***Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике (2017/18 учебный год)***

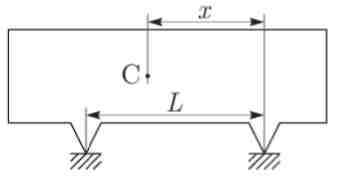
**9 класс**

Количество задач – 5. Время, отводимое на выполнение - 150 минут.

**Задача 9.1**

Средняя скорость тела за 20 секунд движения составила 4 м/с. Средняя скорость этого же тела за последние 4 секунды движения составила 10 м/с. Определите среднюю скорость тела за первые 16 секунд движения.

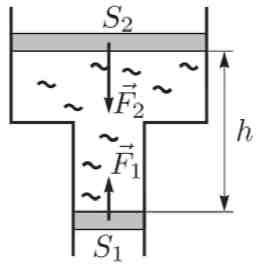
**Задача 9.2**



Расстояние между двумя опорами балки (см. рис.) равно *L* = 2,8 м, а расстояние между правой опорой и центром масс (к центру масс, в точке C, приложена сила тяжести) равно *x* = 2,1 м. Для того чтобы определить массу балки, под правую опору подставили весы. Их показания составили *M* = 2400 кг. Определите массу балки *m*.

**Задача 9.3**

В сосуде, закрепленном в штативе, между двумя невесомыми поршнями находится вода (**р** = 1000 кг/м3). На поршень 1 площадью *S* 1 = 110 см2 действует сила *F1 =* 1,76 кН, на поршень 2 площадью *S2* = 2200 см2 действует сила *F2 =* 3,3 кН. Поршни неподвижны, жидкость несжимаема, ускорение свободного падения *g =* 10 м/с2. Определите расстояние *h* между поршнями.



**Задача 9.4**

В калориметре находится вода массой *mв =* 0,16 кг и температурой *tв =* 30 °C. Для того, чтобы охладить воду, из холодильника в стакан переложили лед массой *m*л = 80 г. В холодильнике поддерживается температура *tл =* -12 °C. Определите конечную температуру в калориметре. Удельная теплоёмкость воды *C*в = 4200 Дж/(кг\*°C), удельная теплоёмкость льда *Cл =* 2100 Дж/(кг\*°C), удельная теплота плавления льда ***λ*** *=* 334 кДж/кг.

**Задача 9.5**

Кипятильник был подключен к батарее идеальных аккумуляторов с выходным напряжением *U* 0 = 200 В. Он смог прогреть стакан воды до температуры *t1 =* 85**°**C при температуре в комнате *t* комн = 25 °C. Потом второй такой же кипятильник подключили последовательно с этим и опустили во второй такой же стакан с водой. Какая температура *t*2 установится в нем? Количество теплоты *ΔQ,* теряемое стаканом за время *Δt,* пропорционально разности температур воды и воздуха, то есть *ΔQ/Δt = k(tв*оды *-tв*озд*).* Сопротивление кипятильника не зависит от его температуры.

***Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике (2017/18 учебный год)***

**10 класс**

Количество задач - 5. Время, отводимое на выполнение - 150 минут.

**Задача 10.1**

Домашняя кошка любит валяться на полу и играть в мячик, бросая его задними лапами вертикально вверх и ловя его после удара о потолок. Скорость мячика перед абсолютно упругим ударом о потолок обычно равна *V0* = 5 м/с. Однажды кошка стала так же играть, лежа на лужайке. Она привычными движениями бросала мячик вверх, а вот ловить его приходилось позже на время Δ*t.* Определите это время. Ускорение свободного падения g= 10 м/с2.

**Задача 10.2**

Сферическая капля воды падает в воздухе с установившейся скоростью *V0.* С какой установившейся скоростью *V* будет падать капля воды, имеющая в n раз бoльшую массу? Считайте, что сферическая форма капли не меняется при увеличении ее скорости, а сила сопротивления воздуха пропорциональна площади поперечного сечения и квадрату скорости

движения капли. Для справки: объем шара радиусом *R* равен *V = 3.*

**Задача 10.3**

Две стороны проволочной рамки, имеющей форму равностороннего треугольника, сделаны из алюминиевой проволоки, а третья - из медной вдвое большего диаметра. Плотность меди считайте в три раза большей плотности алюминия. Определите, на каком расстоянии от середины медной проволоки находится центр тяжести системы, если сторона треугольника равна *L.*

**Задача 10.4**

В калориметре находится вода массой *тв =* 0,16 кг и температурой *tв =* 30 °C. Для того, чтобы охладить воду, из холодильника в стакан переложили лед массой дал = 80 г. В холодильнике поддерживается температура *tл =* -12 °C. Определите конечную температуру в калориметре. Удельная теплоёмкость воды Св = 4200 Дж/(кг\*°C), удельная теплоёмкость льда *Сл =* 2100 Дж/(кг\*°C), удельная теплота плавления льда λ*=* 334 кДж/кг.

