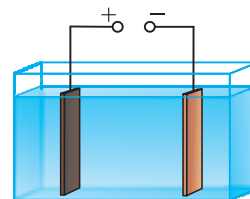


Працэс гальванопластыкі быў распрацаваны ў 1836 г. рускім акадэмікам Б. С. Якобі (1801–1874).

3. Атрыманне металаў з расплаўленых руд і іх ачыстка, электрахімічная апрацоўка металаў.

Працэс ачысткі металаў адбываецца ў электралітычнай ванне. Анодам служыць метал, які падлягае ачыстцы, катодам — тонкая пласціна з чыстага металу, а электралітам — раствор солі дадзенага металу. Напрыклад, пласціну з неачышчанай медзі змяшчаюць у якасці анода ў ванну з растворам меднага купарвасу, дзе катодам з’яўляецца ліст чыстай медзі (мал. 203). У забруджаных металах могуць утрымлівацца каштоўныя прымесі. Так, медзь часта змяшчае нікель і серабро. Пры прапусканні праз ванну электрычнага току медзь з анода пераходзіць у раствор, з раствора на катодзе выдзяляецца чыстая медзь, а прымесі выпадаюць у выглядзе асадку або пераходзяць у раствор.



Мал. 203



Электраліты — рэчывы, растворы або расплавы якіх праводзяць электрычны ток

Электрычны ток у электралітах уяўляе з сябе ўпарадкаваны рух іонаў, якія ўтвараюцца ў выніку электралітычнай дысацыяцыі растваранага рэчыва

Электrolіз — працэс выдзялення на электродах рэчыва, звязаны з акісляльна-аднаўленчымі рэакцыямі, якія адбываюцца пры праходжанні электрычнага току праз растворы (расплавы) электралітаў

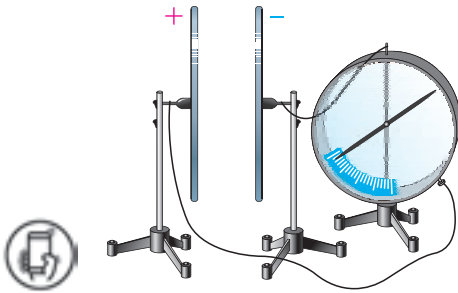


1. Што называюць электралітам?
2. Якая прырода электрычнага току ў электралітах?
3. Які працэс называюць электrolізам?
4. Прывядзіце прыклады прымянення электrolізу.

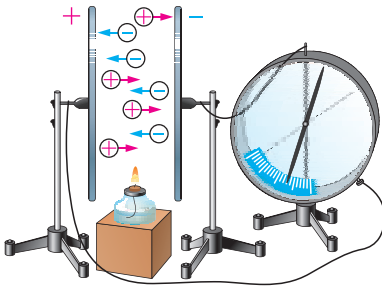


§ 36. Электрычны ток у газах. Плазма

Газы пры нармальных умовах не праводзяць электрычны ток, гэта значыць з'яўляюцца дыэлектрыкамі. Гэта абумоўлена тым, што газы складаюцца з нейтральных атамаў (малекул). Аднак пры пэўных умовах газы, у тым ліку і паветра, становяцца праваднікамі. Пры якіх умовах гэта магчыма?



Мал. 204



Мал. 205

Для адрыву электрона ад атама (малекулы) неабходна энергія, мінімальнае значэнне якой называюць *энергіяй іанізацыі* атама (малекулы). Разам з іанізацыяй можа адбывацца далучэнне ўтвораных пры адрыве электронаў да нейтральных атамаў (малекул) газу. Гэта прыводзіць да ўтварэння адмоўна зараджаных іонаў.

Прырода электрычнага току ў газах. Прыклад дослед і пераканаемся, што электрычная праводнасць газу (паветра) можа змяняцца. Два металічныя дыскі, зараджаныя рознаіменнымі зарадамі і размешчаныя на пэўнай адлегласці адзін ад аднаго, злучым з электрометрам (мал. 204). Стрэлка электрометра пры гэтым адхіліцца на некаторы вугал. Электрометр не разраджаецца, значыць, пры невялікай рознасці патэнцыялаў паміж дыскамі паветра не праводзіць электрычны ток.

Паўтोरым дослед, награвваючы полымем (спіртоўкі, свечкі) паветраны прамежак паміж дыскамі. Электрометр разраджаецца, значыць, праз паветра праходзіць электрычны ток (мал. 205).

