

# ЭЛЕКТРОСТАТИКА

Силы электромагнитного взаимодействия  
неподвижных зарядов

## Электродинамика и электростатика.

*Структура Вселенной формируется гравитационным притяжением тел. Однако наличие лишь сил притяжения привело бы к неограниченному гравитационному их сжатию.*

*Для существования тел стабильных размеров должны действовать силы отталкивания между частицами тела.*

**Электродинамика** изучает электромагнитное поле, осуществляющее взаимодействие заряженных частиц.

**Электростатика** — раздел электродинамики, изучающий взаимодействие неподвижных (статических) электрических зарядов.

**Электрический заряд** — физическая величина, определяющая силу электромагнитного взаимодействия.

Единица электрического заряда — **кулон (Кл)**.

**Кулон** — электрический заряд, проходящий через поперечное сечение проводника при силе тока 1 А за 1 с.

$$I = \frac{q}{t}$$

$$q = It$$





Экспериментально было установлено, что существует минимальное значение электрического заряда.

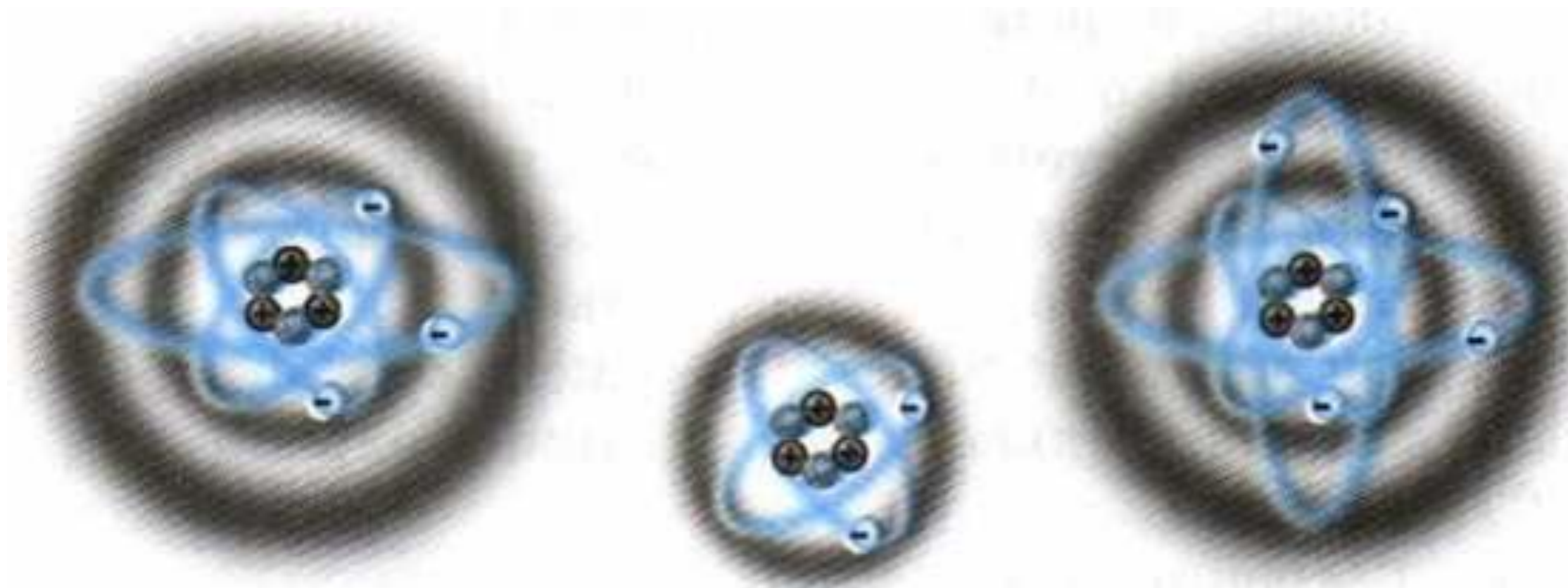
Отделить часть этого заряда невозможно. Наименьший электрический заряд имеют элементарные частицы:

$$-{}_1^0e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$${}_1^1p = +1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

