**Всякое полностью правильное решение *оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения!***

***В случае если решение какой-либо задачи отличается от авторского, эксперт (учитель) сам составляет критерии оценивания в зависимости от степени и правильности решения задачи. При этом не допускается снижение баллов за плохой почерк, решение, отличное от авторского и т.д. При правильном решении, содержащем арифметическую ошибку (в том числе ошибку при переводе единиц измерения), оценка снижается на 1 балл.***

***Максимальное количество баллов – 100 баллов:***

***- 7-8 кл., 40 баллов\*2,5=100 баллов,***

***-9-11 кл., 50 баллов\*2=100 баллов.***

***Поэтому в 7-8 кл. нужно количество баллов участника умножить на 2,5, в 9-11 кл. нужно количество баллов участника умножить на 2.***

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ. 2019–2020 уч. г.

ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 7 КЛАСС

**Задача 1 (10 баллов).** Тупу – сельскохозяйственная единица измерения земельной площади, применявшаяся в некоторых районах Перу и Боливии. Она составляет 60 шагов в длину и 50 шагов в ширину, то есть около 0,164 гектара. Определите, ***сколько тысяч*** ***квадратных шагов*** содержится в одной квадратной миле, если она состоит из 640 акров, а в одном гектаре содержится 40,5 акра.

***Возможное решение***

Из условия задачи следует, что .

Отсюда

Кроме того, , значит,

.

Окончательно получаем:

.

***Критерии оценивания***

Установлена связь между гектарами и квадратными шагами **3 балла**

Установлена связь между акрами и квадратными шагами **3 балла**

Установлена связь между квадратными милями и квадратными шагами **3 балла**

Разумно округлён ответ (в пределах от 280 тыс. до 300 тыс. кв. шагов) **1 балл**

**Максимум за задание – 10 баллов.**

|  |  |
| --- | --- |
| **Задача 2 (10 баллов).** Почтальон Печкин, двигаясь на велосипеде с постоянной скоростью, объехал одну за другой улицы деревни, доставляя корреспонденцию. Линия, вдоль которой двигался почтальон, показана на рисунке. Во сколько раз быстрее проехал бы Печкин расстояние от *А* до *В*, если бы двигался с вдвое большей скоростью по прямой?  |  |
| ***Возможное решение***Печкин проезжает ломаную AA´ (см. рисунок), двигаясь со скоростью υ за время . Если бы Печкин ехал вдоль прямой *AA*´ с вдвое большей скоростью, то он проехал бы из *A* в *A*´ за время . |  |

Следовательно, Печкин доедет до пункта *В* в 6 раз быстрее.

***Критерии оценивания***

Найдено **4 балла**

Найдено **4 балла**

Найдено отношение времён **2 балла**

**Максимум за задачу – 10 баллов.**

**Задача 3 (10 баллов).** Скорость Гулливера при спокойной ходьбе составляет 100 глюмглеффов в секунду, а максимальная скорость маленького гепарда из страны Лилипутии – 2400 блестрег в час. Кто быстрее: Гулливер или гепард-лилипут? Известно, что 70 глюмглеффов равны 6-ти футам, 5000 блестрег равны 12-ти милям, в одной миле – 5280 футов.

***Возможное решение***

Для сравнения двух скоростей необходимо привести их к общей размерности. Выразим скорость гепарда в глюмглеффах в секунду. Скорость гепарда составляет:

Таким образом, Гулливер быстрее гепарда-лилипута.

*Примечание: при решении задачи возможно приведение скоростей к любым другим одинаковым единицам измерения.*

***Критерии оценивания***

Высказана идея о приведении скоростей к общей размерности **3 балла**

Скорости приведены к общей размерности **5 балла**

Получено верное соотношение скоростей **2 балла**

**Максимум за задачу – 10 баллов.**

**Задача 4.** В мешке лежат несколько шаров разных масс. Масса самого лёгкого шара 123 г, а самого тяжёлого – 145 г. Общая масса всех шаров равна 1015 г. Сколько шаров в мешке?

***Возможное решение***

Найдём максимально возможное число шаров в мешке, предположив, что масса всех шаров, кроме самого тяжёлого, равна 123 г. В этом случае число лёгких шаров равно:

Число шаров, естественно, должно быть целым. Число лёгких шаров может быть равно 7, если часть из них тяжелее 123 г, но не может быть больше 7.