Выснова відавочная: у паветраным прамежку паміж дыскамі з'явіліся свабодныя носьбіты электрычнага зараду.

Калі прыбраць полымя, то электрычны ток знікне, і паветра паміж дыскамі зноў стане дыэлектрыкам.

Растлумачым вынікі разгледжанага доследу. Награванне газу полымем прыводзіць да ўзнікнення свабодных электронаў і дадатна зараджаных іонаў, гэта значыць да *іанізацыі газу*.

Пад дзеяннем электрычнага поля ў газе ўзнікае накіраваны рух дадатна зараджаных іонаў да адмоўнага электрода (катода) і накіраваны рух электронаў і адмоўна зараджаных іонаў да дадатнага электрода (анода). У іанізаваным газе ўзнікае электрычны ток, які называюць *газавым разрадам*.

Такім чынам, носьбіты электрычнага зараду ў іанізаваных газах — дадатна і адмоўна зараджаныя іоны і свабодныя электроны, а праводнасць газу з'яўляецца іонна-электроннай.

Калі ліквідаваць знешняе ўздзеянне (у дадзеным выпадку награванне полымем), электрычны ток у газе знікае. Гэта абумоўлена тым, што пры сутыкненні дадатна зараджанага іона з электронам яны ўтвараюць нейтральны атам (малекулу) газу. Іоны супрацьлеглых знакаў пры сутыкненні таксама ператвараюцца ў нейтральныя атамы (малекулы) — рэкамбінуюць. Пры рэкамбінацыі вызваляецца энергія, роўная энергіі, затрачанай на іанізацыю.

Такім чынам, каб у газе з'явіліся свабодныя носьбіты электрычнага зараду, яго атамы (малекулы) неабходна іанізаваць. Гэта можна ажыццявіць награваннем газу да высокай тэмпературы, уздзеяннем на газ ультрафіялетавым, рэнтгенаўскім, радыёактыўным выпраменьваннямі і інш.

Знешнія ўздзеянні, у выніку якіх адбываецца іанізацыя, называюць *іанізатарамі*. Разрад, які ўзнікае ў выніку іанізацыі газу пад уздзеяннем іанізатара, называюць *несамастойным*.

Аднак пры пэўных умовах газавы разрад можа існаваць і пасля спынення дзеяння іанізатара. У гэтым выпадку моцнае электрычнае поле, што існуе паміж электродамі, з'яўляецца прычынай захавання газавога разраду, які называюць *самастойным*.

Віды самастойнага газавога разраду і іх прымяненне. У залежнасці ад напружанасці электрычнага поля, ціску газу, формы і рэчыва электродаў адрозніваюць наступныя віды самастойнага газавога разраду: тлеючы, дугавы, каронны і іскравы.

Тлеючы разрад характарызуецца невялікай сілай току (дзясяткі міліампер), адносна высокім напружаннем (дзясяткі і сотні вольт), нізкім ціскам газу (дзясятыя долі міліметра ртутнага слупка). Тлеючы разрад шырока выкарыстоўваюць у розных газасветлавых трубках (мал. 206), якія прымяняюцца для светлавой рэкламы і дэкарацый, лямпах дзённага святла (мал. 207), неонавых лямпах.



Мал. 206





Мал. 207



Мал. 208



Мал. 209



Мал. 210

Дугавы разрад уяўляе з сябе слуп газу, які ярка свеціцца (мал. 208). Ён характарызуецца вялікай сілай току (дзясяткі і сотні ампер) і параўнальна невялікім напружаннем (некалькі дзясяткаў вольт). Дугавы разрад з'яўляецца магутнай крыніцай святла. Яго выкарыстоўваюць у асвятляльных прыборах, для зваркі і рэзкі металаў (мал. 209), электrolізу расплаваў, для плаўкі сталі ў прамысловых электрапечах і інш.

Цікава ведаць

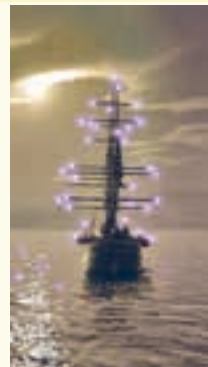
У 1802 г. прафесар фізікі Пецярбургскай медыка-хімічнай акадэміі В. У. Пятроў атрымаў электрычную дугу. Ён выявіў, што калі далучыць да полюсаў вялікай электрычнай батарэі два кавалачкі драўнянага вугалю, прывесці іх у судакрананне, а затым трохі расунуць на невялікую адлегласць, то паміж канцамі вуглёў утворыцца яркае полымя, а самі канцы вуглёў распляцца дабярэ, выпускаючы асяпляльнае святло (электрычная дуга). Упершыню электрычная дуга была выкарыстана ў 1876 г. рускім інжынерам П. М. Яблчкавым для вулічнага асвятлення.