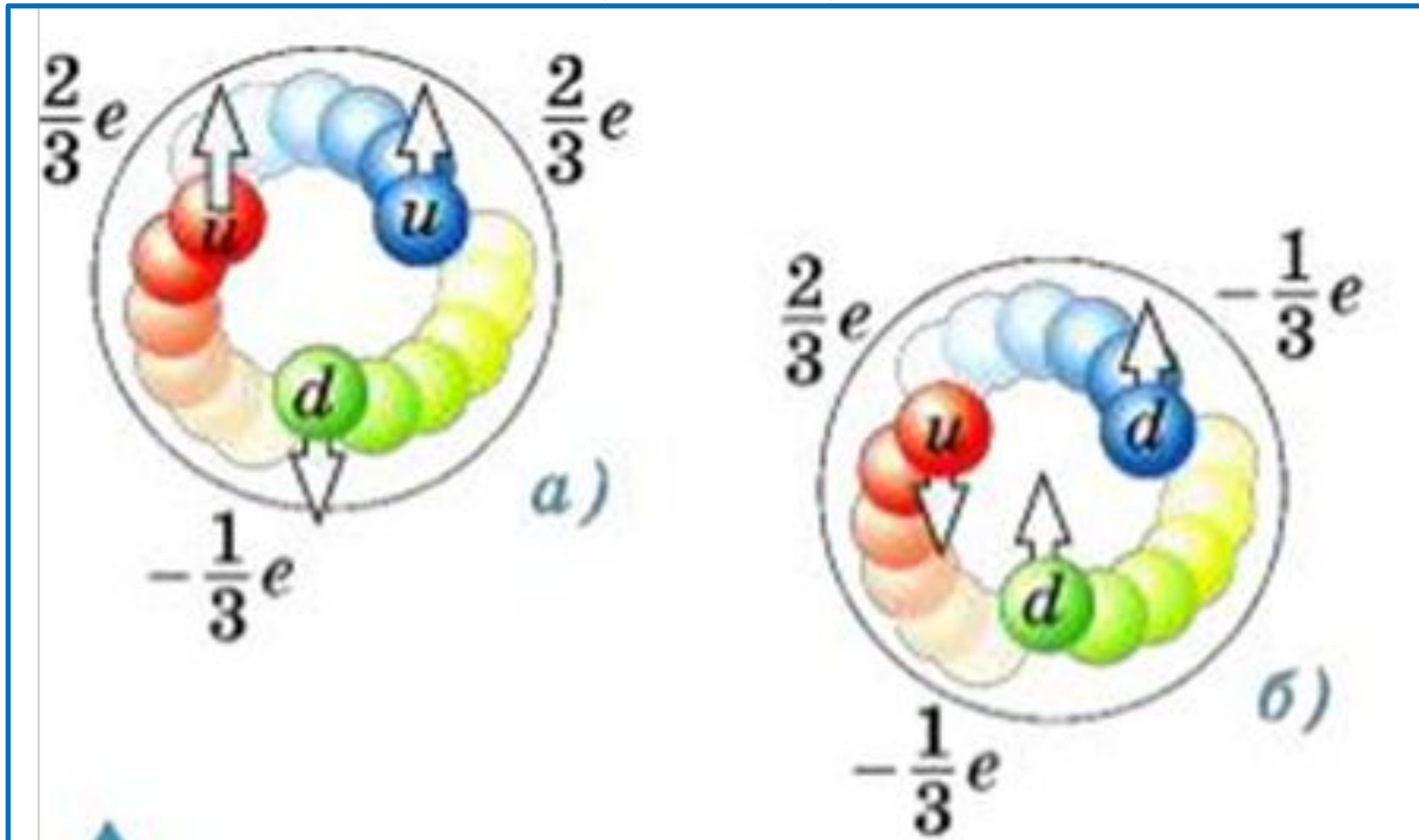
Электрический заряд дискретен (квантован).  
Минимальное различие модулей любых зарядов равно  $e$ .

$$Q = ne$$



Полный заряд электронейтрального атома равен нулю, так как число протонов в ядре равно числу электронов в атоме.