**Задача 10.5**

Кипятильник был подключен к батарее идеальных аккумуляторов с выходным напряжением *U* 0 = 200 В. Он смог прогреть стакан воды до температуры *t1 =* 85**°**C при температуре в комнате *t* комн = 25 °C. Потом второй такой же кипятильник подключили последовательно с этим и опустили во второй такой же стакан с водой. Какая температура *t*2 установится в нем? Количество теплоты *ΔQ,* теряемое стаканом за время *Δt,* пропорционально разности температур воды и воздуха, то есть *ΔQ/Δt = k(tв*оды *-tв*озд*).* Сопротивление кипятильника не зависит от его температуры.

***Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике (2017/18 учебный год)***

**11 класс**

Количество задач - 5. Время, отводимое на выполнение - 150 минут.

**Задача 11.1**

Тело с герметичной полостью изготовлено из стеклопластика (рс = 2,0 г/см3). Если это тело подвесить на нити в воздухе, сила натяжения нити равна *Т*0 *=* 3,5 Н. Для удержания этого тела в воде (тело полностью погружено в воду и не касается дна сосуда) к нити прикладывают силу *Т*1 *=* 1,5 Н. Определите возможные значения отношения а объема полости к полному объему тела.

**Задача 11.2**

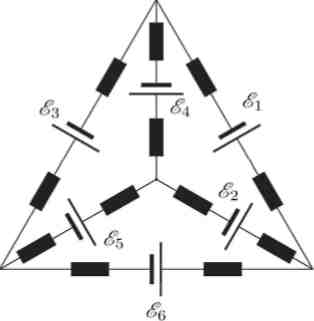
Неподвижная наклонная плоскость наклонена под углом а к горизонту. Брусок может скользить по ней с коэффициентом трения μ<tg α. Бруску сообщают начальную скорость,

направленную вверх вдоль горки. Определите отношение времени подъема бруска ко времени его опускания.

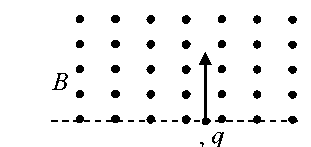
**Задача 11.3**

В калориметре находится вода массой *тв =* 0,16 кг и температурой *tв =* 30 °C. Для того, чтобы охладить воду, из холодильника в стакан переложили лед массой дал = 80 г. В холодильнике поддерживается температура *tл =* -12 °C. Определите конечную температуру в калориметре. Удельная теплоёмкость воды Св = 4200 Дж/(кг\*°C), удельная теплоёмкость льда *Сл =* 2100 Дж/(кг\*°C), удельная теплота плавления льда λ*=* 334 кДж/кг.

**Задача 11.4**

Экспериментатор собрал электрическую цепь, состоящую из разных батареек с пренебрежимо малыми внутренними сопротивлениями и одинаковых плавких предохранителей, и нарисовал ее схему (предохранители на схеме обозначены черными прямоугольниками). При этом он забыл указать на рисунке часть ЭДС батареек. Однако экспериментатор помнит, что в тот день при проведении опыта все предохранители остались целыми. Восстановите неизвестные значения ЭДС. Если *ε1=9В; ε2=5В; ε3=3В;*

**Задача 11.5**

Частица массой *m*, несущая заряд *q*, влетает со скоростью *V* в область однородного магнитного поля с индукцией *B* перпендикулярно линиям индукции и плоской границе области (см. рис.). Определите максимальное расстояние, на которое удалится от границы области частица в процессе своего движения.

***Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике (2017/18 учебный год)***

***7 класс***

Количество задач – 3. Время, отводимое на выполнение - 90 минут.

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Полное решение задачи оценивается в 10 баллов ***вне зависимости*** от того, совпадает выбранный школьником способ решения с авторским или нет. Приведенные ниже критерии оценивания используются, только если решение задачи не доведено до правильного ответа.

**Задача 7.1**

Моторная лодка развивает скорость 10 км/ч. Из пункта А в пункт В можно добраться по озеру и по реке, оба пути одинаковой длины 120 км. Лодочник должен проехать туда и обратно, либо по реке, либо по озеру. Какой способ быстрее, если скорость течения реки 2 км/ч?

Решение:

Путь туда и обратно по озеру будет длиться 120/10 + 120/10 = 24 часа, тогда как по реке это будет 120/12 + 120/8 = 25 часов. Поэтому добираться быстрее по озеру.

*Критерии оценивания:*

Записана формула или видно из работы школьника, что скорость - это расстояние, деленное

на время - 1 балл

Найдено время пути по озеру - 3 балла

Найдено время пути по реке по течению - 2 балла

Найдено время пути по реке против течения - 2 балла

Сделано сравнение и получен правильный ответ - 2 балла

**Задача 7.2**

Китайскому крестьянину нужно построить плот. Крестьянин знает, что хороший плот получается из 40 цельных стволов бамбука, каждый длиной 100 чи (чи – древнекитайская мера длины, 1 чи = 30,12 см). Беда в том, что весь бамбук в округе вчера вырубили. Сколько времени придется ждать, пока он не вырастет заново, если бамбук за сутки вырастает на 75,3 см, а в округе есть 60 бамбуковых растений?

