

## Задание 11-05 ПОСТОЯННЫЙ ТОК. Ток в средах

### Задачи простые

A1\*. Два электрода опустили в сосуд со слабым раствором поваренной соли. К электродам подвели постоянное напряжение. Как будет меняться сила тока, проходящего через раствор, если в сосуд постепенно подсыпать соль?

A2\*. Как изменится сила тока, проходящего через насыщенный раствор поваренной соли, если увеличится температура?

A3\*. Как изменится количество вещества, выделяемого на электродах при электролизе, если: а) увеличить напряжение; б) сблизить электроды; в) увеличить погруженную часть электродов?

A4\*. Одинаковые ли количества хлора выделяются при электролизе из различных растворов (см. рисунок)?

A5\*. Объясните почему элемент Вольта не может быть использован в качестве батареи электропитания.

A6\*. В чём состоит отличие способов предотвращения поляризации электродов в элементах Даниэля и Лекланше?

A7\*. Объясните, почему для свинцовых аккумуляторов не требуются специальные методы борьбы с поляризацией?

A8\*. Чем ионизация газов отличается от ионизации растворов?

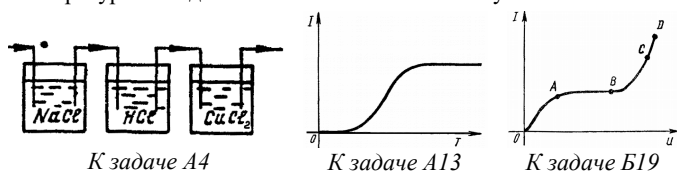
A9\*. Почему количество ионов в газе при действии постоянного ионизатора увеличивается только до определенного предела, а затем становится постоянным?

A10\*. Как изменится ток насыщения, если при неизменном действии ионизатора сблизить пластины?

A11\*. К массивной металлической детали нужно приварить тонкостенную деталь. Какую из них следует соединить с плюсом, а какую — с минусом дугового электросварочного генератора?

A12\*. Объясните, зачем внутрь колбы электролюминесцентной лампы, заполненной разреженным инертным газом, добавляют каплю ртути?

A13\*. На рисунке показано, как при постоянном напряжении между анодом и катодом вакуумного диода ток зависит от температуры катода. Объясните качественно эту зависимость.



A14\*. Зачем в электронно-лучевой трубке на пути электронного пучка помещают два плоских конденсатора, пластины которых расположены во взаимно перпендикулярных плоскостях? Чем можно заменить эти конденсаторы?

A15\*. Есть ли какие-нибудь различия между дыркой и положительным ионом в полупроводниках?

A16\*. Почему при неизменных внешних условиях количество свободных носителей в полупроводнике остаётся постоянным, хотя генерация пар электрон-дырка происходит непрерывно?

A17\*. Каким способом в полупроводниках создают преимущественно дырочную или электронную проводимости?

A18\*. Какого типа будет проводимость германия, если к нему добавить в качестве примеси фосфор (P)? Цинк (Zn)? Калий (K)?

A19\*. В четырехвалентный германий (Ge) вводится примесь: а) пятивалентный мышьяк (As); б) трехвалентный индий (In). Каким будет основной ток в германии в каждом случае: электронным или дырочным?

### Задачи средние

B1\*. Определить химические и электрохимические эквиваленты веществ: водорода, натрия, кислорода, двухвалентной меди.

B2\*. Определите постоянную Фарадея, если известно, что при прохождении через электролитическую ванну заряда в 7348 Кл масса выделившегося на катоде золота 5 г. Химический эквивалент золота равен 66 г/моль.

B3\*. На что затрачивается больше электричества: на выделение моля никеля из раствора  $NiSO_4$  или на выделение моля железа из раствора  $FeCl_2$ ?

B4. Медь выделяется из раствора  $CuSO_4$  при напряжении  $U = 8.0$  В. Найти расход энергии на выделение  $m = 1.0$  кг меди.

B5\*. Сколько времени потребуется для покрытия изделия слоем золота толщиной  $d = 5$  мкм, если плотность тока в растворе хлористого золота  $AuCl_3$  равна  $j = 20$  А/м<sup>2</sup>?

### ° - задачи с рисунком, \* - задачи для решения дома

B6\*. Какой толщины слой серебра образовался на изделии за время 3 мин, если плотность тока в растворе азотнокислого серебра  $AgNO_3$  равна 2.6 кА/м<sup>2</sup>?

B7. Никелирование металлического изделия с поверхностью  $S = 120$  см<sup>2</sup> продолжалось  $t = 5$  ч при силе тока  $I = 0.3$  А. Валентность никеля  $n = 2$ , молярная масса  $M = 58.7$  г/моль, плотность  $\rho = 9$  г/см<sup>3</sup>. Определите толщину  $d$  слоя никеля.

