

## 10 «Б» класс Программа итоговой аттестации (2016-2017 уч.год)

1. Основные положения молекулярной теории. Атомная единица массы. Количество вещества. Постоянная Авогадро. Молярная масса. Размеры атомов и молекул. Температура и кинетическая энергия молекул. Структура вещества и потенциальная энергия взаимодействия молекул. Модельный потенциал взаимодействия молекул. Строение твердых тел, жидкостей и газов. Особенности микроскопического строения, обеспечивающие (не)сохранение формы и объема тел. Броуновское движение.
2. Модель идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа (в). Закон Дальтона. Температура. Шкала Цельсия. Идеально-газовая шкала температур. Постоянная Больцмана. Температура как мера средней кинетической энергии молекул идеального газа. Уравнение состояния идеального газа и его формы. Универсальная газовая постоянная.
3. Молекулы в поверхностном слое жидкости. Работа по увеличению поверхности. Поверхностная энергия. Коэффициент поверхностного натяжения. Сила поверхностного натяжения (в). Смачивание и несмачивание. Краевой угол. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Давление внутри мыльного пузырька (в). Капиллярные явления. Высота подъема жидкости в капилляре (в).
4. Изменение агрегатных состояний вещества. Фаза. Фазовые переходы первого рода. Скрытая теплота перехода. Удельная теплота плавления. Парообразование: испарение и кипение. Охлаждение тел при испарении. Удельная теплота парообразования. Насыщенный и ненасыщенный пар. Абсолютная и относительная влажность. Точка росы. Невозможность фазового перехода в модели идеального газа. Изотерма реального пара. Критическая температура.
5. Кристаллические и аморфные тела. Монокристаллы и поликристаллы. Анизотропия свойств монокристаллов. Изотропия свойств поликристаллов. Механическая деформация. Закон Гука. Модуль Юнга и коэффициент жесткости. Диаграмма растяжения твердого тела. Предел прочности и запас прочности. Тепловое расширение твердых тел. Коэффициенты линейного и объемного теплового расширения.
6. Внутренняя энергия тела. Способы изменения внутренней энергии. Виды теплопередачи: конвекция, теплопроводность, излучение. Количество теплоты. Внутренняя энергия идеального газа (в). Вычисление работы газа. Первое начало термодинамики.
7. Изопроцессы в идеальном газе: практическая реализация, графики, применение первого начала термодинамики, вычисление теплоемкостей. Адиабатический процесс и его реализация. Уравнение адиабаты в переменных  $(p, V)$ ,  $(p, T)$ ,  $(V, T)$ . Адиабатическое охлаждение.
8. Принцип действия циклической тепловой машины. КПД тепловой машины. Второе начало термодинамики (формулировка Томсона). Цикл Карно. КПД цикла Карно. Необратимость тепловых процессов. Второе начало термодинамики в формулировке Клаузиуса. Вероятностное объяснение необратимости.
9. Электростатическое поле. Закон Кулона. Напряженность поля. Потенциальность электростатического поля. Потенциал. Вычисление силы, действующей на заряд и работы поля при перемещении заряда. Напряженность поля и потенциал точечного заряда (в). Принцип суперпозиции для напряженности поля и потенциала. Напряженность поля и потенциал на оси равномерно заряженного тонкого кольца. Теорема Гаусса для электрического поля (формулировка и примеры).
10. Проводники в электростатическом поле. Поле внутри проводника. Электростатическая защита. Объемная плотность заряда внутри проводника (док-во). Напряженность поля вблизи поверхности проводника. Эквипотенциальность точек проводника. Заряд в полости проводника: индуцированный заряд на стенках полости, поле снаружи от проводника. Метод изображений.
11. Конденсаторы. Емкость уединенного проводника. Емкость металлического шара (в). Электроемкость конденсатора. Емкость плоского и сферического конденсатора (в). Энергия заряженного конденсатора (в). Плотность энергии электрического поля. Параллельное и последовательное соединение конденсаторов. Расчет теплового эффекта в схемах, содержащих конденсаторы (на примерах). Разрядка конденсатора через резистор. Характерное время разрядки.
12. Электрический ток: определение, достаточные условия существования, признаки (действия) тока, направление тока. Сила тока. Единица измерения силы тока. Плотность тока. Скорость носителей заряда и скорость распространения тока. Стационарное электрическое поле в проводнике. Потенциальность поля тока. Напряжение.

