

нужна только оценка) физическую модель этого явления, выбрать разумные числовые значения физических величин и, наконец, получить численный результат, более или менее соответствующий реальности. В тексте задачи подчеркивалось, что абитуриент может сам выбрать необходимые для решения задачи величины и их числовые значения.

Пятая задача – эта задача-демонстрация в аудитории. Здесь необходимо понять сущность явления и среди различных факторов выделить главный.

Вариант 1

1. В узкой пробирке длиной  $l$  и сечением  $S$  находится тяжелый шарик так, что пробирка погружена наполовину в жидкость плотностью  $\rho$  и касается дна, как показано на рисунке 1. Найдите массу пустой пробирки.

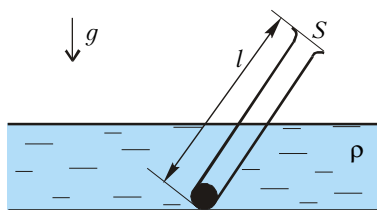


Рис. 1

2. Сжиженным газом, взятым из баллона, заполнили сосуд объемом  $V_0$ . Когда температура в баллоне и сосуде приняла исходное значение  $T$ , давление в сосуде стало  $p_0$ , а объем жидкости в баллоне уменьшился на  $V$ . Найдите давление насыщенного пара над жидкостью в баллоне, если ее плотность  $\rho$ , а молярная масса  $M$ .

3. Незаряженная неподвижная частица распалась в магнитном поле с индукцией  $B$  на две частицы с массами  $m_1$  и  $m_2$  и зарядами  $q$  и  $-q$ . Найдите время, через которое частицы встретятся, если пренебречь кулоновским взаимодействием осколков.

4. Водород находится в закрытом сосуде объемом 1 л при комнатной температуре и атмосферном давлении. Сосуд не разрушаясь выдерживает давление до 10 атм. Оцените, какую часть электронов надо удалить из газа в сосуде, чтобы сосуд лопнул.

5. Полиэтиленовая цилиндрическая упаковка для фотопленки выскальзывает при попытке разрезать ее ножницами, в то время как аналогичная полиэтиленовая пластинка той же толщины, что и стенки упаковки, легко разрезается. Объясните различие в наблюдаемом явлении.

Вариант 2

1. Два груза с массами  $m_1$  и  $m_2$  соединены пружинкой. Если груз 2 положить на опору, оставив груз 1 висеть над ним, то пружина сожмется до длины  $l_1$  (рис.2). Если же придержать груз 1, заставив груз 2 висеть на

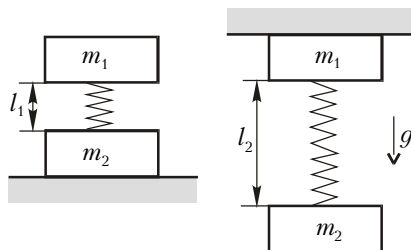


Рис. 2

пружине, то она растянется до длины  $l_2$ . Какова длина пружины в ненапряженном состоянии?

2. Три частицы с одинаковыми зарядами находились в вершинах равнобедренного прямоугольного треугольника. При каком значении  $M$  массы частицы, находящиеся в вершине прямого угла, все три частицы при разлете без начальной скорости будут находиться в вершинах подобного треугольника? Массы двух остальных частиц  $m$ .

3. В схеме на рисунке 3 конденсатор емкостью  $C_1$  заряжен до напряжения

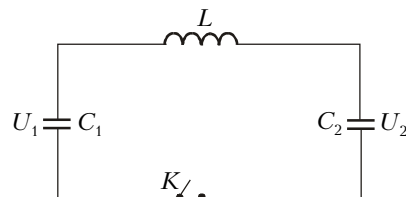


Рис. 3

$U_1$ , а конденсатор емкостью  $C_2$  заряжен до напряжения  $U_2$ . Какой максимальный ток будет в цепи после замыкания ключа  $K$ ? Индуктивность катушки  $L$ .

4. Оцените силу притяжения двух полушарий Земли.

5. См. задачу 5 в предыдущем варианте.

Вариант 3

1. Плоскопараллельная прозрачная пластина толщиной  $d$  с показателем преломления  $n > 1$  ограничена сверху зеркальной гранью, перпендикулярной ее сторонам. Луч света падает на пластину вблизи ребра, образованного стороной и верхней гранью, составляя угол  $\alpha$  с нормалью к пластине. На каком расстоянии от верхней грани выйдет свет с другой стороны пластины?

2. Цилиндрический теплоизолированный сосуд высотой  $2l$  и площадью основания  $S$  стоит вертикально в поле тяжести. Сосуд в начальный момент разделен пополам теплопроводящим поршнем неизвестной массы, а в каждой из половинок сосуда находится газ под давлением  $p_0$ . Затем поршень отпускают, и он после затухания колебаний опускается на расстояние  $h$  от первоначального положения. Найдите массу поршня. Толщиной и теплоемкостью поршня пренебречь. Внутренняя энергия газа с давлением  $p$  и объемом  $V$  равна  $U = \alpha pV$ , где  $\alpha$  – константа.

3. Два тела, с массами  $m_1$  и  $m_2$  и зарядами  $q$  и  $-q$  соответственно, связаны пружиной и находятся в состоянии покоя (пружина не растянута). Мгновенно включается однородное электрическое поле с напряженностью  $\vec{E}$ , направленной вдоль пружины от первого тела ко второму. Найдите максимальные значения скоростей тел при последующем их движении. Электрическим взаимодействием тел между собой пренебречь.

4. Оцените относительное изменение периода обращения Земли вокруг оси ( $\Delta T/T$ ), при котором относительное уменьшение веса тела ( $\Delta P/P$ ) будет равно 10%.

5. Деревянный стержень подвешен за конец на нити над сосудом с водой. При подъеме сосуда стержень сначала погружается в воду вертикально, затем наклоняется, а при дальнейшем подъеме ложится на воду и далее остается горизонтальным. Объясните наблюдаемое явление.

Публикацию подготовили  
Г.Меледин, С.Лежнин,  
А.Мильштейн

Российский государственный педагогический университет им.А.И.Герцена

МАТЕМАТИКА

Письменный экзамен

Вариант 1

1. Для каждого натурального числа  $n > 1$  определена функция

$$f_n(x) = (0,25)^{\log_n(nx-x^2)}.$$

а) Найдите области определения этих функций.

б) Нарисуйте график функции

$$g(x) = (f_4(x))^{-1}.$$