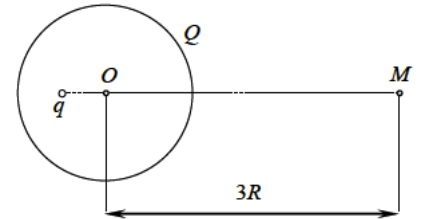


Проводящие сферы

ЗАДАЧА 1. Металлическая сфера радиуса R имеет заряд q . Найдите потенциал поля этого заряда в центре сферы. Чему тогда равен потенциал сферы?

$$\frac{U}{b_3} = \phi$$

ЗАДАЧА 2. (МОШ, 2016, 11) Внутри проводящей сферы радиусом R , несущей заряд Q , на расстоянии $R/2$ от её центра O находится точечный заряд q . Найдите потенциал ϕ в точке M . Точка M , центр сферы O и заряд q лежат на одной прямой. Найдите заряды внутренней и внешней поверхностей сферы. Распределён ли заряд на внутренней поверхности равномерно или неравномерно? А на внешней? Качественно изобразите вид силовых линий электрического поля.



$$\frac{U}{b_3} = \phi; \text{ см. конспект; } k \frac{Q}{(b_3+R)}$$

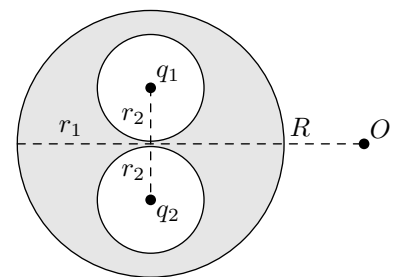
ЗАДАЧА 3. Точечный заряд q расположен на расстоянии r от центра проводящей незаряженной сферы радиуса R . Найдите потенциал сферы в случаях $r > R$ и $r < R$.

$$\frac{U}{b_3} = \phi \text{ если } r > R, \text{ то } \phi = \frac{q}{k r}; \text{ если } r < R, \text{ то } \phi = \frac{q}{k R}$$

ЗАДАЧА 4. Точечный заряд q расположен на расстоянии r от центра проводящей сферы радиуса R . Заряд сферы равен Q . Найдите потенциал сферы в случаях $r > R$ и $r < R$.

$$\frac{U}{b_3} = \phi \text{ если } r > R, \text{ то } \phi = \frac{Q}{k R} + \frac{q}{k r}; \text{ если } r < R, \text{ то } \phi = \frac{Q+q}{k R}$$

ЗАДАЧА 5. (Диагн. работа в формате ЕГЭ, 2013) Внутри незаряженного металлического шара радиусом $r_1 = 40$ см имеются две сферические полости радиусами $r_2 < r_1/2$, расположенные таким образом, что их поверхности почти соприкасаются в центре шара. В центре одной полости поместили заряд $q_1 = +1$ нКл, а затем в центре другой — заряд $q_2 = +2$ нКл (см. рисунок). Найдите модуль и направление вектора напряжённости \vec{E} электростатического поля в точке O , находящейся на расстоянии $R = 1$ м от центра шара на серединном перпендикуляре к отрезку, соединяющему центры полостей.



$$E = \frac{27}{k} \frac{R^2}{(r_1+r_2)^2} \text{ В/м; вектор направлен от центра шара к точке } O$$

ЗАДАЧА 6. Имеются две концентрически расположенные проводящие сферы. Внутренняя сфера имеет радиус R_1 и заряд q_1 ; внешняя сфера имеет радиус R_2 и заряд q_2 . Найдите потенциалы сфер.

$$\phi = \frac{q_1}{k R_1} + \frac{q_2}{k R_2}, \text{ если } r > R_2; \text{ если } R_1 < r < R_2, \text{ то } \phi = \frac{q_1}{k r}; \text{ если } r < R_1, \text{ то } \phi = \frac{q_1+q_2}{k R_1}$$

ЗАДАЧА 7. («Физтех», 2013) Проводящий шарик радиусом R с зарядом Q имеет потенциал $\varphi_1 = 400$ В. Каким станет потенциал φ_2 шарика, если он окажется внутри полого проводящего шара с радиусами сферических поверхностей $4R$ и $5R$ и зарядом $4Q$? Центры заряженного шарика и полого шара совпадают.

