

Московская предпрофессиональная олимпиада школьников. Физика. 9 класс. Теоретический тур отборочного этапа, 2023/24

1 ноя 2023 г., 10:00 — 20 ноя 2023 г., 23:59

№ 1, вариант 1

5 баллов

Мяч бросили с поверхности земли вертикально вверх. После достижения наивысшей точки полёта он упал на землю. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Выберите верное утверждение про полную механическую энергию.

- Полная механическая энергия одинакова во все моменты движения мяча.
- Полная механическая энергия максимальна в начале полёта.
- Полная механическая энергия максимальна в конце полёта.
- Полная механическая энергия максимальна в наивысшей точке полёта.
- Полная механическая энергия минимальна в наивысшей точке полёта.

№ 1, вариант 2

5 баллов

Мяч бросили с поверхности земли вертикально вверх. После достижения наивысшей точки полета он упал на землю. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Выберите верное утверждение про модуль импульса мяча.

Модуль импульса мяча одинаков во все моменты движения мяча.

Модуль импульса мяча минимален в начале полёта.

Модуль импульса мяча минимален в конце полёта.

Модуль импульса мяча равен нулю в наивысшей точке полёта.

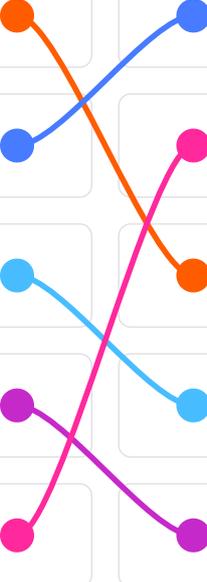
Модуль импульса мяча максимален в наивысшей точке полёта.

№ 2, вариант 1

5 баллов

Установите соответствие между физическими величинами и единицами их измерения

Ом			Сила тока
Ампер			Сила
Вольт			Сопротивление
Паскаль			Напряжение
Ньютон			Давление



№ 2, вариант 2

5 баллов

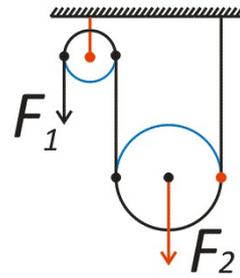
Установите соответствие между физическими величинами и единицами их измерения

Градус Цельсия	●	●	Сила тока
Ом	●	●	Сила
Ампер	●	●	Сопротивление
Вольт	●	●	Напряжение
Ньютон	●	●	Температура

№ 3, вариант 1

10 баллов

Система блоков состоит из неподвижного блока, подвешенного к потолку и подвижного блока. Нить можно считать невесомой. Неподвижный блок невесомый. Масса подвижного блока $m = 0,1$ кг. К нити приложена сила $F_1 = 1$ Н. Система покоится. Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с².



Найдите силу F_2 , приложенную к подвижному блоку.

0,1 Н

1 Н

1,1 Н

2 Н

3 Н

Найдите силу, действующую на потолок со стороны неподвижного блока.

0,1 Н

1 Н

1,1 Н

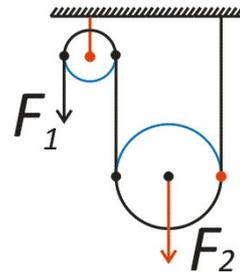
2 Н

3 Н

№ 3, вариант 2

10 баллов

Система блоков состоит из неподвижного блока, подвешенного к потолку и подвижного блока. Нить можно считать невесомой. Неподвижный блок невесомый. Масса подвижного блока $m = 0,1$ кг. К нити приложена сила $F_1 = 2$ Н. Система покоится. Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с².



Найдите силу F_2 , приложенную к подвижному блоку.

1 Н

1,1 Н

2 Н

3 Н

4 Н

Найдите силу, действующую на потолок со стороны неподвижного блока.

