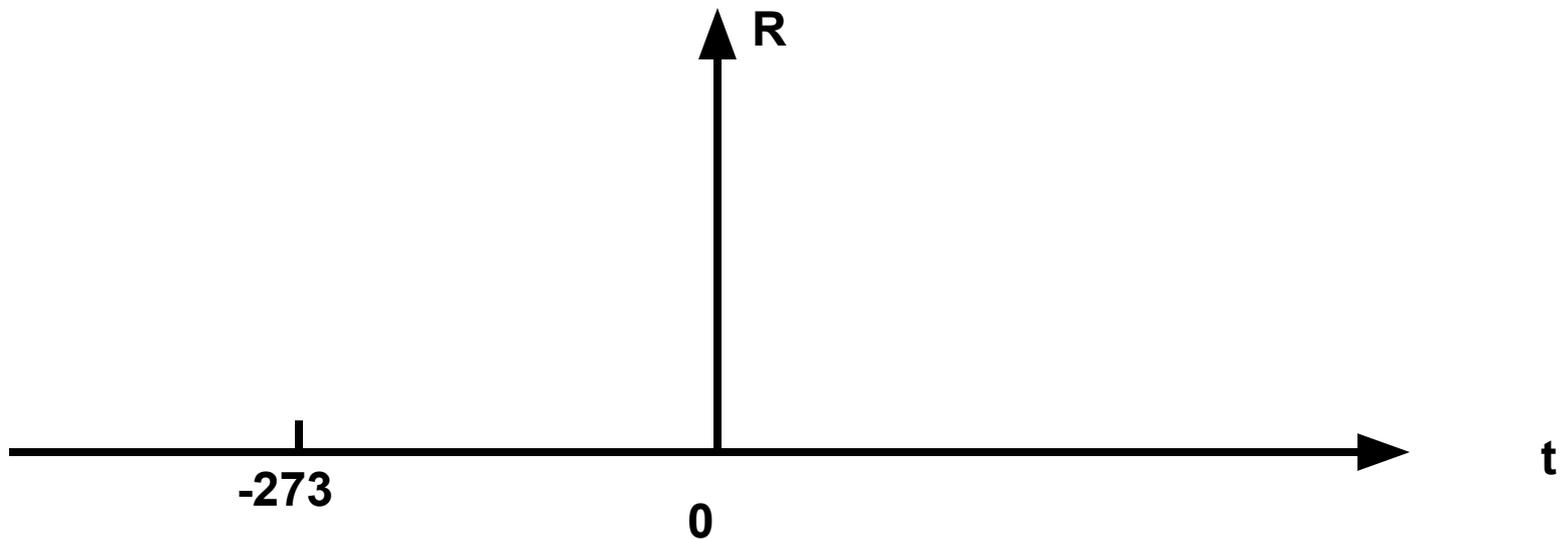


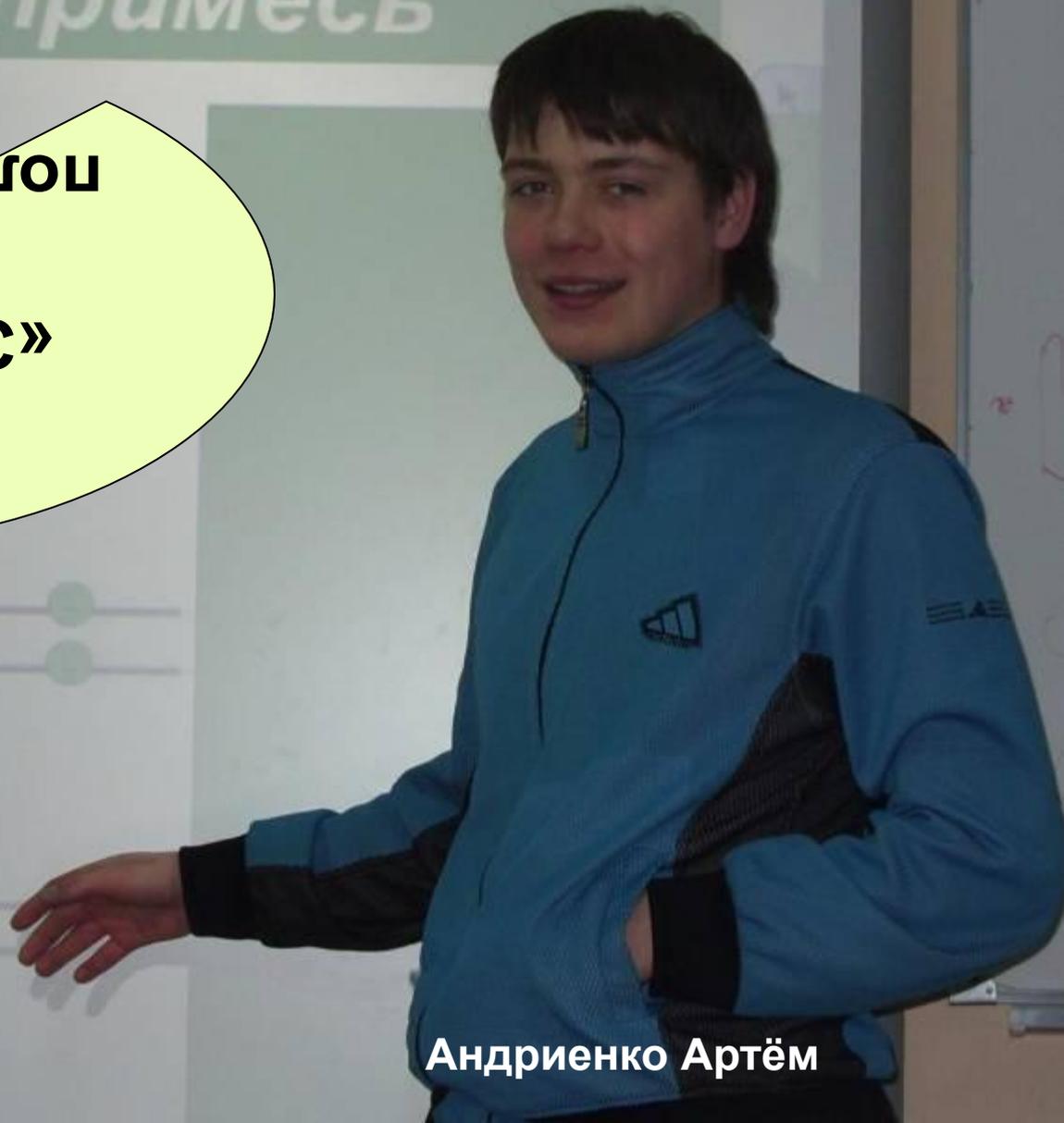
Презентация к уроку
**«Электрический ток в
полупроводниках»**