Решение:

Поскольку стволы должны быть цельными, нужно подождать пока каждое дерево вырастет до высоты 100 чи, а потом срубить 40 из них. Ждать придётся

(100\*30,12 см)/(75,3 см/сут) = 40 суток.

*Критерии оценивания:*

Все величины приведены к одной системе единиц - 3 балла

Получена связь времени со скоростью роста и нужной длиной ствола - 3 балла

Получен правильный ответ - 4 балла

**Задача 7.3**

Плотностью вещества называют отношение массы тела из этого вещества к его объему. Например, масса 1 см3 воды составляет 1 г, поэтому плотность воды 1 г/см3. Представим, что смешали 100 литров воды и 100 литров спирта плотностью 0,8 г/см3, и при смешении оказалось, что суммарный объем уменьшился на 5 процентов. Какова плотность полученного раствора?

Решение:

Суммарная масса раствора 100\*1+100\*0,8 = 180 кг. При этом суммарный объем раствора (100+100)\*0,95= 190 литров. Плотность раствора равна 180/190 **«** 0,95 г/см3.

*Критерии оценивания:*

Найдена масса всей воды - 2 балла

Найдена масса всего спирта - 2 балла

Найдена суммарная масса раствора - 1 балл

Найден суммарный объем после смешения - 3 балла

Найдена плотность раствора - 2 балла

***Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике (2017/18 учебный год)***

**8 класс**

Количество задач - 4. Время, отводимое на выполнение - 120 минут.

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Полное решение задачи оценивается в 10 баллов ***вне зависимости*** от того, совпадает выбранный школьником способ решения с авторским или нет. Приведенные ниже критерии оценивания используются, только если решение задачи не доведено до правильного ответа.

**Задача 8.1**

Моторная лодка развивает скорость 10 км/ч. Из пункта А в пункт В можно добраться по озеру и по реке, оба пути одинаковой длины 120 км. Лодочник должен проехать туда и обратно, либо по реке, либо по озеру. Какой способ быстрее, если скорость течения реки 2 км/ч?

Решение:

Путь туда и обратно по озеру будет длиться 120/10 + 120/10 = 24 часа, тогда как по реке это будет 120/12 + 120/8 = 25 часов. Поэтому добираться быстрее по озеру.

*Критерии оценивания:*

Записана формула или видно из работы школьника, что скорость - это расстояние, деленное

на время - 1 балл

Найдено время пути по озеру - 3 балла

Найдено время пути по реке по течению - 2 балла

Найдено время пути по реке против течения - 2 балла

Сделано сравнение и получен правильный ответ - 2 балла

**Задача 8.2**

Средняя скорость тела за 20 секунд движения составила 4 м/с. Средняя скорость этого же тела за последние 4 секунды движения составила 10 м/с. Определите среднюю скорость тела за первые 16 секунд движения.

Решение:

Весь путь, пройденный телом, равен 4\*20 = 80 метров. Из них 4\*10 = 40 метров оно прошло за последние 4 секунды. За первые 16 секунд оно прошло 80-40 = 40 метров. Таким образом, средняя скорость за первые 16 секунд равна 40/16=2,5 м/с.

*Критерии оценивания:*

Написано или видно из работы, что средняя скорость равна отношению пройденного

расстояния к промежутку времени - 2 балла

Найден весь путь, пройденный телом - 2 балла

Найден путь, пройденный телом за последние 4 секунды - 2 балла

Найден путь, пройденный телом за первые 16 секунд - 2 балла

Найдена средняя скорость за первые 16 секунд - 2 балла

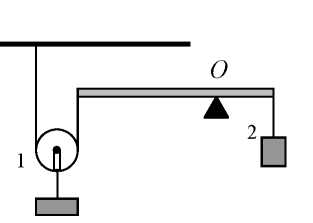
**Задача 8.3**

При смешивании 100 литров воды и 100 литров спирта плотностью 0,8 г/см3 оказалось, что суммарный объем уменьшился на 5 процентов. Какова плотность полученного раствора?

Решение:

Суммарная масса раствора 100\*1+100\*0,8 = 180 кг. При этом суммарный объем раствора (100+100)\*0,95= 190 литров. Плотность раствора равна 180/190 **«** 0,95 г/см3.

*Критерии оценивания:* Найдена масса всей воды - 2 балла Найдена масса всего спирта - 2 балла Найдена суммарная масса раствора - 1 балл Найден суммарный объем после смешения - 3 балла Найдена плотность раствора - 2 балла

**Задача 8.4**

На каком расстоянии от левого конца невесомого рычага нужно разместить точку *О* опоры, чтобы рычаг находился в равновесии (см. рис.)? Длина рычага *L* = 60 см, масса первого груза вместе с блоком *m*1 = 2 кг, масса второго груза *m*2 = 3 кг.