1 Н

1,1 Н

2 Н

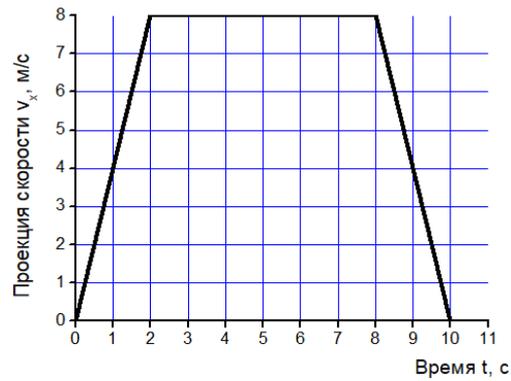
3 Н

4 Н

№ 4, вариант 1

10 баллов

Робот, собирающий заказы на складе, может двигаться вдоль оси x . В начальный момент он находится в начале координат и покоится. Зависимость проекции скорости робота v_x от времени приведена на рисунке.



Найдите координату робота в момент времени $t = 10$ с. Ответ выразите в метрах и округлите до целых.

64

№ 4, вариант 2

10 баллов

Робот, собирающий заказы на складе, может двигаться вдоль оси x . В начальный момент он находится в начале координат и покоится. Зависимость проекции скорости робота v_x от времени приведена на рисунке.



Найти координату робота в момент времени $t = 12$ с. Ответ выразите в метрах и округлите до целых.

48

№ 5, вариант 1

35 баллов

Школьник Вася решил исследовать скорость нагревания воды на плите. Он обнаружил, что кастрюля с некоторым количеством холодной воды нагревается на включенной плите на 4°C за 1 минуту. Сняв кастрюлю с плиты, он положил в неё металлический грузик, который достал из холодильника (температура внутри составляет -18°C). В результате наступления теплового равновесия температура в кастрюле снизилась с 25°C до 20°C .

На сколько градусов будет нагреваться за одну минуту на плите кастрюля вместе с грузиком? Считайте, что перед началом нагрева грузик и вода были одинаковой температуры. Ответ округлите до десятых.

3.5

Найдите массу грузика, если известно, что в кастрюле было 4 литра воды, а грузик сделан из стали с теплоёмкостью $c_1 = 460 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$. Ответ выразите в граммах и округлите до целых.

Теплоёмкость воды $c = 4200 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$. Плотность воды 1000 кг/м^3 .

4805

Какое минимальное количество таких грузиков надо было поместить в кастрюлю с водой при 25°C , чтобы на них образовался лёд? Грузики берут из того же холодильника.

11

№ 5, вариант 2

35 баллов

Школьник Вася решил исследовать скорость нагревания воды на плите. Он обнаружил, что кастрюля с некоторым количеством холодной воды нагревается на включенной плите на $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 1 минуту. Сняв кастрюлю с плиты, он положил в неё металлический грузик, который достал из холодильника (температура в холодильнике $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$). В результате наступления теплового равновесия температура в кастрюле снизилась с $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

На сколько градусов будет нагреваться за одну минуту на плите кастрюля вместе с грузиком? Считать, что перед началом нагрева грузик и вода были одинаковой температуры. Ответ округлите до десятых.

5.4

Найти массу грузика, если известно, что в кастрюле было 4 литра воды, а грузик сделан из стали в теплоёмкостью $c_1 = 460\text{ Дж/кг}\cdot^{\circ}\text{C}$. Ответ выразите в граммах и округлите до целых.

Теплоёмкость воды $c = 4200\text{ Дж/кг}\cdot^{\circ}\text{C}$. Плотность воды 1000 кг/м^3 .

4150

Какое минимальное количество таких грузиков надо было поместить в кастрюлю с водой при $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, чтобы на них образовался лёд? Грузики берут из того же холодильника.

10

№ 6, вариант 1

35 баллов

Исследуя искровой разряд, возникающий между двумя близкорасположенными электродами при большом напряжении, студенты решили создать его увеличенное изображение на экране при помощи линзы. Экран закреплен на стене, а электроды и линзу можно перемещать.