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.

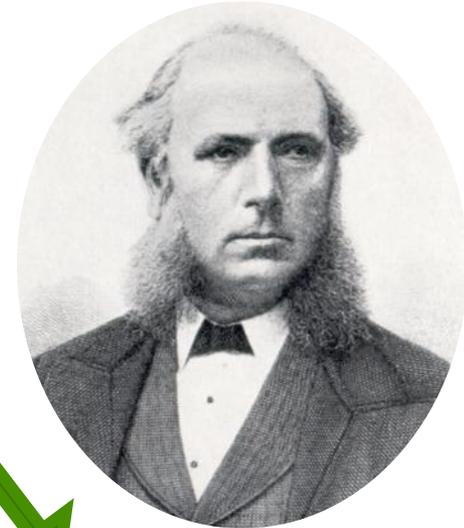
Открытие полупроводников



Майкл Фарадей
(Michael Faraday, 1791-1867)

$t \uparrow$

$R \downarrow$



Уиллоуби Смит
(Willoughby Smith, 1828 – 1891)



Абрам Фёдорович Иоффе
(1880-1960)

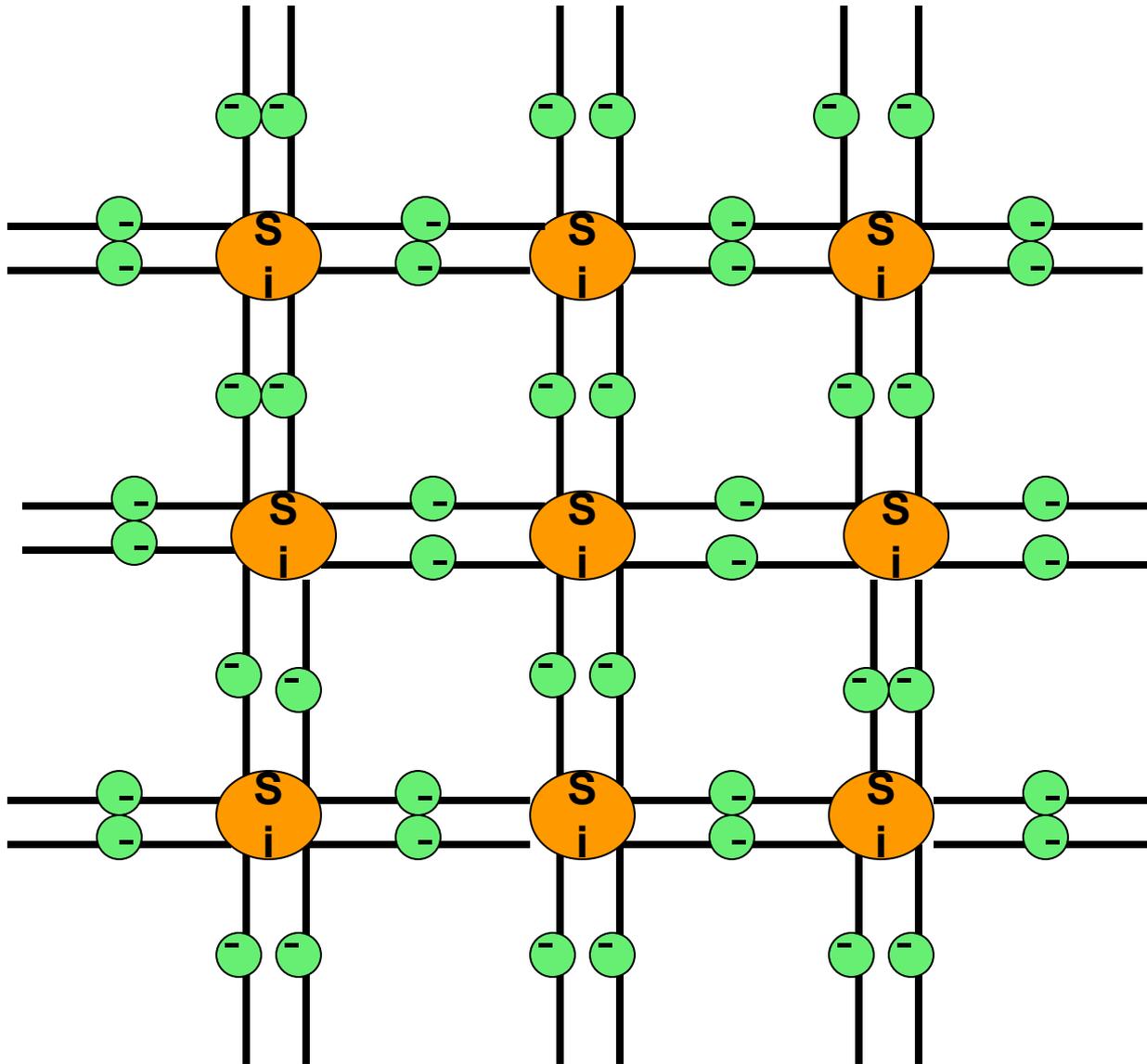
добавление примеси

освещение

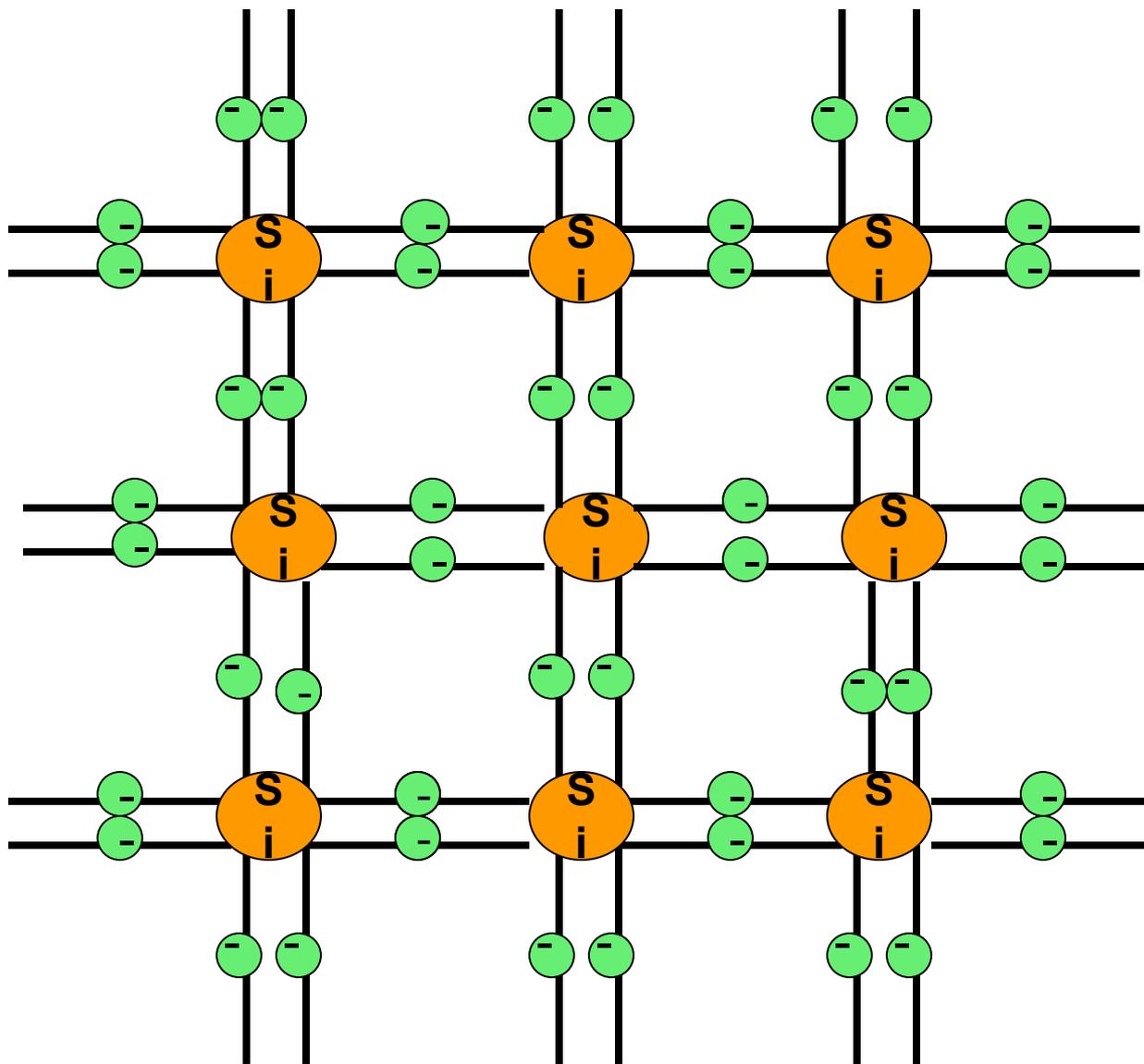
периоды	A I B	периодическая система элементов Д.И. Менделеева					A VII B	A	VIII B	
1	(H)						1 H Hydrogenium ВОДОРОД 1,00794	2 He Helium ГЕЛИЙ 4,002602	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>обозначение элемента</p> <p>He</p> <p>4,002602</p> <p>ГЕЛИЙ</p> </div> <div> <p>порядковый номер элемента</p> <p>2</p> </div> </div> <p>относительная атомная масса</p>	
		A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B				
2	3 Li Lithium ЛИТИЙ 6,941	4 Be Beryllium БЕРИЛЛИЙ 9,01218	5 B Borium БОР 10,811	6 C Carboneum УГЛЕРОД 12,011	7 N Nitrogenium АЗОТ 14,0067	8 O Oxygenium КИСЛОРОД 15,9994	9 F Florum ФТОР 18,998403	10 Ne Neon НЕОН 20,179		