Теперь найдём минимально возможное число шаров, предположив, что все шары, кроме самого лёгкого, имеют массу 145 г:

Число тяжёлых шаров не может быть равно 6, так как в этом случае какие-то шары должны иметь массу больше 145 г, что противоречит условию задачи, но число тяжёлых шаров может быть равно 7, если часть из них легче 145 г.

Таким образом, мы доказали, что в мешке ровно 8 шаров (поскольку во всех промежуточных рассуждениях один шар исключался – вначале самый тяжёлый, затем самый лёгкий).

***Критерии оценивания***

Доказано, что в мешке не больше 8 шаров

(Этот пункт относится к первому абзацу решения) **3 балла**

Доказано, что в мешке не меньше 8 шаров

(Этот пункт относится ко второму абзацу решения.) **3 балла**

Дан правильный ответ **4 балла**

Нужно учитывать и другие возможные решения – например, такое.

*Если бы все шары были одинаковые и тяжёлые, то тогда бы в мешке находилось 1015 г : 145 г = 7 шаров. Значит, в мешке на самом деле больше 7 шаров. Если бы все шары были одинаковые и лёгкие, то в мешке находилось бы 1015 г : 123 г = 8,25 шара. Но число шаров должно быть целым! При этом данное число должно быть больше 7. Следовательно, в мешке 8 шаров.*

**Максимум за задачу – 10 баллов.**

**ВСЕГО ЗА РАБОТУ – 40 БАЛЛОВ.**

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ. 2019–2020 уч. г.

ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 8 КЛАСС

**Задача 1 (10 баллов).** Турист проехал на велосипеде за один день 40 км. При этом с 9.00 до 11.20 он ехал со скоростью, которая равномерно возрастала со временем от 10 км/ч до 14 км/ч. Затем турист загорал на пляже. На оставшийся путь он потратил время с 18.30 до 20.00. Определите среднюю скорость туриста на вечернем участке поездки.

***Возможное решение***

С 9.00 до 11.20 турист ехал со средней скоростью (так как скорость возрастала равномерно со временем). Значит, за это время турист проехал расстояние . За время с 18.30 до 20.00 велосипедист проехал . Следовательно, средняя скорость туриста на вечернем участке поездки равна:

.

***Критерии оценивания***

Средняя скорость туриста на утреннем участке поездки **4 балла**

Расстояние, которое проехал турист с 9.00 до 11.20 **2 балла**

Расстояние, которое проехал турист с 18.30 до 20.00 **2 балла**

Средняя скорость туриста на вечернем участке поездки **2 балла**

**Максимум за задачу – 10 баллов.**

|  |  |
| --- | --- |
| **Задача 2 (10 баллов).** Определите давление воздуха над поверхностью жидкости в точке *А* внутри закрытого участка изогнутой трубки, если *ρ*=800 кг/м3, *h*=20 см, *p*0=101 кПа, *g*=10 м/с2. Жидкости плотностями *ρ* и 2*ρ* друг с другом не смешиваются.***Возможное решение***Давление в точке *B* равно: .Давление в точке *С* равно: .По закону Паскаля , следовательно, ⟹ . |  |
| ***Критерии оценивания***Рассчитано давление в точке *B* **3 балла**Рассчитано давление в точке *C* **3 балла**Сделан вывод о равенстве давлений в однородной жидкостина одном горизонтальном уровне **2 балла**Рассчитано давление в точке A **2 балла****Максимум за задачу – 10 баллов.** |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Задача 3 (10 баллов).** Для того чтобы полностью вынуть наружу тело, плавающее в воде, к нему необходимо приложить силу F1=20 Н, а для того чтобы полностью погрузить это тело в воду, нужна сила F2=30 Н. Определите плотность тела ρ. Плотность воды ρ0=1000 кг/м3.***Возможное решение*** Запишем условие равновесия для тела в первом случае: , где m – масса тела, V – объём тела. Условие равновесия для тела во втором случае запишется в виде: ⇒ ⇒  |  |

***Критерии оценивания***

Записано условие равновесия тела в первом случае **2 балла**

Записано условие равновесия тела во втором случае **3 балла**

Записано выражение для силы Архимеда **2 балла**

Записано выражение для плотности тела **2 балла**

Получен численный ответ **1 балл**

**Максимум за задание – 10 баллов.**

|  |  |
| --- | --- |
| **Задача 4 (10 баллов).** К концам лёгкой нити, перекинутой через блок, с одной стороны прикреплена однородная планка с нарисованными на ней делениями, а с другой – груз, опирающийся на конец планки и имеющий массу m=10 кг. Определите, при какой массе планки *M* система будет находиться в равновесии. Чему при этом будет равен модуль силы натяжения нити? Трения в оси блока нет. Все необходимые  |  |

расстояния можно получить из рисунка. Модуль ускорения свободного падения можно считать равным g=10 м/с2.

