

1. Vervollständige die folgenden Sätze:
  - a) Je kleiner der Abstand zwischen zwei elektrische geladenen Teilchen ist, desto ..... (grösser / kleiner) ist die elektrische Kraft zwischen ihnen.
  - b) Je kleiner die Ladungen zweier elektrisch geladener Teilchen sind, desto ..... (grösser / kleiner) ist die elektrische Kraft zwischen ihnen.
  
2. Wir betrachten zwei elektrisch geladene Körper, die die Ladungen  $q_1$  und  $q_2$  besitzen, und deren Mittelpunkte im Abstand  $r$  voneinander entfernt sind.  
 Vervollständige die folgenden Sätze:
  - a) Wenn der Betrag der Ladung  $q_1$  verdreifacht wird, ohne dass sich  $q_2$  und  $r$  verändern, dann ändert sich die elektrische Kraft um den Faktor .....
  - b) Wenn beide Ladungen  $q_1$  und  $q_2$  halbiert werden, ohne dass sich  $r$  verändert, dann ändert sich die elektrische Kraft um den Faktor .....
  - c) Wenn der Abstand  $r$  zwischen den Ladungen verdreifacht wird, ohne dass sich  $q_1$  und  $q_2$  verändern, dann ändert sich die elektrische Kraft um den Faktor .....
  - d) Wenn der Abstand  $r$  zwischen den Ladungen durch vier geteilt wird, ohne dass sich  $q_1$  und  $q_2$  verändern, dann ändert sich die elektrische Kraft um den Faktor .....
  
3. In Atomkernen befinden sich die positiv geladenen Protonen im Abstand von ca.  $2.0 \cdot 10^{-15}$  m voneinander.  
 Wie gross ist die Coulombkraft, mit der sich zwei Protonen im Atomkern abstoßen?  
*Information:* Atomkerne fallen nicht auseinander, weil sie durch die Kernkraft zwischen den Nukleonen (Protonen und Neutronen) zusammengehalten werden. Die Kernkraft ist grösser als die elektrische Abstossung, wirkt aber nur bei sehr kleinen Abständen, innerhalb des Atomkerns.
  
4. Zwei gleich geladene Kugelchen stossen sich im Abstand  $r = 2.5$  cm mit einer Kraft von  $F = 0.046$  N ab.  
 Wie gross sind ihre Ladungen  $Q$ ?
  
5. Von zwei kleinen, aber gleich grossen Metallkugelchen ist das eine mit  $+3.0 \cdot 10^{-8}$  C und das andere mit  $-2.0 \cdot 10^{-8}$  C aufgeladen. Sie ziehen sich mit einer Kraft von 7.8 mN an.
  - a) Wie gross ist Abstand zwischen den beiden Kugelchen?
  - b) Welche Kraft üben die Kugelchen im selben Abstand aufeinander aus, wenn sie vorher kurz zur Berührung gebracht worden sind?
  
6. In einem sehr einfachen Modell vom Wasserstoffatom «kreist» ein Elektron im Abstand von  $5.29 \cdot 10^{-11}$  m um den Atomkern (das Proton).
  - a) Wie gross ist die Coulombkraft zwischen dem Elektron und dem Proton?
  - b) Wie gross ist die Gravitationskraft zwischen dem Elektron und dem Proton?
  - c) Wie viel mal grösser als die Gravitationskraft ist die Coulombkraft?
  - d) Mit welcher Geschwindigkeit müsste das Elektron um das Proton kreisen, damit die Coulombkraft die nötige Zentripetalkraft ergibt?

7. *schwierig* Zwei punktförmige Ladungen  $Q_1 = Q$  und  $Q_2 = 4Q$  werden in einem gegebenen Abstand  $r$  festgehalten.  
In welchem Punkt der Verbindungsgeraden der beiden Ladungen ist eine kleine Ladung  $Q_3$  im Gleichgewicht?
- 

Elektrische Feldkonstante  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Nm}^2}$

Gravitationskonstante  $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$

Masse eines Elektrons  $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Masse eines Protons  $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Elementarladung  $e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

---

Lösungen:

3.  $58 \text{ N}$

4.  $5.65 \cdot 10^{-8} \text{ C}$

5. a)  $2.6 \text{ cm}$

b)  $3.3 \cdot 10^{-4} \text{ N}$

6. a)  $8.22 \cdot 10^{-8} \text{ N}$

b)  $3.63 \cdot 10^{-47} \text{ N}$

c)  $2.3 \cdot 10^{39}$

d)  $2.2 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

7. Im Abstand  $\frac{r}{3}$  von  $Q_1$