B8. Сколько окиси алюминия  $Al_2O_3$  разлагает ток силой  $I = 3.0$  А в течение времени  $t = 1$  ч?

B9. При электролизе сернистого цинка  $ZnSO_4$  в течение времени  $t = 4.0$  ч выделилось  $m = 24$  г цинка. Определите сопротивление электролита, если на электроды подано напряжение  $U = 10$  В.

B10\*. При электролизе воды течет ток силой  $I = 59$  А. Какой объем гремучего газа (при н.у.) получился за 1 мин?

B11\*. Два электрода в виде плоских параллельных медных сеток опущены в проточный раствор медного купороса и присоединены к генератору постоянного напряжения. Будет ли изменяться сила тока при переносе электродов в растворе так, что ток пойдет то по направлению течения жидкости, то против, то под углом к нему?

B12. В одной из электролитических ванн, соединенных последовательно, находится раствор сульфата меди  $CuSO_4$ , в другой - раствор хлористой меди  $CuCl_2$ . Одинаковое ли количество меди выделится в обеих ваннах при прохождении тока через них?

B13. Можно ли на основании законов Фарадея сделать заключение, что для электролитического выделения одинаковых масс данного вещества требуется затратить одинаковые количества энергии тока?

B14\*. Электрическую лампочку включили в сеть последовательно с электролитической ванной, наполненной слабым раствором поваренной соли. Изменится ли накал лампочки, если добавить в раствор еще некоторое количество соли?

B15\*. Электрический ток пропускают через электролитическую ванну с двумя угольными электродами, наполненную раствором медного купороса. Как изменится количество меди, выделенное за одно и то же небольшое время, если изменить только одно из следующих условий. а) заменить угольный анод медным такой же формы и объема; б) заменить угольный катод медным; в) увеличить напряжение, г) долить электролит той же концентрации; д) увеличить концентрацию раствора; е) сблизить электроды; ж) уменьшить погруженную часть анода, катода или обоих электродов; з) нагреть электролит?

B16\*. Две одинаковые электролитические ванны А и В наполнены раствором медного купороса. Концентрация раствора в ванне А больше, чем в ванне В. В какой из ванн выделится больше меди, если их соединить последовательно? параллельно?

B17. Пары ртути в ртутной лампе ионизируются рентгеновскими лучами. При увеличении напряжения между электродами лампы достигается сила тока насыщения  $I = 0.8$  нА. Какое количество пар ионов создают рентгеновские лучи за время  $t = 1$  с?

B18. Какой наименьшей скоростью должен обладать электрон, чтобы ионизировать атом гелия? Энергия ионизации атома гелия  $W_i = 24.5$  эВ.

B19\*. От чего зависит ток насыщения в газе на участке АВ графика  $I(U)$ : от приложенного напряжения или от действия ионизатора?

B20\*. Плоский конденсатор зарядили до разности потенциалов близкой к пробойному значению, но ещё не достигшей его, и отсоединили от источника напряжения. Наступит ли пробой, если пластины начать сблизать?

B21. Плоский конденсатор подключен к источнику напряжением 6 кВ. При каком расстоянии между пластинами наступит пробой, если ударная ионизация воздуха начинается при напряженности поля 3 МВ/м?

B22. Почему в мощных электронных лампах анод делают охлаждаемым и перед включением накала катода включают анодное напряжение?

B23. Мощность тока в электронно-лучевой трубке  $P = 0.50$  Вт. Энергия электронов в луче  $W = 8 \cdot 10^{16}$  Дж. Определите силу анодного тока.

B24\*. Напряжение около 50 В поддерживает дуговой разряд в газовом промежутке. Искровой разряд в том же промежутке требует напряжения в несколько тысяч вольт. Объясните почему.

### Задание 11-05 ПОСТОЯННЫЙ ТОК. Ток в средах

B25\*. На рисунке даны три графика зависимости тока от напряжения на электродах лампового диода, снятые при разных температурах катода. Какая кривая принадлежит низкотемпературному катоду, а какая - высокотемпературному? Почему все три кривые совпадают при малых напряжениях?

B26. В диоде электроны ускоряются до энергии  $100 \text{ эВ}$ . Какова их минимальная скорость у анода лампы?

B27. В ламповом диоде электрон подходит к аноду со скоростью  $8000 \text{ км/с}$ . Найдите анодное напряжение.

