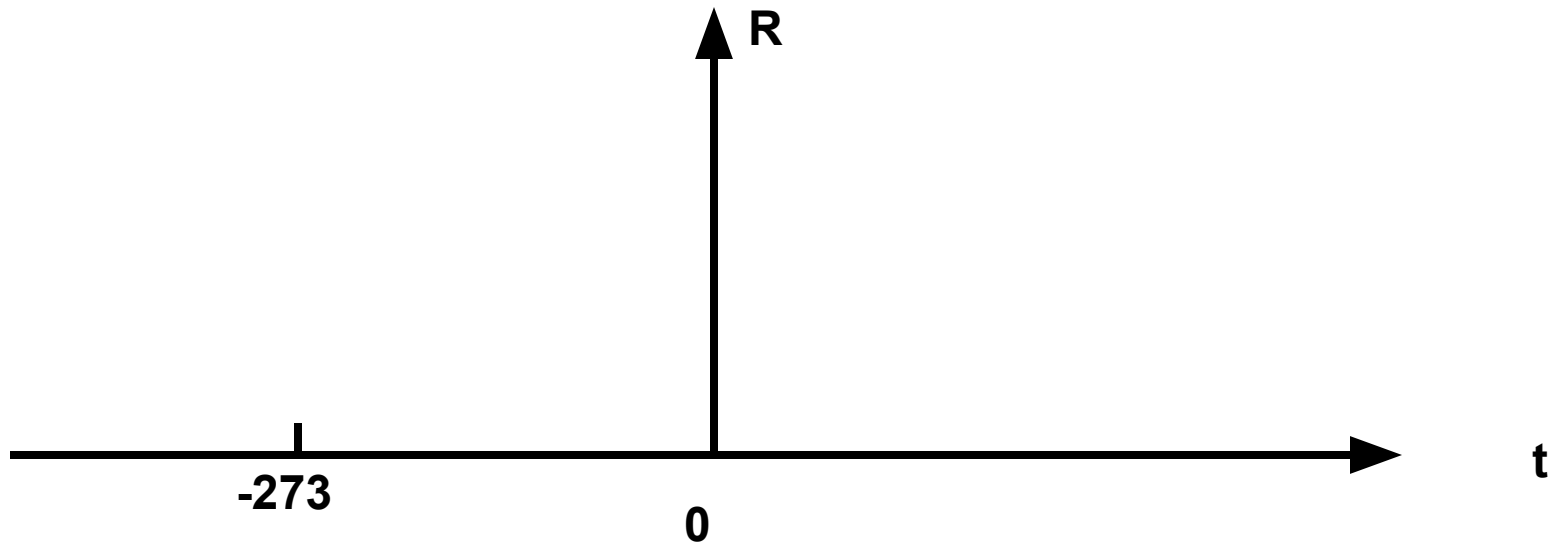


Презентация к уроку  
**«Электрический ток в  
полупроводниках»**

Галушка Елена Ивановна  
*учитель физики ГОУ СПО*  
*Псковский политехнический колледж*  
*г. Псков*

# Зависимость $R$ от $t$ для металлического проводника



# Донорная примесь

**Тема урока:  
«Электрический  
ТОК В  
полупроводниках»**

**Андриенко Артём**

# Что мы сегодня узнаем?

1. Что такое полупроводники?
2. Собственная проводимость полупроводников.
3. Примесная проводимость полупроводников:
  - a) полупроводники n-типа
  - b) полупроводники p-типа.

# От полупроводники ИКОВ



Майкл Фарадей  
(Michael Faraday, 1791-1867)

$t \uparrow$

$R \downarrow$



Уиллоуби Смит  
(Willoughby Smith, 1828 – 1891)



Абрам Фёдорович Иоффе  
(1880-1960)