Каронны разрад узнікае паблізу завостранай часткі правадніка пры атмасферным ціску пад дзеяннем вельмі неаднароднага электрычнага поля. Ён суправаджаецца слабым свячэннем, якое нагадвае карону, і характэрным патрэскваннем (мал. 210).

Каронны разрад выкарыстоўваюць у электрафільтрах для ачысткі прамысловых газаў ад цвёрдых і вадкіх прымесей. Аднак узнікненне кароннага разраду вакол высакавольтных ліній электраперадачы непажаданае, бо прыводзіць да страт электрычнай энергіі.

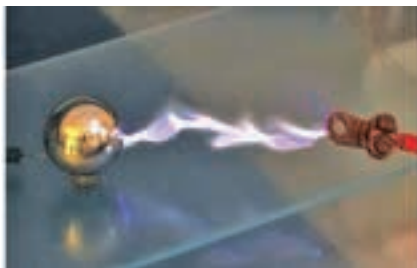
Цікава ведаць

Часта перад навальніцай, падчас шторму ці снежнай буры ў атмасферы рэзка ўзрастае напружанасць электрычнага поля. Гэта прыводзіць да ўзнікнення слабога свячэння вакол завостраных прадметаў, напрыклад паблізу карабельных мачтаў, шпіляў на будынках і інш. (мал. 211). Бывалыя маракі часта назіралі гэтую з’яву (каронны разрад) і далі ёй назву «агні святога Эльма». Адзін з удзельнікаў кругасветнага плавання Магелана пісаў: «Падчас тых штормаў нам шмат разоў з’яўляўся сам святы Эльм у выглядзе святла... надзвычай цёмнымі начамі на грот-мачце, дзе заставаўся на працягу дзвюх і больш гадзін, пазбаўляючы нас ад суму».



Мал. 211

Іскры разрад назіраюць пры высокім напружанні (мал. 212). Ён суправаджаецца яркім свячэннем газу, гукавым эфектам, які ствараецца рэзкім павышэннем ціску паветра. Прыкладам іскрывага разраду ў прыродзе з’яўляецца маланка (мал. 213).



Мал. 212



Мал. 213

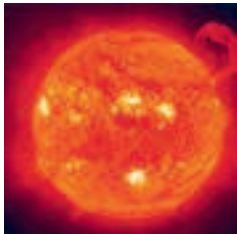
Цікава ведаць

Перад з’яўленнем маланкі напружанне паміж воблакам і паверхняй Зямлі дасягае $U \sim 10^8 - 10^9$ В. Сіла току ў маланцы складае $I \sim 10^5$ А, працягласць разраду маланкі — $t \sim 10^{-6}$ с, дыяметр светлага канала — $d \sim 10 - 20$ см. Звілісты выгляд маланкі тлумачыцца тым, што электрычны разрад праходзіць праз участкі паветра, якія маюць найменшае супраціўленне. А такія ўчасткі размешчаны ў паветры выпадковым чынам.

Плазма. Пры даволі высокай тэмпературы любое рэчыва выпараецца і ператвараецца ў газ. Пры далейшым павелічэнні тэмпературы ўзмацняецца тэрмічная іанізацыя. Нейтральныя малекулы газу распадаюцца на складнікі — атамы, якія потым ператвараюцца ў іоны. Акрамя таго, іанізацыя газу можа быць абумоўлена яго ўзаемадзеяннем з электрамагнітным выпраменьваннем (фотаіанізацыя) або бамбардзіроўкай газу зараджанымі часціцамі (напрыклад, іанізацыя электронным ударам).

Плазма — цалкам або часткова іанізаваны газ, у якім канцэнтрацыі дадатных і адмоўных зарадаў практычна супадаюць, гэта значыць модулі сярэдніх шчыльнасцей дадатных ρ_+ і адмоўных ρ_- зарадаў аднолькавыя: $\rho_+ = |\rho_-|$.

