

Задача 1. Солянка (10 баллов)

Данная задача состоит из трех независимых пунктов.

Часть А. Движущийся газ. (3 балла)

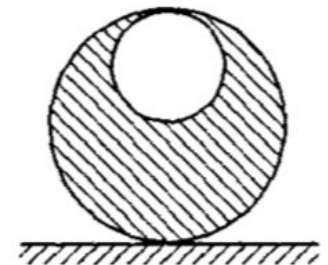
На горизонтальной плоскости лежит бесконечная труба. В трубе на близком расстоянии закрепили два поршня массами M . Пространство между поршнями заполнили n молями гелия при давлении $P=2P_{atm}$. В момент времени $t=0$ правый поршень отпускают. Когда ускорение правого поршня становится нуль атмосферу снаружи резко откачивают и отпускают левый поршень. Найдите скорости поршней через большой промежуток времени. Считайте, что трение отсутствует, труба и поршень имеют маленькую теплоемкость и теплопроводность. Все процессы квазистатические.

Часть В. Шар. (4 балла)

Металлический шар радиуса R находится в электрическом поле E , направленном вдоль оси x . Найдите поле $E(x)$ по оси x , считая начала отсчета в центре шара.

Часть С. Шар. (3 балла)

В сплошном однородном цилиндре радиуса R сделана цилиндрическая полость радиуса r , так, что верхние части цилиндров касаются (см. рисунок). Найдите период малых колебаний такого цилиндра.



Задача 2. Полусфера и шарик (10 баллов)

- 1) Гладкая полусфера радиусом R закреплена на горизонтальной поверхности. С вершины полусферы скатывается тело массой m БЕЗ ТОЛЧКА. При каком угле от вертикали тело оторвется, какой при этом будет скорость тела? **(1 балл)**
- 2) Полусферу начали двигать с постоянным ускорением, какую скорость будет иметь тело в момент отрыва от полусферы? **(1 балл)**
- 3) Телу сообщили положительный заряд q и создали поле V перпендикулярное плоскости движения тела. На этот раз его расположили на вершине блока радиуса R , центр которого расположен высоко от Земли. Найдите модуль силы Лоренца в зависимости от угла. **(2 балл)**
- 4) В какую сторону должно быть направлено V чтобы тело могло вращаться не падая с него, чему равно минимальное значение V в этом случае? **(3 балл)**
- 5) Найдите зависимость скорости тела от угла в поле из пункта 4. **(1 балл)**
- 6) Через какой промежуток времени тело обратно вернется в начальную точку. **(2 балл)**

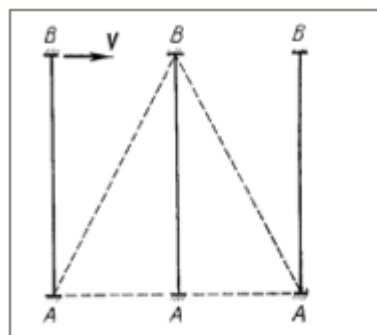
Задача 3. Введения к специальной теории относительности (10 баллов)

Наверное вы знаете кое какие то представления про релятивистскую механику. Здесь есть постулаты, через которые следуют главные уравнения релятивистской физики. В этой задаче мы будем рассматривать только специальную теорию относительности.

Вот эти постулаты:

- Все инерциальные системы отсчета эквивалентны (неразличимы) по своим физическим свойствам.
- Скорость света в вакууме одинакова во всех инерциальных системах отсчета.

1) Давайте попробуем вывести некоторые уравнение через эти постулаты. Предположим что есть две параллельные друг другу зеркала А и В закрепленные вместе. Пусть между ними будет ходить световой сигнал. Если между ними расстояние L , то сигналу понадобится время $t_1=2L/c$ чтобы пройти туда и обратно в системе отсчета зеркал. Теперь перейдем в другую инерциальную систему отсчета, где зеркала движутся со скоростью V как на рисунке. Здесь будет ситуация чуть по другому. Используя постулаты найдите время за которое сигнал проедет туда и обратно в этой системе отсчета. Выразите ответ через t_1, V, c . **(4 балла)**



(Подсказка: смотрим на рисунок)

2) Теперь представьте твердый стержень который движется вдоль оси X со постоянной скоростью V . Если измерим время за которое этот стержень проедет мимо вас с вашими часами, тогда вам длина стержня будет казаться $L=Vt$. Попробуйте найти длину стержня в системе отсчета стержня, используя данные от предыдущего пункта. Ответ выразите через L, V, c . **(4 балла)**

(Подсказка: перейдите в систему отсчета где стержень покоится)

3) Работает ли эти формулы для нахождения длины стержня в разных системах отсчета, если стержень свободно падает на землю? Почему? **(2 балла)**