3	11 Na Natrium НАТРИЙ 22,98977	12 Mg Magnesium МАГНИЙ 24,305	13 Al Aluminium АЛЮМИНИЙ 26,98154	14 Si Silicium КРЕМНИЙ 28,0855	15 P Phosphorum ФОСФОР 30,97376	16 S Sulfur СЕРА 32,066	17 Cl Chlorum ХЛОР 35,453	18 Ar Argon АРГОН 39,948		
4	19 K Kalium КАЛИЙ 39,0983	20 Ca Calcium КАЛЬЦИЙ 40,078	21 Sc Scandium СКАНДИЙ 44,95591	22 Ti Titanium ТИТАН 47,88	23 V Vanadium ВАНАДИЙ 50,9415	24 Cr Chromium ХРОМ 51,9961	25 Mn Manganum МАРГАНЕЦ 54,9380	26 Fe Ferrum ЖЕЛЕЗО 55,847	27 Co Cobaltum КОБАЛЬТ 58,9332	28 Ni Niccolum НИКЕЛЬ 58,69
	29 Cu Cuprum МЕДЬ 63,546	30 Zn Zincum ЦИНК 65,39	31 Ga Gallium ГАЛЛИЙ 69,723	32 Ge Germanium ГЕРМАНИЙ 72,59	33 As Arsenicum МЫШЬЯК 74,9216	34 Se Selenium СЕЛЕН 78,96	35 Br Bromum БРОМ 79,904	36 Kr Krypton КРИПТОН 83,80		