**добавление примеси**

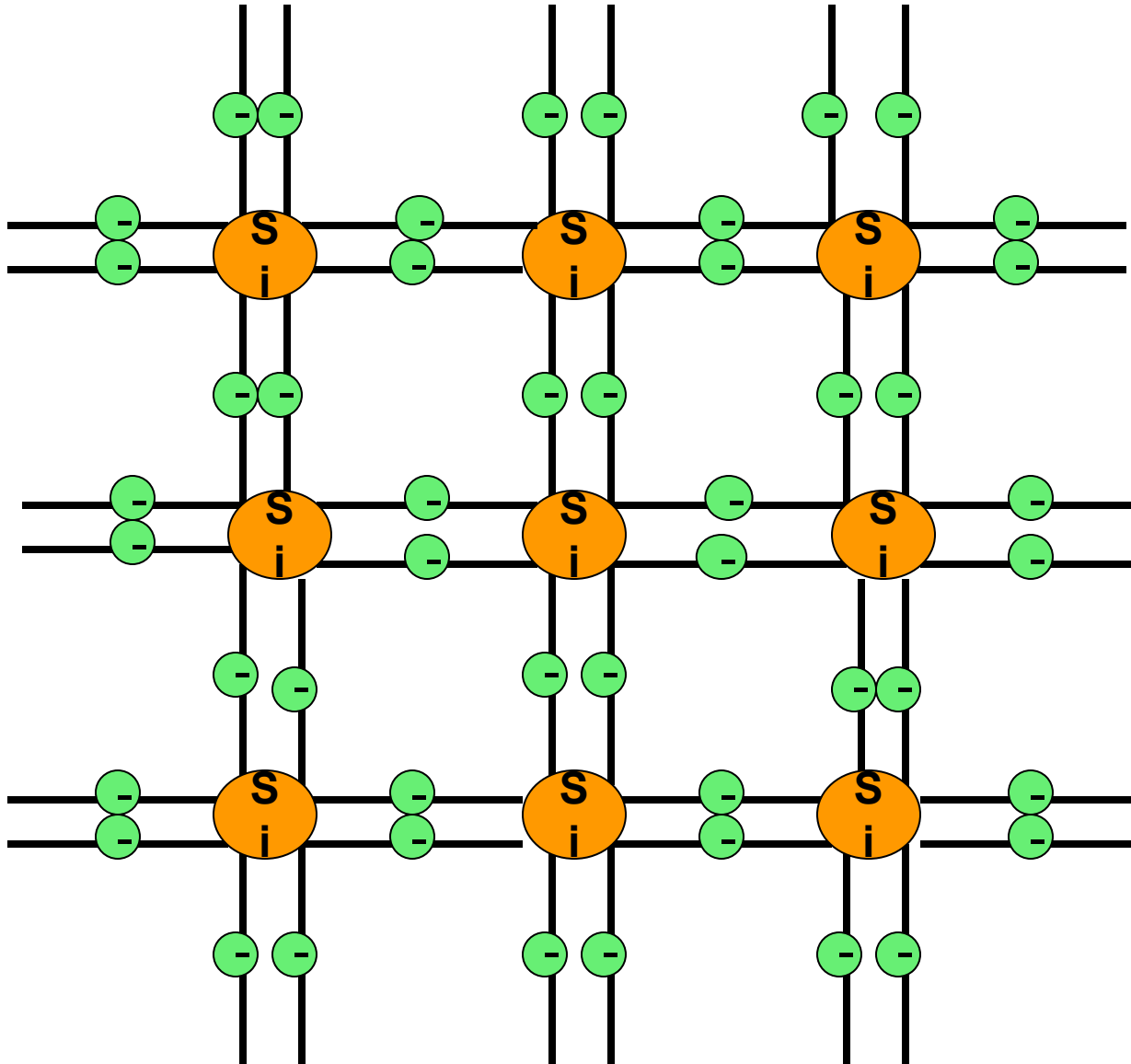
**освещение**



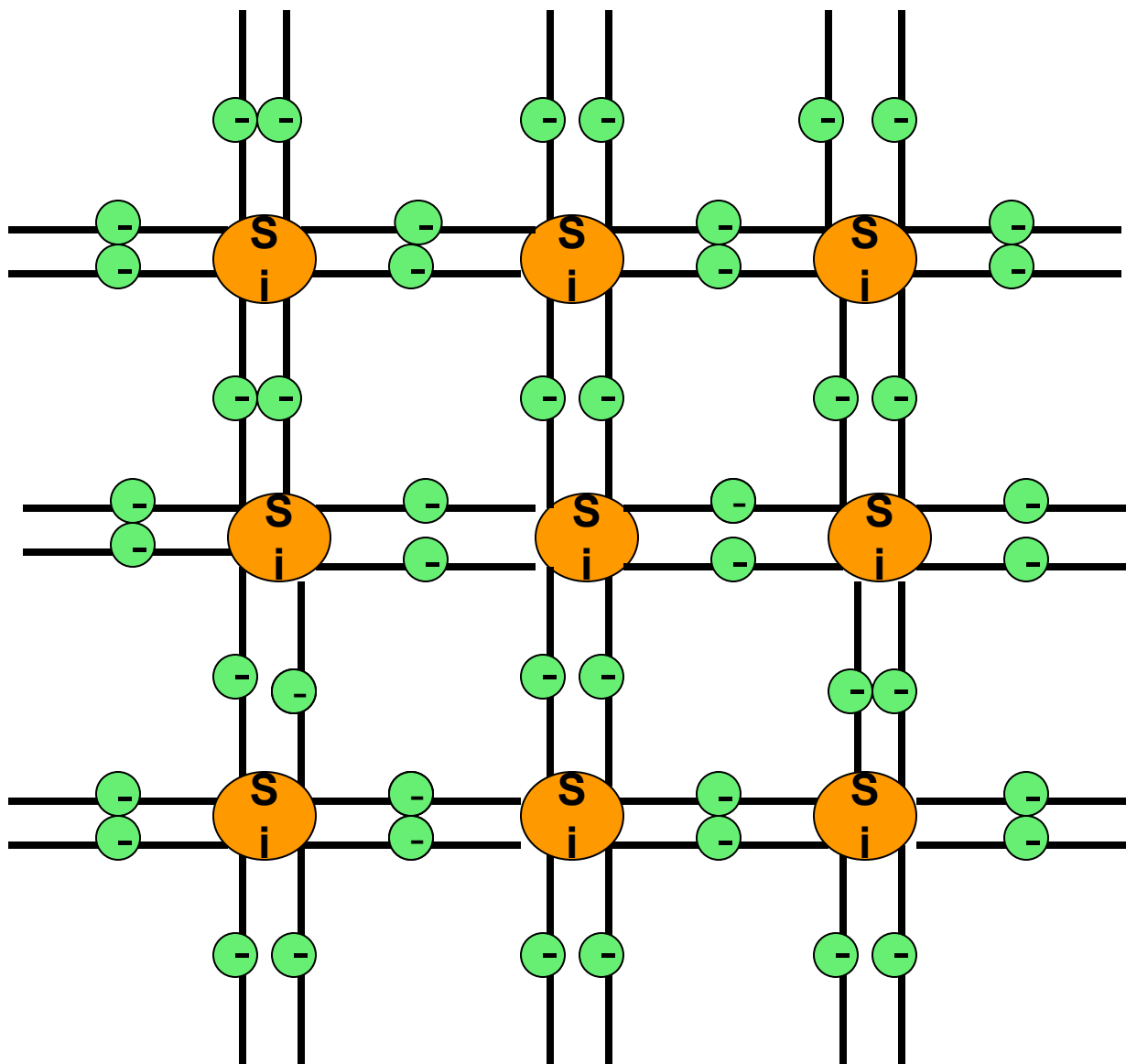
ПЕРИОДЫ		ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА						A VII B	A	VIII B
1	(H)	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	1 H Hydrogenium ВОДОРОД 1,00794	2 He Helium ГЕЛИЙ 4,002602	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>обозначение элемента</p> <p>He Helium ГЕЛИЙ</p> </div> <div> <p>порядковый номер элемента</p> <p>2</p> </div> </div> <p>относительная атомная масса</p>	
2	Li Lithium ЛИТИЙ 3 6,941	Be Beryllium БЕРИЛЛИЙ 4 9,01218	B Borium БОР 5 10,811	C Carboneum УГЛЕРОД 6 12,011	N Nitrogenium АЗОТ 7 14,0067	O Oxygenium КИСЛОРОД 8 15,9994	F Ftorum ФТОР 9 18,998403	Ne Neon НЕОН 10 20,179		