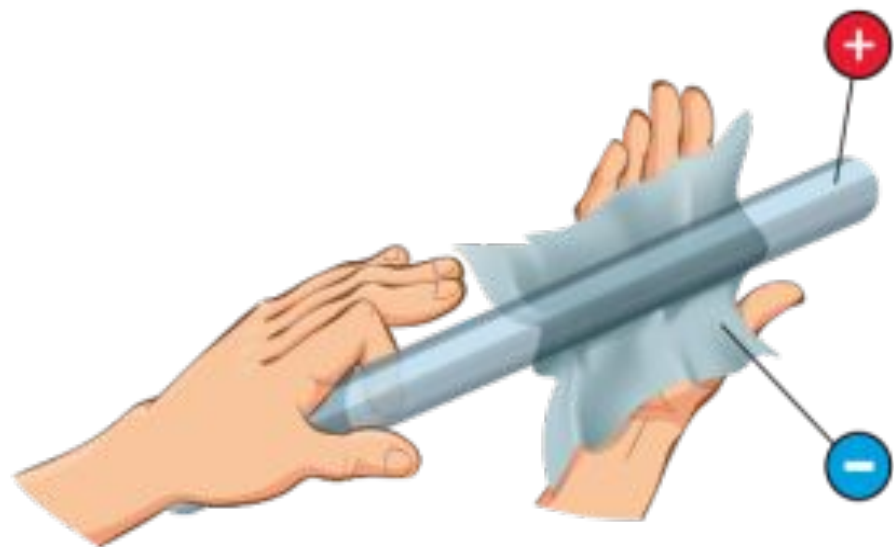
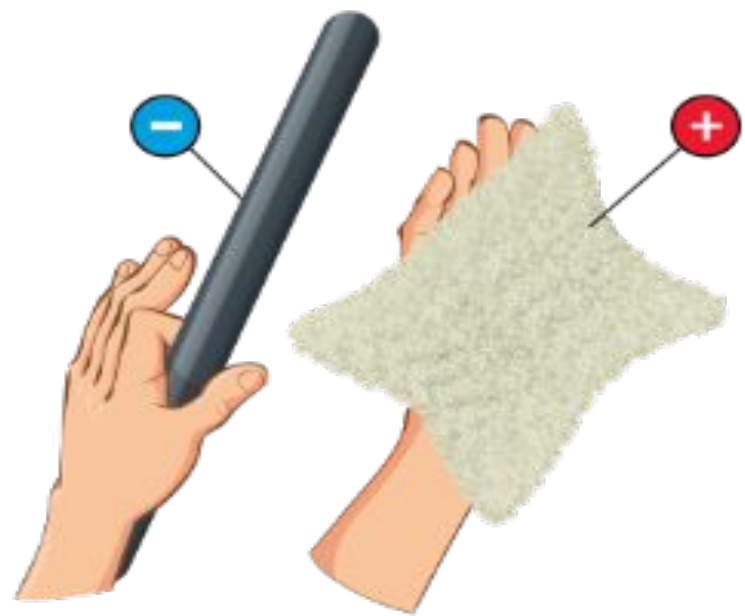
Согласно современной квантовой теории протон и нейтрон являются комбинацией других элементарных частиц — кварков **u** и **d** с зарядом  $+\frac{2}{3}e$  и  $-\frac{1}{3}e$  соответственно.

