**Муниципальная Олимпиада по физике 2019 г.**

**7-8 класс**

**Задача 1.**

 Велосипедист в жаркий день поехал купаться на ближайшее озеро. К озеру он ехал в безветренную погоду со скоростью 20 км/ч. Искупавшись он поехал домой, но уже поднялся встречный ветер, и он ехал со скоростью 15 км/ч. График зависимости силы сопротивления воздуха от скорости велосипедиста (в отсутствие ветра) приведён на рисунке. Найдите скорость ветра во время обратного пути. Сопротивлением колес об асфальт и трением в цепи можно пренебречь.

(10 баллов)

**Задача 2.**

Витя, купаясь в реке, увидел плавающую открытую бутылку, наполненную водой наполовину. Найти среднюю плотность бутылки.Плотность воды ρ=1000 кг/м3.

(10 баллов)

**Задача 3.**

На игровой площадке стоят большие лёгкие разноплечие качели. Братья Миша и Коля стоят на противоположных концах качелей. На основании качелей стоит старший брат Петя. Петя в 2 раза тяжелее, чем Миша, и в 4 раза тяжелее, чем Коля. Качели, в начале нахо­дятся в равновесии, т.е. в горизонтальном положении. Затем Миша и Коля начинают двигаться навстречу друг другу с одинаковыми скоростями *v.* С какой скоростью и в каком направлении должен двигаться Петя, чтобы качели оставались горизонтальными?

**(10 баллов)**

**Задача 4**.

Сосуд с налитой до краёв водой объемом V = 1 л при температуре 0 ◦C был поставлена на холодную подставку с постоянной температурой −100◦C. Через некоторое время вода замерзла и сосуд убрали с подставки. Сколько теплоты надо, чтобы растопить лёд?

Стенки сосуда не проводят тепло, лед примерз ко дну. Температура на верхней границе сосуда в каждый момент времени равна 0◦. Плотность льда и воды равны ρл = 0,9 г/см3 и ρв = 1 г/см3 соответственно. Удельная теплоемкость льда сл = 2,1 кДж/ кг◦C , удельная теплота плавления λ = 340 кДж/ кг .

 **(10 баллов)**

**Муниципальная Олимпиада по физике 2019 г.**

**9 класс**

**1.** По междугородной трассе Москва-Санкт-Петербург движутся разделенные отбойниками потоки автомобилей с дистанцией между машинами l=100м. Автотуристу, чтобы съехать с трассы пришлось проехать в потоке L=3 км, затем развернуться и проехать в обратном потоке 3 км до съезда с трассы на грунтовку. Скорость потока из Москвы 54 км/ч, а в Москву 90 км/ч. Сколько машин встретил автотурист. Время разворота не учитывать.

 (**10 баллов**)

 **2.** Витя, купаясь в реке, увидел плавающую открытую бутылку, наполненную водой наполовину. Найти среднюю плотность бутылки.Плотность воды ρ=1000 кг/м3.

(**10 баллов**)

**3.** В школьном кружке перед Петей была поставлена задача - определить скорость таяния снега. Петя во время сильного снегопада при 0 оС положил большой плоский нагреватель на землю и стал записывать, как меняется высота снежного покрова на нагревателе. Нагреватель имел 4 положения переключателя мощности на Р1=0,25 Вт, Р2=0,5 Вт, Р3=1 Вт и Р4=2 Вт. Петя записал только абсолютные значения скорости, без отметки, опускался или увеличивался уровень снега. Для первых трёх значениях переключателя скорость получилась v1=2,25 мм/с, v2=1 мм/с, а v3=1,5 мм/с. Найти четвертую скорость, а также скорость выпадения снега на нагреватель в кг/с, если удельная теплота плавления λ =3,35 .105Дж/кг. (Получающая вода сразу скатывается с нагревателя по желобкам, потерь тепла нет.)

(**10 баллов**)

**4**. 100 г расплавленного металла галлия находятся в калориметре при температуре его плавления tпл=29,8 оС. Медленным охлаждением без внешних воздействий его охладили на 10 оС, при этом галлий удалось оставить жидким. Когда такой переохлаждённый металл стали перемешивать палочкой, то частично перешёл в твердое состояние. Найти массу отвердевшего галлия и установившуюся в калориметре температуру, если удельная теплота плавления галлия λ=80 кДж/кг, удельная теплоемкость жидкого галлия с=410 Дж/(кг**·** оС). Теплоёмкостью калориметра и палочки можно пренебречь.