3	Na Natrium НАТРИЙ 11 22,98977	Mg Magnesium МАГНИЙ 12 24,305	Al Aluminium АЛЮМИНИЙ 13 26,98154	Si Silicium КРЕМНИЙ 14 28,0855	P Phosphorum ФОСФОР 15 30,97376	S Sulfur СЕРА 16 32,066	Cl Chlorum ХЛОР 17 35,453	Ar Argon АРГОН 18 39,948		
4	K Kalium КАЛИЙ 19 39,0983	Ca Calcium КАЛЬЦИЙ 20 40,078	Sc Scandium СКАНДИЙ 21 44,95591	Ti Titanium ТИТАН 22 47,88	V Vanadium ВАНАДИЙ 23 50,9415	Cr Chromium ХРОМ 24 51,9961	Mn Manganum МАРГАНЕЦ 25 54,9380	Fe Ferrum ЖЕЛЕЗО 26 55,847	Co Cobaltum КОБАЛЬТ 27 58,9332	Ni Niccolum НИКЕЛЬ 28 58,69
	Cu Cuprum МЕДЬ 29 63,546	Zn Zincum ЦИНК 30 65,39	Ga Gallium ГАЛЛИЙ 31 69,723	Ge Germanium ГЕРМАНИЙ 32 72,59	As Arsenicum МЫШЬЯК 33 74,9216	Se Selenium СЕЛЕН 34 78,96	Br Bromum БРОМ 35 79,904	Kr Krypton КРИПТОН 36 83,80		
5	Rb Rubidium РУБИДИЙ 37 85,4678	Sr Strontium СТРОНЦИЙ 38 87,62	Y Yttrium ИТТРИЙ 39 88,9059	Zr Zirconium ЦИРКОН 40 91,224	Nb Niobium НИОБИЙ 41 92,9064	Mo Molybdaenum МОЛИБДЕН 42 95,94	Tc Technetium ТЕХНЕЦИЙ 43 [98]	Ru Ruthenium РУТЕНИЙ 44 101,07	Rh Rhodium РОДИЙ 45 102,9055	Pd Palladium ПАЛЛАДИЙ 46 106,42
