ответ:**

2

1 балл за правильный ответ

*Решение.* Аналогично первому решению:  $Z = v_z \cdot \Delta t_z = 1 \cdot 2 = 2$  м.

**Условие:**

На каком расстоянии от точки старта (в метрах) оказался вертолет в момент времени 5 секунд? Ответ укажите с точностью до десятых долей метра.

**Ответ (число из диапазона):**

[6.9; 7.1]

1 балл за правильный ответ

*Решение.* Чтобы найти расстояние от точки старта до вертолётa в данный момент времени, нужно решить два прямоугольных треугольника. Например, можно сперва рассчитать расстояние  $L$  до искомой точки в плоскости  $XY$ . Для этого можно воспользоваться теоремой Пифагора, где координаты  $X$  и  $Y$  будут являться катетами, а  $L$  — гипотенузой

$$L = \sqrt{X^2 + Y^2} \approx 6.7 \text{ м.}$$

Теперь рассмотрим плоскость, проходящую через эту точку и ось  $Z$ . Тогда искомое расстояние  $S$  — это гипотенуза в прямоугольном треугольнике с катетами  $Z$  и  $L$ .

Получаем:  $R = \sqrt{L^2 + Z^2} = 7$  м.

**Условие:**

Чему равен модуль скорости вертолета (в м/с) в момент времени 6.5 секунд? Ответ укажите с точностью до десятых.

**Ответ:**

[4.9; 5.1]

1 балл за правильный ответ

*Решение.* Сначала определим чему равны проекции скорости вертолѐта в этот момент времени:

$$v_x = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}; v_y = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}; v_z = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Известно, что любой вектор можно найти, зная его проекции по теореме Пифагора:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

**Условие:**

Если в момент времени 7.5 секунд от вертолета оторвется капсула, то какое расстояние (в метрах) она пролетит по горизонтали, прежде чем коснется поверхности Марса? Ускорение свободного падения на Марсе  $4 \text{ м/с}^2$  и направлено вдоль оси  $Z$  (в отрицательном направлении). Ответ укажите с точностью до десятых.

**Ответ:**

[3.9; 4.1]

5 баллов за правильный ответ

*Решение.* В момент времени 7.5 секунд вертолѐт находился на высоте  $Z = 2 \text{ м}$  над поверхностью планеты и обладал только скоростью  $v_x = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , следовательно оторвавшаяся капсула — это тело, брошенное горизонтально со скоростью  $4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  с высоты 2 м. Выведем формулу для расчёта времени падения из уравнения движения вдоль оси  $Z$ :  $0 = Z - \frac{g_M t^2}{2}$ .

Получаем  $t = \sqrt{\frac{2Z}{g_M}}$ . Подставим это время в уравнение движения вдоль оси  $X$ :

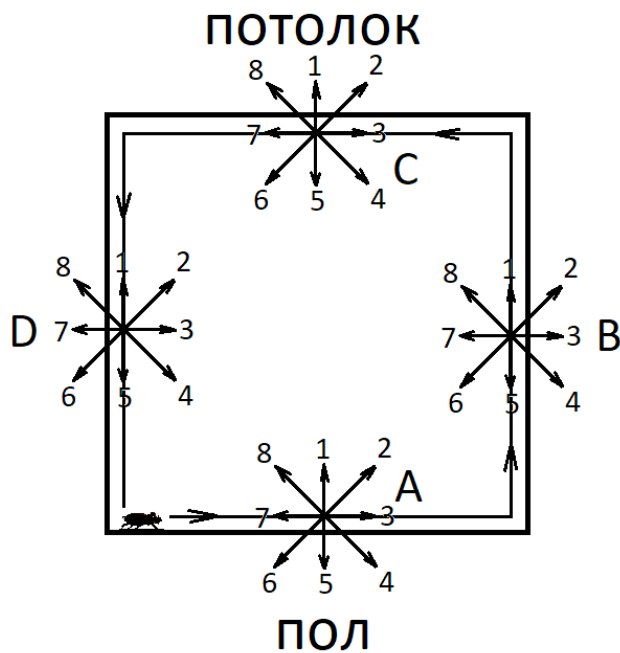
$$S = v_x t = v_x \sqrt{\frac{2Z}{g_M}} = 4 \text{ м}.$$