**(10 баллов)**

**5.** В схему на рисунке в различных комбинациях включали идеальные источники напряжения *Е1* и *Е2* (слева) и сопротивления *R1*и *R2* (справа) и измеряли ток в цепи. Результаты измерений тока в амперах занесены в таблицу. Найдите недостающее число в таблице.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  Е1 |  Е2 |
|  R1 |  1 |  2 |
|  R2 |  **??** |  6 |

**(10 баллов)**

**Муниципальная Олимпиада по физике 2019 г.**

1. **Класс**

**1.** На тренировке первый велосипедист дистанцию 81,6 км проехал с результатом 168 мин. Второй велосипедист отстал от него на круг. Найти, насколько позже первого любителя велосипедиста пришёл к финишу второй, если известно, что последний круг он проезжал с такой же средней скоростью, как и всю дистанцию, а длина круга велотрассы 13,6 км.

**(10 баллов)**

**2.** Строителю надо было доставить тяжелый груз на стройку, и он решил его доставить на санках, подтягивая их к стене с помощью верёвки и блока. Ему пришлось прикладывать к веревке достаточно большую силу *F* = 250 Н, чтобы санки ехали по снегу. Масса человека *M* = 80 кг, масса санок *mс* = 25 кг, масса груза mг=200 кг, коэффициент трения между санками и снегом *μ* = 0,05. С каким ускорением будет ехать на санках строитель? Чему равна сила трения, действующая со стороны человека на санки? Ускорение свободного падения *g* = 10 м/с2.

**(10 баллов)**

**3.** В закрытом сосуде находится идеальный одноатомный газ, плотность которого *ρ* = 2 кг/м3. Среднеквадратичная скорость молекул газа *υ*кв = 750 м/с. Вычислите давление газа р.

**(10 баллов)**

**4.** В схему на рисунке в различных комбинациях включали идеальные источники напряжения *Е1* и *Е2* (слева) и сопротивления *R1*и *R2* (справа) и измеряли ток в цепи. Результаты измерений тока в амперах занесены в таблицу. Найдите недостающее число в таблице.



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  Е1 |  Е2 |
|  R1 |  1 |  2 |
|  R2 |  **??** |  6 |

**(10 баллов)**

**5.** К двум соединённым параллельно резисторам с сопротивлениями R1=50 Ом и R2=150 Ом. Конденсатор емкостью C=5000мкФ, заряженный до напряжения U=300 В. Какое количество энергии выделится в первом резисторе в результате полного разряда конденсатора?

 **(10 баллов)**

**Муниципальная Олимпиада по физике 2019 г.**

1. **класс**

**1.** На тренировке первый велосипедист дистанцию 81,6 км проехал с результатом 168 мин. Второй велосипедист отстал от него на круг. Найти, насколько позже первого любителя велосипедиста пришёл к финишу второй, если известно, что последний круг он проезжал с такой же средней скоростью, как и всю дистанцию, а длина круга велотрассы 13,6 км.

**(10 баллов)**

**2.** Среднеквадратичная скорость молекул идеального одноатомного газа, находящегося в закрытом сосуде, равна *υ*кв = 750 м/. Плотность газа *ρ* = 2 кг/м3. Вычислить давление газа р.

**(10 баллов)**

**3.** **3.** С лодки сбросили маленький, но тяжёлый камень, причем уже через 30 секунд он стал падать практически с постоянной установившейся скоростью. Сила сопротивления воды пропорциональна квадрату скорости его падения. Найти ускорение камня в тот момент, когда его скорость на 15% отличается от установившейся скорости?

**(10 баллов)**

**4.** Электрическая схема, изображенная на рисунке, включена в сеть. Школьник измерил вольтметром напряжения на сопротивлениях R1, R3 и R5. Они оказалось равными U1= 4В, U3= 3В и U5= 5В, соответственно.

Найти неизвестные сопротивления Rx и Ry, если R1 = 1 Ом, R2 = 2 Ом, R3 = 3 Ом, R4 = 1 Ом, R5 = 5/3 Ом и R6 = 3 Ом.

**(10 баллов)**

**5.** Цепь состоит из двух незаряженных конденсаторов с ёмкостями *C*1 и *C*2 и двух идеальных батарей с ЭДС *E*1 и *E*2. В цепь включили идеальный вольтметр после установления равновесия. Найти показания вольтметра.

 **(10 баллов)**

**Муниципальная Олимпиада по физике 2019 г.**

**Решение задач.**

* 1. **класс**
1. Велосипедист в жаркий день поехал купаться на ближайшее озеро. К озеру он ехал в безветренную погоду со скоростью 20 км/ч. Искупавшись он поехал домой, но уже поднялся встречный ветер, и он ехал со скоростью 15 км/ч. График зависимости силы сопротивления воздуха от скорости велосипедиста (в отсутствие ветра) приведён на рисунке. Найдите скорость ветра во время обратного пути. Сопротивлением колес об асфальт и трением в цепи можно пренебречь.