Решение:

Обозначим искомое расстояние *x*. К правому концу рычага приложена сила тяжести *m2g,* а к левому - сила натяжения нити *m1g/2* (так как подвижный блок дает выигрыш в силе в 2 раза). По правилу рычага (относительно точки *O): (m1g/2)x = m2g(L-x).* Отсюда x = *2m2L* /*(m1 + 2m2)* = 45 см.

*Критерии оценивания:*

Указана сила тяжести, действующая на правый конец рычага – 2 балла

Указана сила натяжения нити, действующая на левый конец рычага - 3 балла

Записано правило рычага, из которого можно получить ответ - 3 балла (если сразу правильно

записано правило рычага, то автоматически ставится 8 баллов)

Выражено искомое расстояние *x* в виде формулы - 1 балл

Получен правильный численный ответ - 1 балл

***Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике (2017/18 учебный год)***

**9 класс**

Количество задач – 5. Время, отводимое на выполнение - 150 минут.

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Полное решение задачи оценивается в 10 баллов ***вне зависимости*** от того, совпадает выбранный школьником способ решения с авторским или нет. Приведенные ниже критерии оценивания используются, только если решение задачи не доведено до правильного ответа.

**Задача 9.1**

Средняя скорость тела за 20 секунд движения составила 4 м/с. Средняя скорость этого же тела за последние 4 секунды движения составила 10 м/с. Определите среднюю скорость тела за первые 16 секунд движения.

Решение:

Весь путь, пройденный телом, равен 4\*20 = 80 метров. Из них 4\*10 = 40 метров оно прошло за последние 4 секунды. За первые 16 секунд оно прошло 80-40 = 40 метров. Таким образом, средняя скорость за первые 16 секунд равна 40/16=2,5 м/с.

*Критерии оценивания:*

Написано или видно из работы, что средняя скорость равна отношению пройденного

расстояния к промежутку времени - 2 балла

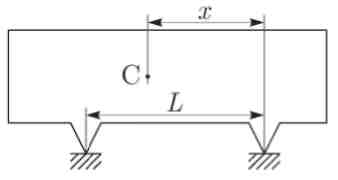
Найден весь путь, пройденный телом - 2 балла

Найден путь, пройденный телом за последние 4 секунды - 2 балла

Найден путь, пройденный телом за первые 16 секунд - 2 балла

Найдена средняя скорость за первые 16 секунд - 2 балла

**Задача 9.2**



Расстояние между двумя опорами балки (см. рис.) равно *L* = 2,8 м, а расстояние между правой опорой и центром масс (к центру масс, в точке C, приложена сила тяжести) равно *x* = 2,1 м. Для того чтобы определить массу балки, под правую опору подставили весы. Их показания составили *M* = 2400 кг. Определите массу балки *m*.

Решение:

По правилу рычага (относительно левой опоры): *mg*(*L* – *x*) = *MgL*. Отсюда *m* ***=****M\*(L/(L-x))=* **=** 2400 **•** 2,4/0,7 кг **=** 9600

*Критерии оценивания:*

Учтено, что показание весов пропорционально силе реакции опоры (не обязательно в явном

виде) - 2 балла

Указаны силы, действующие на балку (если сразу верно написано правило рычага – этот

балл получается автоматически) - 2 балла

Записано правило рычага, из которого можно получить ответ - 4 балла

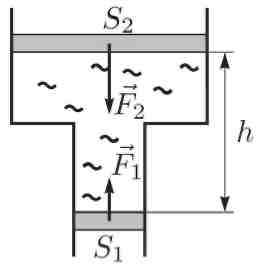
Выражена масса *m* из формулы - 1 балл

Получен правильный численный ответ - 1 балл

**Задача 9.3**

В сосуде, закрепленном в штативе, между двумя невесомыми поршнями находится вода (**р** = 1000 кг/м3). На поршень 1 площадью *S* 1 *=* 110 см2 действует сила *F1 =* 1,76 кН, на поршень 2 площадью *S* 2 = 2200 см2 действует сила *F2 =* 3,3 кН. Поршни неподвижны, жидкость несжимаема, ускорение свободного падения *g =* 10 м/с2. Определите расстояние *h*

между поршнями.



Решение:

Давление жидкости на уровне верхнего (второго) поршня *p*2 = *F*2/*S*2 = 150 кПа, давление жидкости на уровне нижнего (первого) поршня *p*1 = *F*1/*S*1 = 160 кПа. Разность давлений

равняется гидростатическому давлению *p1 = p2 + ρgh.* Отсюда выражаем *h* ***=*** *(p1- p2)/**ρg=1м*

*Критерии оценивания:*

Найдено давление жидкости на уровне верхнего (второго) поршня - 2 балла.