	Ag Argentum СЕРЕБРО 47 107,8682	Cd Cadmium КАДМИЙ 48 112,41	In Indium ИНДИЙ 49 114,82	Sn Stannum ОЛОВО 50 118,710	Sb Stibium СУРЬМА 51 121,75	Te Tellurium ТЕЛЛУР 52 127,60	I Iodum ЙОД 53 126,9045	Xe Xenon КСЕНОН 54 131,29		
6	Cs Cesium ЦЕЗИЙ 55 132,9054	Ba Barium БАРИЙ 56 137,33	Lr Lawrencium ЛОРЕНЦИЙ 57 138,9055	Hf Hafnium ГАФНИЙ 72 178,49	Ta Tantalum ТАНТАЛ 73 180,9479	W Wolframium ВУЛЬФРАМ 74 183,85	Re Rhenium РЕНИЙ 75 186,207	Os Osmium ОСМИЙ 76 190,2	Ir Iridium ИРИДИЙ 77 192,22	Pt Platinum ПЛАТИНА 78 195,08
	Au Aurum ЗОЛОТО 79 196,9565	Hg Hydrargyrum РУТУТЬ 80 200,59	Tl Thallium ТАЛЛИЙ 81 204,38	Pb Plumbum СВИНЕЦ 82 207,2	Bi Bismuthum ВИСМУТ 83 208,9804	Po Polonium ПОЛОНИЙ 84 [209]	At Astatium АСТАТ 85 [210]	Rn Radon РАДОН 86 [222]		