(10 баллов)

**Решение:**

Скорость велосипедиста ограничена лишь мощностью, которую он способен развивать. В установившемся режиме (т.е. когда скорость постоянна) эта мощность идет на преодоление сил сопротивления. Поскольку сопротивлением колес об асфальт можно пренебречь, единственная сила сопротивления здесь — сила сопротивления воздуха. Запишем все сказанное для дороги на озеро. В этом случае скорость относительно воздуха равна v1 = 20 км/ч. Значит, на него будет действовать сила сопротивления F1 = F(для 20км/ч).

Тогда мощность, затрачиваемая велосипедистом на сопротивление воздуха:

P = F1 · v1 = F(20 км/ч) · v1. (1)

По графику (см. рис.) значение F при скорости 20 км/ч равно 8 Н.

P = 8 Н · 20км/ч = 8Н· 5,555 м/с =44,44 Вт.

Для пути обратно ветер дул навстречу, поэтому и скорость меньше v2. Обозначим скорость ветра как u, тогда сила сопротивления F2 = F(v2+u), а мощность велосипедиста осталась та же. Тогда имеем:

P = F2 · v2 = F(v2 + u) · v2, (2)

Т.е. F(v2 + u) = 44,44 Вт/15 км/ч = 44,44 Вт/4,166 м/с ≈ 10,67 Н.

По графику (см. рис.) найдём, что v2 + u ≈ 23 км/ч, это значит, что скорость ветра u ≈ 8 км/ч.

**Критерии оценивания**

Найдена мощность для пути туда......……….................................................................. 5 балла

Найдена сила сопротивления для пути обратно……….................................................. 3 балла Найдена скорость ветра……………………...................................................................... 2 балла

1. Витя, купаясь в реке, увидел плавающую открытую бутылку, наполненную водой наполовину. Найти среднюю плотность бутылки.Плотность воды ρ=1000 кг/м3.

(10 баллов)

**Решение:**

 Раз бутылка плавает, то на неё действует сила Архимеда Fa, равная силе тяжести бутылки F=mg. Находящуюся внутри бутылки воду можно не учитывать, так как бутылка открытая и вода внутри бутылки сообщается с водой в реке. Т.е. надо рассматривать силы, действующие на материал бутылки, а не на бутылку вместе с водой.

По условию (из рисунка это видно) полный объём материала бутылки V должен быть в два раза больше объёма погруженной части материала.

Тогда имеем: *F*A= ρgV/2, а сила тяжести mg=ρgV.

Получаем, что: ρбутgV= ρgV/2 , т.е. ρбут= ρ/2=500 кг/м3.

**Ответ**: плотность бутылки 500 кг/м3.

**Критерии оценивания**

Уравновешивание при установившемся движении силы тяжести, силы Архимеда …...3 балла

Рассмотрена вода в бутылке………….. ………………………………………………….. 2 балла

Рассмотрено соотношение объёмов..……………………………………………………… 3 балла

Получена плотность бутылки…………….…………………………………………….….. 2 балла

3. На игровой площадке стоят большие лёгкие разноплечие качели. Братья Миша и Коля стоят на противоположных концах качелей. На основании качелей стоит старший брат Петя. Петя в 2 раза тяжелее, чем Миша, и в 4 раза тяжелее, чем Коля. Качели, в начале нахо­дятся в равновесии, т.е. в горизонтальном положении. Затем Миша и Коля начинают двигаться навстречу друг другу с одинаковыми скоростями *v.* С какой скоростью и в каком направлении должен двигаться Петя, чтобы качели оставались горизонтальными?

**(10 баллов)**

**Решение:**

Обозначим массу Коли как *т,* масса Миши как *2т,* а Пети тогда как 4 *т*. Качали представляют из себя рычажные весы, где длины рычагов, на которых стоят Миши и Коля за *l* и *L* соответственно. Запишем условие рав­новесия в начальный момент времени, выражающееся в равенстве моментов сил, при­ложенных к рычагам весов:

*2mgl = mgL,* где *g* — ускорение свободного пробега. Тогда *L=2l.*

Через время *t* после того, как Миши и Коля начнут двигаться, сумма моментов сил, действующих на весы относительно точки опоры, будет равна

*N* = *mg(2l - vl) - 2mg(l - vt).*

Чтобы весы оставались горизонтальными Петя тоже должен начать двигаться со ско­ростью *vп* в сторону Миши. Тогда условие равновесия перепишется в виде

*mg(2l -vt) = 2mg*(*l*-*vt} + 4mgvпt .*

Выразив отсюда скорость Пети, получим ответ:*vn = v/A*, двигаться Петя должен в сторону Миши.