Найдено давление жидкости на уровне нижнего (первого) поршня - 2 балла.

Разность давлений на уровнях поршней приравнена гидростатическому давлению - 4 балла.

Получен правильный численный ответ - 2 балла.

**Задача 9.4**

В калориметре находится вода массой *mв =* 0,16 кг и температурой *tв =* 30 °C. Для того, чтобы охладить воду, из холодильника в стакан переложили лед массой *m*л = 80 г. В холодильнике поддерживается температура *tл =* -12 °C. Определите конечную температуру в калориметре. Удельная теплоёмкость воды *C*в = 4200 Дж/(кг\*°C), удельная теплоёмкость льда *Cл =* 2100 Дж/(кг\*°C), удельная теплота плавления льда ***λ*** *=* 334 кДж/кг.

Решение:

Так как неясно, каким будет конечное содержимое калориметра (растает ли весь лёд?) будем решать задачу «в числах».

Количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды: *Q1 =* 4200\*0,16\*30 Дж = 20160 Дж.

Количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда: *Q2 =* 2100\*0,08\*12 Дж = 2016 Дж.

Количество теплоты, поглощаемое при таянии льда: *Q3 =* 334000\*0,08 Дж = 26720 Дж.

Видно, что количества теплоты *Q1* недостаточно для того, чтобы расплавить весь лёд (*Q*1<*Q*2+*Q*3). Это означает, что в конце процесса в сосуде будут находиться и лёд, и вода, а температура смеси будет равна *t =* 0 °C.

*Критерии оценивания:*

Найдено количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды - 2 балла.

Найдено количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда - 2 балла.

Найдено количество теплоты, поглощаемое при таянии льда - 2 балла.

Указано, что расплавится не весь лед - 2 балла.

Указана конечная температура смеси - 2 балла.

**Задача 9.5**

Кипятильник был подключен к батарее идеальных аккумуляторов с выходным напряжением *U* 0 = 200 В. Он смог прогреть стакан воды до температуры *t1 =* 85**°**C при температуре в комнате *t* комн = 25 °C. Потом второй такой же кипятильник подключили последовательно с этим и опустили во второй такой же стакан с водой. Какая температура *t*2 установится в нем? Количество теплоты *ΔQ,* теряемое стаканом за время *Δt,* пропорционально разности температур воды и воздуха, то есть *ΔQ/Δt = k(tв*оды *-tв*озд*).* Сопротивление кипятильника не зависит от его температуры.

Решение:

Во втором случае мощность, выделяющаяся в кипятильнике, падает, т.к. в 2 раза уменьшается напряжение на нем (то же напряжение *U* 0 распределяется на 2 последовательно соединенных кипятильника).

Когда кипятильник уже не сможет нагревать воду дальше, т.е. установится равновесие, будет выполнено условие равенства мощностей кипятильника и теплоотдачи в окружающую среду: *P*выдел. на кипят. = *P* отдав. в окр. среду. Для первого и второго кипятильников это условие имеет вид: *U0*2/*R=k(t1 - t*комн*)* и *(U0/2)2/R = k(t2 - t* комн), где *R -* сопротивление кипятильника, *k -*некоторый коэффициент пропорциональности.

Поделив одно уравнение на другое, получим: *t2 - t*комн *= (t* 1 *- t*комн*)/4.* После преобразований найдем: *t* 2 *= 0,75t*комн *+* 0,25*t* 1 = 40 °C.

*Критерии оценивания:*

Сформулировано (или записано в виде формулы) утверждение: мощность теплопотерь при

установившейся температуре = мощности кипятильника - 3 балла

Указанное выше утверждение записано в виде формул для первого и второго кипятильников

- 2 балла

Получено выражение для *t* 2 *-* 5 баллов

***Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике (2017/18 учебный год)***

**10 класс**

Количество задач - 5. Время, отводимое на выполнение - 150 минут.

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Полное решение задачи оценивается в 10 баллов ***вне зависимости*** от того, совпадает выбранный школьником способ решения с авторским или нет. Приведенные ниже критерии оценивания используются, только если решение задачи не доведено до правильного ответа.

**Задача 10.1**

Домашняя кошка любит валяться на полу и играть в мячик, бросая его задними лапами вертикально вверх и ловя его после удара о потолок. Скорость мячика перед абсолютно упругим ударом о потолок обычно равна *V0* = 5 м/с. Однажды кошка стала так же играть, лежа на лужайке. Она привычными движениями бросала мячик вверх, а вот ловить его приходилось позже на время Δ*t.* Определите это время. Ускорение свободного падения g= 10 м/с2.

Решение:

После абсолютно упругого удара о потолок вектор скорости меняется на противоположный. Так же происходит и в отсутствие потолка: мячик, опускаясь, имеет на той же высоте ту же (по модулю) скорость. Т.е. «пропажа» потолка добавляет к движению стадию полета «выше потолка». До верхней точки траектории мячик долетит, когда *gt*до верха = *V0,* поэтому общее время «дополнительного» полета Δ*t* = *2V0/g* = 1 с.