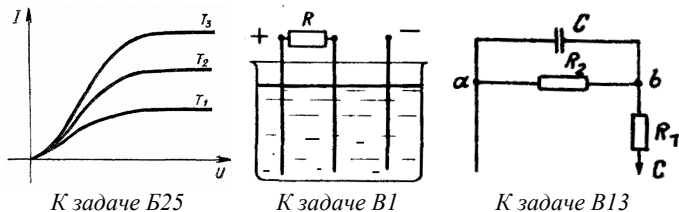
B28\*. Скорость движения электронов между электродами в диоде до  $10^4 \text{ км/с}$ , а в металлических проводниках анодной цепи - не более долей миллиметра в секунду. Одинакова ли сила тока в лампе и в проводниках, составляющих анодную цепь?

B29. Какое напряжение в электронно-лучевой трубке (ЭЛТ) нужно подать на горизонтально отклоняющие пластины и какое - на вертикально отклоняющие пластины, чтобы получить на экране отклонения луча  $50 \text{ мм}$  по взаимно перпендикулярным направлениям? Чувствительность трубки по горизонтальному отклонению луча  $0.20 \text{ мм/В}$ , а по вертикальному —  $0.28 \text{ мм/В}$ .

B30\*. Максимальный анодный ток в ламповом диоде равен  $50 \text{ мА}$ . Сколько электронов вылетает из катода каждую секунду?

B31\*. Почему прямой ток  $p-n$  перехода значительно больше обратного при одинаковом напряжении?

B32\*. Почему, несмотря на равенство концентраций электронов и дырок в полупроводнике с собственной проводимостью, электронный ток всё же больше дырочного?



### Задачи сложные

B1°. В раствор хлорида алюминия  $\text{AgCl}$  поместили два одинаковых широких электрода и приложили к ним постоянное напряжение  $U = 100 \text{ В}$ . При этом на отрицательном электроде стало выделяться  $m = 1 \text{ мг}$  серебра в секунду. Посередине между электродами поместили третий такой же электрод и через резистор сопротивлением  $r = 50 \text{ Ом}$  соединили его с положительным электродом. Что и в каком количестве будет выделяться на среднем электроде?

B2. При электролизе сила тока равномерно менялась от  $I_1 = 2 \text{ А}$  до  $I_2 = 8 \text{ А}$  в течение  $t = 10 \text{ с}$ . Какая масса меди  $m$  выделится из раствора  $\text{CuSO}_4$  на катоде, если электрохимический эквивалент меди  $k = 0.33 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}$ ?

B3. При электролизе воды через ванну  $25 \text{ минут}$  пропускали ток  $I = 20 \text{ А}$ . Какова температура выделившегося кислорода, если он находится в объеме  $V = 1 \text{ л}$  под давлением  $P = 2 \text{ атм}$ ?

B4\*. В течении какого времени нужно производить электролиз подкисленной воды, чтобы полученным водородом можно было наполнить при нормальных условиях воздушный шар с подъемной силой  $F = 2 \text{ кН}$ ? Ток при электролизе  $I = 100 \text{ А}$ .

B5. Цинковый анод массой  $5 \text{ г}$  поставлен в электролитическую ванну, через которую проходит ток  $2 \text{ А}$ . Через какое время анод полностью израсходуется на покрытие металлических изделий?

B6\*. За  $10 \text{ мин}$  в гальванической ванне выделилось  $0.67 \text{ г}$  серебра. Амперметр, включённый последовательно с ванной, показывал  $0.9 \text{ А}$ . Верно ли показание амперметра?

B7. Определите количество выделившейся меди при электролизе, если затрачено  $5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$  электроэнергии. Напряжение на клеммах ванны  $10 \text{ В}$ . КПД установки  $75\%$ .

B8. Какова сила тока насыщения при несамостоятельном газовом разряде, если ионизатор образует ежесекундно  $10^9$  пар ионов в  $1 \text{ см}^3$ , площадь каждого из двух плоских параллельных электродов  $100 \text{ см}^2$  и расстояние между ними  $5 \text{ см}$ .

B9\*. Сколько пар ионов возникает под действием ионизатора ежесекундно в  $1 \text{ см}^3$  разрядной трубки, в которой течет ток насыщения  $2 \cdot 10^{-7} \text{ мА}$ ? Площадь каждого плоского электрода равна  $1 \text{ дм}^2$  и расстояние между ними —  $5 \text{ мм}$ .

° - задачи с рисунком, \* - задачи для решения дома  
B10\*. При каком расстоянии между пластинами площадью по  $100 \text{ см}^2$  установится ток насыщения  $10^{-10} \text{ А}$ , если ионизатор образует в  $1 \text{ см}^3$  газа  $12.5 \cdot 10^6$  пар ионов за  $1 \text{ с}$ ?

B11. Электрический пробой воздуха наступает при напряженности поля  $E = 3 \text{ МВ/м}$ . Определить потенциал ионизации воздуха и скорость электронов перед ударом о молекулы, если длина свободного пробега электронов  $\lambda = 5 \text{ мкм}$ .