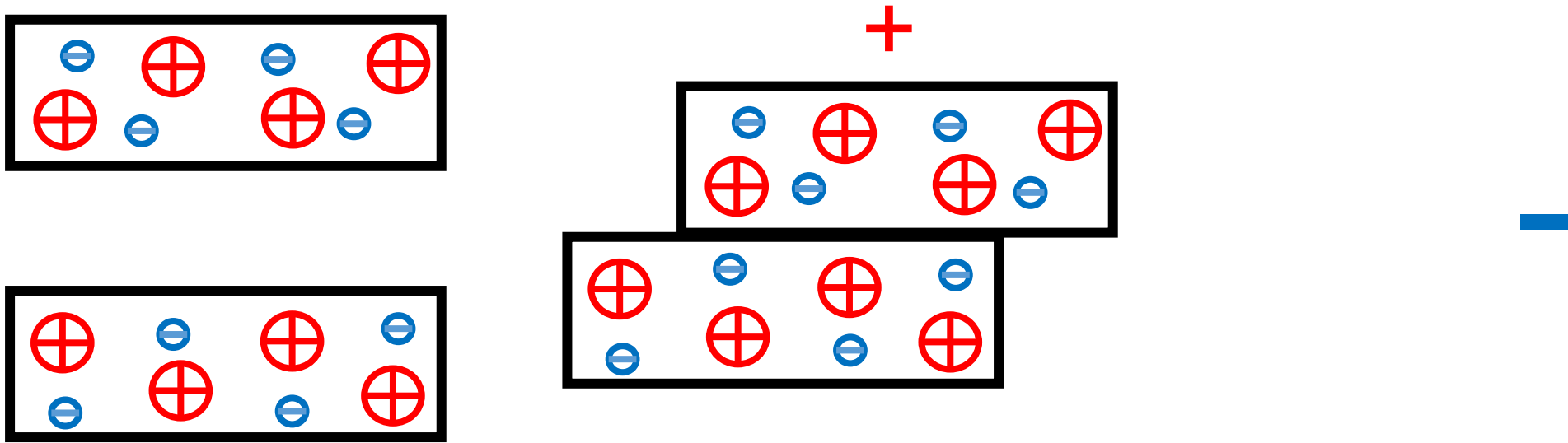




# Электризация тел





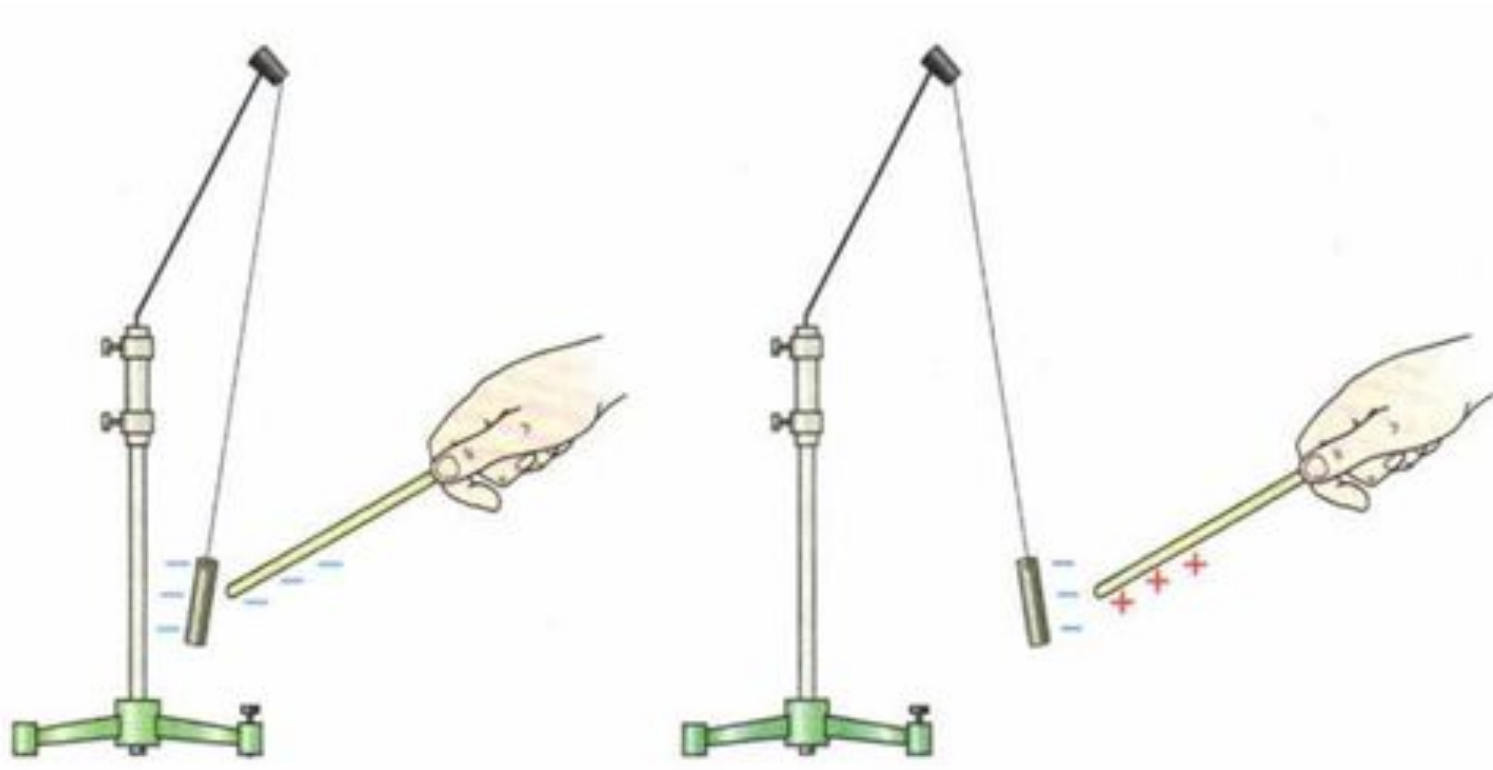


Знак заряда тел в результате электризации определяется тем, что одни вещества при трении отдают электроны, а другие их присоединяют.