13. Зависимость сопротивления от температуры - классическая картина. Сверхпроводимость. Закон Ома для участка цепи (без ЭДС). Сопротивление. Удельное сопротивление. Реостат. Амперметр. Включение амперметра. Сопротивление амперметра. Вольтметр. Включение вольтметра. Сопротивление вольтметра. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Вывод закона Ома для участка цепи из закона сохранения энергии.
14. Расчет параллельного и последовательного соединения проводников. Дифференциальная и интегральная форма закона Ома для участка цепи. Шунтирование амперметра. Добавочное сопротивление к вольтметру. Измерение сопротивлений мостом Уитстона. Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС.
15. ЭДС. Закон Ома для полной цепи (вывод из ЗСЭ). Измерение ЭДС вольтметром. Элемент Вольты. Правило Вольты. Короткое замыкание. Ток короткого замыкания. Плавкий предохранитель. Правила Кирхгофа. Метод узловых потенциалов. Соображения симметрии при расчете электрических цепей (на примерах). Мощность и КПД источника тока. Максимальная мощность, выделяемая на внешней цепи.
16. Электролиты. Электролитическая диссоциация. Электрический ток в жидкостях: тип проводимости, катионы, анионы. Законы электролиза. Закон Ома для электролитов. ЭДС поляризации. Вывод законов Фарадея для электролиза. Электрохимический эквивалент. Применения электролиза: гальваностегия, гальванопластика.
17. Электрический ток в газах: тип проводимости, возникновение свободных зарядов. Несамостоятельный и самостоятельный разряд. Ионизация электронным ударом. Лавинная ионизация. Типы самостоятельного разряда: коронный, дуговой, искровой, тлеющий. Электрический ток в вакууме. Электронно-лучевая трубка. Ионизация электронным ударом: расчет столкновения. Электрический ток в газах: вольт-амперная характеристика.
18. Полупроводники (ПП). Собственная проводимость: электроны, дырки, зависимость от  $T$ . Примесная проводимость ПП: донорные, акцепторные примеси. p-n-переход. Полупроводниковый диод: вольт-амперная характеристика. Графический метод расчета силы тока в цепи, содержащей элемент с нелинейной вольт-амперной характеристикой (на примере).
19. Магнитное поле и его свойства. Определение магнитной индукции. Сила Лоренца. Сила Ампера. Момент сил, действующий на рамку с током в магнитном поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитная индукция на оси кольца с током ( $v$ ). Теорема о циркуляции магнитного поля ( $\oint$ -ка). Ток смещения. Магнитное поле прямолинейного бесконечного тока. Магнитное поле внутри соленоида (катушки с током) ( $v$ ).
20. Магнитный поток (в т.ч. в неоднородном поле). Теорема Гаусса для магнитного поля ( $\oint$ -ка). Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Способы изменения магнитного потока (примеры). Электромагнитный генератор переменного тока. Причины возникновения индукционного тока: сила Лоренца, вихревое электрическое поле. Циркуляция вихревого поля. Примеры «прямого» расчета ЭДС индукции (через работу силы Лоренца, напряженность вихревого электрического поля).
21. Самоиндукция. Индуктивность. Индуктивность соленоида ( $v$ ). Закон самоиндукции. Процессы установления и затухания тока в цепи, содержащей резистор и катушку индуктивности, характерное время процесса. Энергия магнитного поля тока. Плотность энергии магнитного поля (вывод для соленоида). Сохранение магнитного потока в сверхпроводниках.

- (в), (д) –требуется вывод формулы, доказательство теоремы.
- Тема задачи в экзаменационном билете не совпадает с темой теоретического вопроса.

