1. Найти электрохимический эквивалент К водорода.  
   Решение:

1 А

Имеем К = , где F = 96,48 • 10J Кл/моль — постоянная

F Z

Фарадея, А = 0,001 —молярная масса водорода, Z = 1 --  
валентность. Подставляя числовые данные, получим  
К = 1,04 • 10-8 кг/Кл.

1. Амперметр, включенный последовательно с электро-  
   литической ванной с раствором AgNO., показывает ток  
   I = 0,90 А. Верен ли амперметр, если за время г = 5 мин про-  
   хождения тока выделилась масса от = 316 мг серебра?

Решение:

По первому закону Фарадея т-Kir. Тогда амперметр

должен показывать ток / = . Найдем электрохимичес-

Кт

1 А

кий эквивалент серебра. Имеем , где = 0Л 08,

Z = 1. Отсюда К = 1,12-10"6 кг/Кл. Подставляя числовые  
дайные, получим 7 = 0,94А. Следовательно, амперметр  
показывает ток на 0,04 А меньше, чем нужно.

1. Две электролитические ванны с растворами AgNO, и  
   CuS04 соединены последовательно. Какая масса от, меди вы-  
   делится за время, в течение которого выделилась масса  
   от, =180 г серебра?

Решение:

При последовательном соединении через обе ванны про-  
ходит одинаковый ток /. За время г выделилась масса  
серебра от, = KJt — (1) и масса меди от, = К21т — (2).

***Til Til***

Выразив из (1) и (2) время г, получим т = —L = ——, or-

KJ K2I

куда т2 = —!—- • Электрохимический эквивалент серебра  
к\

К{ = 1,12-1О'6 кг/Кл. Подставляя числовые данные, полу-  
чим т j = 53,5 • 10'6 кг.

*туК2*

1. При получении алюминия электролизом раствора  
   А1г03 в расплавленном криолите проходил ток / = 20 кА при  
   разности потенциалов на электродах V = 5 В. За какое время г  
   выделится масса ;;; = 1 т алюминия? Какая электрическая  
   энергия W при этом будет затрачена?

Решение:

Имеем т - Kit, откуда г = —, где К г- х

J KI 96,48 • 103

27 • 10-3

х = 9,3 ■ 10-8 кг/Кл. Подставляя числовые данные,

3

Получим г = 537634 с = 149,3 ч. Затраченная энергия W  
будет равна работе электрических сил А = Рт, т. е.  
W = Pt-IUt. Подставляя числовые данные, получим  
W = 53,8ГДж.

1. Какую электрическую энергию IV надо затратить,  
   чтобы при электролизе раствора AgN03 выделилась масса  
   т = 500 мг серебра? Разность потенциалов на электродах  
   1/ = 4В.

Решение:

Имеем W = Шт (см. задачу 10.103). По первому закону

Фарадея т=-К1т, откуда /г . Тогда W где

К К

К. = 1,12 • 10~6 кг/Кл (см. задачу 10.101). Подставляя число-  
вые данные, получим W - 1,8 кДж.

1. Реакция образования воды из водорода и кислорода  
   происходит с выделением тепла: 2Н,+02 = 2Н2О + 5,57-105 Дж.  
   Найти наименьшую разность потенциалов U , при которой будет  
   происходить разложение воды электролизом.

Решение:

Для выделения массы т вещества при электролизе не-

. ТГТ mUZF тт WA

обходима энергия W = Ii/t = , откуда и = , где

A mZF

F — постоянная Фарадея, А — молярная масса, Z — ва-  
лентность. Чтобы разложить v = 2 моль воды, т. е. чтобы  
выделить m = 4 г водорода, потребуется энергия  
W = 5,57-105 Дж. Подставляя числовые данные, получим  
U = 1,5 В.

1. Найти эквивалентную проводимость Ах для очень  
   слабого раствора азотной кислоты.

Решение:

В слабых растворах все молекулы диссоциированы, т. е.  
степень диссоциации а и 1. Тогда эквивалентная прово-  
димость = F(u++ и\_). Имеем =3,26-10'7м2/(Вс) и  
w\_ = 0,64 ■ КГ7 м2/(В с). Подставляя числовые данные, по-  
лучим Ак=37,6'10'3 м2/(Ом-моль).