***Критерии оценивания***

условие рав­новесия в начальный момент времени …………………………..…… 2 балла

Вывод о соотношении плеч………………………………………………….……… 1 балл

Запись сумма моментов сил …………………………………………….…………. 1 балл

Новое условие равновесия …………………………………………….……………. 4 балла

Найдена скорость Пети ……………………………………………..….…………… 2 балл.

**4.** Сосуд с налитой до краёв водой объемом V = 1 л при температуре 0 ◦C был поставлен на холодную подставку с постоянной температурой −100◦C. Через некоторое время вода замерзла, и сосуд убрали с подставки. Сколько теплоты надо, чтобы растопить лёд?

Стенки сосуда не проводят тепло, лед примерз ко дну. Температура на верхней границе сосуда в каждый момент времени равна 0◦. Плотность льда и воды равны ρл = 0,9 г/см3 и ρв = 1 г/см3 соответственно. Удельная теплоемкость льда сл = 2,1 кДж/ кг◦C , удельная теплота плавления λ = 340 кДж/ кг .

 **(10 баллов)**

**Решение:**

 Найдем массу льда, после того, как вся вода замерзнет. Объем сосуда определяет оббьем льда, поскольку при плавлении льда первой будет плавиться его верхняя граница и получившаяся вода будет сливаться, т.е. объем льда, который расплавившись останется в сосуде, будет равен 1 л и тогда масса льда: mл = V ρл= 0,9 кг.

 Поскольку распределение температуры установилось, то для любого слоя льда поток тепла одинаков (иначе бы изменялась температура). Мысленно разобьем содержимое стакана на одинаковые тонкие слои толщины ∆h. Поток тепла через каждый такой слой пропорционален разности температур на его границах, и, как уже было замечено, одинаков для всех слоев. Значит разность температур на границах слоев одинакова, то есть: ∆T ∼ ∆h Это уравнение говорит о том, что температура от высоты зависит линейно.

Исходя из условий на границе лед-воздух и лед-пол построим график зависимости температуры от высоты:

Для каждого слоя чтобы его отогреть до 0 ◦ потребуется энергия: δQ = cл · ρл S∆h · T(h) Значит для того, чтобы получить полную энергию надо просто посчитать площадь под графиком и полная теплота выражается: Q = cлρл SH(T0 − Tк) 2 = cлρл V (T0 − Tк) 2 После того как весь лед отогреется до 0 ◦C потребуется энергия, чтобы его расплавить: Qпл = λρлV Значит всего потребуется: Q0 = ρлV cл T0 − Tк 2 + λ ≈ 400 кДж

***Ответ:***.

***Критерии оценивания:***

1. Запись выражения (1) …………………………………………………. 5 баллов

2. Запись выражения (2) в общем или численном виде………………... 1 балла

3. Запись выражения (3) …………………………………………………...2 балла

5. Запись выражения (4) в общем или численном виде …………………2 балла

**Муниципальная Олимпиада по физике 2019 г.**

**Решение задач.**

1. **Класс**

**1.** По междугородной трассе Москва-Санкт-Петербург движутся разделенные отбойниками потоки автомобилей с дистанцией между машинами l=100м. Автотуристу, чтобы съехать с трассы пришлось проехать в потоке L=3 км, затем развернуться и проехать в обратном потоке 3 км до съезда с трассы на грунтовку. Скорость потока из Москвы 54 км/ч, а в Москву 90 км/ч. Сколько машин встретил автотурист. Время разворота не учитывать.

 (**10 баллов**)

**Решение:**

Скорость машин встречного потока относительно машины автотуриста по закону сложения скоростей составит V1 + V2 =144 км/ч=40 м/с. Поскольку дистанция между машинами 100 м, то они будут проезжать мимо автотуриста с временным промежутком t=l/( V1 + V2)=2,5 сек.

Из Москвы он проехал 3 км за время t1=L/V1=200сек, а обратно за t2=L/V2=120сек. Тогда число встреченных машин будет равно:

N=(t1+t2)/t=320/2,5=128 машин.

Ответ: 128 машин.

**Критерии оценивания:**

Найдено время t …………………………………….………………………..………….. 3 балла

Найдено время t1 и t2…………………………………………………………..………... 3 балла

Найдено число машин..…………………………………...…………………….….……. 4 балла

**2.** Витя, купаясь в реке, увидел плавающую открытую бутылку, наполненную водой наполовину. Найти среднюю плотность бутылки.Плотность воды ρ=1000 кг/м3.

(10 баллов)

**Решение:**

 Раз бутылка плавает, то на неё действует сила Архимеда Fa, равная силе тяжести бутылки F=mg. Находящуюся внутри бутылки воду можно не учитывать, так как бутылка открытая и вода внутри бутылки сообщается с водой в реке. Т.е. надо рассматривать силы, действующие на материал бутылки, а не на бутылку вместе с водой.

