**Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике**

**11 класс, 2020/2021 учебный год, на выполнение 150 минут.**

**Задача 1. Много конденсаторов.** *N* = 2020 одинаковых тонких проводящих пластин расположены в вакууме параллельно друг другу. Расстояния между пластинами одинаковы и малы по сравнению с линейными размерами пластин. Крайние пластины присоединены к источнику тока. Электрическая ёмкость такой системы *С* = 10,1 пФ. Затем каждую четвёртую пластину соединяют проводниками с соседними. Определите ёмкость новой системы пластин.

**Задача 1. Много конденсаторов. Возможное решение:**

*N* одинаковых проводящих пластин, расположенных параллельно друг другу на малых расстояниях, представляют собой (*N–*1) одинаковых конденсаторов, соединённых последовательно **(3 балла)**.

Емкость такой системы: *C*= *C*ₒ/(*N–*1), где *С*ₒ *–* ёмкость одного конденсатора **(2 балла)**.

Если каждую четвёртую пластину соединить проводниками с соседними, число конденсаторов станет равным *N*/2 **(3 балла)**.

Ёмкость такой системы *C*’ = *C*ₒ/(*N*/2) = 2(*N*-1)*C*/*N* = 20,19 пФ. **(2 балла).**

**Итого за задачу: 10 баллов.**

*Примечание: Выше приводится возможное решение. Допустимы альтернативные решения. В случае альтернативных решений составляются другие критерии оценивания в зависимости от степени и правильности решения задачи.*

**Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике**

**11 класс, 2020/2021 учебный год, на выполнение 150 минут.**

**Задача 2. Цикл.** Тепловая машина, рабочим телом которой является идеальный одноатомный газ, совершает циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке показано, как изменяется в цикле внутренняя энергия U газа в зависимости от его давления p. Процессу 1-2 на рисунке соответствует дуга параболы U~P2, а процессам 2-3 и 3-1 – отрезки прямых. Постройте график этого цикла в координатах pV и рассчитайте КПД цикла.

**Задача 2. Цикл. Возможное решение:**

*Для процесса 1-2:* U = 3pV/2~ p2, значит p ~ V, поэтому в координатах pV график этого процесса – прямая, проходящая через начало координат.

*Для процесса 2-3*: U = 3pV/2~ p, значит V = const.

*Для процесса 3-1:* P = const.

Теперь можно построить график цикла 1-2-3-1 в координатах pV (см. рисунок).

КПД цикла рассчитывается по формуле:

η = Ац / Qп.

Работа за цикл Ац = pV/2.

Газ получает теплоту только в процессе 1-2, поэтому полученное количество теплоты:

Qп = Q12 = ΔU12 + A12 = 3/2·(2p·2V – pV) + 1/2·(p+2p)(2V – V) = 6pV.

Тогда η = 1/12 ≈ 8,3%.

**Итого за задачу: 10 баллов.**

*Примечание: Выше приводится возможное решение. Допустимы альтернативные решения. В случае альтернативных решений составляются другие критерии оценивания в зависимости от степени и правильности решения задачи.*

**Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике**

**11 класс, 2020/2021 учебный год, на выполнение 150 минут.**

**Задача 3. Шарик и лед.** Небольшой алюминиевый шарик с привязанной к нему легкой ниткой вморожен в ледышку массой *M*0 = 100 г. Свободный конец нити прикреплен ко дну теплоизолированного цилиндрического сосуда, в который налита вода (см. рисунок) массой *m*0 = 0,5 кг, имеющая температуру *t*0 = 20 0C. Температура льда и шарика 0 0C, начальная сила натяжения нити Т = 0,08 Н. Какова будет температура воды в тот момент, когда сила натяжения нити станет равной нулю? Удельная теплоемкость воды c = 4200 Дж/(кг·0С). Плотность воды ρ = 1000 кг/м3, льда ρ1 = 900 кг/м3, алюминия ρ2 = 2700 кг/м3, удельная теплота плавления льда λ = 330 кДж/кг. Считайте, что тепловое равновесие в воде устанавливается мгновенно.