***Возможное решение***

Пусть T – модуль силы натяжения нити, N – модуль силы реакции планки, действующей снизу на груз. Запишем условия равновесия для планки и груза, соответственно:

,

.

*Более рациональным будет рассмотрение планки и груза как системы*

Запишем правило моментов для планки относительно её правого конца:

, где *l* – длина одного деления.

Решая систему уравнений, окончательно получаем:

, *.*

***Критерии оценивания***

Записано условие равенства нулю суммы сил для планки **2 балла**

Записано условие равенства нулю суммы сил для груза **2 балла**

Записано правило моментов для планки **2 балла**

Масса планки выражена через массу груза **1 балл**

Получен численный ответ для массы планки **1 балл**

Получено выражение для модуля силы натяжения нити **1 балл**

Получен численный ответ для модуля силы натяжения нити **1 балл**

**Максимум за задание – 10 баллов.**

**Всего за работу – 40 баллов.**

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ. 2019–2020 уч. г.

ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС

**Задача 1 (10 баллов).** Саша, Коля и Дима приняли участие в соревнованиях по бегу на дистанцию L=200 м. На старте друзья располагались на соседних дорожках. Саша, стартовавший на первой дорожке, финишировал первым через t=40 с, а Дима на третьей дорожке отстал от победителя на Δt=10 с. Определите скорость Коли на второй дорожке, если известно, что в момент финиша Саши все три бегуна располагались на одной прямой. Скорости бега спортсменов можно считать постоянными на всей дистанции, а беговую дорожку прямой.

***Возможное решение***

Найдём скорость Саши: и скорость Димы: . В момент времени t Дима отстал от Саши на расстояние . Из того, что все три друга в этот момент находились на одной прямой, следует, что Коля отстал от Саши на расстояние . С другой стороны , где – скорость Коли. Решая записанную систему уравнений, получим, что . Подставим найденные скорости и и получим .

***Критерии оценивания***

Найдены скорости Саши и Димы (по 1 баллу за каждую) – **2 балла**

Найдено расстояние, на которое Дима отстал от Саши в момент времени t – **2 балла**

Использовано, что друзья расположены на одной прямой, и получена связь между расстояниями, на которые Дима и Коля отстали от Саши – **2 балла**

Записано выражение для расстояния, на которое Коля отстал от Саши в момент времени t, через скорость Коли – **2 балла**

Получено выражение для скорости Коли – **1 балл**

Получено численное значение скорости Коли – **1 балл**

**Максимум за задачу – 10 баллов.**

|  |  |
| --- | --- |
| **Задача 2 (10 баллов).** К концам лёгкого рычага, находящегося в равновесии, подвешены грузы: к левому концу подвешено два груза, а к правому три (рис.). Затем к левому и правому концам рычага подвесили ещё по одному грузу, а точку подвеса рычага переместили на 1 см, после чего рычаг вновь оказался в равновесии. Какова длина рычага? Все грузы одинаковые. ***Возможное решение***Пусть масса одного груза равна m, а длина рычага *L*. По правилу рычага в первом случае левое плечо рычага относится к правому как **3:2**.  |  |

Значит, в первом случае длина левого плеча равна (при этом длина правого плеча равна ). Во втором случае левое плечо относится к правому как **4:3**. Значит, после перемещения точки подвеса длина левого плеча равна (а правого ). Расстояние, на которое переместили точку подвеса рычага, равно , откуда .

***Критерии оценивания***

Записано правило рычага для первого случая – **1 балл**

Длина левого/правого плеча выражена через общую длину рычага в первом случае – **2 балла**

Записано правило рычага для второго случая – **1 балл**

Длина левого/правого плеча выражена через общую длину рычага во втором случае – **2 балла**

Смещение точки подвеса выражено через общую длину рычага – **2 балла**

Получен ответ – **2 балла**

**Максимум за задание – 10 баллов**

**Задача 3 (10 баллов).** В калориметр налито 100 г воды, имеющей температуру 20 0C. В калориметр помещают металлическое тело массой 40 г, нагретое до температуры 100 0C. После установления теплового равновесия температура в калориметре стала равна 23,2 0C. Найдите удельную теплоёмкость металла, из которого изготовлено тело. Удельная теплоёмкость воды 4,19 кДж/(кг∙0C), теплоёмкость калориметра 35,2 Дж/0C, потерями теплоты в окружающую среду можно пренебречь.