По условию (из рисунка это видно) полный объём материала бутылки V должен быть в два раза больше объёма погруженной части материала.

Тогда имеем: *F*A= ρgV/2, а сила тяжести mg=ρgV.

Получаем, что: ρбутgV= ρgV/2 , т.е. ρбут= ρ/2=500 кг/м3.

**Ответ**: плотность бутылки 500 кг/м3.

**Критерии оценивания**

Уравновешивание при установившемся движении силы тяжести, силы Архимеда …...3 балла

Рассмотрена вода в бутылке………….. ………………………………………………….. 2 балла

Рассмотрено соотношение объёмов..……………………………………………………… 3 балла

Получена плотность бутылки…………….…………………………………………….….. 2 балла

**3.** В школьном кружке перед Петей была поставлена задача - определить скорость таяния снега. Петя во время сильного снегопада при 0 оС положил большой плоский нагреватель на землю и стал записывать, как меняется высота снежного покрова на нагревателе. Нагреватель имел 4 положения переключателя мощности на Р1=0,25 Вт, Р2=0,5 Вт, Р3=1 Вт и Р4=2 Вт. Петя записал только абсолютные значения скорости, без отметки, опускался или увеличивался уровень снега. Для первых трёх значениях переключателя скорость получилась v1=2,25 мм/с, v2=1 мм/с, а v3=1,5 мм/с. Найти четвертую скорость, а также скорость выпадения снега на нагреватель в кг/с, если удельная теплота плавления λ =3,35 .105Дж/кг. (Получающая вода сразу скатывается с нагревателя по желобкам, потерь тепла нет.)

(**10 баллов**)

**Решение:**

Пусть скорость выпадения снега η=Δm/Δt. Для того, чтобы масса Δm снега была растоплена в воду необходимо затратить теплоту ΔQ=λΔm. Т.е. мощность нужная на это для всего падающего снега будет равна: P0=ΔQ/Δt=λη. Если мощность нагревателя будет не Р0, то над нагревателем буде расти или убывать слой снега (в случае меньшей или большей мощности нагревателя, чем λη).

Пусть слой снега растет, тогда v~λη-P, где Р- мощность нагревателя. Тогда из уравнения следует, что график скорости от мощности v(P), где Р будет прямая линия с отрицательным наклоном.

Поскольку все точки должны лежать на одной прямой, то ясно, что соответствующая мощности Р3 должна быть ниже оси и скорость будет v3= -1,5 мм/c. Из графика найдем теперь точку v4= - 6,5 мм/с. Скорость выпадения снега найдем по точке пересечения графика с осью абцисс, что соответствует мощности P0=0,7 Вт. Поскольку P0=ΔQ/Δt=λη, то η= P0/λ=2,1 .10-6 кг/c.

**Критерии оценивания**

Найдена мощность плавления для падающего снега ................................................. 2 балла

Найдена скорость плавления…………………….......................................................... 3 балла

Построен график v(P)………........................................................................................... 2 балла

Найдена скорость плавления v4 и скорость выпадения снега..................................... 3 балла

**4**. 100 г расплавленного металла галлия находятся в калориметре при температуре его плавления tпл=29,8 оС. Медленным охлаждением без внешних воздействий его охладили на 10 оС, при этом галлий удалось оставить жидким. Когда такой переохлаждённый металл стали перемешивать палочкой, то частично перешёл в твердое состояние. Найти массу отвердевшего галлия и установившуюся в калориметре температуру, если удельная теплота плавления галлия λ=80 кДж/кг, удельная теплоемкость жидкого галлия с=410 Дж/(кг**·** оС). Теплоёмкостью калориметра и палочки можно пренебречь.

**(10 баллов)**

**Решение:**

 Когда галлий отвердевает, выделяется теплота кристаллизации, что повышает температуру галлия вплоть до его температуры плавления tпл=29,8 оС, так как только при этой температуре жидкий и твёрдый галлий находятся в равновесии.

Количество теплоты кристаллизации массы m1 галлия равно λm1.Этатеплота идёт на нагревание всего металла до температуры плавления:

Q = cm1 (tпл - t).

Т.е. получаем: m1= сm(tпл - t)/ λ≈5,1 гр.

**Критерии оценивания**

Определено условие нагрева металла до температуры плавления ……………………...3 балла

Записано уравнение для теплоты кристаллизации …………………………………….. 2 балла

Получено выражение для массы отвердевшего галлия ….……………………………… 3 балла

Получен ответ…………………………….…………………………………………….….. 2 балла

**5.** В схему на рисунке в различных комбинациях включали идеальные источники напряжения *Е1* и *Е2* (слева) и сопротивления *R1*и *R2* (справа) и измеряли ток в цепи. Результаты измерений тока в амперах занесены в таблицу. Найдите недостающее число в таблице.