5	37 Rb Rubidium РУБИДИЙ 85,4678	38 Sr Strontium СТРОНЦИЙ 87,62	39 Y Yttrium ИТРИЙ 88,9059	40 Zr Zirconium ЦИРКОН 91,224	41 Nb Niobium НИОБИЙ 92,9064	42 Mo Molybdaenum МОЛИБДЕН 95,94	43 Tc Technetium ТЕХНЕЦИЙ [98]	44 Ru Ruthenium РУТЕНИЙ 101,07	45 Rh Rhodium РОДИЙ 102,9055	46 Pd Palladium ПАЛЛАДИЙ 106,42
	47 Ag Argentum СЕРЕБРО 107,8682	48 Cd Cadmium КАДМИЙ 112,41	49 In Indium ИНДИЙ 114,82	50 Sn Stannum ОЛОВО 118,710	51 Sb Stibium СУРЬМА 121,75	52 Te Tellurium ТЕЛЛУР 127,60	53 I Iodum ЙОД 126,9045	54 Xe Xenon КСЕНОН 131,29		
6	55 Cs Cesium ЦЕЗИЙ 132,9054	56 Ba Barium БАРИЙ 137,33	57 La Lanthanum ЛАНТАНОМ 138,9055	72 Hf Hafnium ГАФНИЙ 178,49	73 Ta Tantalum ТАНТАЛ 180,9479	74 W Wolframium ВУЛЬФРАМ 183,85	75 Re Rhenium РЕНИЙ 186,207	76 Os Osmium ОСМИЙ 190,2	77 Ir Iridium ИРИДИЙ 192,22	78 Pt Platinum ПЛАТИНА 195,08
	79 Au Aurum ЗОЛОТО 196,9565	80 Hg Hydrargyrum РТУТЬ 200,59	81 Tl Thallium ТАЛЛИЙ 204,384	82 Pb Plumbum СВИНЕЦ 207,2	83 Bi Bismuthum ВИСМУТ 208,9804	84 Po Polonium ПОЛОНИЙ [209]	85 At Astatium АСТАТ [210]	86 Rn Radon РАДОН [222]		