B12\*. До какого потенциала можно зарядить уединенный металлический шарик радиусом  $r = 5 \text{ мм}$ ? Какой заряд он при этом будет нести? Напряженность поля, при котором наступает пробой воздуха, равна  $E = 3 \text{ МВ/м}$ .

B13°. Воздух в пространстве между пластинами плоского конденсатора с размерами  $10 \times 10 \times 2.5 \text{ см}$  ионизируется рентгеновскими лучами так, что в  $1 \text{ см}^3$  за  $1 \text{ с}$  образуется  $10^9$  пар ионов и свободных электронов. Пластины конденсатора соединены с источником напряжения  $V = 1300 \text{ В}$  через резистор с сопротивлением  $R_1 = 100 \text{ ГОм}$ . Резистор с таким же сопротивлением  $R_2$  включен параллельно конденсатору. Какой ток протекает через резистор  $R_1$ ? Считать, что ионы и электроны достигают пластин конденсатора, не успев рекомбинировать.

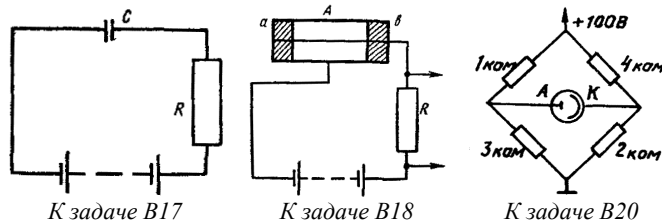
B14. При каком напряжении начинает светиться неоновая лампочка, если расстояние между электродами, имеющими вид тонких плоских пластин,  $d$ ; энергия ионизации неона  $W$ ; длина свободного пробега электронов между двумя последовательными столкновениями с атомами неона  $l$ ?

B15\*. При какой напряженности поля начнется самостоятельный газовый разряд в воздухе, если энергия ионизации молекул равна  $2.4 \cdot 10^{18} \text{ Дж}$ , а длина свободного пробега  $5 \text{ мкм}$ ? Какова скорость электронов при ударе о молекулы?

B16\*. Расстояние между электродами в трубке, наполненной парами ртути,  $10 \text{ см}$ . Какова средняя длина свободного пробега электрона, если самостоятельный разряд наступает при напряжении  $600 \text{ В}$ ? Энергия ионизации паров ртути  $1.7 \cdot 10^{18} \text{ Дж}$ . Электрическое поле считать однородным.

B17°. К источнику высокого напряжения через проводник сопротивления  $R = 1 \text{ кОм}$  подключен конденсатор электроемкостью  $8 \text{ нФ}$  с расстоянием между пластинами  $3 \text{ мм}$ . Воздух между пластинами конденсатора ионизируется рентгеновскими лучами так, что в  $1 \text{ см}^3$  образуется  $10^4$  пар ионов за  $1 \text{ с}$ . Заряд каждого иона равен заряду электрона. Найдите падение напряжения на проводнике  $R$ , считая, что все ионы достигают пластин конденсатора, не успевая рекомбинировать.

B18°. На рисунке изображен счетчик элементарных частиц Гейгера-Мюллера. Между корпусом трубки  $A$  и тонкой проволокой  $ab$  создается высокое напряжение немного меньше необходимого для зажигания газового разряда. При попадании в счетчик заряженной частицы происходит ионизация молекул газа и начинается разряд. Прохождение по цепи тока сопровождается падением напряжения на проводнике с большим сопротивлением  $R$ . Это падение напряжения регистрируется после усиления соответствующим устройством. Для работы с потоком частиц необходимо быстрое гашение вызванного одной частицей разряда. За счёт чего происходит гашение разряда в схеме?



B19\*. Опишите порядок работы стартера при зажигании тлеющего разряда в электролюминесцентной лампе. Какова роль "балласта"? Почему после зажигания разряда биметаллические контакты стартера больше не замыкаются?

B20°. Электрическая цепь содержит фотоэлемент. Если потенциал анода фотоэлемента выше, чем потенциал катода, то ток фотоэлемента  $I_0 = 10 \text{ мА}$  (ток насыщения). В обратном случае ток фотоэлемента равен нулю. Определите напряжение на фотоэлементе  $V_\phi$ .

**Задание 11-05 ПОСТОЯННЫЙ ТОК. Ток в средах**  
**Теория**

1. Г.Я. Мякишев - Электродинамика. §§ 2.11-2.13, 3.1-3.21.
2. Б.М. Яворский, А.А. Пинский – Основы физики Т.1. §§ 45.1-48.8.
3. Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев - Физика для углублённого изучения. Т.3. Строение и свойства вещества. §§ 31, 32, 35-37.
4. Г.С. Ландсберг - Элементарный учебник физики Т.2. §§ 65-111.

**Ответы**

◦ - задачи с рисунком, \* - задачи для решения дома