У залежнасці ад ступені іанізацыі адрозніваюць часткова іанізаваную і цалкам іанізаваную плазму. У залежнасці ад скорасці цеплавога руху зараджаных часціц плазму падзяляюць на нізкатэмпературную



Мал. 214

($< 10^5$ К) і высокатэмпературную ($> 10^6$ К). Прыкладам нізкатэмпературнай плазмы з'яўляецца плазма, якая ўтвараецца пры ўсіх відах электрычнага разраду ў газах. Зоркі ўяўляюць з сябе гіганцкія згусткі высокатэмпературнай плазмы.

Плазма запаўняе касмічную прастору паміж зоркамі і галактыкамі і з'яўляецца самым распаўсюджаным станам рэчыва ў Сусвеце (мал. 214). Канцэнтрацыя плазмы ў міжгалактычнай прасторы вельмі малая, у сярэднім адна часціца на кубічны метр. Верхні слой атмасферы Зямлі таксама ўяўляе з сябе слаба іанізаваную плазму. Прычынай іанізацыі з'яўляюцца ультрафіялетавае і рэнтгенаўскае выпраменьванне Сонца і іншых зорак, хуткія зараджаныя часціцы і інш.

Незалежна ад спосабу атрымання плазма ў цэлым з'яўляецца электрычна нейтральнай. Праводнасць плазмы ўзрастае з павелічэннем адносін колькасці іанізаваных атамаў (малекул) да іх агульнай колькасці. Цалкам іанізаваная плазма па сваёй праводнасці набліжаецца да звышправоднікоў.



Носьбітамі электрычнага зараду ў іанізаваных газах з'яўляюцца дадатна і адмоўна зараджаныя іоны і свабодныя электроны

Газавы разрад — праходжанне электрычнага току праз іанізаваны газ

Плазма — цалкам або часткова іанізаваны газ, у якім канцэнтрацыі дадатных і адмоўных зарадаў практычна супадаюць, гэта значыць модулі сярэдніх шчыльнасцей дадатных ρ_+ і адмоўных ρ_- зарадаў аднолькавыя: $\rho_+ = |\rho_-|$



1. Якая прырода электрычнага току ў газах?
2. Як можна павялічыць электрычную праводнасць газу?
3. Які разрад называюць несамастойным?
4. Які разрад называюць самастойным?
5. Якія віды самастойнага разраду вы ведаеце? Прывядзіце прыклады іх выкарыстання.
6. Што такое плазма? Як яе можна атрымаць?

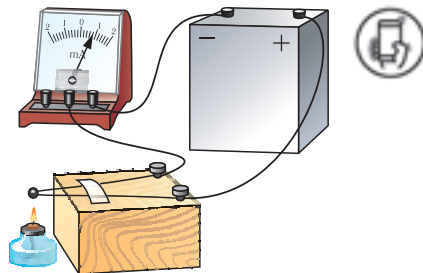


§ 37. Электрычны ток у паўправадніках. Уласная і прымесная праводнасці паўправаднікоў

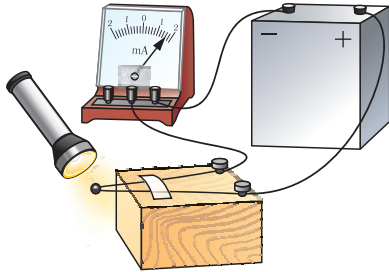
Паўправаднікі — вялікі клас як неарганічных, так і арганічных рэчываў у цвёрдым або вадкім стане. Паўправаднікі валодаюць шматлікімі выдатнымі ўласцівасцямі, дзякуючы якім яны знайшлі шырокае прымяненне ў розных галінах навукі і тэхнікі. Якія асаблівасці будовы паўправаднікоў?

Залежнасць супраціўлення паўправаднікоў ад тэмпературы і асветленасці. Удзельнае супраціўленне паўправаднікоў знаходзіцца ў межах ад 10^{-6} да 10^8 Ом·м (пры $T = 300$ К), гэта значыць яно ў шмат разоў меншае, чым у дыэлектрыкаў, але істотна большае, чым у металаў. У адрозненне ад праваднікоў удзельнае супраціўленне паўправаднікоў істотна змяншаецца пры павелічэнні тэмпературы, а таксама змяняецца пры змене асвятлення і ўвядзенні параўнальна невялікай колькасці прымесей. Да паўправаднікоў адносяць шэраг хімічных элементаў (бор, вуглярод, крэмній, германій, фосфар, мыш'як, сурму, серу, селен, тэлур і інш.), мноства аксідаў і сульфідаў металаў, а таксама іншых хімічных злучэнняў.