*Критерии оценивания*

Сформулирована идея рассматривать только стадию полета с начальной скоростью *V0* на

участке «выше потолка» (или запись общих уравнений для всего движения в целом) - 5

баллов

Расчет искомого дополнительного времени полета и получение правильного ответа - 5

баллов

**Задача 10.2**

Сферическая капля воды падает в воздухе с установившейся скоростью *V0.* С какой установившейся скоростью *V* будет падать капля воды, имеющая в n раз бoльшую массу? Считайте, что сферическая форма капли не меняется при увеличении ее скорости, а сила сопротивления воздуха пропорциональна площади поперечного сечения и квадрату скорости

движения капли. Для справки: объем шара радиусом *R* равен *V = 3.*

Решение:

По условию *F*сопр = *kSV2,* где *k -* некоторый коэффициент пропорциональности.

При установившемся падении *F*сопр *= f*тяж *= mg*

Пусть вначале капли имели площадь сечения *S*0 и массу *m*0. Тогда *m0g = kS0V02.* Аналогично, для случая с «добавкой»: *m1g = kS1V12.*

По условию *m1 = nm0.* Значит, линейные размеры (радиус капель и т.п.) отличаются в

3√ *n* раз. Площади сечений относятся как квадраты линейных размеров, т.е. у тяжелой капли площадь сечения в *n* 2/3 раз больше: *S* 1 = *n* 2/3 *S* 0.

Подставим полученные соотношения в формулы равенства сил:



Поделив уравнения друг на друга, получим *V2/V*02 *= n*1/3*,* отсюда *V1 = V06√n .*

*Критерии оценивания:*

Записана формула для равенства силы сопротивления и силы тяжести при установившемся

падении - 3 балла

Указана связь между *n* и отношением площадей сечений - 3 балла

Выражена скорость *V -* 4 балла

**Задача 10.3**

Две стороны проволочной рамки, имеющей форму равностороннего треугольника, сделаны из алюминиевой проволоки, а третья - из медной вдвое большего диаметра. Плотность меди считайте в три раза большей плотности алюминия. Определите, на каком расстоянии от середины медной проволоки находится центр тяжести системы, если сторона треугольника равна *L.*

Решение:

Центр тяжести алюминиевых частей находится на расстоянии *h =* (*L*/2)\*sin60° = *L*

4

от центра медной проволоки. Общая масса алюминиевых частей равна *m* ***=*** *2L*\*(πd2/4)\* ρ . Масса медной проволоки конструкции *m*м ***=*** *2L*\*(π(2d)2/4)\*3ρ.

Для координаты *xc* центра масс всей справедливо соотношение: ***х***с*\* (m* ***+*** *m*м *)* ***=*** *mL .*

Отсюда **хс =**

*Критерии оценивания:*

Сделан чертеж с указанием центра тяжести алюминиевой части - 1 балл

Найдено расстояние от медной проволоки до центра тяжести алюминиевой части - 3 балла

Выражена масса алюминия - 1 балл

Выражена масса меди - 1 балл

Записано уравнение для положения центра масс - 2 балла

Получен ответ - 2 балла

**Задача 10.4**

В калориметре находится вода массой *тв =* 0,16 кг и температурой *tв =* 30 °C. Для того, чтобы охладить воду, из холодильника в стакан переложили лед массой дал = 80 г. В холодильнике поддерживается температура *tл =* -12 °C. Определите конечную температуру в калориметре. Удельная теплоёмкость воды Св = 4200 Дж/(кг\*°C), удельная теплоёмкость льда *Сл =* 2100 Дж/(кг\*°C), удельная теплота плавления льда λ*=* 334 кДж/кг.

Решение:

Так как неясно, каким будет конечное содержимое калориметра (растает ли весь лёд?) будем решать задачу «в числах».

Количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды: *Q1 =* 4200\*0,16\*30 Дж = 20160 Дж.

Количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда: *Q2 =* 2100\*0,08\*12 Дж = 2016 Дж.

Количество теплоты, поглощаемое при таянии льда: *Q3 =* 334000\*0,08 Дж = 26720 Дж.

Видно, что количества теплоты *Q1* недостаточно для того, чтобы расплавить весь лёд *(Q1< Q2 + Q* 3). Это означает, что в конце процесса в сосуде будут находится и лёд, и вода, а температура смеси будет равна *t =* 0 °C.

*Критерии оценивания:*

Найдено количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды - 2 балла.

Найдено количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда - 2 балла.

Найдено количество теплоты, поглощаемое при таянии льда - 2 балла.

Указано, что расплавится не весь лед - 2 балла.

Указана конечная температура смеси - 2 балла.