**9.179\*.** Гелий массой  $m = 20$  г бесконечно медленно переводят из состояния, в котором газ занимает объем  $V_1 = 32$  л при давлении  $p_1 = 4,1 \cdot 10^5$  Па, в состояние с термодинамическими параметрами  $V_2 = 9$  л и  $p_2 = 15,5 \cdot 10^5$  Па (рис. 9.22). До какой наибольшей температуры нагревается газ в этом процессе?

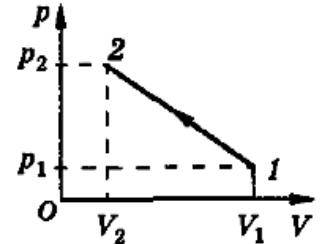
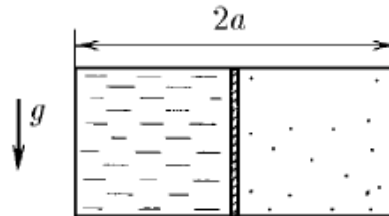


Рис. 9.22

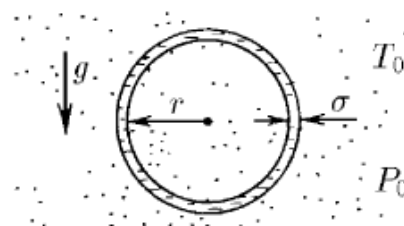
**2.7.** Бронзовый стержень был охлажден в жидком азоте до температуры  $T_1 = 72$  К. Охлажденный стержень плотно вставили в прямоугольное отверстие жесткой обоймы, имеющей температуру  $T_2 = 293$  К, так, что зазор между торцами стержня и соответствующими плоскостями отверстия обоймы можно считать равным нулю. Каким стало давление стержня на обойму после того, как он нагрелся до температуры  $T_2 = 293$  К? Коэффициент линейного расширения бронзы  $\alpha = 1,75 \cdot 10^{-5}$  К<sup>-1</sup>, модуль Юнга  $E = 1,04 \cdot 10^{11}$  Па.

◇ **5.5.22.** В прямоугольном сосуде с непроницаемыми стенками находится слева тяжелая жидкость (например, ртуть), отделенная подвижным тонким поршнем от воздуха в правой части сосуда. В начальный момент поршень находится в равновесии и делит объем сосуда пополам. На сколько смещается поршень вправо, если температура системы уменьшается в три раза? Тепловым расширением ртути и стенок сосуда пренебречь. Трения нет. Длина сосуда  $2a$ .



К задаче 5.5.22

◇ **5.5.33.** Мыльный пузырь, заполненный горячим воздухом, неподвижно висит в атмосфере. Атмосферное давление  $P_0$  и температура  $T_0$ . Плотность мыльной пленки  $\rho$ , ее толщина  $\delta$ , а радиус пузыря  $r$ . Найдите температуру воздуха внутри пузыря, если поверхностное натяжение мыльной воды равно  $\sigma$ . Молярная масса воздуха  $\mu$ .



К задаче 5.5.33

◇ 5.6.30\*. Найдите теплоемкость системы, состоящей из перекрытого поршнем сосуда с одноатомным газом (параметры газа  $P_0, V_0, T_0$ ). Поршень удерживается пружиной. Слева от поршня вакуум. Если газ откачать, поршень соприкоснется с правой стенкой сосуда, а пружина будет не деформирована. Теплоемкостями сосуда, поршня и пружины пренебречь.



К задаче 5.6.30

**2.151.** Взрывная камера заполняется смесью кислорода и водорода при температуре  $T_1 = 300$  К и давлении  $p_1 = 10^5$  Па. Парциальные давления кислорода и водорода в камере одинаковы. После герметизации камеры производится взрыв. Найдите давление внутри камеры после охлаждения продуктов реакции до температуры  $T_2 = 373$  К.