Причина этого явления - в различии энергии связи электрона с атомом в этих веществах.



1. Асбест
2. мех (кролика)
3. Стекло
4. Слюда
5. Шерсть
6. Кварц
7. мех (кошки)
8. Шёлк
9. Кожа человека
10. Алюминий
11. Хлопок
12. Дерево
13. Янтарь
14. Медь
15. Латунь
16. Резина
17. Сера
18. Целлулоид
19. Каучук



Электрические заряды одинакового знака, взаимно отталкиваются, а тела, имеющие заряды противоположного знака, взаимно притягиваются.

## Закон сохранения заряда

Алгебраическая сумма зарядов электрически изолированной системы постоянна:

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = \text{const}$$

Заряженные частицы:

- рождаются только парами с одинаковыми по модулю и противоположными по знаку зарядами;
- исчезают заряженные частицы тоже только парами, превращаясь в нейтральные.

И во всех этих случаях алгебраическая сумма зарядов остаётся одной и той же.

Какой положительный и какой отрицательный заряды содержатся в атоме  ${}_{92}^{235}\text{U}$ ?

[+1,47\*10<sup>-17</sup> Кл; -1,47\*10<sup>-17</sup> Кл]

Какой положительный и какой отрицательный заряды находятся в капле воды объёмом  $V=9 \text{ мм}^3$ ? Масса молекулы воды  $m_0=3*10^{-26} \text{ кг}$ .

[+480 Кл; -480 Кл]

При электризации эбонитовой палочки о шерсть ей сообщили заряд  $-4,8 \cdot 10^{-13}$  Кл. Какое число электронов перешло при этом из шерсти в эбонит?

[3 млн]

Стекло, натертое о шерсть, получило заряд  $8 \cdot 10^{-12}$  Кл. Какой заряд остался на шерсти? Сколько электронов и в какое вещество перешло?

[50 млн]



## **Домашнее задание:**

§77,78 Вопросы в конце параграфа

1.

Дано:

$${}_{92}^{235}\text{U}$$

 $q_+, q_- = ?$ Решение:

В атоме урана содержится 92 электрона и 92 протона, т. е.  $q_+ = |q_-| = 92 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,47 \cdot 10^{-17}$  Кл.

Ответ:  $q_+ = |q_-| = 1,47 \cdot 10^{-17}$  Кл.

2.

Дано:

$$V = 9 \text{ мм}^3 = 9 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$$

$$m_0 = 3 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

 $q_+, q_- = ?$ Решение:

Поскольку капля воды электронейтральна, то  $q_+ = |q_-|$ . В одной молекуле воды  $\text{H}_2\text{O}$  содержится 10 электронов и 10 протонов. Общий заряд протонов  $q_+ = 10 \cdot Ne$ , где чис-

ло молекул воды  $N = \frac{m}{m_0}$ , а масса воды

$m = \rho V$ . Таким образом,

$$q_+ = 10 \cdot \frac{\rho V e}{m_0} = \frac{10 \cdot 10^3 \cdot 9 \cdot 10^{-9} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{3 \cdot 10^{-26}} = 480 \text{ Кл.}$$

Ответ:  $q_+ = |q_-| = 480$  Кл.

3.

Дано:

$$q = -4,8 \cdot 10^{-13} \text{ Кл}$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

 $N = ?$ Решение:

Число перешедших электронов

$$N = \frac{q}{e} = \frac{-4,8 \cdot 10^{-13}}{-1,6 \cdot 10^{-19}} = 3 \cdot 10^6 \text{ Кл.}$$

Ответ:  $N = 3 \cdot 10^6$  Кл.

4. Минимальное различие модулей зарядов равно  $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

Поскольку  $|q| < e$ , то такой процесс невозможен.

5.

Дано:

$$q = 8 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

 $q_{\text{ш}}, N = ?$ Решение:

Заряд, оставшийся на шерсти:

$$q_{\text{ш}} = -q = -8 \cdot 10^{-12} \text{ Кл.}$$

Поскольку у шерсти отрицательный заряд, то электроны перешли на шерсть. Их число:

$$N = \frac{q_{\text{ш}}}{e} = \frac{-8 \cdot 10^{-12}}{-1,6 \cdot 10^{-19}} = 5 \cdot 10^7.$$

Ответ:  $q_{\text{ш}} = -8 \cdot 10^{-12}$  Кл;  $N = 5 \cdot 10^7$ .