*Примечание:* теплоёмкостью тела называется количество теплоты, которое нужно сообщить этому телу для того, чтобы его температура увеличилась на 1 0C.

***Возможное решение***

Обозначим удельную теплоёмкость металлического тела *c*, а теплоёмкость калориметра С и запишем уравнение теплового баланса: ⟹ ,

где 0С, а 0С, откуда

***Критерии оценивания***

Учёт теплоёмкости калориметра **3 балла**

(далее за пренебрежение теплоёмкостью калориметра баллы не снимаются)

Записано уравнение теплового баланса **3 балла**

Выражена теплоёмкость тела **2 балла**

Получен ответ **2 балла**

**Максимум за задание – 10 баллов.**

**Задача 4 (10 баллов).** Из четырёх одинаковых амперметров собрали электрическую цепь, которую подключили к источнику с небольшим напряжением. Определите силу тока, текущего через перемычку АВ (сопротивление перемычки и соединительных проводов много меньше сопротивления амперметра), если сумма показаний всех амперметров I0=49 мА. 

***Возможное решение***

Пронумеруем амперметры слева направо и изобразим эквивалентную схему с учетом расположения амперметров относительно соответствующих узлов A, B, C и D.

Поскольку все амперметры одинаковы, одинаковы и их собственные сопротивления. Значит , а . Обозначим собственные сопротивления как *r*, тогда разность потенциалов , отсюда . По условию , откуда .

Искомая сила тока через перемычку АВ равна сумме токов, проходящих через первый и второй амперметры:

***Критерии оценивания***

Указано, что все амперметры имеют одинаковое собственное сопротивление **1 балл**

Найдены силы тока *I1*, *I3*, *I4* **3 балла**

Найдена сила тока *I2* **4 балла**

Указано, что **1 балл**

Найдена сила тока *I*АВ **1 балл**

**Максимум за задачу – 10 баллов.**

**Задача 5 (10 баллов).** Для поддержания в доме постоянной температуры T=+20 0С всё время работает электрокотел. При похолодании температура воздуха на улице понижается на Δt=15 0С, и для поддержания в доме прежней температуры приходится увеличить мощность обогрева в 1,5 раза. Определите температуру воздуха на улице при похолодании. Какая температура установилась бы в доме, если бы электрокотел работал с прежней мощностью?

Считайте, что мощность теплопередачи из комнаты на улицу пропорциональна только разности их температур.

***Возможное решение***

Пусть температура воздуха на улице до похолодания была равна t, а тепловая мощность, поступающая в дом от электрокотла до похолодания, была равна P. Тогда до похолодания: , где α – некоторый постоянный коэффициент пропорциональности. После похолодания: . Поделим одно уравнение на другое: ⟹ 0С. Если бы дрова подкладывали с прежней частотой, то: ⟹ 0С.

Критерии оценивания

 **3 балла**

 **3 балла**

 0С **2 балла**

 0С **2 балла**

**Максимум за задачу – 10 баллов.**

**ВСЕГО ЗА РАБОТУ – 50 БАЛЛОВ.**

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ. 2019–2020 уч. г.

ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 10 КЛАСС

**Задача 1 (10 баллов).** При движении в гору автомобиль может развивать максимальную скорость , а при движении с этой же горы – скорость . В обоих случаях двигатель работает на свою максимальную мощность; использование коробки передач позволяет двигателю автомобиля развивать эту максимальную мощность при разных скоростях движения. Какую максимальную скорость этот автомобиль может развить при движении по горизонтальной дороге? Считайте, что ветра нет, а действующая на автомобиль сила сопротивления воздуха пропорциональна квадрату его скорости. Решите задачу в общем случае, а также в частном случае км/ч, км/ч. Сравните для данного примера скорость со значением км/ч.