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  Е1 |  Е2 |
|  R1 |  1 |  2 |
|  R2 |  **??** |  6 |

**(10 баллов)**

**Решение:**

Запишем закон Ома для всех комбинаций идеальных источников напряжения и сопротивлений:

 *I11 = Е1/R1; I21 = Е2/R1; I12 = Е1/R2; I22 = Е2/R2;*

Тогда получим: *I12 = I11 .I22/ I21*

Последнее выражение для *I22*, очевидно, можно получить из последних трех:

Подставляя в это выражение значения из таблицы, получим:

*I12 = 3А.*

Ответ: 3 А.

**Критерии оценивания**

Записаны закона Ома  ……………………………………………….…………….. по 1 баллу.

Получено выражение для *I12* …………………………….…………………………..….  4 балла.

Получен ответ……………………………………………………………………………. 2 балла.

**Муниципальная Олимпиада по физике 2019 г.**

**Решение задач.**

1. **Класс**

**1.** На тренировке первый велосипедист дистанцию 81,6 км проехал с результатом 168 мин. Второй велосипедист отстал от него на круг. Найти, насколько позже первого любителя велосипедиста пришёл к финишу второй, если известно, что последний круг он проезжал с такой же средней скоростью, как и всю дистанцию, а длина круга велотрассы 13,6 км.

**(10 баллов)**

**Решение:**

Пусть *L* - длина всей дистанции*, l*- длина круга, *t* - время, через которое оба велосипедиста оказались на финише. Время, которое затратит отставший велосипедист на прохождение последнего круга равно:

 (1)

где *υ -* средняя скорость движения на последнем круге. Эта скорость по условию задачи равна средней скорости движения на всей дистанции, поэтому

 (2) Подставляя (2) в (1), получим:

 (3)

Подставляя сюда численные значения, окончательно получим:

*Δt=33,6 мин.*

 **Критерии оценивания**

Найдено время на прохождение последнего круга........................................................... 2 балла

Найдена средняя скорость................................................................................................... 2 балла

Найдена конечная формула для времени……………………….....................………....... 4 балла

Получен правильный ответ ………………………………………………………..……… 2 балла

**2.** Строителю надо было доставить тяжелый груз на стройку, и он решил его доставить на санках, подтягивая их к стене с помощью верёвки и блока. Ему пришлось прикладывать к веревке достаточно большую силу *F* = 250 Н, чтобы санки ехали по снегу. Масса человека *M* = 80 кг, масса санок *mс* = 25 кг, масса груза mг=200 кг, коэффициент трения между санками и снегом *μ* = 0,05. С каким ускорением будет ехать на санках строитель? Чему равна сила трения, действующая со стороны человека на санки? Ускорение свободного падения *g* = 10 м/с2.

**(10 баллов)**

**Решение:**

Пусть ***a***— ускорение санок, **m=mc+mг** — масса санок с грузом, а ***F*1** — сила трения, действующая между человеком и санками. Записав второй закон Ньютона для санок в проекции на вертикальную ось, найдём силу реакции опоры, действующую на санки:

Запишем уравнения для сил из второго закона Ньютона для человека и для санок грузом в проекции на горизонтальную ось, направленную к стене:

Решим полученную систему уравнений тогда найдем:

 и .

Тогда получаем: *а* = 1,14 м/с2, а *F1*= 159 H.

**Критерии оценивания**

Правильно написан второй закон Ньютона для человека ................................................. 1 балла

Правильно написан второй закон Ньютона для санок с грузом........................................ 3 балла

Найдено ускорение ................................................................................................................ 3 балла

Найдена сила трения между человеком и санками ............................................................ 3 балла

**3.** В закрытом сосуде находится идеальный одноатомный газ, плотность которого *ρ* = 2 кг/м3. Среднеквадратичная скорость молекул газа *υ*кв = 750 м/с. Вычислите давление газа р.

**(10 баллов)**

**Решение:**

Пусть *n* — концентрация молекул газа, тогда давление из уравнения Клайперона: p=nkT.

Поскольку средняя кинетическая энергия молекулы Е=0,5mov2кв=3kT/2, то получаем:

p=(1/3)nmov2кв, где масса молекулы.

Так как ρ=m/V=nmo, то получаем р=(ρv2кв)/3=375 кПа.