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

Строение полупроводников



Собственная проводимость



Примесная проводимость

примесь

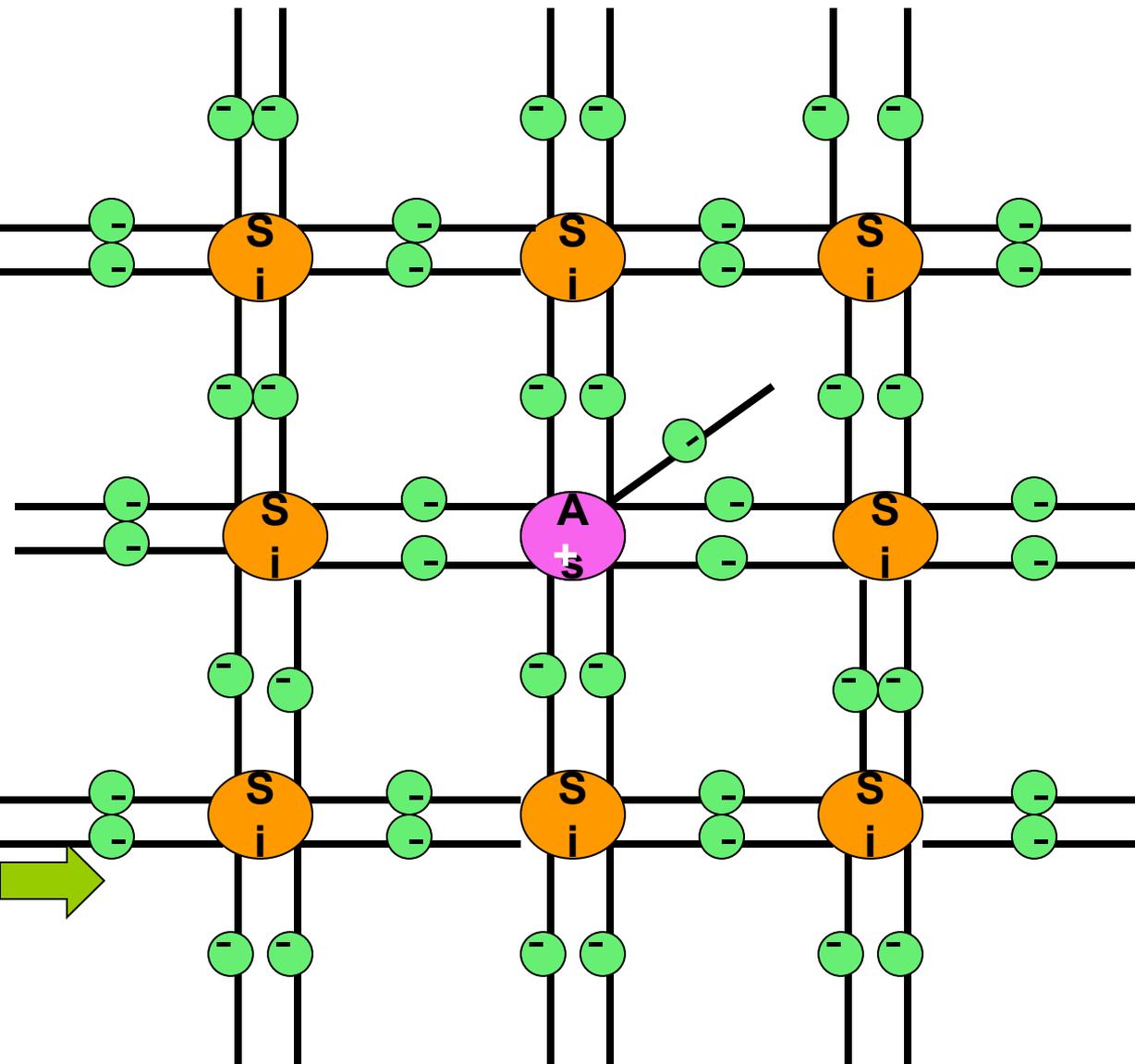
```
graph TD; A[примесь] --> B[донорная]; A --> C[акцепторная]
```

The diagram illustrates the classification of impurities. At the top, a green box contains the word "примесь" (impurity). Two 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



