**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников**

**по физике 2020-2021 г.**

**Решение задач.**

1. **Класс**

**Задача 1**

В тумане корабли, чтобы не столкнуться, подают сигнал другим кораблям гудком. Два корабля идут навстречу друг другу в проливе. Первый идёт со скоростью υ1= 18 км/ч, а второй со скоростью υ2= 36 км/ч. В какой-то момент времени первый корабль издаёт гудок, а капитан второго корабля услышав сигнал тут же ответил своим сигналом. Капитан первого корабля услышал ответный гудок второго корабля через t сек. В это время между кораблями по радару было расстояние равное 3902 м. Скорость звука υзв=340 м/с, и не зависит от скорости источника, посылающего сигнал. Найти расстояние между кораблями в момент подачи сигнала первым кораблем и полное время сигнала t.

**Решение:**

Обозначим расстояние между кораблями в момент подачи сигнала (*t* = 0) через *L* и используем систему отсчета, в которой скорости кораблей равны *υ1* и *υ2* соответственно. Тогда встреча звукового сигнала и второго корабля состоится в момент времени: *t1=L/( υ2+ υзв).*

В этот момент времени расстояние между кораблями будет равно:

(2 балла)

После подачи ответного сигнала вторым кораблём звук идет навстречу первому кораблю и через время *t2*  его услышат на первом корабле:

*t2=S/( υ1+ υзв).*

Полное время будет равно:

(2 балла)

Тогда имеем:

(1) (2 балла)

Расстояние *L1* между кораблями в момент принятия сигнала первым капитаном равно:

(2)

Получаем тогда из уравнений (1) и (2):

(2 балла)

Из уранения (2) имеем:

(2 балла)

**Задача 2**

На горизонтальных рельсах стоит длинная тележка массой М. Коэффициент трения её колёс о рельсы равен μ. Два человека с массами m1 и m2 находятся на противоположных концах тележки. В некий момент времени они разгоняясь побежали навстречу друг другу, в результате чего тележка начала двигаться с ускорением **а**. Считая, что модули ускорений людей относительно тележки равны, найдите модуль ускорения первого человека относительно земли.

**(10 баллов)**

**Решение:**

Пусть тележка движется в сторону движения первого человека. Очевидно, что на каждого человека действует, кроме силы тяжести mg и нормальной реакции тележки N, еще и сила трения F со стороны тележки, направленная в сторону движения человека.

Тогда имеем:

(3 балла)

Поскольку N= Mg+m1g+m2g то получаем, что:

Ma+m1a-m2a= - µ(M+m1+m2)g (1) (2 балла)

Обозначим ускорения людей относительно тележки как и .

Поскольку = - ; = , и = , то = − ( ).

Тогда будет: .

Это выражение в скалярном виде: a1 − a2 = 2 a. (2) (2 балла)

Совместное решение уравнений (1) и (2) дает формулы для ускорений:

(3 балла)

Предположение о движении тележки в сторону движения первого человека будет справедливо, если m1 > m2 . В ответе может быть получено любое из этих ускорений, т.к. учащийся может взять любое соотношение масс.

**Задача 3**

Найдите давление идеального одноатомного газа, находящегося в закрытом сосуде, если плотность газа *ρ* = 4 кг/м3, а среднеквадратичная скорость его молекул равна *υ*кв = 800 м/с.

**(10 баллов)**

**Решение:**

Пусть *n* — концентрация молекул газа, тогда из уравнения Клайперона получим что давление: p = nkT. (2 балла)

Поскольку средняя кинетическая энергия молекулы

Е= =kT, (3 балла)

тогда имеем:

p= ,где mo- масса молекулы.

Так как по определению ρ=m/V=nmo, (2 балла)

то получаем: р=(ρv2кв)/3 = 853, 3 кПа. (3 балла)

**Задача 4**

К батарейке присоединили первую лампочку сопротивлением R1=3 Ом. Затем, отсоединив первую лампочку, к батарейке присоединили вторую лампочку сопротивлением R2=12 Ом. В обоих случаях мощность, выделяющаяся на лампочках, оказалась одинаковой. Найдите КПД батарейки при присоединении первой лампочки. Решение

**(10 баллов)**

**Решение:**

Мощность первой лампочки Р1= 𝐸2𝑅1/(𝑟 + 𝑅1)2, а мощность второй лампочки будет равна Р2= 𝐸2𝑅2 /(𝑟 + 𝑅2)2 . (4 балла)

Тогда из равенства мощностей имеем: √𝑅1 ⋅ (𝑟 + 𝑅2) = √𝑅2 ⋅ (𝑟 + 𝑅1) (2 балла)

и получаем, что: 𝑟2 = 𝑅1𝑅2 , (2 балла)

откуда коэффициент полезного действия будет равен:

(2 балла)

**Задача 5**

Металлический шар заряжен положительным зарядом с поверхностной плотностью σ. Шар окружен концентрической металлической тонкостенной сферической оболочкой, имеющей вдвое больший радиус и такой же по величине электрический заряд. Оболочку заземляют. Определите поверхностную плотность заряда на оболочке после заземления.

**(10 баллов)**

**Решение:**

Поверхностная плотность заряда шара σ1=Q/S, т.к. заряд равномерно распределяется по поверхности шара.

Когда оболочку заземляют, то потенциал оболочки становится равен нулю. Под влиянием поля положительно заряженного шара электроны с поверхности земли переходят на поверхность оболочки и заряд оболочки станет отрицательным.

Очевидно, что потенциал оболочки определяется как:

ϕоб=0= Qшара/4πεεoRоб + Qʹоб/4πεεoRоб. (4 балла)

То есть для заряда оболочки получим: -Qшара=Qʹоб. (3 балла)

Заряд распределяется по внешней поверхности оболочки и так как Rоб = 2Rшара, то σ2 = Qоб /Sоб = - σ/4. (3 балла)