$$\varphi_2 = \varphi_1 \frac{R}{L} = \varphi$$

ЗАДАЧА 8. («Курчатов», 2016, 10) Точечный заряд $q = 10$ нКл помещён на расстоянии $L = 1$ м от центра проводящего заземлённого шара радиусом $R = 20$ см. Найдите заряд шара Q .

$$q_{\text{ш}} = b \frac{q}{R} = \varphi$$

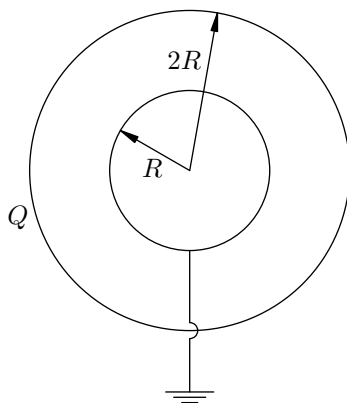
ЗАДАЧА 9. На расстоянии a от центра заземлённой проводящей сферы радиуса R расположен точечный заряд q . Чему равен заряд сферы?

$$b = \varphi \text{ от } q, \text{ то } R, \text{ то } \frac{a}{R} b = \varphi \text{ от } R, \text{ то } R < a \text{ или } R > a$$

ЗАДАЧА 10. Проводящая сфера радиуса R имеет заряд q . Сферу окружают концентрической сферической проводящей оболочкой радиуса $3R$. Чему станет равен потенциал сферы, если заземлить оболочку?

$$\frac{q}{b k r} = \varphi$$

ЗАДАЧА 11. Проводящую сферу радиуса R окружают концентрической сферической проводящей оболочкой радиуса $2R$, несущей заряд Q . Чему станет равен потенциал оболочки после заземления сферы (см. рисунок)?



$$\frac{q}{b k r} = \varphi$$

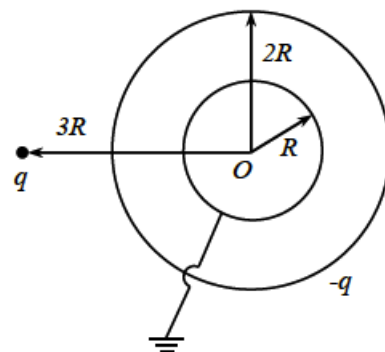
ЗАДАЧА 12. Металлический шар радиуса r , имеющий потенциал φ , окружают сферической проводящей оболочкой радиуса R . Найдите потенциал шара после того, как он будет на некоторое время соединён с оболочкой.

$$\frac{q}{r} \varphi = \varphi$$

ЗАДАЧА 13. Два небольших проводящих заряженных шара радиусом r расположены на расстоянии a друг от друга. Шары поочерёдно на некоторое время заземляют. Определите потенциал шара, который был заземлён первым, если первоначально каждый шар имел заряд q .

$$\left(\frac{a}{r} - 1 \right) \frac{q}{b k r} = \varphi$$

ЗАДАЧА 14. (МОШ, 2017, 11) Система состоит из двух концентрических проводящих сфер — внутренней радиусом R , внешней радиусом $2R$ — и точечного заряда q ($q > 0$), который находится на расстоянии $3R$ от точки O . Внешняя сфера имеет заряд $-q$. Внутреннюю сферу заземляют (см. рис.).



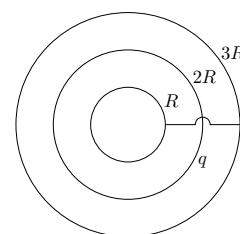
1) Чему равен заряд, индуцируемый на поверхности внутренней сферы?

2) Какой заряд индуцируется на внутренней поверхности сферы радиусом R ?

3) Какой заряд индуцируется на внутренней поверхности сферы радиусом $2R$? Как он распределится: равномерно или неравномерно?

$$\frac{q}{b} - \frac{q}{a} = \phi \quad (1)$$

ЗАДАЧА 15. Три концентрические проводящие сферы имеют радиусы R , $2R$ и $3R$. Заряд средней сферы равен q . Внутренняя и внешняя сферы не заряжены, и их на некоторое время соединяют проволокой. Какой заряд пройдёт по проволоке?