**Критерии оценивания**

Записано уравнение Клайперона....................................................................................... 2 балла

Среднюю кинетическую энергию молекулы выражена через температуру................. 3 балла

Записана связь плотности и концентрации...................................................................... 2 балла

Найдено давление................................................................................................................. 3 балла

**4.** В схему на рисунке в различных комбинациях включали идеальные источники напряжения *Е1* и *Е2* (слева) и сопротивления *R1*и *R2* (справа) и измеряли ток в цепи. Результаты измерений тока в амперах занесены в таблицу. Найдите недостающее число в таблице.



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  Е1 |  Е2 |
|  R1 |  1 |  2 |
|  R2 |  **??** |  6 |

**(10 баллов)**

**Решение:**

Запишем закон Ома для всех комбинаций идеальных источников напряжения и сопротивлений:

 *I11 = Е1/R1; I21 = Е2/R1; I12 = Е1/R2; I22 = Е2/R2;*

Тогда получим: *I12 = I11 .I22/ I21*

Последнее выражение для *I22*, очевидно, можно получить из последних трех:

Подставляя в это выражение значения из таблицы, получим:

*I12 = 3А.*

Ответ: 3 А.

**Критерии оценивания**

Записаны закона Ома  ……………………………………………….…………….. по 1 баллу.

Получено выражение для *I12* …………………………….…………………………..….  4 балла.

Получен ответ……………………………………………………………………………. 2 балла.

**5.** К двум соединённым параллельно резисторам с сопротивлениями R1=50 Ом и R2=150 Ом. Конденсатор емкостью C=5000мкФ, заряженный до напряжения U=300 В. Какое количество энергии выделится в первом резисторе в результате полного разряда конденсатора?

 **(10 баллов)**

**Решение:**

Резисторы подключены параллельно, поэтому на их обкладках будет одно напряжение. Тогда выделяющаяся на них тепловая мощность в соответствии с формулой *P=U2/R* делится обратно пропорционально сопротивлениям.

Т.е. на первом резисторе выделяется W1=(150/200)⋅W=0,75⋅W или 75% суммарной мощности.

Соотношение выполняется в любой момент времени, поэтому оно верно и для полной выделившейся энергии, которая будет равна энергии конденсатора W=СU2/2 . Подставляя числовые значения, получаем, что полная энергия конденсатора будет равна:

W=0,5⋅5000 мкФ⋅(300 B)2 =225 Дж.

Тогда энергия, выделившаяся в первом резисторе, будет равна: W1=0,75⋅225 Дж=168,75 Дж.

Ответ: 169 Дж.

**Критерии оценивания**

Найдена доля выделения энергии на первом резисторе……………… ………….......... 4 балла

Найдена полная энергия конденсатора………………………….……….......................... 4 балла

Найдена энергия, выделившаяся на первом резисторе………….…………………......... 2 балла

**Муниципальная Олимпиада по физике 2019 г.**

**Решение задач.**

1. **класс**

**1.** На тренировке первый велосипедист дистанцию 81,6 км проехал с результатом 168 мин. Второй велосипедист отстал от него на круг. Найти, насколько позже первого любителя велосипедиста пришёл к финишу второй, если известно, что последний круг он проезжал с такой же средней скоростью, как и всю дистанцию, а длина круга велотрассы 13,6 км.

**(10 баллов)**

**Решение:**

Пусть *L* - длина всей дистанции*, l*- длина круга, *t* - время, через которое оба велосипедиста оказались на финише. Время, которое затратит отставший велосипедист на прохождение последнего круга равно:

 (1)

где *υ -* средняя скорость движения на последнем круге. Эта скорость по условию задачи равна средней скорости движения на всей дистанции, поэтому

 (2) Подставляя (2) в (1), получим:

 (3)

Подставляя сюда численные значения, окончательно получим:

*Δt=33,6 мин.*

 **Критерии оценивания**

Найдено время на прохождение последнего круга........................................................... 2 балла

Найдена средняя скорость................................................................................................... 2 балла

Найдена конечная формула для времени……………………….....................………....... 4 балла

Получен правильный ответ ………………………………………………………..……… 2 балла

**2.** Среднеквадратичная скорость молекул идеального одноатомного газа, находящегося в закрытом сосуде, равна *υ*кв = 750 м/. Плотность газа *ρ* = 2 кг/м3. Вычислить давление газа р.

**(10 баллов)**

**Решение:**

Пусть *n* — концентрация молекул газа, тогда давление из уравнения Клайперона: p=nkT.

Поскольку средняя кинетическая энергия молекулы Е=0,5mov2кв=3kT/2, то получаем:

p=(1/3)nmov2кв, где масса молекулы.

Так как ρ=m/V=nmo, то получаем р=(ρv2кв)/3=375 кПа.