С помощью собирающей тонкой линзы на экране получено изображение разряда, увеличенное в 2 раза. Расстояние между линзой и экраном равно 3 метра. Найдите фокусное расстояние линзы. Ответ выразите в метрах и округлите до десятых.

1

Эту же линзу и электроды передвинули так, чтобы изображение, полученное на экране, было увеличенным в 5 раз. На какое расстояние пришлось передвинуть электроды? Ответ выразите в метрах и округлите до десятых.

2.7

При помощи той же линзы получено изображение разряда равное ему по размеру. Во сколько раз расстояние между электродами и экраном в этом случае меньше чем в случае, когда увеличение было двукратным? Ответ округлите до десятых.

1.1

№ 6, вариант 2

35 баллов

Исследуя искровой разряд, возникающий между двумя близкорасположенными электродами при большом напряжении, студенты решили создать его увеличенное изображение на экране при помощи линзы. Экран закреплен на стене, а электроды и линзу можно перемещать.

С помощью собирающей тонкой линзы на экране получено изображение разряда, увеличенное в 3 раза. Расстояние между линзой и экраном равно 3 метра. Найдите фокусное расстояние линзы. Ответ выразите в метрах и округлите до десятых.

0.8

Эту же линзу и электроды передвинули так, чтобы изображение, полученное на экране, было увеличенным в 6 раз. На какое расстояние пришлось передвинуть электроды? Ответ выразите в метрах и округлите до десятых.

2.1

При помощи той же линзы получено изображение разряда равное ему по размеру. Во сколько раз расстояние между разрядом и экраном в этом случае меньше чем в случае, когда увеличение было трёхкратным? Ответ округлите до десятых.

1.3

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
9 КЛАСС**

Задание 1.1

Полная механическая энергия не меняется в течение полета.

Ответ: Полная механическая энергия одинакова во все моменты движения мяча.

Задание 1.2

В начале и в конце полета скорость мяча максимальна и максимален его импульс. В наивысшей точке полета скорость мяча обращается в ноль и импульс равен нулю.

Ответ: Модуль импульса мяча равен нулю в наивысшей точке полета.

Задание 2.1

Ом - Сопротивление

Ампер - Сила тока

Вольт - Напряжение

Паскаль - Давление

Ньютон - Сила

Задание 2.2

Градус Цельсия - Температура

Ом - Сопротивление

Ампер - Сила тока

Вольт - Напряжение

Ньютон - Сила

Задание 3.1

Так как подвижный блок покоится, то векторная сумма действующих на него сил равна нулю. На него действует сила F_2 , направленная вниз, сила тяжести, равная $mg=0.1*10=1$ Н, и две силы натяжения нити. Так как нить невесома, она в каждой точке натянута одинаково. Отсюда следует, что $F_2=2F_1-mg=2*1Н-1Н=1$ Н.

Неподвижный блок закреплен на потолке на него действуют две силы натяжения нити и сила натяжения подвеса. Численно сила натяжения подвеса равна искомой силе, действующей на потолок (по третьему закону Ньютона).

$$F=2F_1=2Н.$$

Ответ: 1Н; 2Н.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
9 КЛАСС**

Задание 3.2

Так как подвижный блок покоится, то векторная сумма действующих на него сил равна нулю. На него действует сила F_2 , направленная вниз, сила тяжести, равная $mg=0.1*10=1$ Н, и две силы натяжения нити. Так как нить невесома, она в каждой точке натянута одинаково. Отсюда следует, что $F_2=2F_1-mg=2*2Н-1Н=3$ Н.

Неподвижный блок закреплен на потолке на него действуют две силы натяжения нити и сила натяжения подвеса. Численно сила натяжения подвеса равна искомой силе, действующей на потолок (по третьему закону Ньютона).

$$F=2F_1=4Н.$$

Ответ: 3Н; 4Н.