**Задача 10.5**

Кипятильник был подключен к батарее идеальных аккумуляторов с выходным напряжением *U* 0 = 200 В. Он смог прогреть стакан воды до температуры *t1 =* 85 **°**C при температуре в комнате *t* комн = 25 °C. Потом второй такой же кипятильник подключили последовательно с этим и опустили во второй такой же стакан с водой. Какая температура *t2* установится в нем? Количество теплоты, теряемое стаканом в единицу времени, пропорционально разности температур воды и воздуха. Сопротивление кипятильника не зависит от его температуры.

Решение:

Во втором случае мощность, выделяющаяся в кипятильнике, падает, т.к. в 2 раза уменьшается напряжение на нем (то же напряжение *U* 0 распределяется на 2 последовательно соединенных кипятильника).

Когда кипятильник уже не сможет нагревать воду дальше, т.е. установится равновесие, будет выполнено условие равенства мощностей кипятильника и теплоотдачи в окружающую среду: *P* выдел. на кипят. = *P* отдав. в окр. среду. Для первого и второго кипятильников это условие имеет вид: *U02/R = k(t1-t*комн) и *(U0/2)2/R = k(t2 - t*комн*),* где *R -* сопротивление кипятильника, *k -*некоторый коэффициент пропорциональности. Поделив одно уравнение на другое, получим: *t* 2 *- t*комн = *(t* 1 *- t*комн)/4. После преобразований найдем: *t2 =* 0,75*t* комн + 0,25*t* 1 = 40 °C.

*Критерии оценивания:*

Сформулировано (или записано в виде формулы) утверждение: мощность теплопотерь при

установившейся температуре = мощности кипятильника - 3 балла

Указанное выше утверждение записано в виде формул для первого и второго кипятильников

- 2 балла

Получено выражение для *t2 -* 5 баллов

***Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике (2013/14 учебный год)***

**11 класс**

Количество задач - 5. Время, отводимое на выполнение - 150 минут.

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Полное решение задачи оценивается в 10 баллов ***вне зависимости*** от того, совпадает выбранный школьником способ решения с авторским или нет. Приведенные ниже критерии оценивания используются, только если решение задачи не доведено до правильного ответа.

**Задача 11.1**

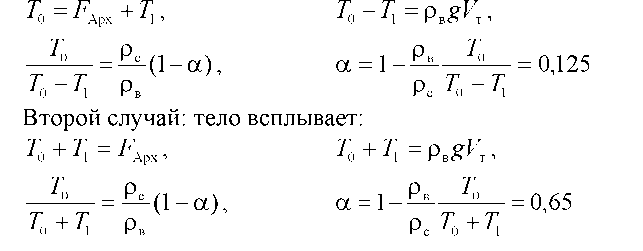
Тело с герметичной полостью изготовлено из стеклопластика (ρс = 2,0 г/см3). Если это тело подвесить на нити в воздухе, сила натяжения нити равна *T* 0 *=* 3,5 Н. Для удержания этого тела в воде (тело полностью погружено в воду и не касается дна сосуда) к нити прикладывают силу *T* 1 *=* 1,5 Н. Определите возможные значения отношения α объема полости к полному объему тела.

Решение:

Когда тело находится в воздухе: *T0 =ρсg(Vт -V*п )*,* где *Vт -* полный объем тела, *Vп -*

объем полости.

Первый случай: тело тонет в воде:

**

*Критерии оценивания:*

Сила тяжести в воздухе равна силе натяжения нити - 1 балл

Сила тяжести выражена через объёмы - 1 балл

Каждый из рассмотренных случаев:

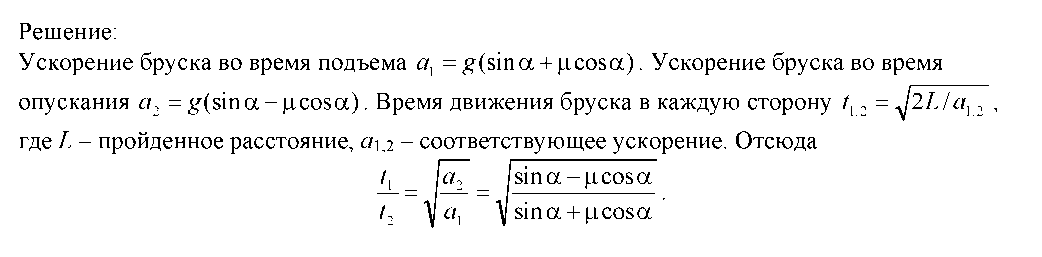
Условие равновесия тела в воде - 1 балл

Выполнены необходимые преобразования, выражено отношение а, получен ответ - 3 балла

**Задача 11.2**

Неподвижная наклонная плоскость наклонена под углом а к горизонту. Брусок может скользить по ней с коэффициентом трения n<tga. Бруску сообщают начальную скорость,

направленную вверх вдоль горки. Определите отношение времени подъема бруска ко времени его опускания.