**Задача 3. Шарик и лед. Возможное решение:**

Сила натяжения нити станет равной нулю, когда часть льда растает и уменьшится выталкивающая сила. Из условия равновесия системы в исходном состоянии находим массу *m* шарика: ***(1 балл);***  ***(1 балл);***

 ***(1 балл),*** тогда:

 

 ***(2 балла).***

Сила натяжения нити  обратится в ноль, если масса льда уменьшится до некоторого значения M1, удовлетворяющего условию:

 откуда  ***(2 балла)***

Значит, для исчезновения силы натяжения должно быть расплавлено

 льда. ***(1 балл)*** Так как он уже находится при температуре плавления для этого необходимо 

Эта энергия будет получена за счет охлаждения воды. В итоге в системе установится тепловое равновесие при температуре t2, определяемой из уравнения теплового баланса:

***(1 балл)***

Отсюда находим:

***(1 балл)***

**Итого за задачу: 10 баллов.**

*Примечание: Выше приводится возможное решение. Допустимы альтернативные решения. В случае альтернативных решений составляются другие критерии оценивания в зависимости от степени и правильности решения задачи.*

**Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике**

**11 класс, 2020/2021 учебный год, на выполнение 150 минут.**

****

**Задача 4. График.** Частица движется вдоль оси Ox . На рисунке приведён график зависимости vx(t) – проекции скорости частицы на ось Ox от времени. Найдите модуль перемещения частицы от начала движения (t = 0 с) до момента времени t = 4 с.

**Задача 4. График. Возможное решение:**

Перемещение можно найти геометрическим способом – через площадь под графиком **(2 балл)**.

Участки ВС и СD графика симметричны **(2 балл)**, поэтому модуль перемещения частицы на участке BD равен нулю **(3 балла)**. Остается только участок АВ графика, модуль перемещения на котором легко найти, поскольку этот участок линеен.



Искомый модуль перемещения:

S = 1/2·1,5 см/с · 1,5 с = 1,125 см. **(3 балла)**

**Итого за задачу: 10 баллов.**

*Примечание: Выше приводится возможное решение. Допустимы альтернативные решения. В случае альтернативных решений составляются другие критерии оценивания в зависимости от степени и правильности решения задачи.*

**Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике**

**11 класс, 2020/2021 учебный год, на выполнение 150 минут.**

**Задача 5. Колесо обозрения.** Колесо обозрения радиусом R = 60 м вращается с постоянной угловой скоростью в вертикальной плоскости, совершая полный оборот за время T = 2 мин. В момент, когда пол одной из кабинок находился на уровне центра колеса (показано стрелкой), пассажир этой кабинки положил на пол плоский предмет. При каком минимальном коэффициенте трения между предметом и полом предмет не начнет скользить в тот же момент? Зависит ли ответ от того, в какую сторону вращается колесо? Размеры кабинок можно считать намного меньшими радиуса колеса.

**Задача 5. Колесо обозрения. Возможное решение:**

Так как размеры кабинок можно считать намного меньшими радиуса колеса, то, следовательно, центры колеса и окружности, по которой движется тело, почти совпадают, и в нашем случае вектор ускорения предмета можно считать направленным горизонтально **(2 балла)**.

Запишем второй закон Ньютона для тела в проекциях на вертикальную и горизонтальную оси соответственно:

*N = mg* **(1 балл)**,

Fтр = mw2R **(2 балла)**, где w = 2π/Т **(1 балл)**.

Если тело не проскальзывает по поверхности, то Fтр ≤ μN = μmg. **(2 балла)**

Следовательно, μmg ≥ mw2R = mR(2π/T)2

и минимальный коэффициент трения μ = 4π2R/gT2 ≈ 0,017. **(2 балла)**

**Итого за задачу: 10 баллов.**

*Примечание: Выше приводится возможное решение. Допустимы альтернативные решения. В случае альтернативных решений составляются другие критерии оценивания в зависимости от степени и правильности решения задачи.*