**Максимальный балл за задание — 10**

## Задание № 2

### Общее условие:

Черный жучок всегда бежит с постоянным ускорением. Он начинает свой путь из левого нижнего угла комнаты, движется по полу, затем по стене, потолку и возвращается в исходную точку вновь по стене. В каждом углу он ударяется о стенку и мгновенно останавливается, затем заново разгоняется по новой поверхности.



### Условие:

Вдоль какой стрелки направлена полная сила, действующая на жучка со стороны поверхности, по которой он бежит, если жучок находится в точке А?

### Варианты ответа:

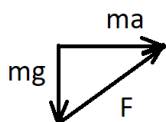
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

**Ответ:**

2

1 балл за правильный ответ

*Решение.* На жучка действуют силы тяжести и сила со стороны поверхности, на которой он находится. С другой стороны, его движение описывается II законом Ньютона:  $mg + F = ma$ . Ускорение направлено по направлению движения, поэтому сила со стороны стены равна  $F = ma - mg$ .



**Условие:**

Вдоль какой стрелки направлена полная сила, действующая на жучка со стороны поверхности, по которой он бежит, если жучок находится в точке  $B$ ?

**Варианты ответа:**

1

2

3

4

5

6

7

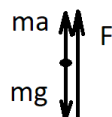
8

**Ответ:**

1

1 балл за правильный ответ

*Решение.* Аналогично предыдущему решению.



**Условие:**

Вдоль какой стрелки направлена полная сила, действующая на жучка со стороны поверхности, по которой он бежит, если жучок находится в точке  $C$ ?

**Варианты ответа:**

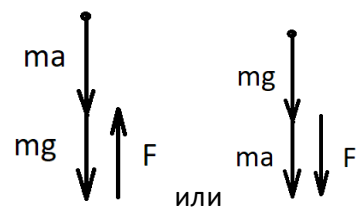
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

**Ответ:**

8

1 балл за правильный ответ

*Решение.* Аналогично первому решению, но возможны два варианта в зависимости от того, какой из векторов  $ma$  или  $mg$  больше по модулю.



**Условие:**

Вдоль какой стрелки направлена полная сила, действующая на жучка со стороны поверхности, по которой он бежит, если жучок находится в точке  $D$ ?

**Варианты ответа:**

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

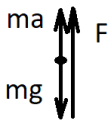
6  
7  
8

**Ответ:**

1,  
5

1 балл за правильный ответ

*Решение.* Если лапки жучка передают поверхности силу  $F$ , то по третьему закону Ньютона поверхность действует на жучка с такой же силой. Находим ускорение жучка при движении по стене:  $a = F/m + g$ , с учетом направлений (см. рис.)  $a = (F/m) - g = 1 \text{ м/с}^2$ .



Зная ускорение и расстояние, найдем время:  $t = (2 \text{ Н/а})^{0.5} = 2 \text{ с}$ .

**Условие:**

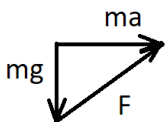
За какое минимальное время (в секундах) жучок пробежит вверх по стене, если максимальная сила, которую могут развивать его лапки равна  $F = 2.2 \text{ мН}$  и она не зависит от направления действия. Масса жучка  $m = 0.2 \text{ г}$ , высота комнаты  $H = 2 \text{ м}$ , ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ ? Ответ укажите с точностью до сотых.

**Ответ (число из диапазона):**

[1.95; 2.05]

3 балла за правильный ответ

*Решение.* Аналогично предыдущему вопросу находим ускорение жучка при движении по полу:  $a = F/m + g$ , с учетом направлений (см. рис.)  $a = ((F/m)^2 - g^2)^{0.5} = (21)^{0.5} = 4.58 \text{ м/с}^2$ .