***Возможное решение***

По условию на автомобиль, движущийся со скоростью , действует сила сопротивления воздуха , где – некоторый постоянный коэффициент пропорциональности. Пусть P – мощность двигателя автомобиля, m – его масса, α – угол наклона горы к горизонту. При движении по горизонтальной дороге со скоростью расходуемая за промежуток времени τ энергия Pτ равна величине работы силы сопротивления воздуха , где – пройденный за время τ путь. Отсюда . При движении в гору со скоростью , расходуемая за промежуток времени τ энергия Pτ идёт на преодоление работы силы сопротивления воздуха , где , и изменение потенциальной энергии автомобиля: , где . Отсюда . При движении с горы со скоростью расходуемая за промежуток времени τ энергия Pτ идёт на преодоление работы силы сопротивления воздуха , где , и изменение потенциальной энергии автомобиля , где .

Отсюда . Из двух соотношений для движения автомобиля в гору и с горы получаем:

 + ⟹ . Подставляя сюда соотношение для мощности при горизонтальном пути, находим, что . В частном случае при км/ч и км/ч, км/ч. Это чуть меньше, чем 150 км/ч.

***Критерии оценивания***

 **2 балла**

 **2 балла**

. **2 балла**

 **2 балла**

 км/ч **1 балл**

Сделано сравнение двух скоростей **1 балл**

**Максимум за задание – 10 баллов**

|  |  |
| --- | --- |
| **Задача 2 (10 баллов).** В находящуюся в широком сосуде жидкость частично погружены одинаковые кубики со стороной *а* и массой М. Кубики удерживаются в равновесии при помощи системы, состоящей из невесомых блоков, соединенных очень лёгкой и нерастяжимой нитью. Трение в осях блоков отсутствует, плотность жидкости равна плотности кубиков. Изначально правый кубик погружен в жидкость ровно наполовину. 1) На какую величину изменится глубина погружения правого кубика, если на левый кубик поместить небольшой перегрузок массой m=М/16? 2) На сколько в результате этого изменятся модуль силы натяжения нити и модуль силы давления жидкости на дно?  |  |

Явлениями, связанными со смачиванием поверхностей кубиков жидкостями, можно пренебречь. ***Возможное решение***

Так как плотности кубика и жидкости равны, то действие сил тяжести и выталкивающей силы со стороны жидкости на погруженную часть кубика скомпенсированы и при решении задачи их можно не учитывать. До помещения перегрузка из условия равновесия: , для правого кубика и для левого кубика, где – масса не погруженной части. Отсюда . После помещения перегрузка установится равновесие, при котором правый кубик всплывет на величину , а левый кубик будет подтоплен на величину (из условия кинематической связи между правым и левым кубиком). Тогда условия равновесия перепишутся как: для правого и для левого. С учетом того, что m=М/16, получаем, что . Модуль силы натяжения изменится при этом на . Так как суммарная сила натяжения нитей, поддерживающих кубики, увеличилась на величину , а вес системы жидкость-кубики вырос на mg, при этом эти силы направлены в противоположные стороны, изменение силы давления на дно равно .

***Критерии оценивания***

Условие равновесия для кубиков до помещения перегрузка **2 балла**

Условие равновесия для кубиков после помещения перегрузка **2 балла**

Установление кинематической связи (зависимость изменения глубин погружения для правого и левого кубика) **1 балла**

Расчет Δh **1 балл**

Расчет ΔT **1 балл**

Расчет изменения силы давления на дно любым способом **3 балла**

**Максимум за задание – 10 баллов**

**Задача 3 (10 баллов).** На водопроводном смесителе установлены два крана – холодный и горячий. Краны одинаковы по своей конструкции – она такова, что количество воды, протекающее через каждый кран за одну секунду, пропорционально углу поворота крана при его открывании. Если повернуть холодный кран на угол α1=1800, а горячий кран – на угол β1=600, из крана потечёт вода температурой t1=36 0C. Если же повернуть холодный кран на угол α2=1200, а горячий кран – на угол β2=900, то из крана потечёт вода температурой t2=48 0C. Найдите температуру воды, текущей из крана, когда холодный кран повёрнут на угол α3=1600, а горячий кран повёрнут на угол β3=800. Потерями теплоты в смесителе пренебречь.

