**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников**

**по физике 2020-2021 г.**

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. В это время между кораблями по радару было расстояние равное 4262 м. Капитан второго корабля услышав сигнал тут же ответил своим сигналом. Капитан первого корабля услышал ответный гудок второго корабля через t сек. Скорость звука υзв=340 м/с, и не зависит от скорости источника, посылающего сигнал. Найти расстояние между кораблями в момент приема ответного сигнала первым кораблем и полное время сигнала t.

**(10 баллов)**

**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).* (2 балла)

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).* (2 балла)

Полное время будет равно:

(2 балла)

Тогда получаем, что расстояние *L1* между кораблями в момент принятия ответного сигнала первым капитаном равно:

(2 балла)

**Задача 2**

Архитектор, распечатал на 3D-принтере макет бетонной дамбы небольшой гидроэлектростанции из АВС пластика. Высота дамбы составляет H=22,4 м, а высота макета всего h=21 см. Плотность бетона ρбет=2,20 г/см3, а плотность пластика ρпл=1,05 г/см3. Во сколько раз дамба тяжелее макета?

**(10 баллов)**

**Возможное решение:**

Высота дамбы в k=H/h= 106,66 раза больше макета. Значит, объём дамбы будет в k3 раз больше объёма макета.

Отношение масс дамбы и макета тогда будет равно:

(10 баллов)

**Задача 3**

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 побежали навстречу друг другу с ускорениями а1 и а2 относительно земли

С каким ускорением будет двигаться при этом тележка?

**(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: . (1 балл)

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

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

(2 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 4**

В калориметре находится металл галлий **Ga** массой m=100 г 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 он 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:**

При переходе в твёрдое состояние будет 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.

(5 балла)

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

Q = c⋅m1 (tпл - t). (2 балла)

Т.е. получаем: m1= с⋅m(tпл - t)/ λ≈5,1 гр. (3 балла)

**Задача 5**

Два одинаковых разноименно заряженных металлических шара расположены на небольшом расстоянии друг от друга. Как изменится сила их взаимодействия, если изменить знак заряда одного из шаров? Поясните ответ.

**(10 баллов)**

**Решение:**

Мы имеем дело с металлическими шарами ( проводниками), поэтому если бы шарики были точечными зарядами или R>>r, где R - расстояние между телами, а r-размеры шаров то при любом знаке зарядов по закону Кулона Fкул=k⋅q1⋅q2/R2.

(2 балла)  
Однако если учитывать размеры шаров ( т.е. заряды не точечные), то при одноименных зарядах заряды на этих шарах будут перераспределены на дальние поверхности из-за взаимного отталкивания. Фактически расстояние между зарядами увеличивается и кулоновская сила будет меньше чем если бы это были два точечных заряда. Т.е. F1<Fкул. (2 балла)

При разноименных зарядах заряды на этих шарах будут перераспределены на ближние поверхности из-за взаимного притяжения. Фактически расстояние между зарядами уменьшается и кулоновская сила будет больше чем если бы это были два точечных заряда. Т.е. F2>Fкул. (2 балла)

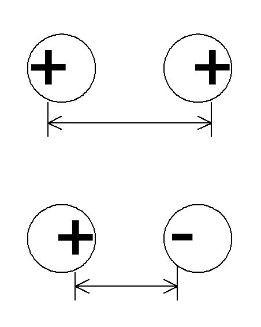
Таким образом из-за того что R1>R2 и так как F~1/R2 отсюда следует, что: F2>F1. (2 балла)

Рисунок (2 балла)