Зная ускорение и расстояние найдем время:  $t = (2L/a)^{0.5} = 0.93 \text{ с}$ .

**Условие:**

За какое минимальное время (в секундах) жучок пробежит по полу, если максимальная сила, которую могут развивать его лапки, равна  $F = 2.2 \text{ мН}$ , и она не зависит от направления

действия. Масса жучка  $m = 0.2$  г, длина комнаты  $L = 2$  м, ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>? Ответ укажите с точностью до сотых.

**Ответ (число из диапазона):**

[0.88; 0.98]

3 балла за правильный ответ

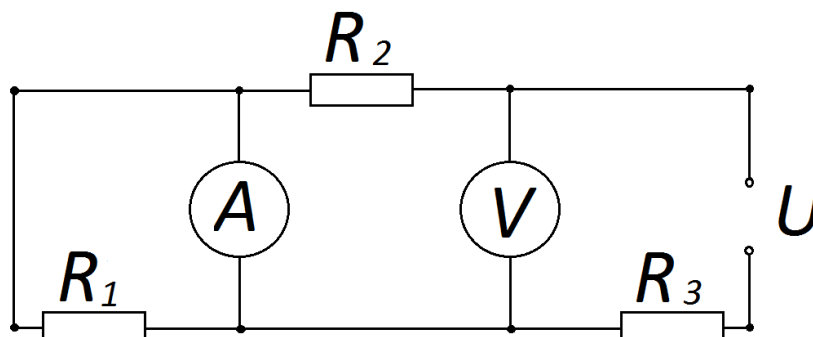
**Максимальный балл за задание — 10**



### Задание № 3

#### Общее условие:

Показания идеальных приборов в приведенной схеме  $I = 3 \text{ А}$  и  $U = 20 \text{ В}$ . Если приборы поменять местами, то показания амперметра изменятся в 3 раза.



#### Условие:

Как изменится ток, проходящий через амперметр, после того, как приборы поменяют местами?

#### Варианты ответов:

уменьшится

останется неизменным

увеличится

может как уменьшиться, так и увеличиться

#### Ответ:

увеличится

1 балл за правильный ответ

*Решение.* В исходной цепи ток не будет течь через вольтметр (так как он идеальный) и через резистор  $R_1$ , так как параллельно ему подключен амперметр с нулевым сопротивлением. То есть, ток от источника последовательно протекает через второй резистор, затем амперметр и затем третий резистор.

После перестановки приборов из аналогичных соображений ток от источника будет последовательно протекать через амперметр и затем через третий резистор, то есть ток будет течь через меньшее сопротивление, а значит ток будет больше.

#### Условие:

Чему равно сопротивление резистора  $R_2$ ? Ответ укажите в омах с точностью до десятых.

**Ответ (любое число из диапазона):**

[6.6; 6.7]

3 балла за правильный ответ

*Решение.* В исходной цепи ток через второй резистор равен току через амперметр  $I$ , а напряжение на втором резисторе равно напряжению на вольтметре, так как амперметр обладает нулевым сопротивлением, следовательно, вольтметр подключен параллельно второму резистору. По закону Ома  $R_2 = \frac{U}{I} = \frac{20}{3} = 6.7$  Ом.

**Условие:**

Чему равно сопротивление резистора  $R_3$ ? Ответ укажите в омах с точностью до десятых.

**Ответ (любое число из диапазона):**

[3.2; 3.4]

3 балла за правильный ответ

*Решение.*

$$U = I_1(R_2 + R_3)$$

$$U = I_2 R_3$$

Учитывая первый вопрос и условие задачи  $I_2 = 3I_1 = 9$  А.

Решив систему уравнений, получим:  $R_3 = 3.3$  Ом

**Условие:**

Чему равно напряжение источника  $U$ ? Ответ укажите в вольтах с точностью до целых.