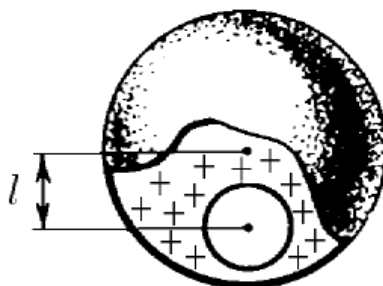
5.9.22. Абсолютная теплоизоляция невозможна. На первый взгляд, тепловая мощность 0,1 Вт, поступающая в холодильную камеру из-за несовершенства теплоизоляции, кажется незначительной. Рассчитайте минимальную мощность, которую в этом случае нужно затратить, чтобы поддерживать в камере температуру  $10^{-4}$  К при температуре окружающей среды  $20^\circ\text{C}$ . Проведите аналогичный расчет для бытового холодильника, в камере которого нужно поддерживать температуру  $-13^\circ\text{C}$ . (В установках для получения рекордно низких температур мощность такого «паразитного» притока тепла удается снизить до 0,01 Вт и ниже.)

5.10.21. В цилиндре, закрытом поршнем, при температуре  $20^\circ\text{C}$  находится воздух, на дне цилиндра — капелька воды. Чему будет равно давление в цилиндре после изотермического уменьшения объема под поршнем в два раза? Какую для этого нужно совершить работу? Первоначальный объем  $0,5$  м<sup>3</sup>, давление насыщенного пара при температуре  $20^\circ\text{C}$  равно 1,73 кПа. Начальное давление 101,3 кПа.

**11.41.** Внутри гладкой сферы диаметром  $d$  находится маленький заряженный шарик. Какой минимальной величины заряд  $Q$  нужно поместить в нижней точке сферы, для того чтобы шарик находился в ее верхней точке в устойчивом равновесии (рис. 11.6)? Заряд шарика  $q$ , его масса  $m$ .



Рис. 11.6



К задаче 6.2.13

◇ 6.2.13\*. В равномерно заряженном шаре радиуса  $R$  вырезали сферическую полость радиуса  $r$ , центр которой находится на расстоянии  $l$  от центра шара. Объемная плотность заряда  $\rho$ . Найдите напряженность электрического поля вдоль прямой, проходящей через центр полости и центр шара. Докажите, что электрическое поле в полости однородно.

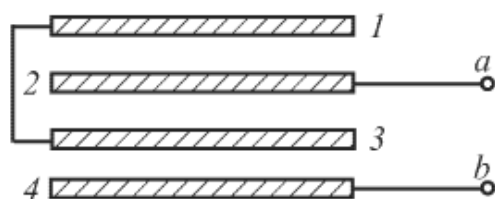
**3.59<sup>3</sup>.** Два электрона находятся на бесконечно большом расстоянии друг от друга, причем один из них покоится, а другой движется со скоростью  $v$  по направлению к первому. Определите наименьшее расстояние  $r_0$ , на которое они сблизятся.

**3.60<sup>3</sup>.** По тонкому кольцу массы  $M$  и радиуса  $R$  равномерно распределен заряд  $+Q$ . С какой скоростью  $v$  точечная частица массы  $m$  и заряда  $-q$ , первоначально покоившаяся на бесконечно большом расстоянии от кольца, пролетит через его центр, если кольцо: а) закреплено? б) свободно? Частица движется по перпендикуляру к плоскости кольца, проходящему через его центр.

**3.73<sup>3</sup>.** Металлический шар радиуса  $R_1$ , заряженный до потенциала  $\varphi$ , окружают концентрической сферической проводящей оболочкой радиуса  $R_2$ . Чему станет равен потенциал шара  $\varphi'$ , если заземлить оболочку?

**3.79<sup>2</sup>.** Два точечных заряда,  $q$  и  $-q$ , расположены на расстоянии  $L$  друг от друга и на одинаковом расстоянии  $L/2$  от проводящей плоскости с одной стороны от нее. Определите модуль  $F$  силы, действующей на каждый заряд.