**бинарные: InSb, InAs, InP, GaSb, GaP, AlSb  
почти все неорганические вещества**

# Строение полупроводников



# Собственная проводимость





# Примесная проводимость

примесь

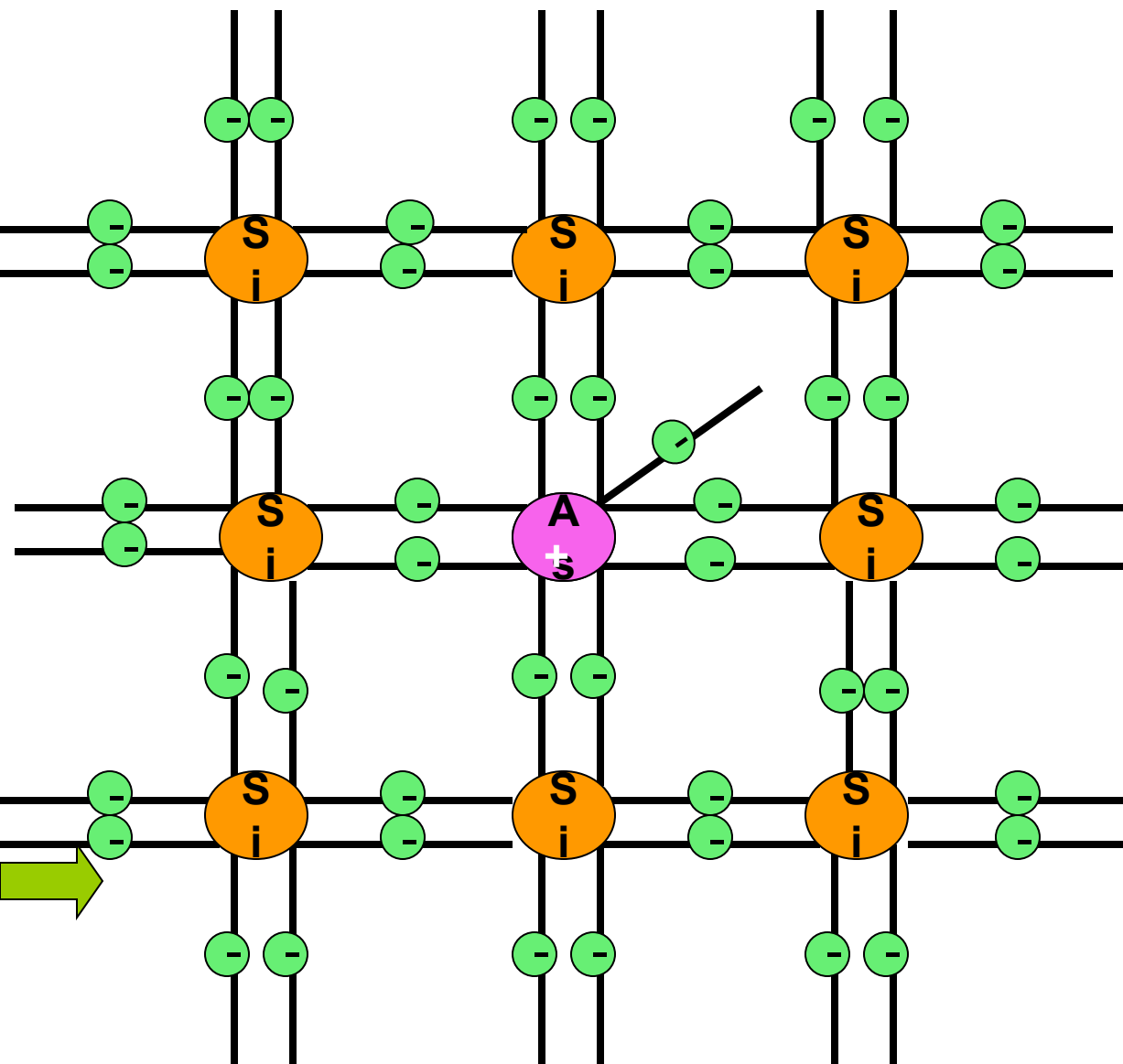
```
graph TD; A[примесь] --> B[донорная]; A --> C[акцепторная]
```

