

Разбор заданий пригласительного этапа ВсОШ по физике

для 7 класса

2020/21 учебный год

Максимальное количество баллов — 30

Задание № 1

Общее условие:

Капитан Врунгель описывал один из этапов регаты на яхте «Беда» так: «В начале был попутный ветер, и мы шли на предельной скорости в 20 км/ч. Через час после старта ветер утих, и яхта медленно дрейфовала со скоростью 5 км/ч. Через 2 часа такого дрейфа я сообразил, что можно самому дуть в парус. Дело пошло куда лучше: мы развили скорость в 15 км/ч и через 2 часа прибыли в пункт назначения». Доверяя рассказу капитана Врунгеля, ответьте на вопросы.

Условие:

В каких единицах настоящий моряк измерял бы скорость?

Варианты ответа:

талант

узел

градус

сарос

Ответ:

узел

1 балл за правильный ответ

Решение. Узел — это скорость, при которой за 1 час судно проходит 1 морскую милю (1852 метра). Название связано со способом измерения этой скорости: за борт бросалась деревяшка с привязанным к ней тросом, на котором были завязаны узелки.

Условие:

Определите среднюю скорость яхты на этом этапе регаты. Ответ запишите в км/ч.

Ответ:

12

3 балла за правильный ответ

Решение. Средняя скорость на участке — это отношение пути, пройденного на этом участке, ко времени его прохождения.

Полный путь: $S = 20 \text{ км/ч} \cdot 1 \text{ ч} + 5 \text{ км/ч} \cdot 2 \text{ ч} + 15 \text{ км/ч} \cdot 2 \text{ ч} = 60 \text{ км}$.

Время: $\Delta t = 1 \text{ ч} + 2 \text{ ч} + 2 \text{ ч} = 5 \text{ ч}$.

Средняя скорость: $V_{\text{ср}} = 60 : 5 = 12 \text{ км/ч}$.

Условие:

Определите среднюю скорость яхты на первой половине пути. Ответ запишите в км/ч.

Ответ:

10

3 балла за правильный ответ

Решение. Средняя скорость на участке — это отношение пути, пройденного на этом участке, ко времени его прохождения.

Путь на участке: $S_1 = S/2 = 60 \text{ км} : 2 = 30 \text{ км}$.

Время: можно заметить, что 30 км яхта преодолела за первые два участка $\Delta t_1 = 1 \text{ ч} + 2 \text{ ч} = 3 \text{ ч}$.

Средняя скорость: $V_{\text{ср}2} = 30 : 3 = 10 \text{ км/ч}$.

Условие:

Определите среднюю скорость яхты за первую половину времени. Ответ запишите в км/ч.

Ответ:

11

3 балла за правильный ответ

Решение. Средняя скорость на участке — это отношение пути, пройденного на этом участке, ко времени его прохождения.

Время: $\Delta t_2 = \Delta t/2 = 2.5 \text{ ч}$.

Путь на участке: $S_2 = 20 \text{ км/ч} \cdot 1 \text{ ч} + 5 \text{ км/ч} \cdot 1.5 \text{ ч} = 27.5 \text{ км}$.

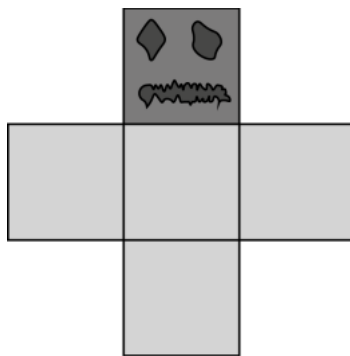
Средняя скорость: $V_{\text{ср}2} = 27.5 : 2.5 = 11 \text{ км/ч}$.

Максимальный балл за задание — 10

Задание № 2

Общее условие:

Алекс собрал в Майнкрафте из 5 одинаковых по размеру кубиков железного голема по схеме, изображённой на рисунке. Верхний кубик — тыква (плотность 0.8 г/см^3), остальные — железо (плотность 8 г/см^3). Ребро кубика 0.5 м .



Условие:

Определите массу голема. Ответ запишите в кг.

Ответ:

4100

3 балла за правильный ответ

Решение. Объём каждого кубика $V = 0.5 \cdot 0.5 \cdot 0.5 = 0.125 \text{ м}^3$

Масса тыквы $m_{\text{т}} = \rho_{\text{т}} \cdot V = 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 0.125 \text{ м}^3 = 100 \text{ кг}$.

Масса железной части $m_{\text{ж}} = \rho_{\text{ж}} \cdot 4V = 8000 \text{ кг/м}^3 \cdot 0.125 \text{ м}^3 \cdot 4 = 4000 \text{ кг}$.

Масса голема $m = m_{\text{т}} + m_{\text{ж}} = 4100 \text{ кг}$

Условие:

Определите давление голема на землю ($g = 10 \text{ Н/кг}$). Ответ запишите в кПа.