*Критерии оценивания:*

Найдено ускорение при подъеме бруска - 1 балл Найдено ускорение при опускании бруска - 1 балл Найдено время движения в каждую сторону - 3 балла Получен ответ - 5 баллов

**Задача 11.3**

В калориметре находится вода массой *тв =* 0,16 кг и температурой *tв =* 30 °C. Для того, чтобы охладить воду, из холодильника в стакан переложили лед массой дал = 80 г. В холодильнике поддерживается температура *tл =* -12 °C. Определите конечную температуру в калориметре. Удельная теплоёмкость воды Св = 4200 Дж/(кг\*°C), удельная теплоёмкость льда *Сл =* 2100 Дж/(кг\*°C), удельная теплота плавления льда λ*=* 334 кДж/кг.

Решение:

Так как неясно, каким будет конечное содержимое калориметра (растает ли весь лёд?) будем решать задачу «в числах».

Количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды: *Q1 =* 4200\*0,16\*30 Дж = 20160 Дж.

Количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда: *Q2 =* 2100\*0,08\*12 Дж = 2016 Дж.

Количество теплоты, поглощаемое при таянии льда: *Q3 =* 334000\*0,08 Дж = 26720 Дж.

Видно, что количества теплоты *Q1* недостаточно для того, чтобы расплавить весь лёд *(Q1< Q2 + Q* 3). Это означает, что в конце процесса в сосуде будут находится и лёд, и вода, а температура смеси будет равна *t =* 0 °C.

*Критерии оценивания:*

Найдено количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды - 2 балла.

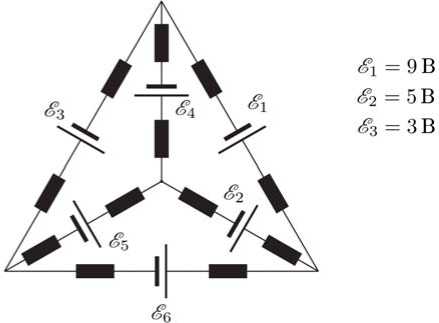
Найдено количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда - 2 балла.

Найдено количество теплоты, поглощаемое при таянии льда - 2 балла.

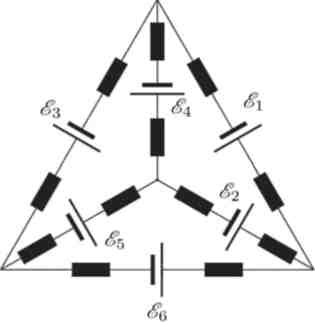
Указано, что расплавится не весь лед - 2 балла.

Указана конечная температура смеси - 2 балла.

**Задача 11.4**



Экспериментатор собрал электрическую цепь, состоящую из разных батареек с пренебрежимо малыми внутренними сопротивлениями и одинаковых плавких предохранителей, и нарисовал ее схему (предохранители на схеме обозначены черными прямоугольниками). При этом он забыл указать на рисунке часть ЭДС батареек. Однако экспериментатор помнит, что в тот день при проведении опыта все предохранители остались целыми. Восстановите неизвестные значения ЭДС. Если *ε1=9В; ε2=5В; ε3=3В;*



Решение:

Если бы при обходе какого-либо замкнутого контура алгебраическая сумма ЭДС была бы не равной нулю, то в этом контуре возник бы очень большой ток (из-за малости



внутренних сопротивлений батареек), и предохранители перегорели бы. Поскольку такого не произошло, можно записать следующие равенства:

E1- E2 - E4 = 0, откуда E4 = 4 В,

E3 +E5 - E4 = 0, откуда E5 = 1 В,

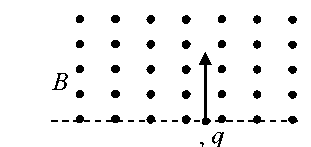
E5 +E2 - E6 = 0, откуда E6 = 6 В.

*Критерии оценивания:*

Сформулирована идея о равенстве нулю суммы ЭДС при обходе любого контура - 4 балла

Правильно найденные значения трех неизвестных ЭДС - по 2 балла за каждую (всего 6

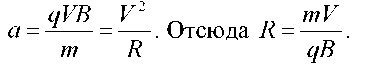
баллов). Итого 10 баллов.

**Задача 11.5**

Частица массой *m*, несущая заряд *q,* влетает со скоростью *V*в область однородного магнитного поля с индукцией *B* перпендикулярно линиям индукции и плоской границе области (см. рис.). Определите максимальное расстояние, на которое удалится от границы области частица в процессе своего

движения.

Решение: Частица движется по дуге окружности, радиус которой *R* и есть искомое расстояние. Сила Лоренца, действующая на частицу, создаёт центростремительное ускорение



*Критерии оценивания:*

Указано, что траектория — окружность - 2 балла

Правильно записана формула для силы Лоренца - 3 балла

Правильно записана формула для центростремительного ускорения - 2 балла

Записан второй закон Ньютона - 1 балл

Получен ответ - 2 балла