The diagram illustrates the classification of impurities. At the top, a green box contains the word "примесь" (impurity). Two light green arrows point downwards from this box to two separate green boxes below. The left box contains the word "донорная" (donor), and the right box contains the word "акцепторная" (acceptor).

донорная

акцепторная

# Донорная примесь



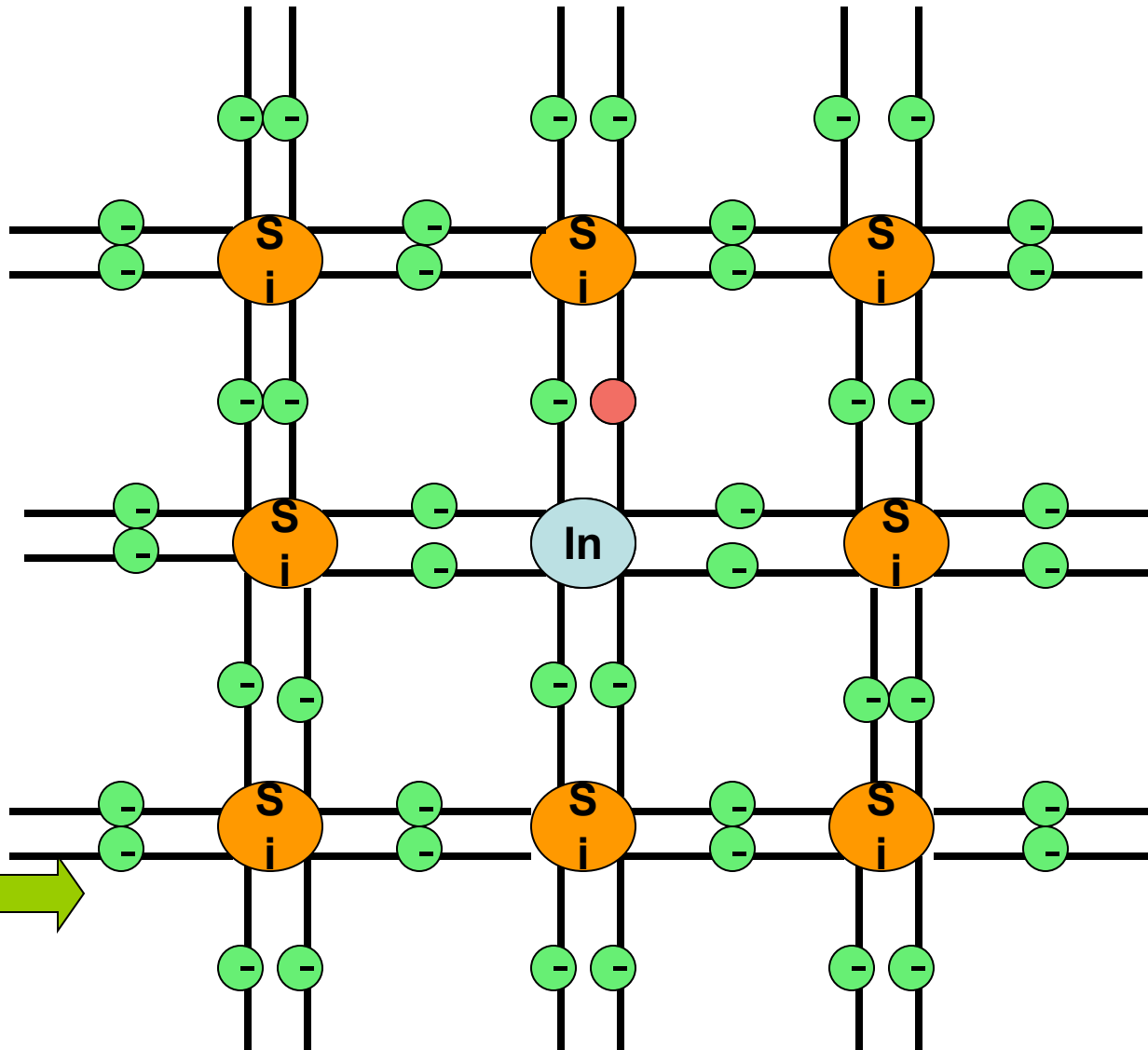
Полупроводник  
n-типа

носители  
заряда:

*основные -  
электроны*

*неосновные -  
дырки*

# Акцепторная примесь



Полупроводник  
р-типа

Носители  
заряда:

*основные -  
дырки*

*неосновные -  
электроны*

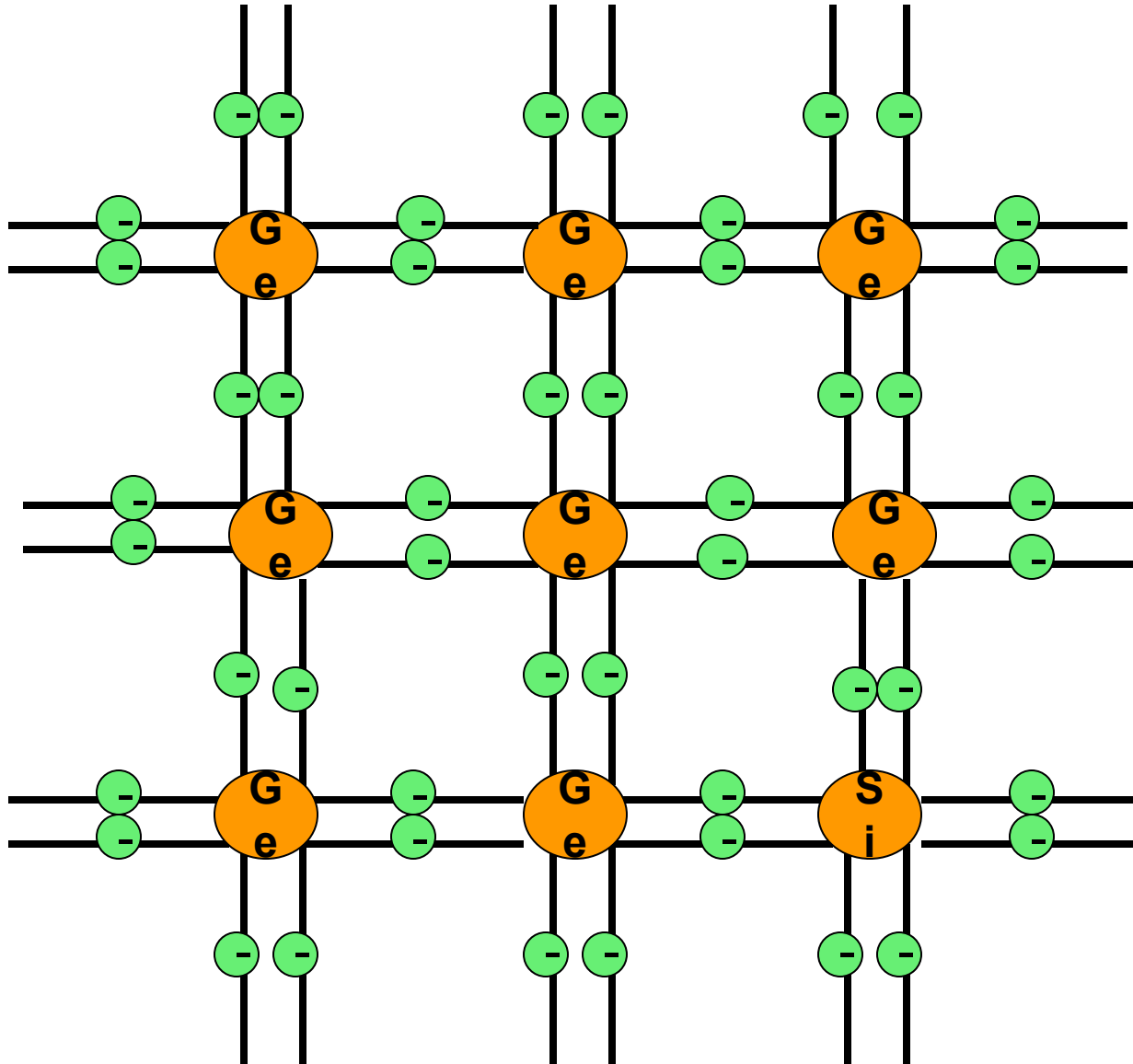
ПЕРИОДЫ	ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА						A VII B	A	VIII B	
1	(H)						1 H Hydrogenium ВОДОРОД	2 He Helium ГЕЛИЙ	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>обозначение элемента</p> <p>He</p> <p>4,002602</p> <p>He Helium ГЕЛИЙ</p> </div> <div> <p>порядковый номер элемента</p> <p>2</p> <p>относительная атомная масса</p> </div> </div>	
	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B					
2	3 Li Lithium ЛИТИЙ	4 Be Beryllium БЕРИЛЛИЙ	5 B Borum БОР	6 C Carboneum УГЛЕРОД	7 N Nitrogenium АЗОТ	8 O Oxygenium КИСЛОРОД	9 F Ftorum ФТОР	10 Ne Neon НЕОН		
3	11 Na Natrium НАТРИЙ	12 Mg Magnesium МАГНИЙ	13 Al Aluminium АЛЮМИНИЙ	14 Si Silicium КРЕМНИЙ	15 P Phosphorum ФОСФОР	16 S Sulfur СЕРА	17 Cl Chlorum ХЛОР	18 Ar Argon АРГОН		
4	19 K Kalium КАЛИЙ	20 Ca Calcium КАЛЬЦИЙ	21 Sc Scandium СКАНДИЙ	22 Ti Titanium ТИТАН	23 V Vanadium ВАНАДИЙ	24 Cr Chromium ХРОМ	25 Mn Manganum МАРГАНЕЦ	26 Fe Ferrum ЖЕЛЕЗО	27 Co Cobaltum КОБАЛЬТ	28 Ni Niccolum НИКЕЛЬ
	29 Cu Cuprum МЕДЬ	30 Zn Zincum ЦИНК	31 Ga Gallium ГАЛЛИЙ	32 Ge Germanium ГЕРМАНИЙ	33 As Arsenicum МЫШЬЯК	34 Se Selenium СЕЛЕН	35 Br Bromum БРОМ	36 Kr Krypton КРИПТОН		
5	37 Rb Rubidium РУБИДИЙ	38 Sr Strontium СТРОНЦИЙ	39 Y Yttrium ИТТРИЙ	40 Zr Zirconium ЦИРКОН	41 Nb Niobium НИОБИЙ	42 Mo Molybdaenum МОЛИБДЕН	43 Tc Technetium ТЕХНЕЦИЙ	44 Ru Ruthenium РУТЕНИЙ	45 Rh Rhodium РОДИЙ	46 Pd Palladium ПАЛЛАДИЙ
	47 Ag Argentum СЕРЕБРО	48 Cd Cadmium КАДМИЙ	49 In Indium ИНДИЙ	50 Sn Stannum ОЛОВО	51 Sb Stibium СУРЬМА	52 Te Tellurium ТЕЛЛУР	53 I Iodum ЙОД	54 Xe Xenon КСЕНОН		
	55 Cs Cesium	56 Ba Barium	57 La* Lanthanum	72 Hf Hafnium	73 Ta Tantalum	74 W Wolframium	75 Re Rhenium	76 Os Osmium	77 Ir Iridium	78 Pt Platinum

- s-элементы  
 - p-элементы  
 - d-элементы  
 - f-элементы

Какого типа — электронная или дырочная — будет проводимость германия, если к нему добавить в небольших количествах фосфор? индий? галлий? сурьму?