1. Через раствор азотной кислоты пропускается ток  
   / = 2 А. Какое количество электричества q переносится за вре-  
   мя г = ] мин нонами каждого знака?

Решение:

Запишем уравнение диссоциации для азотной кислоты

1TN03 -> ЬГ + NO3 . По определению силы тока 1 = —, от-

т

куда д = 1т — (1) — полное количество электричества,  
переносимое всеми ионами за время г. Плотность тока  
158

положительных и отрицательных ионов соответственно  
равна j+ = q\*n\*u\* — (2) и f - q~п~if — (3), где q —  
количество электричества, переносимое ионами каждого  
знака, п — концентрация ионов, и — подвижность ионов.  
Из уравнения диссоциации видно, что концентрации  
положительных и отрицательных ионов равны, следова-  
тельно, и плотности тока по модулю равны, тогда из

уравнений (2) и (3) имеем q~и" - q+гГ или — = — (4).

q\* и

Кроме того, с учетом (1), q+ +q~ = It — (5). Решая сов-

/п/+

местно уравнения (4) и (5), находим q+ = = 100,3 Кл

м" + и\*

и q~ =-7-— ^ =19,7 Кл.  
и + if

1. Эквивалентная проводимость раствора КС1 при не-  
   которой концентрации А = 12,2 • 10'J м‘/(Ом моль), удельная про-  
   водимость при той же концентрации а = 0,122 См/м, экви-  
   валентная проводимость при бесконечном разведении  
   Ах = 13 • 10'3 м2/(Ом-моль). Найти: а) степень диссоциации а  
   раствора КС1 при данной концентрации; б) эквивалентную кон-  
   центрацию **1**/ раствора; в) сумму подвижностей гг + и\_ ионов

К+ и СГ.

Решение:

В слабых растворах степень диссоциации а =\* 1, т. е. все  
молекулы диссоциированы. Следовательно, эквивалентная  
проводимость Ам - f{u\* + и~), откуда сумма подвиж-

А •) ■)

ностей if + u~ =—— = 13,5-10\* м7(В’С). По определению  
F

эквивалентной проводимости А = —, откуда экви-

*П*

валентная концентрация tj- — = 0,1 моль/л. Удельная про-

А

водимость электролита определяется формулой  
а = ат]р(и++и~)=аг}Л.х, откуда степень диссоциации

электролита а - -100% = 0,93 8 ■ 100% = 93,8% .

1. Найти сопротивление R раствора AgN03, запол-  
   няющего трубку длиной / = 84 см и площадью поперечного се-  
   чения S - 5 мм2. Эквивалентная концентрация раствора  
   7 = 0,1 моль/л, степень диссоциации а = 81%.

Решение:

Сопротивление раствора в трубке выражается формулой

R- р- (1), где р — удельное сопротивление раство-

S

ра. Удельная проводимость электролита определяется фор-  
мулой <7 - — = сп]р{и+ +»~), где и+ и и~ — соответ-  
Р

ственно подвижности ионов Ag+ и NOJ, тогда удельное

сопротивление р- т-^ г (2). Подставляя (2) в

ai]F[u+ +и~)

(1), окончательно получаем R = ^ г- = 179,1 кОм.

Sar}F[u+ +»')

1. Найти сопротивление R раствора, заполняющего  
   трубку длиной / = 2 см и площадью поперечного сечения  
   S = 7 см2. Эквивалентная концентрация раствора tj = 0,05 моль л,

эквивалентная проводимость А = 1,1 • 10-6 м2/(Ом-моль).  
Решение:

Сопротивление раствора в трубке выражается формулой  
R = p— — (1), где р — удельное сопротивление

раствора. По определению эквивалентной проводимости  
. а

Л = —, откуда удельная проводимость электролита  
П

а = — (2). С другой стороны, сг = —, тогда, с учетом

Р

(2), удельное сопротивление раствора р = —— (3).