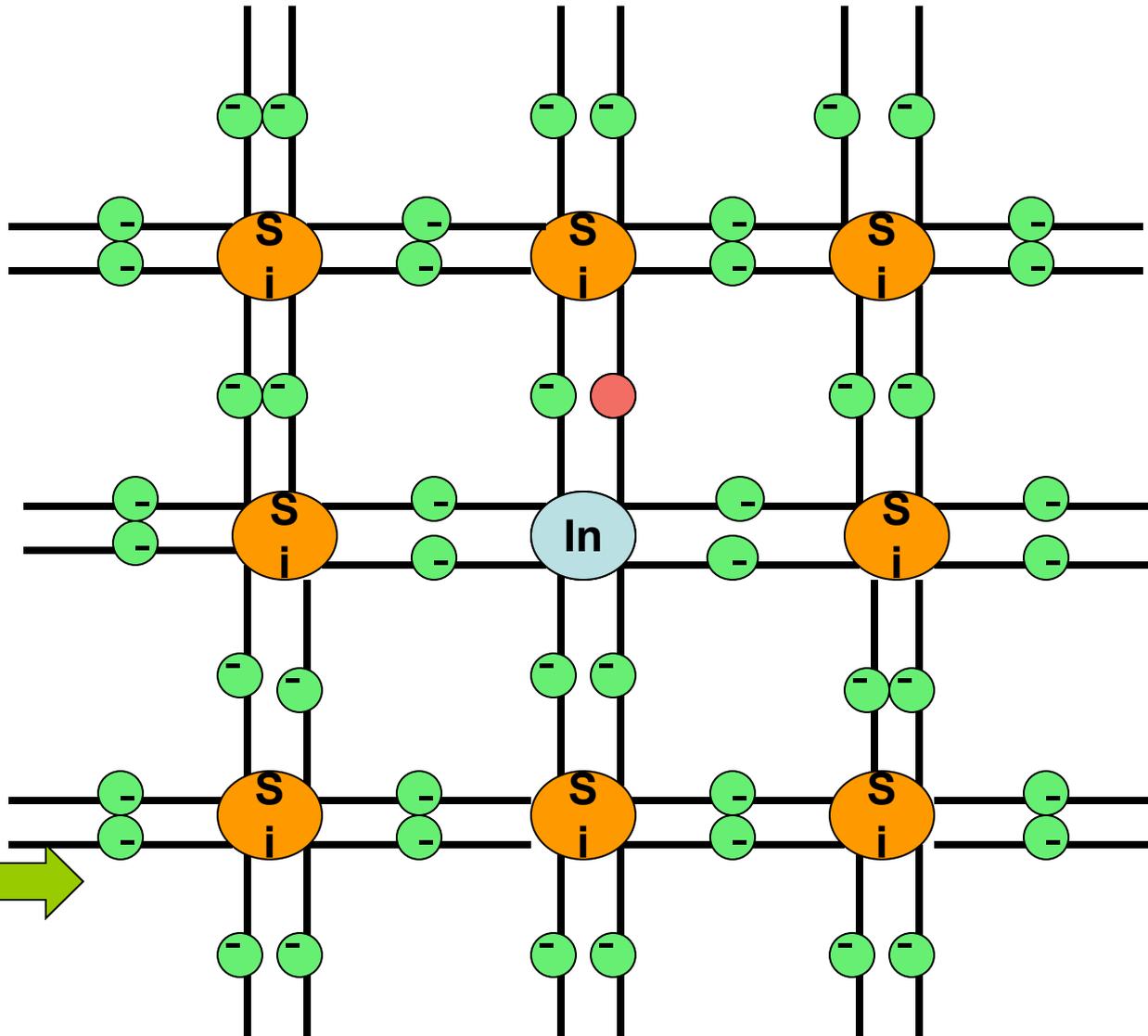
Полупроводник
n-типа

носители
заряда:

*основные -
электроны*

*неосновные -
дырки*

Акцепторная примесь



Полупроводник
р-типа

Носители
заряда:

*основные -
дырки*

*неосновные -
электроны*

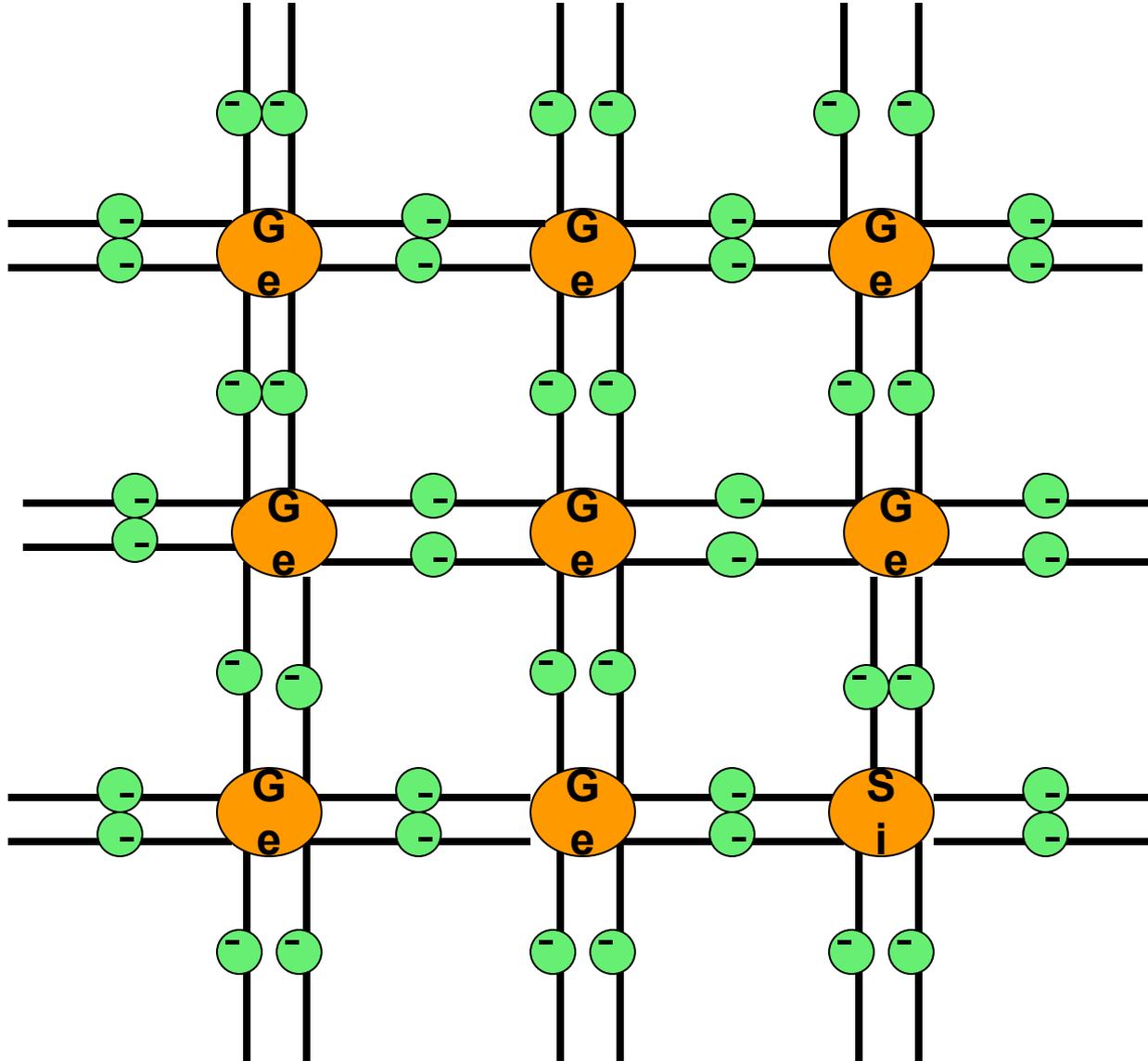
ПЕРИОДЫ	ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА						A VII B	A	VIII B	
1	(H)						1 H Hydrogenium ВОДОРОД 1,00794	2 He Helium ГЕЛИЙ 4,002602	обозначение элемента порядковый номер элемента He 4,002602 He Helium ГЕЛИЙ относительная атомная масса	
2	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	A	VIII B		
3	11 Na Natrium НАТРИЙ 22,98977	12 Mg Magnesium МАГНИЙ 24,305	13 Al Aluminium АЛЮМИНИЙ 26,98154	14 Si Silicium КРЕМНИЙ 28,0855	15 P Phosphorum ФОСФОР 30,97376	16 S Sulfur СЕРА 32,066	17 Cl Chlorum ХЛОР 35,453	18 Ar Argon АРГОН 39,948		
4	19 K Kalium КАЛИЙ 39,0983	20 Ca Calcium КАЛЬЦИЙ 40,078	21 Sc Scandium СКАНДИЙ 44,95591	22 Ti Titanium ТИТАН 47,88	23 V Vanadium ВАНАДИЙ 50,9415	24 Cr Chromium ХРОМ 51,9961	25 Mn Manganum МАРГАНЕЦ 54,9380	26 Fe Ferrum ЖЕЛЕЗО 55,847	27 Co Cobaltum КОБАЛЬТ 58,9332	28 Ni Niccolum НИКЕЛЬ 58,69
	29 Cu Cuprum МЕДЬ 63,546	30 Zn Zincum ЦИНК 65,39	31 Ga Gallium ГАЛЛИЙ 69,723	32 Ge Germanium ГЕРМАНИЙ 72,59	33 As Arsenicum МЫШЬЯК 74,9216	34 Se Selenium СЕЛЕН 78,96	35 Br Bromum БРОМ 79,904	36 Kr Krypton КРИПТОН 83,80		
5	37 Rb Rubidium РУБИДИЙ 85,4678	38 Sr Strontium СТРОНЦИЙ 87,62	39 Y Yttrium ИТТРИЙ 88,9059	40 Zr Zirconium ЦИРКОН 91,224	41 Nb Niobium НИОБИЙ 92,9064	42 Mo Molybdaenum МОЛИБДЕН 95,94	43 Tc Technetium ТЕХНЕЦИЙ [98]	44 Ru Ruthenium РУТЕНИЙ 101,07	45 Rh Rhodium РОДИЙ 102,9055	46 Pd Palladium ПАЛЛАДИЙ 106,42
	47 Ag Argentum СЕРЕБРО 107,8682	48 Cd Cadmium КАДМИЙ 112,41	49 In Indium ИНДИЙ 114,82	50 Sn Stannum ОЛОВО 118,710	51 Sb Stibium СУРЬМА 121,75	52 Te Tellurium ТЕЛЛУР 127,60	53 I Iodum ЙОД 126,9045	54 Xe Xenon КСЕНОН 131,29		
	55 Cs Cesium 132,9054	56 Ba Barium 137,33	57 La* Lanthanum 138,9055	72 Hf Hafnium 178,49	73 Ta Tantalum 180,9479	74 W Wolframium 183,85	75 Re Rhenium 186,207	76 Os Osmium 190,2	77 Ir Iridium 192,22	78 Pt Platinum 195,08