Задание 4.1

Будем работать в проекциях на ту ось, вдоль которой робот движется. Видно, что есть три временных интервала с разными законами движения. 1) 0 с - 2 с, равноускоренное движение с начальной проекцией скорости равной нулю и конечным значением проекции скорости равным $v=8$ м/с, легко видеть что проекция ускорения положительна и равна $a=2$ м/с², 2) равномерное движение в течение $t=6$ секунд со скоростью $v=8$ м/с, 3) 8 с - 10 с, равнозамедленное движение с начальной проекцией скорости равной $v=8$ м/с и конечным значением проекции скорости равным нулю, проекция ускорения отрицательна и равна $a_3=-2$ м/с². Найдем изменения координаты x за каждый из трех интервалов. Все они будут положительны. $x_1=v^2/2a_1=16$ м, $x_2=vt=8*6=48$ м, $x_3=v^2/2a_3=16$ м. Конечная координата определяется как $16+48+16=64$ м.

Ответ 64

Задание 4.2

Будем работать в проекциях на ту ось, вдоль которой робот движется. Видно, что есть три временных интервала с разными законами движения. 1) 0 с - 4 с, равноускоренное движение с начальной проекцией скорости равной нулю и конечным значением проекции скорости равным $v=6$ м/с, легко видеть что проекция ускорения положительна и равна $a=1,5$ м/с², 2) равномерное движение в течение $t=4$ секунд со скоростью $v=6$ м/с, 3) 8 с - 12 с, равнозамедленное движение с начальной проекцией скорости равной $v=6$ м/с и конечным значением проекции скорости равным нулю, проекция ускорения отрицательна и равна $a_3=-1,5$ м/с². Найдем изменения координаты x за

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
9 КЛАСС**

каждый из трех интервалов. Все они будут положительны. $x_1=v^2/2a_1=12$ м, $x_2=vt=6*4=24$ м, $x_3=v^2/2a_3=12$ м. Конечная координата определяется как $12+24+12=48$ м.

Ответ 48

Задание 5.1

1) Пусть c и m – теплоемкость и масса воды в кастрюле, c_1 , m_1 – теплоемкость и массу грузика, $\Delta T=4^\circ\text{C}$ измерение температуры воды за $t=1$ минуту, $T_1=25^\circ\text{C}$, $T_2=20^\circ\text{C}$, $T_3=18^\circ\text{C}$. Пользуясь тем, что кастрюля получает одинаковую теплоту за одну минуту в обоих случаях, можно написать: $cm\Delta T=(cm+c_1m_1)\Delta T_1$, где ΔT_1 – искомая величина. С другой стороны, можно написать уравнение теплового баланса для ситуации, когда грузик кладут в воду: $cm(T_1-T_2)=c_1m_1(T_2-T_3)$. Совместное решение двух этих уравнений дает ответ: $\Delta T_1=\Delta T/(1+(T_1-T_2)/(T_2-T_3))=4/(1+5/38)=3.53=3.5$.

2) Масса воды может быть легко найдена $m=4$ кг. Из уравнения $cm(T_1-T_2)=c_1m_1(T_2-T_3)$ получим $m_1=cm(T_1-T_2)/(c_1(T_2-T_3))=4200*4*5/(460*38)=4.80549$ кг = 4805 г.

3) Для решения этой задачи найдем количество грузиков n (не обязательно целое) которое приведет к охлаждению воды до $T_4=0^\circ\text{C}$. Округлив это число до целого в большую сторону, получим число грузиков (оно обязательно должно быть целым по смыслу задачи).