**11.245.** Две одинаковые металлические параллельные пластины небольшой толщины сблизил на расстояние, значительно меньшее их линейных размеров. Одной из пластин сообщили заряд  $q$ , а другой — заряд  $3q$ . Определить заряд на четырех поверхностях пластин. Изобразить картину силовых линий.

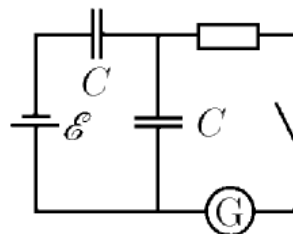


К задаче 3.107

**3.107<sup>3</sup>.** Четыре одинаковые металлические пластины площади  $S$  каждая расположены в воздухе на одинаковых расстояниях  $d$  друг от друга. Пластина 1 соединена проводником к пластиной 3 (см. рисунок). Определите емкость  $C$  между точками подключения  $a$  и  $b$ , считая расстояние  $d$  между пластинами малым по сравнению с их размерами.

**6.5.14.** В поле напряженности  $E_0$  перпендикулярно его направлению расположены две непроводящие плоские разноименно заряженные пластины. Напряженность поля между пластинами  $E$ . Какую работу нужно совершить, чтобы расположить эти пластины параллельно внешнему полю? Площадь каждой пластины  $S$ , расстояние между пластинами  $h$  много меньше размеров пластин.

◇ **8.4.7.** Какой заряд протечет через гальванометр после замыкания ключа? Какое количество теплоты выделится на сопротивлении?



К задаче 8.4.7

**3.101.** Батарея с ЭДС  $\mathcal{E} = 4$  В и внутренним сопротивлением  $r = 1$  Ом входит в состав неизвестной цепи (рис. 3.44). К полюсам батареи подключен вольтметр так, что положительная клемма вольтметра присоединена к положительному полюсу батареи. Вольтметр показывает напряжение  $U = 6$  В. Определите количество теплоты, выделяющейся за единицу времени на внутреннем сопротивлении батареи.

**3.121.** На рисунке 3.57 приведена зависимость силы тока через автомобильную лампочку от напряжения на ней. Лампочку подключают к источнику постоянного напряжения  $\mathcal{E} = 10$  В последовательно с резистором, сопротивление которого  $R = 4$  Ом. Определите мощность лампочки.