Arj

Подставляя (3) в (1), окончательно получаем

R = —— = 519,5кОм.

*SAtj*

1. Трубка длиной / = 3см и площадью поперечного се-  
   чения 5 = 10 см2 заполнена раствором CuS04. Эквивалентная  
   концентрация раствора г/ = 0,1 моль/л, сопротивление R = 38 Ом.  
   Найти эквивалентную проводимость А раствора.

Решепие:

Сопротивление трубки R = р—. Отсюда удельное сопро-

*S*

RS

тивление электролита р = -j-. Удельная электропро-

Эквивалентная проводимость

1 \_ /

*р~ RS*

водность

А = — = —-—; А = 7,89 • 10 3 м2/(Ом-моль).  
jj RSt]

. 10.112. Удельная проводимость децинормального раствора

соляной кислоты <т = 3,5 См/м. Найти степень диссоциации а .

Решение:

Удельная электропроводность a = aCZF{u+ + u\_), где  
С = ОД • 103 м3/моль — молярная концентрация, Z = 1 — ва-  
лентность, z/+ = 32,6 -КГ8 м2/(В-с) и ч\_ = 6,8 - КГ8 м2/(Вю) —

1. Найти число ионов п каждого знака, находящихся в  
   единице объема раствора предыдущей задачи.

степень диссоциации

)

подвижности

*а*

а = т

CZF{u, + и.

ионов. Отсюда

= 0.92 = 92% .

Решение:

При небольших плотностях тока, текущего в газе, имеет  
место закон Ома j = qn(u+ + и\_ )Е = <тЕ, откуда

п = г = 5,6-1025 м"\

+nj

1. При освещении сосуда с газом рентгеновскими луча-  
   ми в единице объема в единицу времени ионизуется число мо-  
   лекул N = 1016 м~Ч~!. В результате рекомбинации в сосуде  
   установилось равновесие, причем в единице объема газа нахо-  
   дится число ионов каждого знака н = 10мм-3. Найти коэф-  
   фициент рекомбинации у .

Решение:

Количество рекомбинирующих за единицу времени в еди-  
нице объема пар ионов пропорционально квадрату числа

имеющихся в единице объема пар ионов N - у п2. Отсюда

коэффициент рекомбинации у = Д- = 10“12 м3/с.

/г

1. К электродам разрядной трубки приложена разность  
   потенциалов £/= 5 В, расстояние между ними d = 10 см. Га;,  
   находящийся в трубке, однократно ионизирован. Число ионов  
   каждого знака в единице объема газа // = 10s m'j; подвижности  
   ионов =3-1О2 м2/(В с) и гг\_ =3-10: м~/(В-с). Найти плотность  
   тока у в трубке. Какая часть полного тока переносится положи-  
   тельными ионами?

162

Решение:

При небольших плотностях тока, текущего в газе, имеет  
место закон Ома j = qn[iC + i/~)e — (1), где Е —  
напряженность поля между электродами, которая равна

Е = ~ — (2). Т. к. по условию газ однократно ионизиро-  
а

ван, то заряд ионов q = е = 1,6 • КГ19 Кл. Подставляя (2) в (1),

. ети\* +и~)и л \_ . . , 2

окончательно получаем j = —\* L— = 0,24 мкА/м .

***d***

„ 1+ enu+U

Плотность тока положительных ионов j = , тогда

***d***

i\* ii\*

— = ю-4 ■100% = 0,01%.

j U++U-

1. Площадь каждого электрода ионизационной камеры  
   S = 0,01м2, расстояние между ними d = 6,2 см. Найти ток  
   насыщения 1К в такой камере, если в единице объема в единицу  
   времени образуется число однозарядных ионов каждого знака  
   W = 10,5m'V‘.

Решение:

Плотность тока насыщения в газе определяется формулой  
Л = Nqd — (1), где N — число пар ионов, созданных  
ионизирующим агентом в единице объема в единицу  
времени, d — расстояние между электродами. Сила и

I

плотность тока связаны соотношением /= —, тогда

5

jH =— — (2). Приравнивая правые части уравнений (1) и  
S

(2) и считая q = е = 1,6 ■ 10'19 Кл, полущим — = Ned, откуда

S

Ток насыщения IH - NedS = 0,1 мкА.