Вывучыць уласцівасці паўправаднікоў можна шляхам доследаў. Зборам электрычны ланцуг, які складаецца з крыніцы току, паўправадніка і міліамперметра (мал. 215). З доследу вынікае,



Мал. 215



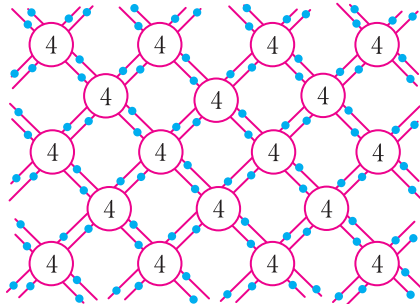
Мал. 216

Такім чынам, зменшыць супраціўленне паўправадніка можна, або награвваючы яго, або ўздзейнічаючы электрамагнітным выпраменьваннем, напрыклад асвятляючы яго паверхню.

Прырода электрычнага току ў паўправадніках. Эксперыментальна ўстаноўлена, што пры праходжанні электрычнага току ў паўправадніках, як і ў металах, ніякіх хімічных змяненняў не адбываецца, гэта значыць перанос зараду пры праходжанні току не суправаджаецца пераносам рэчывы. Гэта сведчыць пра тое, што свабоднымі носьбітамі электрычнага зараду ў паўправадніках, як і ў металах, з'яўляюцца электроны.

Разгледзім механізм праводнасці паўправаднікоў на прыкладзе крышталя германію Ge, валентнасць атамаў якога роўная чатыром.

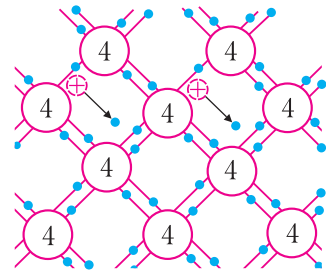
Атамы германію на знешняй абалонцы маюць чатыры валентныя электроны, параўнальна слаба звязаныя з ядром. Пры гэтым кожны атам крышталя звязаны з чатырма суседнімі атамамі кавалентнымі сувязямі. Два суседнія атамы аб'ядноўваюць два свае валентныя электроны (па адным ад кожнага атама), якія ўтвараюць электронную пару. Таму ўсе валентныя электроны атама германію ўдзельнічаюць ва ўтварэнні кавалентных сувязей. На малюнку 217 паказана плоская схема прасторавай рашоткі крышталю германію. Пры тэмпературы, блізкай да абсалютнага нуля, кавалентныя сувязі германію дастаткова трывалыя, таму свабодныя электроны адсутнічаюць і германій з'яўляецца дыэлектрыкам.



Мал. 217

Для таго каб разарваць кавалентную сувязь і зрабіць электрон свабодным, крышталю германію неабходна перадаць некаторую энергію, напрыклад награвваючы крышталі або апраменьваючы яго паверхню. Пры гэтым частка электронаў атрымлівае энергію, дастатковую для таго, каб пакінуць атамы і стаць свабоднымі.

Нейтральны атам, якому належаў вызвалены электрон, становіцца дадатна зараджаным іонам, а ў кавалентных сувязях утвараецца вакантнае месца з адсутным электронам. Яго называюць *дзіркай* (мал. 218).



Мал. 218

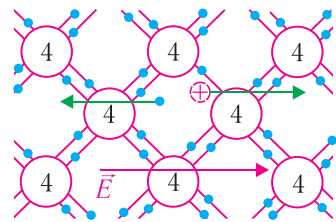


Цікава ведаць

Дзірачная праводнасць абумоўлена «эстафетным» перамяшчэннем па вакансіях ад аднаго атома крышталю паўправадніка да другога электронаў, якія ажыццяўляюць кавалентную сувязь. Дзірак як дадатных зарадаў, якія існуюць рэальна, на самай справе няма. Тым не менш уяўленне пра іх з'яўляецца добрай фізічнай мадэллю, якая дае магчымасць разглядаць электрычны ток у паўправадніках на аснове законаў фізікі.

Дзіркі лічаць рухомымі носьбітамі дадатнага зараду, модуль якога роўны модулю зараду электрона.