**Критерии оценивания**

Записано уравнение Клайперона........................................................................................ 2 балла

Среднюю кинетическую энергию молекулы выражена через температуру.................. 3 балла

Записана связь плотности и концентрации....................................................................... 2 балла

Найдено давление................................................................................................................. 3 балла

**3.** С лодки сбросили маленький, но тяжёлый камень, причем уже через 30 секунд он стал падать практически с постоянной установившейся скоростью. Сила сопротивления воды пропорциональна квадрату скорости его падения. Найти ускорение камня в тот момент, когда его скорость на 15% отличается от установившейся скорости?

**(10 баллов)**

**Решение:**

На тонущий камень действуют сила тяжести, сила Архимеда и сила сопротивления воздуха. Поскольку сила Архимеда намного меньше других сил (т.к. камень маленький), то ей можно пренебречь.

По второму закону Ньютона:

 *ma=mg- kv2*

При установившемся движении *а=0*, откуда имеем: *k=mg/v2уст.*

Тогда искомое ускорение *a=g(1-v2/v2уст)=g(1-0,852)=0,85 м/с2.*

**Критерии оценивания**

Записан второй закон Ньютона…………………………................................................... 3 балла

Указано, что при установившемся движении ................................................................... 2 балла

Приведено выражение для искомого ускорения ............................................................... 3 балла

Получен числовой ответ .......................................................................................................2 балла

**4.** Электрическая схема, изображенная на рисунке, включена в сеть. Школьник измерил вольтметром напряжения на сопротивлениях R1, R3 и R5. Они оказалось равными U1= 4В, U3= 3В и U5= 5В, соответственно.

Найти неизвестные сопротивления Rx и Ry, если R1 = 1 Ом, R2 = 2 Ом, R3 = 3 Ом, R4 = 1 Ом, R5 = 5/3 Ом и R6 = 3 Ом.

**(10 баллов)**

**Решение:**

Обозначим узлы на схеме буквами A, B, C и D так, как это показано на Рис. .

Используя результаты измерений и закон Ома для участка цепи, не составляет труда вычислить величины сил тока на участках AB, BC и CD. Они равны, соответственно,

Поскольку на Рис. видно, что точка A подключена к положительной клемме источника, а точка D — к отрицательной, ясно, что на участке AB ток течет от A к B, а на участке CD — от C к D. Про направление тока на перемычке CB сказать ничего определенного невозможно. Нужно рассмотреть обе возможности:

1) ток течет вверх и 2) ток течет вниз.

Рассмотрим ситуацию 1. Направление токов изображено на Рис. 1. По закону Кирхгофа, сумма втекающих в узел токов должна быть равна сумме вытекающих. Следовательно, по участку BD течет ток IBD = IAB + IBC = 5 A, а по участку AC:

 IAC = ICD + IBC = 4 A. Падения напряжения вдоль участков цепи AB и ACB в этом случае равны

Приравняв эти напряжения для искомого сопротивления получаем: Ry = 2 Ом. Аналогично, для падений напряжения на участках CBD и CD имеем:

Таким образом, сопротивление участка BD равно Rx = 2 Ом. Обратимся теперь ко второй возможной ситуации: ток по перемычке BC течет вниз. Направления токов указано на Рис. 2. Токи на участках AC и BD равны IAC = ICD −IBC = 2 A и IBD = IAB − IBC = 3 A. Действуя аналогично предыдущему случаю, для сопротивления получаем:

Приравняем эти напряжения и получаем сопротивление участка AC равное Ry = 8 Ом. Рассмотрим теперь напряжения на участках BCD и BD:

Таким образом, сопротивление участка BD равно Rx = 6 Ом

***Ответ:*** Возможны два варианта ответа: 1) Rx = Ry = 2 Ом; 2) Rx = 6 Ом, Ry = 8 Ом.

***Критерии оценивания***

Получены направления токов на схемах………………..………….………….. 3 балла.

Получены уравнения по пр. Кирхгофа ………………………..………………...4 балла.

Найдены сопротивления………………………..………………………………....3 балла.

**5.** Цепь состоит из двух незаряженных конденсаторов с ёмкостями *C*1 и *C*2 и двух идеальных батарей с ЭДС *E*1 и *E*2. В цепь включили идеальный вольтметр после установления равновесия. Найти показания вольтметра.

 **(10 баллов)**

**Решение:**

Из закона сохранения заряда следует, что заряды конденсаторов равны. Обозначим заряд каждого конденсатора *q*. Обозначим показания вольтметра за *U*, тогда

Решая полученную систему уравнений, найдём

**Критерии оценивания**

Указано, что заряды конденсаторов равны .................................................................... 2 балла

Записаны два независимых уравнения, связывающие заряд конденсаторов, показания вольтметра и данный в условие величины ..................................................................2×2 балла

Получен ответ .................................................................................................................... 4 балла