$$cm(T_1-T_4)=nc_1m_1(T_4-T_3).$$

$$n=cm(T_1-T_4)/(c_1m_1(T_4-T_3))=4200*4*25/(460*4,805*18)=10,55=11.$$

Ответ 3,5; 4805; 11

Задание 5.2

1) Пусть c и m – теплоемкость и масса воды в кастрюле, c_1 , m_1 – теплоемкость и массу грузика, $\Delta T=6^\circ\text{C}$ измерение температуры воды за $t=1$ минуту, $T_1=25^\circ\text{C}$, $T_2=20^\circ\text{C}$, $T_3=24^\circ\text{C}$. Пользуясь тем, что кастрюля получает одинаковую теплоту за одну минуту в обоих случаях, можно написать: $cm\Delta T=(cm+c_1m_1)\Delta T_1$, где ΔT_1 – искомая величина. С другой стороны, можно написать уравнение теплового баланса для ситуации, когда грузик кладут в воду: $cm(T_1-T_2)=c_1m_1(T_2-T_3)$. Совместное решение двух этих уравнений дает ответ: $\Delta T_1=\Delta T/(1+(T_1-T_2)/(T_2-T_3))=4/(1+5/44)=5.5$.

2) Масса воды может быть легко найдена $m=4$ кг. Из уравнения $cm(T_1-T_2)=c_1m_1(T_2-T_3)$ получим $m_1=cm(T_1-T_2)/(c_1(T_2-T_3))=4200*4*5/(460*44)=4.15019$ кг = 4150 г.

3) Для решения этой задачи найдем количество грузиков n (не обязательно целое) которое приведет к охлаждению воды до $T_4=0^\circ\text{C}$. Округлив это число до целого в

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
9 КЛАСС**

большую сторону, получим число грузиков (оно обязательно должно быть целым по смыслу задачи).

$$cm(T_1 - T_4) = nc_1 m_1 (T_4 - T_3).$$

$$n = cm(T_1 - T_4) / (c_1 m_1 (T_4 - T_3)) = 4200 * 4 * 25 / (460 * 4,150 * 24) = 9,16 = 10.$$

ответ 5,4; 4150; 10

Задание 6.1

1) Пусть a - расстояние от разряда до линзы, а b – расстояние от линзы до экрана. По условию $b = 3$ м, а увеличение $\Gamma = b/a = 2$. (Отметим так же что $a = 1.5$ м). Воспользуемся свойством тонкой линзы: $(1/a) + (1/b) = (1/F)$, где F – фокусное расстояние. Легко получить, что $F = b/(1 + \Gamma) = 3/(1 + 2) = 1$ м.

2) $\Gamma = b_1/a_1 = 5$. $(1/a_1) + (1/b_1) = (1/F)$. Совместное решение этих уравнений дает $a_1 = 1,2$ м, $b_1 = 6$ м. Электроды сместили на расстояние $a_1 + b_1 - a - b = 1.2 + 6 - 1.5 - 3 = 2.7$ м.

3) Если увеличение равно единице, то $a_2 = b_2 = 2F$. Расстояние между электродами и экраном равно 4 метра. В первом же случае оно было 3,5 метра. Искомая величина равна $4/3,5 = 1,1$ с учетом округления.

Ответ: 1,0; 2,7; 1,1

Задание 6.2

1) Пусть a - расстояние от разряда до линзы, а b – расстояние от линзы до экрана. По условию $b = 3$ м, а увеличение $\Gamma = b/a = 3$. Воспользуемся свойством тонкой линзы: $(1/a) + (1/b) = (1/F)$, где F – фокусное расстояние. (Отметим так же что $a = 1$ м). Легко получить, что $F = b/(1 + \Gamma) = 3/(1 + 3) = 0,75 = 0,8$ м с учетом округления.

2) $\Gamma = b_1/a_1 = 6$. $(1/a_1) + (1/b_1) = (1/F)$. Совместное решение этих уравнений дает $a_1 = 0,88$ м, $b_1 = 5,25$ м. Электроды сместили на расстояние $a_1 + b_1 - a - b = 0,88 + 5,25 - 1 - 3 = 2.1$ м.

3) Если увеличение равно единице, то $a_2 = b_2 = 2F$. Расстояние между электродами и экраном равно 6 метров. В первом же случае оно было 4 метра. Искомая величина равна $4/3,2 = 1,3$ с учетом округления.

Ответ 0,8; 2,1; 1,3