Пры наяўнасці знешняга электрычнага поля на хаатычны рух свабодных электронаў і дзірак накладваецца іх упарадкаваны рух, гэта значыць узнікае электрычны ток. Прычым рух свабодных электронаў адбываецца ў напрамку, супрацьлеглым напрамку напружанасці \vec{E} знешняга электрычнага поля, а рух дзірак супадае з напрамкам напружанасці \vec{E} поля (мал. 219).



Мал. 219

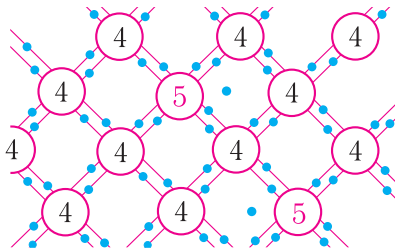
Праводнасць, абумоўленую рухам свабодных электронаў і дзірак у чыстым паўправадніку, называюць *уласнай праводнасцю* паўправадніка.

Прымесная праводнасць паўправаднікоў. Змяніць уласцівасці паўправаднікоў можна не толькі награваннем або ўздзеяннем электрамагнітнага



выпраменьвання, але і дабаўленнем у чысты паўправаднік прымесей. Тады ў паўправадніку разам з уласнай праводнасцю ўзнікае прымесная праводнасць.

Праводнасць, абумоўленую наяўнасцю прымесей у паўправадніку, называюць *прымеснай праводнасцю* паўправадніка.

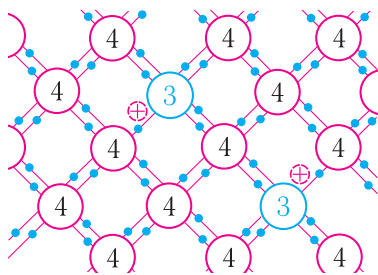


Мал. 220

электронны ў металічным правадніку. Праводнасць такога крыштала будзе пераважна электроннай. Дзіркі, якія ўтвараюцца ў выніку разрыву асобных кавалентных сувязей паміж атамамі германію, з'яўляюцца неасноўнымі носьбітамі электрычнага зараду, бо іх канцэнтрацыя малая ў параўнанні з канцэнтрацыяй свабодных электронаў. Такія паўправаднікі называюць *электроннымі паўправаднікамі* або *паўправаднікамі n-тыпу* (ад лац. *negativus* — адмоўны).



Цяпер разгледзім механізм прымеснай праводнасці паўправадніка на прыкладзе крыштала германію Ge, які змяшчае прымесь атамаў індые Іп, валентнасць якіх роўная тром.



Мал. 221

Разгледзім механізм гэтай праводнасці на прыкладзе крыштала германію Ge, які змяшчае прымесь атамаў мыш'яку As, валентнасць якіх роўная пяці.

Чатыры валентныя электроны атама мыш'яку ўтвараюць кавалентныя сувязі з суседнімі атамамі германію (мал. 220). Пятыя электроны атамаў мыш'яку не задзейнічаны ва ўтварэнні кавалентных сувязей і могуць свабодна перамяшчацца, амаль як

валентныя электроны атама індые ўтвараюць кавалентныя сувязі толькі з трыма суседнімі атамамі германію (мал. 221). На ўтварэнне сувязі з чацвёртым атамам германію ў атама індые электрона няма. Таму каля кожнага атама індые адна з кавалентных сувязей будзе незапоўненая, гэта значыць узнікае дзірка. Электрон, якога не хапае, можа быць захоплены атамам індые з кавалентнай сувязі суседніх атамаў германію. Тады дзірка ўтвораецца на тым месцы, дзе да гэтага знаходзіўся электрон.

У выніку ўвядзення такой прымесі ў крышталі разрываецца мноства кавалентных сувязей і ўтвараюцца дзіркі. Праводнасць такога крыштала будзе пераважна дзірачная. Свабодныя электроны, якія ўзнікаюць за кошт уласнай праводнасці паўправадніка, з'яўляюцца неасноўнымі носьбітамі электрычнага зараду, бо іх канцэнтрацыя малая ў параўнанні з канцэнтрацыяй дзірак. Такія паўправаднікі называюць *дзірачнымі паўправаднікамі* або *паўправаднікамі р-тыпу* (ад лац. *positivus* — дадатны).



Ад тэорыі да практыкі

Якой праводнасцю будзе валодаць германій пры ўвядзенні ў яго невялікай колькасці фосфару? галію? сурмы?