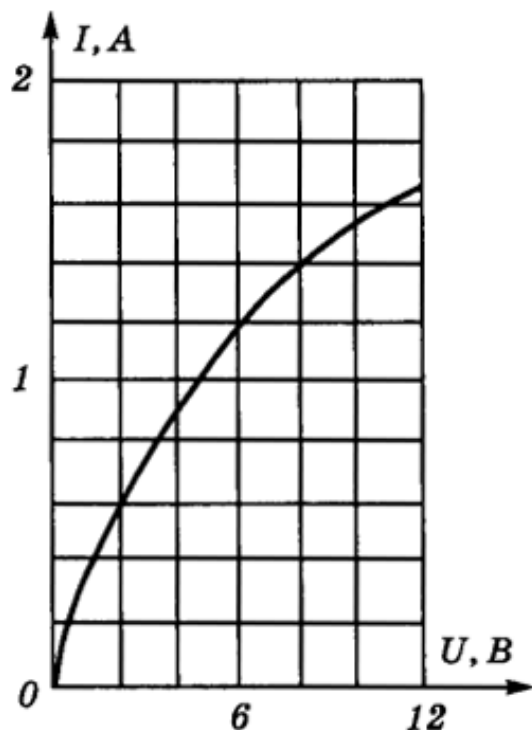


Рис. 3.57

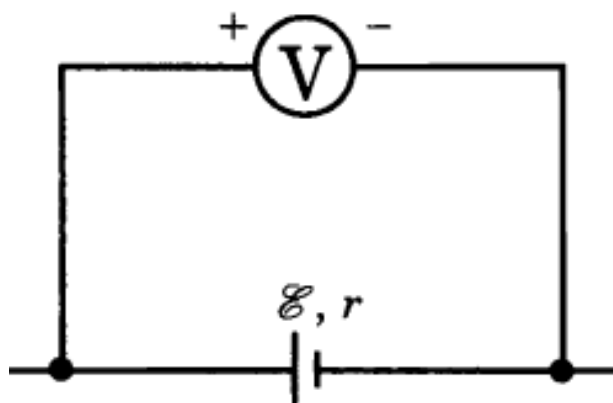
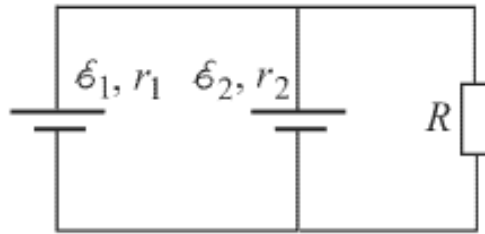
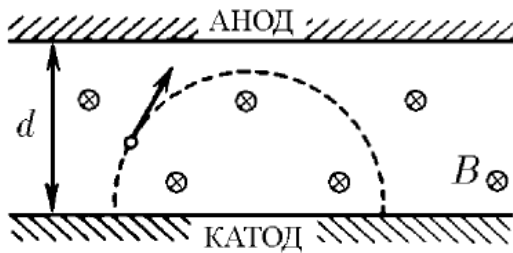


Рис. 3.44

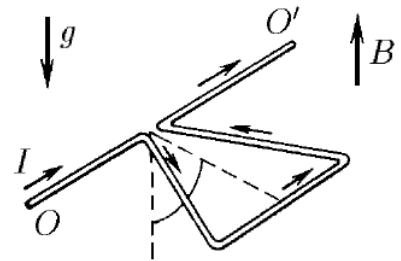
**3.158<sup>3</sup>.** Найдите силу тока  $I$  через нагрузку  $R$ , подключенную к параллельно соединенным источникам тока с ЭДС  $\mathcal{E}_1$  и  $\mathcal{E}_2$  и внутренними сопротивлениями  $r_1$  и  $r_2$  соответственно (см. рисунок).



◇ **9.1.9.** Треугольная проволочная рамка с током может вращаться вокруг горизонтальной оси  $OO'$ , проходящей через вершину треугольника. Масса единицы длины проволоки  $\rho$ , ток в рамке  $I$ . Рамка находится в магнитном поле индукции  $B$ , направленном вдоль поля тяжести. Определите угол отклонения плоскости треугольника от вертикали.



К задаче 10.2.9



К задаче 9.1.9

**9.1.15\*.** Проводящее кольцо поместили в магнитное поле, перпендикулярное его плоскости. По кольцу циркулирует ток  $I$ . Если проволока кольца выдерживает на разрыв нагрузку  $F$ , то при какой индукции магнитного поля кольцо разорвется? Радиус кольца  $R$ . Действием на кольцо магнитного поля, создаваемого током  $I$ , пренебречь.

◇ **10.2.9.** На плоские анод и катод, расстояние между которыми  $d$ , подается высокое напряжение. Система находится в магнитном поле индукции  $B$ , параллельном плоскости электродов. Определите, при каком напряжении электроны достигнут анода. Найдите это напряжение, если  $B = 0,1$  Тл,  $d = 2$  см.

**6.3.6. Коэффициент взаимной индуктивности двух витков.** Центры двух компланарных соосных витков радиусами  $a_1$  и  $a_2$  находятся на оси  $z$  на расстоянии  $h \gg a_1, a_2, a_2 \ll a_1$ . Ориентация витков задается единичными векторами  $\vec{n}_1 = (0, 0, 1)$  и  $\vec{n}_2 = (0, 0, 1)$ . Найдите коэффициент взаимной индукции.

**11.5.7.** Сверхпроводящее кольцо индуктивности  $L$ , в котором течет ток  $I_0$ , вносят в однородное магнитное поле индукции  $B_0$ . Найдите ток, который будет протекать по кольцу. Нормаль к плоскости кольца составляет с направлением поля угол  $\alpha$ ; радиус кольца  $r$ .