Какую примесь необходимо добавить, чтобы получить:

- a) полупроводник p-типа
- b) полупроводник n-типа





## Решите задачи:

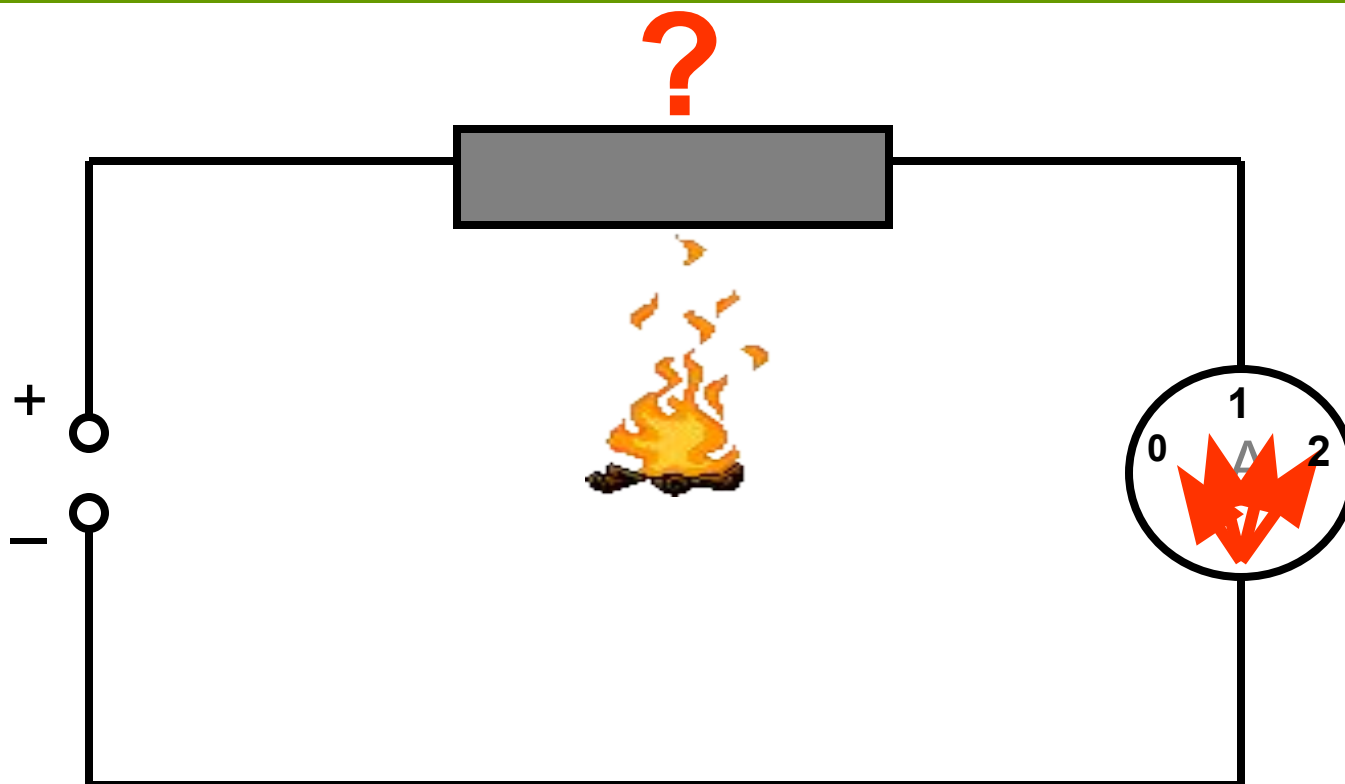
1. Будет ли кремний сверхпроводящим, если его охладить до температуры, близкой к абсолютному нулю?
2. Какой график зависимости  $R$  от  $T$  соответствует металлическому проводнику?



## Решите задачи:

4. Что надо сделать, чтобы электропроводность германия и кремния стала такой же, как электропроводность металла (диэлектрика)?
5. Почему при изготовлении полупроводниковых материалов обращается исключительное внимание на степень их чистоты?

1) Из каких элементов состоит электрическая цепь?



2) Какой опыт проводят на установке?

3) По результатам опыта определите, из какого вещества изготовлено тело:

а) металлического проводника;

в) полупроводника?

**Домашнее задание: прочитайте §§ 115-116, заполните таблицу:**

<b><i>примесь</i></b>		
<b><i>основные носители заряда</i></b>		
<b><i>неосновные носители заряда</i></b>		
<b><i>тип полупроводника</i></b>		

# литература

1. Ильясова Т.В. Компьютерная поддержка урока физики. Издательский дом 1 сентября. Физика. №№17-24, 2008.
2. Левинштейн М.Е., Симин Г.С. Знакомство с полупроводниками. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, (Библиотечка «Квант». Вып.33). 1984.
3. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика: Учеб. Для 10 кл. общеобразоват. учреждений. М.: Просвещение, 2003.
4. Тульчинский М.Е. Качественные задачи по физике в средней школе. М.: Просвещение, 1972.
5. Храмов Ю.А. Физики. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983.