

**Межрегиональные предметные олимпиады КФУ**  
**профиль «Физика»**  
**заключительный этап**  
**2021-2022 учебный год**  
**11 класс**

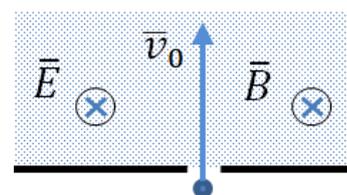
Задача 1. (15 б.)

Точечный источник света находится на главной оптической оси собирающей линзы на расстоянии  $d > F$  от линзы, где  $F$  – фокусное расстояние линзы (известно). Где за линзой нужно разместить перпендикулярное оптической оси плоское зеркало, чтобы

- а) действительное изображение источника совпало с самим источником?
- б) отразившиеся от зеркала и повторно прошедшие через линзу лучи образовали параллельный пучок?

Задача 2. (20 б.)

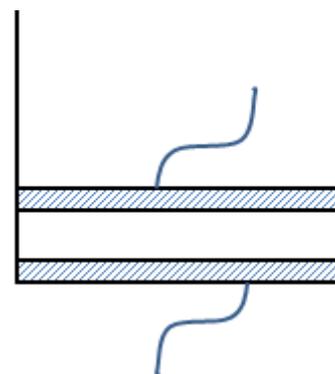
Область с постоянными электрическим  $\vec{E}$  и магнитным  $\vec{B}$  полями отделена бесконечной перегородкой. Поля сонаправлены и перпендикулярны плоскости рисунка. Частица с массой  $m$  и зарядом  $q$  влетает со скоростью  $\vec{v}_0$  через маленькое отверстие в область с постоянными полями перпендикулярно перегородке.



На каком расстоянии от отверстия, через которое влетела частица, она ударится об перегородку? Силой тяжести можно пренебречь.

Задача 3. (20 б.)

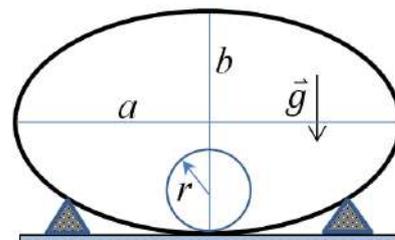
Цилиндрический сосуд с двухатомным идеальным газом имеет проводящее дно, но непроводящие стенки. Газ находится под герметичным металлическим поршнем, который может двигаться без трения. Исходный объем газа  $V_0$ . Когда дну сосуда и поршню сообщили заряды  $q_0$  и  $-q_0$  соответственно, объем газа уменьшился до  $V_0/\beta$ . Найдите зависимость объема газа от величины заряда  $q$  и  $-q$ , сообщенного соответственно дну и поршню. Рассмотреть адиабатическое сжатие газа.



Силой тяжести можно пренебречь, диаметр сосуда много больше расстояния между дном и поршнем. Диэлектрическая проницаемость газа близка к единице. Показатель адиабаты равен отношению теплоемкости при постоянном давлении к теплоемкости при постоянном объеме.

Задача 4. (20 б.)

Найти период малых колебаний тонкостенного цилиндра радиуса  $r$ , который может кататься без проскальзывания по неподвижной трубе эллиптического сечения с полуосями  $a$  и  $b$  ( $a, b \gg r$ ). Положение трубы относительно вертикали показано на рисунке.



Указания:

$$(1 + x)^y \approx 1 + \gamma x \text{ при } x \ll 1.$$

Теорема Кенинга:

Кинетическая энергия системы материальных точек равна сумме кинетической энергии всей массы системы, мысленно сосредоточенной в её центре масс и движущейся вместе с ним, и кинетической энергии системы в системе отчета центра масс.

Задача 5. (25 б.)

Идентичные резисторы подключают к идеальному источнику напряжения (во всех случаях одинаковому) в составе цепей, изображенных на рисунках а, б, в. Отношения значений показаний идеальных амперметров в цепях б) и а)  $I_b/I_a = \gamma = 1.25$ . Найдите отношение токов в цепях в) и а)  $I_c/I_a = ?$  Указать выражение при произвольном  $m$ , значение при  $m = 4$  и  $m \rightarrow \infty$ . Все токи указаны в установившемся режиме, зависимость сопротивления резисторов от температуры считать линейной, термодинамические свойства внешней среды во всех случаях идентичны, сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