***Возможное решение***

Обозначим за qГ=bα скорость поступления горячей воды через кран, а qХ=bβ – холодной, где b – некоторый постоянный коэффициент пропорциональности. Тогда за время Δt в смеситель поступит ΔmГ=qГΔt=bαΔt горячей воды и ΔmХ=qХΔt=bβΔt – холодной. Уравнение теплового баланса для смесителя: |QОТД|=|QПОЛ| ⟹ cΔmГ(tГ–t)=cΔmХ(t–tХ), где tГ – температура горячей воды из крана, tХ – холодной, а t – их смеси. После подстановки массы и сокращения одинаковых величин имеем α(tГ–t)=β(t–tХ). Используя данные для первого и второго случая, и решая получившуюся систему уравнений: tГ=86,4 0С, tХ=19,2 0С. Используя полученные результаты для расчета температуры в третьем случае: t3=41,6 0С

***Критерии оценивания***

Найден массовый расход горячей и холодной воды **2 балла**

Уравнение теплового баланса 2 **балла**

Рассчитана температура горячей воды **2 балла**

Рассчитана температура холодной воды **2 балла**

Рассчитана температура смеси в третьем случае **2 балла**

**Максимум за задание – 10 баллов**

|  |  |
| --- | --- |
| **Задача 4 (10 баллов).** На закреплённые неподвижно клеммы A и B, расстояние между которыми равно 40 см, может подаваться постоянное напряжение 0,3 В. К клеммам прикреплены две медные проволоки без изоляции, всюду имеющие круглое поперечное сечение.  |  |

Одна из проволок натянута и имеет длину 40 см, а другая имеет длину 70 см. Диаметр обеих проволок 0,6 мм. Как сделать так, чтобы тепловая мощность, выделяющаяся в этой системе, была максимальной? Чему равна эта мощность? Проволоки можно приводить в электрический контакт друг с другом всеми возможными способами, но нельзя обрывать их и отсоединять концы проволок от клемм. Удельное сопротивление меди 1,7∙10–8 Ом∙м.

***Возможное решение***

 при постоянном напряжении источника. Соединение проволок, при котором достигается минимальное сопротивление, такое: нужно длинную проволоку натянуть вдоль короткой проволоки, а оставшийся участок длинной проволоки сложить вдвое и, перегнув в точке B, приложить к отрезку AB. При таком соединении мы получаем два проводника R1 и R2, соединенных последовательно. Первый – длиной *l*1=25 см и состоящий из двух параллельных проволок, второй – длиной *l*2=15 см и состоящий из четырех параллельных проволок. , где , а , где . . Вт.

***Критерии оценивания***

Указано, что мощность максимальна при минимальном сопротивлении – **1 балл**

Указано, что сопротивление уменьшается, если проволоки соединены параллельно –**1 балл**

Указан способ соединения проволок, при котором будет достигаться максимальная мощность (два участка цепи длинами 25 см и 15 см) – **3 балла**

Выражены сопротивления этих участков цепи (по 1 очку за каждое сопротивление) – **2 балла**

Выражено сопротивление всей цепи – **1 балл**

Найдена максимальная мощность (1 балл формула + 1 балл число) – **2 балла**

**Максимум за задание – 10 баллов**

|  |  |
| --- | --- |
| **Задача 5 (10 баллов).** На рисунке чёрными линиями показаны зеркала (стены комнаты), по краям которых стоят колонны (обозначены римскими цифрами). Тбалла S — положение наблюдателя. Арабскими цифрами обозначены некоторые теоретически возможные изображения колонн в зеркалах. Укажите номера изображений, которые может видеть наблюдатель. Для каждого выбранного вами изображения назовите колонну, являющуюся его источником. Объясните ваш ответ. |  |

***Возможное решение***

В т. 1, 7 и 8 наблюдатель изображений колонн не может видеть. 2 — изображение колонны V, видимое через зеркало I-II, 3 — изображение колонны III, видимое через зеркало I-II, 4 — изображение колонны V, видимое через зеркало II-III, 5 — изображение колонны IV, видимое через зеркало II-III, 6 — изображение колонны I, видимое через зеркало III-IV.

Все остальные возможные варианты отражений не видны наблюдателю (например, т. 5 являясь изображением колонны II, видимым через зеркало III-IV, находится вне поля зрения наблюдателя)

***Критерии оценивания***

По каждому из приведенных ниже пунктов дано аргументированное обоснование

(при наличии от 1 до 5 правильных ответов – 1 балл, 6 и больше- 2 балла) **2 балла**

Изображение 1 наблюдатель не видит **1 балл**

Изображение 7 наблюдатель не видит **1 балл**

Изображение 8 наблюдатель не видит **1 балл**

Изображение 2 наблюдатель видит и источником является колонна V **1 балл**

Изображение 3 наблюдатель видит и источником является колонна III **1 балл**

Изображение 4 наблюдатель видит и источником является колонна V **1 балл**

Изображение 5 наблюдатель видит и источником является колонна IV **1 балл**

Изображение 6 наблюдатель видит и источником является колонна I **1 балл**

(Если в ответе указано только видимость изображения для наблюдателя или только номер колонны, являющейся источником для соответствующего изображения, оценка снижается на 0,5 балла за каждую ошибку)

**Максимум за задание – 10 баллов**

**ВСЕГО ЗА РАБОТУ – 50 БАЛЛОВ.**

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ. 2019–2020 уч. г.

ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС

**Задача 1 (10 баллов).** При движении в гору автомобиль может развивать максимальную скорость , а при движении с этой же горы – скорость . В обоих случаях двигатель работает на свою максимальную мощность; использование коробки передач позволяет двигателю автомобиля развивать эту максимальную мощность при разных скоростях движения. Какую максимальную скорость этот автомобиль может развить при движении по горизонтальной дороге? Считайте, что ветра нет, а действующая на автомобиль сила сопротивления воздуха пропорциональна квадрату его скорости. Решите задачу в общем случае, а также в частном случае км/ч, км/ч. Сравните для данного примера скорость со значением км/ч.

***Возможное решение***

По условию на автомобиль, движущийся со скоростью , действует сила сопротивления воздуха , где – некоторый постоянный коэффициент пропорциональности. Пусть P – мощность двигателя автомобиля, m – его масса, α – угол наклона горы к горизонту. При движении по горизонтальной дороге со скоростью расходуемая за промежуток времени τ энергия Pτ равна величине работы силы сопротивления воздуха , где – пройденный за время τ путь. Отсюда . При движении в гору со скоростью , расходуемая за промежуток времени τ энергия Pτ идёт на преодоление работы силы сопротивления воздуха , где , и изменение потенциальной энергии автомобиля: , где . Отсюда . При движении с горы со скоростью расходуемая за промежуток времени τ энергия Pτ идёт на преодоление работы силы сопротивления воздуха , где , и изменение потенциальной энергии автомобиля , где .

Отсюда . Из двух соотношений для движения автомобиля в гору и с горы получаем:

 + ⟹ . Подставляя сюда соотношение для мощности при горизонтальном пути, находим, что . В частном случае при км/ч и км/ч, км/ч. Это чуть меньше, чем 150 км/ч.

***Критерии оценивания***

 **2 балла**

 **2 балла**

. **2 балла**

 **2 балла**

 км/ч **1 балл**

Сделано сравнение двух скоростей **1 балл**

**Максимум за задание – 10 баллов**

|  |  |
| --- | --- |
| **Задача 2 (10 баллов).** Клин массой M=250 г с углом α=300 при основании покоится на гладкой горизонтальной плоскости. На клин положили брусок массой m=100 г и ударом сообщили ему некоторую скорость, направленную вверх вдоль наклонной поверхности клина. Найдите, какое количество теплоты Q выделилось в результате трения бруска о клин, если известно, что максимальная высота,  |  |

на которую поднялся брусок от своего начального положения, h=20 см. Коэффициент трения бруска о наклонную поверхность клина µ=0,6. Ускорение свободного падения примите равным g=10 м/с2.

|  |  |
| --- | --- |
| ***Возможное решение***Искомое количество теплоты численно равно работе сил трения , где . В системе отсчета, связанной с неподвижным наблюдателем ускорение бруска , где – ускорение клина, направленное горизонтально вправо, а – ускорение бруска относительно клина, направленное вдоль наклонной поверхности клина вниз. Выберем оси: ОХ – горизонтально вправо и ОY – вертикально вверх. |  |

Для клина II закон Ньютона в проекции на ось ОХ: .

Для бруска II закон Ньютона запишется:

Проекция на ОХ:

Проекция на ОY: . Так как проскальзывание между клином и бруском есть, то , а значит . Выражая из первого уравнения , из третьего , и подставляя во второе уравнение, с учетом , получаем