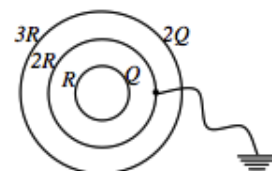


$$\frac{q}{b}$$

ЗАДАЧА 16. («Росатом», 2013, 11) Три металлические концентрические сферы имеют радиусы R , $2R$ и $4R$. Меньшую сферу заряжают зарядом Q , большую — зарядом $-3Q$, а среднюю заземляют с помощью длинного и тонкого проводника. Найти потенциал большей сферы. Ёмкостью проводника пренебречь.

$$\frac{q}{b} - \frac{q}{a} = \phi$$

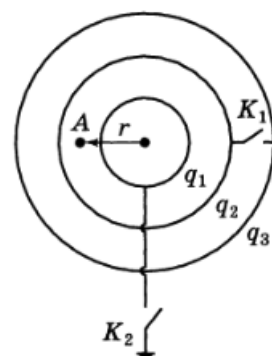
ЗАДАЧА 17. («Росатом», 2012, 11) Три металлических концентрических сферы имеют радиусы R , $2R$ и $3R$. Меньшую сферу заряжают зарядом Q , большую — зарядом $2Q$, а среднюю заземляют с помощью проводника малой ёмкости. Найти потенциал меньшей сферы после установления равновесия.



$$\frac{q}{b} = \phi$$

ЗАДАЧА 18. (Всеросс., 1996, финал, 10) Три концентрические металлические сферы 1, 2, 3, радиусы которых связаны соотношением $r_1 < r_2 < r_3$, имеют соответственно заряды q_1, q_2, q_3 (рис.). Найдите потенциал поля в некоторой точке A , расположенной между сферами 1 и 2 на расстоянии r от центра сфер в следующих случаях:

- ключи K_1 и K_2 разомкнуты;
- после замыкания ключа K_1 ;
- после замыкания ключа K_2 при замкнутом ключе K_1 .



$$\frac{q_1}{r_1} - \left(\frac{q_2}{r_2} - \frac{q_3}{r_3} \right) \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_1} \right) = \phi \quad (2)$$

$$\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} - \frac{q_3}{r_3} = \phi \quad (1)$$

ЗАДАЧА 19. Две концентрические проводящие незаряженные сферы имеют радиусы R и $3R$. На расстоянии $2R$ от центра сфер расположен точечный заряд q . Какие заряды окажутся на сферах, если их соединить тонкой проволокой?

$$\frac{q}{b} - \frac{q}{b}$$

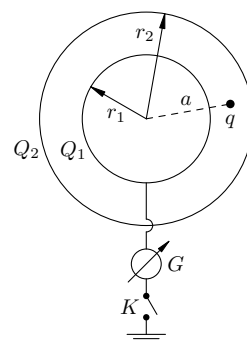
ЗАДАЧА 20. Имеются три концентрические проводящие сферы радиусов R , $2R$ и $3R$. Среднюю сферу заряжают зарядом q , а внутреннюю и внешнюю сферы заземляют. Какие заряды появятся на внутренней и внешней сферах?

$$\frac{q}{3R} - \frac{q}{3R}$$

ЗАДАЧА 21. Имеются две концентрические проводящие сферы радиусов R и $3R$. На расстоянии $2R$ от центра сфер расположен точечный заряд q . Какие заряды появятся на сферах после их заземления?

$$\frac{q}{3R} - \frac{q}{3R}$$

ЗАДАЧА 22. (МФТИ, 2005) Между двумя концентрически расположенными проводящими сферами с радиусами r_1 и r_2 и зарядами Q_1 и Q_2 расположен точечный заряд q на расстоянии a от центра сфер (см. рисунок). Какой заряд протечёт через гальванометр G после замыкания ключа K , приводящего к заземлению внутренней сферы?



$$\Delta \varphi = - \left(\frac{q}{r_1} + \frac{Q_1}{r_1} + \frac{Q_2}{r_2} \right)$$

Ответ к задаче 2