1. Найти наибольшее возможное число ионов п каждо-  
   го знака, находящихся в единице объема камеры предыдущей за-  
   дачи, если коэффициент рекомбинации у - 10“12 м3/с.

Решение:

Наибольшее возможное число ионов п каждого знака в  
единице объема камеры получится, если убывание ионов  
происходит только за счет рекомбинации. Тогда имеем

— =3,2-10'V3.  
У

N = уп2, откуда я =

1. Найти сопротивление R трубки длиной / = 84 см и  
   площадью поперечного сечения S = 5 мм2, если она запол-  
   нена воздухом, ионизированным так, что в "единице объема  
   при равновесии находится л = 10ьм'3 однозарядных ионов  
   каждого знака. Подвижности ионов ?/+ = 1,3 •10~4 м2/(В-с) и  
   и. = 1.8 ■ 10 4 м2/(В с).

Решение:

Сопротивление трубки R = p—. Отсюда удельное сопро-

S

тивление

Р = -

*RS\_*

*I*

Удельная электропроводность

1 /

сг = — С другой стороны, сг = qn(u+ +и\_). Т. к

левые части равны, то можно приравнять и правые  
— = qn(u+ +и\_), отсюда R- ^

*RS '* ”' ’ *qSn{u^ +* z/\_)

однозарядные, то q = e и окончательно R =

R = 3,4 -1054 Ом.

Т. к. ионы  
/

*eSn(ip + и)*

1. Какой ток 1 пройдет между электродами иониза-  
   ционной камеры задачи 10.116, если к электродам приложена  
   разность потенциалов С/ = 20 В? Подвижности ионов

н+ ~и\_ = 10^ м2/(Вс), коэффициент рекомбинации у - 10-12 м3/с.  
Какую долю тока насыщения составляет найденный ток?

Решепне:

При небольших плотностях тока, текущего в газе, имеет

место закон Ома j = qn(ut +и\_)Е - (1), где Е~— — (2) -

d

напряженность однородного поля, U — разность потен-  
циалов на электродах, d — расстояние между электро-  
дами, п = — (3) —■ число пар ионов, у — коэф-

фициент рекомбинации, q = e = 1,6 ■! (Г19 Кл — заряд нона,  
«+ и и\_ — подвижности ионов. Подставляя (2) и (3) в (1),

получаем j = е — (и+ +и\_)— — (4)гС другой стороны,  
V У «

плотность тока j = — (5), где I — сила тока, S — пло-

***S***

щадь электронов. Приравнивая правые части уравнений (4)

и (5), получаем - = е,|—(«++«.)—= 3,3нА. Ток насы-  
S у у d

щения в камере (см. задачу 10.116) /и =NedS = 0,1 мкА,  
тогда — = 3,3%.

JU

1. Какой наименьшей скоростью v должен обладать  
   электрон для того, чтобы ионизировать атом водорода? Потен-  
   циал ионизации атома водорода U = 13,5 В.

i ешеиие:

Потенциалом ионизации атома называется разность потен-  
циалов, которую должен пройти электрон, чтобы при со-  
ударении с атомом его ионизировать. Поэтому скорость

*mv2*

электрона найдем из равенства = eU, откуда

V

2 *eU*

*т*

= 2,2-106 м/с.

1. При какой температуре Т атомы ртути имеют кине-  
   тическую энергию поступательного движения, достаточную для  
   ионизации? Потенциал ионизации атома ртути U = 10,4 В.

Решение:

Средняя кинетическая энергия поступательного движения  
3 Э?

атомов ртути WK=—kT, где Л = 1,38-10“ Дж/К — посто-  
янная Больцмана. Потенциальная энергия атомов в  
металле W„ = <?£/. По закону сохранения энергии WK =Wn

3 2

или —kT-eU, откуда температура Т = —^ ■ = 8036 К.

1. Потенциал ионизации атома гелия U = 24,5 В. Найти  
   работу ионизации А .