Тэхнічнае прымяненне паўправаднікоў. Прыборы, работа якіх заснавана на ўласцівасці паўправаднікоў змяняць сваё супраціўленне пры змяненні тэмпературы, называюць *тэрмістарамі* або *тэрмарэзістарамі*.

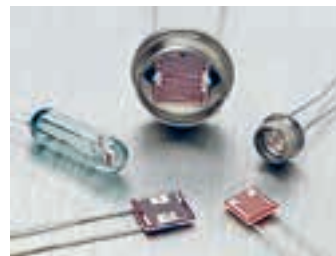
Тэрмарэзістары (мал. 222) выкарыстоўваюць для аховы тэлефонных станцый і ліній ад токавых перагрузак, для пускаахоўных рэле кампрэсараў халадзільнікаў, запальвання люмінесцэнтных лямпаў, падагрэву дызельнага паліва; у розных электранагравальных прыладах: награвальных рашотках цеплаventedылятараў, сушылках для абутку.

Прыборы, работа якіх заснавана на ўласцівасці паўправаднікоў змяняць сваё супраціўленне пры змене асветленасці іх паверхні, называюць *фотарэзістарамі* або *фотасупраціўленнямі* (мал. 223). Іх выкарыстоўваюць для рэгістрацыі слабых патокаў святла, пры сартаванні і падліку гатовай прадукцыі, для кантролю якасці і гатоўнасці самых розных дэталяў; у паліграфічнай прамысловасці для выяўлення абрываў папяровай стужкі, кантролю за колькасцю аркушаў паперы, якія падаюцца ў друкарскую машыну; у медыцыне, сельскай гаспадарцы і іншых галінах.

Шырокае прымяненне знаходзяць паўправадніковыя дыёды, якія з'яўляюцца асноўнымі элементамі выпрамнікоў пераменнага току і дэтэктараў электрамагнітных сігналаў. З дапамогай



Мал. 222

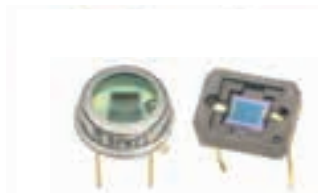


Мал. 223

паўправадніковых дыёдаў можна ажыццявіць непасрэднае ператварэнне энергіі электрамагнітнага выпраменьвання ў электрычную энергію. Такія дыёды называюць фотадыёдамі (мал. 224).

У электрычных прыладах (схемах) выкарыстоўваюць транзістар — прыбор, прызначаны для ўзмацнення, генерацыі, пераўтварэння і камутацыі сігналаў у электрычных ланцугах.

Святловыпраменьваючы дыёд (святлодыёд) — гэта паўправадніковы прыбор, які пераўтварае электрычную энергію непасрэдна ў светлавае выпраменьванне. Ён уяўляе з сябе мініяцюрны паўправадніковы дыёд, змешчаны ў празрысты корпус (мал. 225). Выкарыстоўваючы святлодыёды, вырабляюць, напрыклад, святлодыёдныя святлільнікі (мал. 226).



Мал. 224



Мал. 225

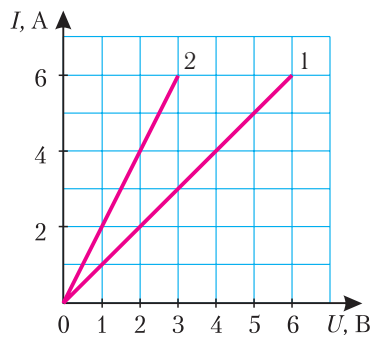


Мал. 226

Ад тэорыі да практыкі

1. Для сартавання і падліку дэталей шырока прымяняюць фотарэзістары. Якой уласцівасцю паўправаднікоў можна растлумачыць дзеянне гэтага прыбора?

2. На малюнку 227 прыведзены графікі залежнасці сілы току ад напружання для тэрмарэзістара. Які з графікаў адпавядае найбольш нізкай тэмпературы тэрмарэзістара? Вызначце супраціўленне тэрмарэзістара пры найбольш высокай тэмпературы.



Мал. 227

3 гісторыі фізікі

У 2000 г. ураджэнцу Беларусі Жарэсу Іванавічу Алфёрававу (1930–2019) і разам з ім амерыканскім вучоным Герберту Крэмеру і Джэку Кілбі была прысуджана Нобелеўская прэмія па фізіцы за «даследаванне паўправадніковых гетэраструктур, лазерных дыёдаў і звышхуткіх транзістараў».