**3.206.** На гладкой горизонтальной поверхности стола расположена проводочная прямоугольная рамка массой  $m$  со сторонами  $a$  и  $b$  (рис. 3.197). Рамка находится в магнитном поле, составляющая вектора индукции которого вдоль оси  $z$  зависит только от координаты  $x$  и изменяется по линейному закону:  $B_z(x) = B_0(1 - \alpha x)$ , где  $B_0$  и  $\alpha$  — заданные константы. Рамке сообщают вдоль оси  $x$  скорость  $v_0$ . Когда рамка, двигаясь поступательно, проходит расстояние  $L$ , ее скорость уменьшается в 3 раза. Пренебрегая самоиндукцией рамки, определите ее омическое сопротивление. (Билет 3, 2004)

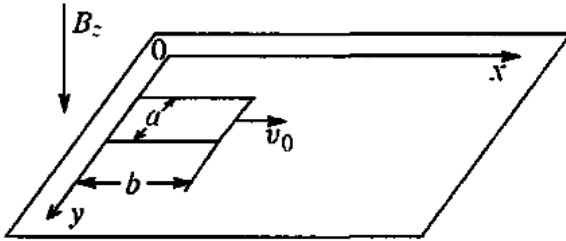


Рис. 3.197.

Рамке сообщают вдоль оси  $x$  скорость  $v_0$ . Когда рамка, двигаясь поступательно, проходит расстояние  $L$ , ее скорость уменьшается в 3 раза. Пренебрегая самоиндукцией рамки, определите ее омическое сопротивление. (Билет 3, 2004)

**3.182.** Две катушки индуктивностями  $L_1$  и  $L_2$  подключены через ключи  $K1$  и  $K2$  к источнику с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  (рис. 3.90). В начальный момент оба ключа разомкнуты. После того как ключ  $K1$  замкнули и сила тока через катушку индуктивностью  $L_1$  достигла некоторого значения  $I_0$ , замыкают ключ  $K2$ . Определите установившиеся силы тока через катушки индуктивностями  $L_1$  и  $L_2$  после замыкания ключа  $K2$ . Сопротивлениями катушек пренебречь.

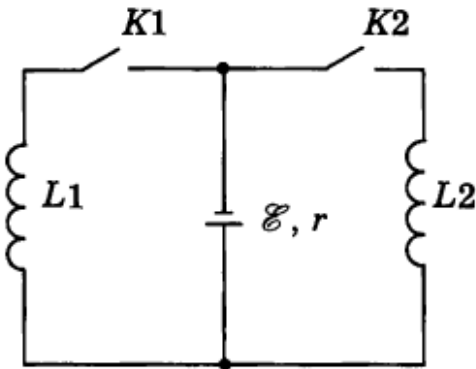
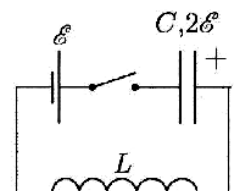


Рис. 3.90

**11.2.14\*.** На непроводящем кольце массы  $m$  и радиуса  $r$  равномерно распределен заряд  $q$ . Кольцо может свободно вращаться вокруг своей оси. В начальный момент кольцо покоится. В центральной области кольца радиуса  $l < r$  имеется перпендикулярное плоскости кольца магнитное поле, индукция которого равномерно уменьшается до нуля. Какую угловую скорость приобретет кольцо к моменту исчезновения поля? Изменится ли результат, если индукция  $B$  будет уменьшаться до нуля неравномерно? Индукцией магнитного поля, создаваемой вращающимся кольцом, пренебречь.

5 В схеме, показанной на рисунке, все элементы можно считать идеальными, параметры элементов указаны на рисунке. До замыкания ключа конденсатор был заряжен до напряжения  $2\mathcal{E}$ . Ключ замыкают.



- 1) Найдите максимальный ток в цепи.
- 2) Найдите ток в момент, когда заряд на конденсаторе равен нулю.