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:

)полупроводник р-типа

)полупроводник n-типа



Решите задачи:

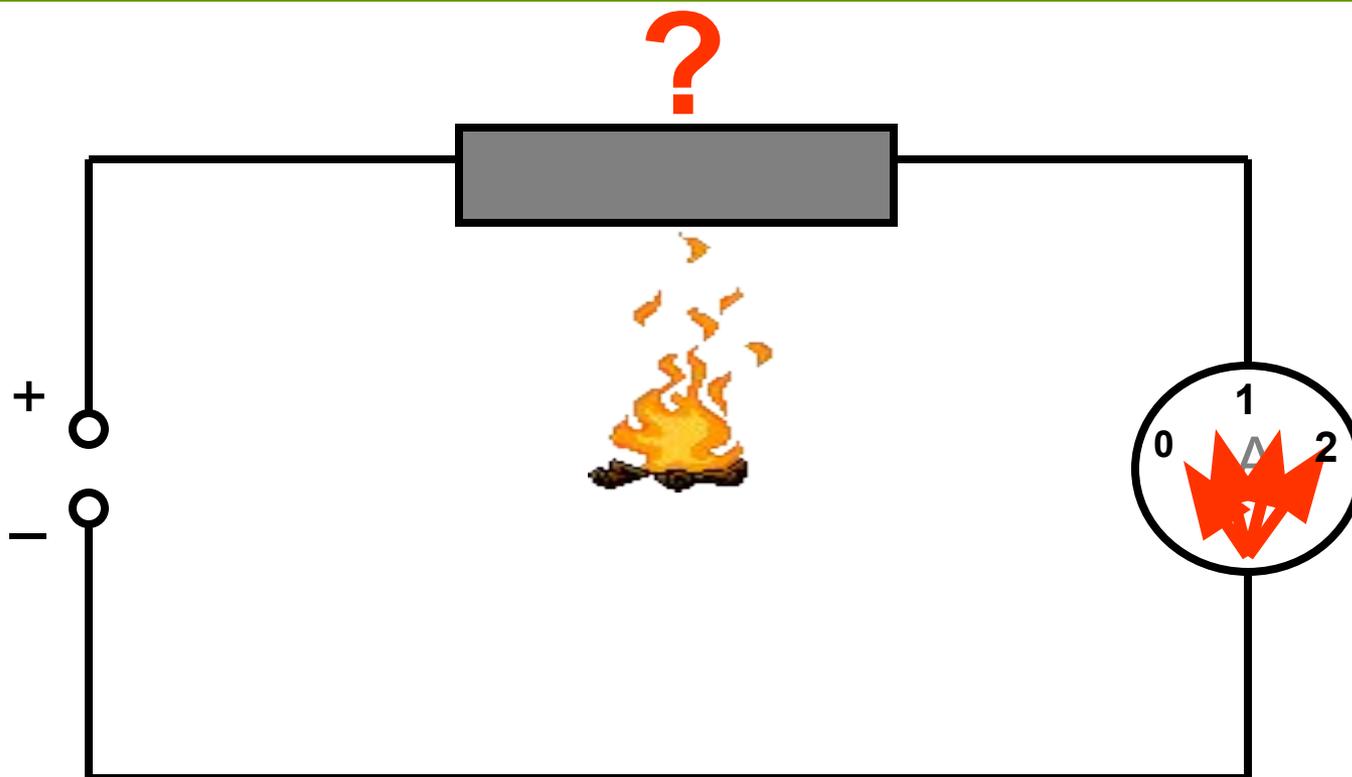
1. Будет ли кремний сверхпроводящим, если его охладить до температуры, близкой к абсолютному нулю?
2. Какой график зависимости R от T соответствует металлическому проводнику?



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:

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

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.