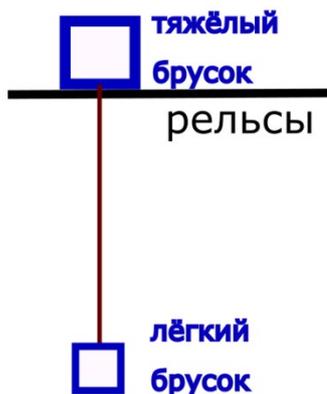


Время выполнения заданий – 180 минут

Максимальное количество баллов – 100

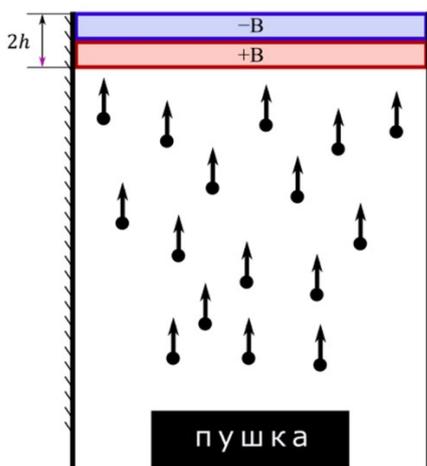
**Задание 1 (25 баллов)**

Брусок может без трения скользить по рельсам. К нему привязана нерастяжимая невесомая нить, которая проходит между рельсами не касаясь их. С другого конца к ней привязан второй брусок массы в два раза меньшей, чем первый. Подвешенный брусок отклонили на небольшой угол и измерили частоту колебаний. Затем бруски поменяли местами. Как изменилась частота колебаний?



**Задание 2 (25 баллов)**

На входе прямого канала с прямоугольным поперечным сечением расположена пушка, испускающая частицы с массой  $m$  и зарядом  $q$ . На выходе канала расположены две плоские, одинаковые, приставленные друг к другу магнитные катушки с противоположными токами, как показано на рисунке. Толщина каждой из катушек равна  $h$ , магнитное поле внутри катушек направлено ортогонально плоскости рисунка и по модулю равно  $B$ . В этих катушках плотность проводов обмотки мала, так что можно считать, что частицы, летящие из канала, не замечают проводов. Концентрация выброшенных пушкой частиц, подлетающих к магнитному полю, равна  $n$ , а их скорость направлена вдоль канала и равна  $u$ . За катушками находится вакуум. Найдите давление, с которым частицы действуют на систему двух катушек. Считайте, что концентрация частиц мала, поэтому их взаимодействием друг с другом можно пренебречь.

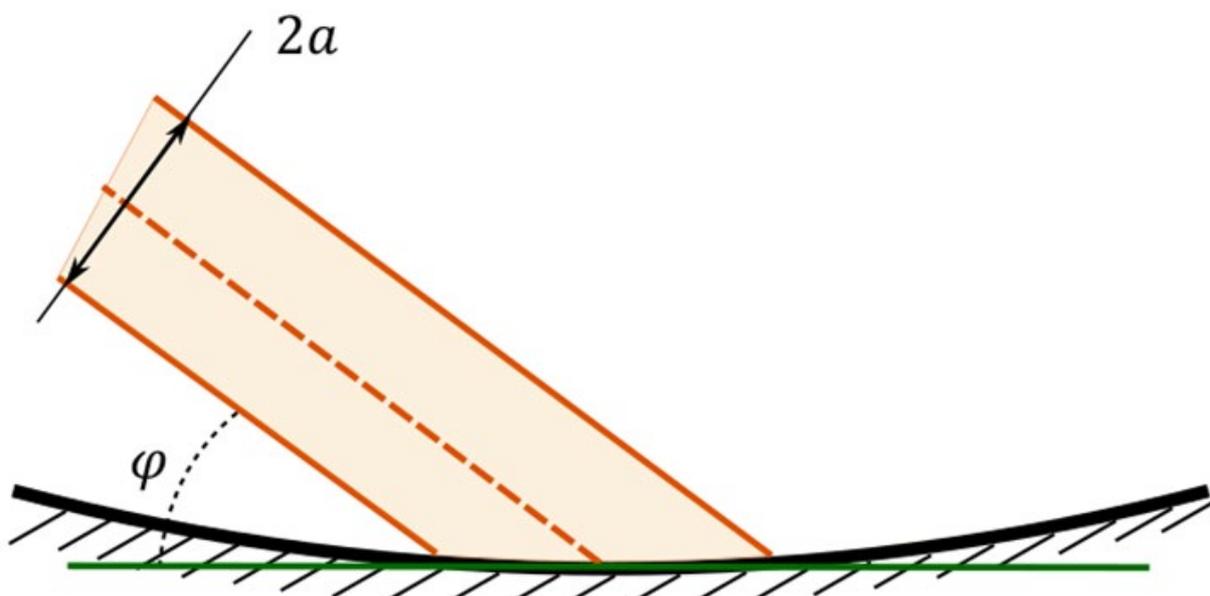


## Задание 3 (25 баллов)

Полый цилиндр радиуса  $b$  имеет толщину стенок  $h$ , малую по сравнению с его радиусом, и изготовлен из металла с удельным сопротивлением  $\rho$ . В некоторый момент времени внешние токи начинают создавать однородное магнитное поле  $B$ , сонаправленное с осью цилиндра. Амплитуда поля увеличивается линейно со временем  $t$ , так что  $B = \alpha t$ , параметр  $\alpha$  известен. Высота цилиндра велика по сравнению с его радиусом. Найдите магнитное поле внутри цилиндра на временах когда ток, текущий по поверхности проводящего цилиндра, уже можно считать установившимся.

## Задание 4 (25 баллов)

На участок цилиндрического вогнутого зеркала радиуса  $R$  падает под малым углом  $\varphi$  к касательной плоскости, проведённой к цилиндру в точке падения пучка, параллельный пучок света, имеющий круговое поперечное сечение радиуса  $a$ , см. Рисунок.



Известно, что в области засветки поверхность зеркала меняет свой наклон на угол, малый по сравнению с углом падения  $\varphi$ . Отражённый пучок наблюдается на экране, который расположен ортогонально отражённому центральному лучу в пучке. На каком расстоянии от точки отражения следует расположить экран, чтобы изображение пучка выглядело как линия, параллельная образующей цилиндрического зеркала?