Ответ (число из диапазона):

[160; 164]

3 балла за правильный ответ

Решение. В данном случае давление голема — это отношение его веса к площади соприкосновения с землёй.

Вес голема в данной задаче численно равен силе тяжести $F_1 = m \cdot g = 41000 \text{ Н}$.

Площадь соприкосновения — это площадь одной грани кубика: $S = 0.5 \cdot 0.5 = 0.25 \text{ м}^2$.

Давление: $p = F_1/S = 41000 : 0.25 = 164\,000 \text{ Па} = 164 \text{ кПа}$.

Условие:

Голем в погоне за зомби свалился в воду. Определите вес голема, полностью окруженного водой (плотность воды 1.0 г/см^3). Ответ запишите в кН.

Ответ (число из диапазона):

[34; 35]

4 балла за правильный ответ

Решение. Вес голема уменьшается на величину силы Архимеда действующей на него.

Сила Архимеда: $F_A = \rho_v \cdot g \cdot 5V = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 5 \cdot 0.125 \text{ м}^3 = 6250 \text{ Н}$.

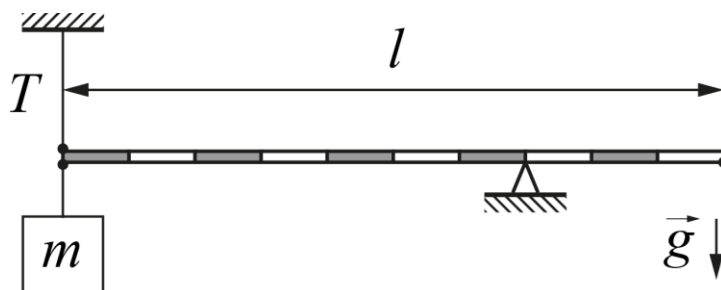
Итоговый вес $F_2 = F_1 - F_A = 41 \text{ кН} - 6.25 \text{ кН} = 34.75 \text{ кН}$.

Максимальный балл за задание — 10

Задание № 3

Общее условие:

Невесомый рычаг длиной $l = 1$ м закреплен на опоре (см. рисунок). К левому концу рычага подвешен груз массой m . В этой же точке к рычагу прикреплена вертикальная нерастяжимая нить. Ускорение свободного падения $g = 10$ Н/кг.



Условие:

Натяжение нити $T = 21$ Н. Определите массу груза m . Ответ запишите в кг.

Ответ (число из диапазона):

[2.1; 2.2]

2 балла за правильный ответ

Решение. На рычаг действуют 3 силы — вес груза (в данных условиях он численно равен $m \cdot g$), сила натяжения верхней нити T и сила реакции в шарнире N . Запишем правило моментов для точки крепления рычага к опоре (тогда момент силы N равен 0):

$$(7/10) \cdot l \cdot m \cdot g = (7/10) \cdot l \cdot T.$$

Откуда $T = m \cdot g$. Значит $m = T/g = 2.1$ кг.

Условие:

К правому концу рычага дополнительно подвесили груз массы $M = 1.4$ кг. Определите новое натяжение нити T_2 . Ответ запишите в Н.

Ответ (число из диапазона):

[14.5; 15]

4 балла за правильный ответ

Решение. На рычаг действуют 4 силы — вес первого груза (в данных условиях он численно равен $m \cdot g$), вес дополнительного груза (в данных условиях он численно равен $M \cdot g$), сила натяжения верхней нити T_2 и сила реакции в шарнире N . Запишем правило моментов для точки крепления рычага к опоре (тогда момент силы N равен 0):

$$(7/10) \cdot l \cdot m \cdot g = (7/10) \cdot l \cdot T_2 + (3/10) \cdot l \cdot M \cdot g.$$

$$\text{Откуда } T_2 = (7 \cdot m \cdot g - 3 \cdot M \cdot g) : 7 = 15 \text{ Н.}$$

Условие:

На какое расстояние в сторону груза M надо сместить груз m , чтобы натяжение нити стало равным 0? Ответ запишите в см.

Ответ:

50

4 балла за правильный ответ

Решение. На рычаг действуют 3 силы — вес первого груза (в данных условиях он численно равен $m \cdot g$), вес дополнительного груза (в данных условиях он численно равен $M \cdot g$) и сила реакции в шарнире N . Запишем правило моментов для точки крепления рычага к опоре (тогда момент силы N равен 0):

$$L \cdot m \cdot g = (3/10) \cdot l \cdot M \cdot g, \text{ где } L \text{ - это новое плечо для первого груза.}$$

$$\text{Откуда } L = (3 \cdot M \cdot l) : (10 \cdot m) = 0.2 \text{ м} = 20 \text{ см.}$$

Так как изначально у первого груза плечо составляло $7/10 = 70$ см, груз нужно сдвинуть на 50 см.

Максимальный балл за задание — 10