Решение:

Потенциальная энергия атомов гелия W = eU . По закону  
сохранения энергии работа ионизации идет на разрыв  
связи молекул, т. е. равна потенциальной энергии  
A = W **= егУ = 39.2-10~19Дж.**

1. Какой наименьшей скоростью v должны обладать  
   свободные электроны в цезии и платине для того, чтобы они  
   смогли покинуть металл?

Решение:

По закону сохранения энергии кинетическая энергия сво-  
бодных электронов WK = идет на работу выхода

2

электронов из металла, следовательно,

***mv~***

= А, откуда

наименьшая скорость vmin = J-— . а) Для цезия А = 1,9 эВ,

V **т**

тогда vmin =8,3-105 м/с. б) Для платины Л = 5,ЗэВ, тогда  
**Vmln** = 1,4-106 М/С.

1. Во сколько раз изменится удельная термоэлект-  
   ронная эмиссия вольфрама, находящегося при температуре  
   Г, = 2400 К, если повысить температуру вольфрама на  
   АГ=100К?

Решение:

Удельная термоэлектронная эмиссия вольфрама при тем-

пературах Т{ и Тг: у, - ВТ{е 1 и у\ = ВТ2е \*2 . Разделив

*Л\_ А*

''-л кТ[ 9Я • — *тут'-* Л

второе уравнение на первое, получим

2l =

*Ji*

( гг \

= 2,6,

1. Во сколько раз катод из торированного вольфрама  
   при температуре Г = 1800 К дает большую удельную эмиссию,  
   чем катод из чистого вольфрама при той же температуре? Эмис-  
   сионная постоянная для чистого вольфрама В, =0,6-106 А/(м2-К2),  
   для торированного вольфрама В, = 0,3 • 107 А/(м2 К2).

\_А

Удельная эмиссия чистого вольфрама равна j\ = BJ2e кт .  
Удельная эмиссия торированного вольфрама равна

ЛЬ

j\ = В2Т2е кТ . По таблице 17 найдем А{ = 4,5 эВ =  
= 7,2-10'19Дж; А2- 2,63эВ= 4,2-КГ19Дж. Отсюда отно-

шение

Л

*Л*

*В-,* — *(а1-а2)*

—-ект . Подставляя числовые данные.

получим — = 11 ■ 103.

j1

10.126. При какой температуре Т2 торированный вольфрам  
будет давать такую же удельную эмиссию, какую дает чистый  
вольфрам при Г, =2500 К? Необходимые данные взять из  
предыдущей задач».

Решение:

. Удельная эмиссия чистого вольфрама при температуре  
Т} = 2500 К и торированного вольфрама при температу-  
ре Т2: y,=iW2e^-A

: < ехр

г Ал

***К \*bj***

= 2,84-103 А/м2, j2=B2r2x  
. По условию у, = j2, т. е. В2Т2 ехр

*к \*Т„*

- 2.84-10 А/м'— (1). Т. к. в основном зависимость удель-  
ной эмиссии от температуры определяется экспоненциаль-

*А'*

ным множителем ехр\ -

*кТ*

а не множителем Г , то в

первом приближении можно положить В2Т{ ехр

*< АА*

*\ kT2j*

жение. Во втором приближении В2 • (l 690)2 х

*= B2{250Qf exp*2,84-103

' A'

V «Ь

-8

2,84-10J А/м2; отсюда exp

r a'

v

***B{T{***

= 1,86-10' и Г2 =1690К — первое прибли-

х ехр\ -

*кТ,*

= 2,84 • 103 А/м2; отсюда Т2 = 1770 К — второе

приближение. Далее 5, ■ (l 770)2 ехр\ — = 2,84 • 103 А/м2:

{ ***кГ2)***

отсюда Г, =1750 К — третье приближение. Аналогично

В2 • (l 750)2 ехр

*г Лл*

**АТ,**

= 2,84 • 103 А/м2; отсюда Т2 = 1760 К -

2 У

четвертое приближение. Легко убедиться, что пятое при-  
ближение с точностью до третьей значащей цифры совпа-  
дает с четвертым приближением. Таким образом, искомое  
решение Г2 =1760 К.