 ⟹ ⟹

***Критерии оценивания***

Правильно расставлены силы, действующие на клин и брусок **1 балла**

Записан закон сложения ускорений бруска **1 балла**

Записаны уравнения движения бруска (OX OY) и клина (OX) **4 балла**

Получено выражение для с учетом **3 балл**

Получена формула и численное значение для выделившейся теплоты **1 балла**

**Максимум за задание – 10 баллов**

|  |  |
| --- | --- |
| **Задача 3 (10 баллов).**  В колбе объёмом V=2 л при комнатной температуре находится =0,1 моля гелия. Горлышко колбы имеет длину *l*=2 см и сечение S=10 см2. Это горлышко закрыто цилиндрической пробкой массой m=10 г, могущей скользить по нему без трения. В начальный момент пробка удерживается у основания горлышка, и гелий не выходит наружу. Пробку отпускают, и она вылетает из горлышка со скоростью υ=10 м/с.  |  |

Найдите изменение ΔT температуры гелия в колбе к моменту вылета пробки из горлышка. Давление воздуха в комнате равно p0=100 кПа, теплообменом гелия в колбе с окружающими телами за время вылета пробки можно пренебречь.

***Возможное решение***

Так как теплообмена нет, процесс – адиабатный. Тогда , где А – работа газа, а – изменение внутренней энергии одноатомного гелия.

 – работа газа идет на преодоление внешнего атмосферного давления , где – объем горлышка колбы, и на сообщение пробке кинетической энергии . Таким образом из первого начала термодинамики получаем

***Критерии оценивания***

Записан/сформулирован закон сохранения энергии для системы «гелий+пробка» – **2 балла**

Указанный закон записан развернуто (в явном виде записаны изменение внутренней энергии гелия, работа гелия и кинетическая энергия пробки) – **4 балла**

Получено выражение для изменения температуры гелия – **2 балла**

Получен численный ответ для изменения температуры гелия – **2 балла**

**Максимум за задание – 10 баллов**

|  |  |
| --- | --- |
| **Задача 4 (10 баллов).** Система, изображённая на рисунке, состоит из резисторов двух типов, с сопротивлениями R=2r=200 Ом и r=100 Ом, источника постоянного напряжения U=9 В и шести перемычек (проводов, сопротивлением которых можно пренебречь). Найдите силы токов через все резисторы, перемычки и источник напряжения.***Вариант решения***Примем за нулевой уровень потенциала точку 9. Тогда точки с φ9=φ6=φ3=0 обозначим буквой В (потенциал φВ=0), точки φ2=φ5=φ8 буквой С (потенциал φС), а точки φ1=φ4=φ7=U буквой А (потенциал φА=U). На эквивалентной схеме все элементы расставлены с учетом расположения относительно узлов А, В и С: |  |



Так как ⟹ . Так как ⟹ . Найдем потенциал в точке С из соотношения разности потенциалов: ⟹

, а . Токи через резисторы находятся как отношение разности потенциалов на данном участке к сопротивлению участка: , , , . Для участков 34 и 67 из эквивалентной схемы видно, что токи текут в обратную сторону от выбранного направления: , . Общий ток можно найти из закона сохранения заряда, как алгебраическую сумму токов, вытекающих из точки А:

I91=25+50+25+45+90=235 мА.

Для токов через перемычки из закона сохранения заряда для каждого узла получаем: I14=210 мА, I25=15 мА, I36=85 мА, I47=115 мА, I58=15 мА, I69=195 мА.

***Критерии оценивания***

Правильно нарисована эквивалентная схема **3 балла**

Найдены разности потенциалов (напряжения) между узлами **2 балл**

Правильно рассчитаны токи через резисторы (по 1 баллу за каждые 3 тока) **3 балла**

Правильно рассчитаны токи через перемычки (по 1 баллу за каждые 3 тока) **2 балла**

**Максимум за задание – 10 баллов**

**Задача 5 (10 баллов).** Пучок параллельных световых лучей падает на линзу с оптической силой D1=−10 дптр. На каком расстоянии за ней нужно поставить соосно линзу с оптической силой D2=+2,5 дптр, чтобы из второй линзы лучи пучка вышли параллельно?

***Критерии оценивания***

Фокусное расстояние – модуль величины, обратно пропорциональной оптической силе линзы F1=0,1 м, F2=0,4 м **1 балл**

Чтобы параллельный пучок после прохождения через рассеивающую линзу опять собрался в параллельный на собирающей, фокусы линз должны совпадать **4 балла**

Фокусное расстояние собирающей линзы – это сумма фокусного расстояния рассеивающей с расстоянием между линзами **3 балла**

Правильно рассчитано расстояние между линзами (0,3 м) **2 балла**

**Максимум за задание – 10 баллов**

**ВСЕГО ЗА РАБОТУ – 50 БАЛЛОВ.**