**Ответ (любое число из диапазона):**

[29; 31]

3 балла за правильный ответ

*Решение.* Из системы уравнений для 3 вопроса получим:  $U = 30$  В.

**Максимальный балл за задание — 10**

## Задание № 4

---

### Общее условие:

Еще во времена Первой мировой войны широкое распространение получили химические грелки, позволяющие солдатам согреться без использования костров. Достаточно широко химические грелки используются и сегодня, например, рыбаками и туристами. Устроена химическая грелка весьма просто. Она представляет собой плотный пакет, заполненный пересыщенным солевым раствором (часто используется натриевая соль уксусной кислоты — ацетат натрия). Пересыщенный солевой раствор может находиться либо в жидком состоянии, либо в твердом. Выделение тепла происходит при переходе раствора из одного состояния в другое.

### Условие:

Ключевая задача грелки — выделять тепло. В каком состоянии должна находиться соль в грелке до начала ее использования?

### Варианты ответа:

жидкое

твердое

газообразное

жидкое или твердое

### Ответ:

жидкое

1 балл за правильный ответ

*Решение.* Задача грелки — выделять тепло во время работы. Как известно, при переходе из жидкого состояния в твердое тепло выделяется, а при обратном переходе — поглощается, поэтому перед началом нагрева содержимое грелки должно быть в жидком состоянии.

### Условие:

Химическая грелка является многоразовой. Для возвращения использованной и уже остывшей грелки в исходное состояние ее опускают на некоторое время в кипящую воду. Какой процесс при этом происходит внутри грелки?

### Варианты ответа:

испарение

конденсация

плавление  
кристаллизация  
сублимация  
возгонка

**Ответ:**

плавление

2 балла за правильный ответ

*Решение.* Для возврата в исходное состояние содержимое грелки необходимо перевести из твердого состояния в жидкое. Это происходит в процессе плавления.

**Условие:**

Удельная теплота кристаллизации вещества грелки равна 270 кДж/кг. Масса грелки — 450 г, массой оболочки грелки можно пренебречь. Сколько тепла (в кДж) максимум может выделить такая грелка? Ответ дайте с точностью до целых.

**Ответ (любое число из диапазона):**

[121; 122]

3 балла за правильный ответ

*Решение.* Тепло, выделяемой при кристаллизации:

$$Q = \lambda m = 270 \cdot 0.45 = 121.5 \text{ кДж} \approx 122 \text{ кДж}$$

**Условие:**

Грелка находится в состоянии полностью готовом к работе. Грелка помещена в теплоизолированный сосуд с водой. Масса воды в сосуде — 600 г, температура воды и грелки — 20 °С. Температура кристаллизации наполнителя грелки 62 °С. Запускают разогрев грелки. Какой будет температура воды в сосуде (в °С) спустя длительное время? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью сосуда пренебречь. Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·°С). Удельная теплоемкость наполнителя грелки 1700 Дж/(кг·°С). Ответ дайте с точностью до целых.

**Ответ:**

[56; 58]

4 балла за правильный ответ

*Решение.* Тепло, выделяемое грелкой, пойдет на нагрев как воды, так и самой грелки. Предположим, что конечная температура ниже температуры кристаллизации, то есть все вещество грелки перейдет в твердое состояние. Выделившееся при кристаллизации тепло подсчитано в предыдущем вопросе. Тепло на нагрев  $Q_{\text{н}} = (C_{\text{в}}m_{\text{в}} + C_{\text{г}}m_{\text{г}})\Delta t$ . Приравняв тепло на нагрев и тепло, выделившееся при кристаллизации, выразим изменение температуры:  $\Delta t = \frac{Q}{C_{\text{в}}m_{\text{в}} + C_{\text{г}}m_{\text{г}}} = 37^{\circ}\text{C}$ . Значит конечная температура будет  $57^{\circ}\text{C}$ .

**Максимальный балл за задание — 10**