

Physik II für Medis 2022

Übungsgruppe

Stunde 8

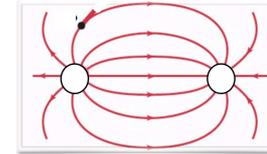


Intro-Frage:

Zwei identische, positive Ladungen sind wie abgebildet fixiert.
Eine vernachlässig kleine, negative Probeladung wird am
gekennzeichneten Punkt losgelassen. Welche Aussagen sind richtig?



A) Das E-Feld der Ladungen sieht etwa so aus, wie links abgebildet.



B) Alle Linien des E-Felds starten von den positiven Ladungen.

C) Die Probeladung wird in die Mitte zwischen die beiden Ladungen gezogen.

D) Das E-Feld würde genau gleich aussehen, wenn die Ladungen negativ wären.

Elektrostatik

Kraft zwischen Ladungen

heute!

Elektrisches Potential

Nächste Woche!

Elektrisches Feld

heute!

Elektrische Ladung und Kraft

Elektrische Ladung

- zeigt, wie stark ein Körper seine Umgebung elektrisch beeinflusst.
- Änderung durch Hinzufügen / entfernen von Ladungsträgern (-> el. Strom)

Einheiten: Ladung $[Q] = C = As$ Stromstärke $[I] = A$

Elektrische Kraft

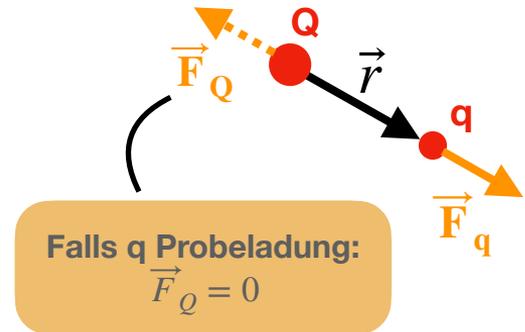
Ladungen üben Kräfte aufeinander aus

Kraft auf Ladung q

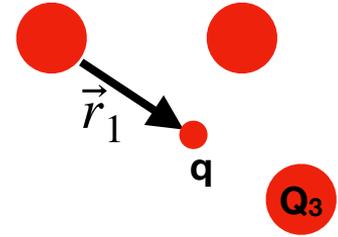
$$\vec{F}_q = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \cdot Q}{r^2} \cdot \hat{r}$$

Richtung mit Einheitsvektor:

$$\hat{r} = \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$$



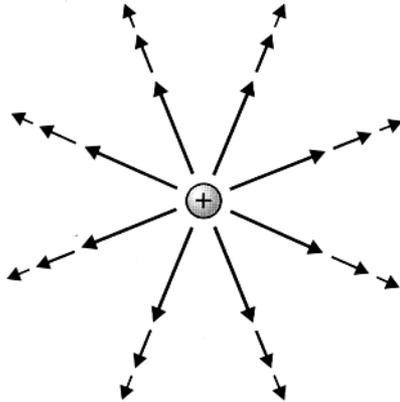
Das elektrische Feld



Kraft aus Anordnung von Ladungen auf Probeladung q :
$$\vec{F}_q = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_i \frac{q \cdot Q_i}{r_i^2} \cdot \hat{r}_i$$

E-Feld gibt an wie viel Kraft eine Anordnung von Ladungen auf Ladung q in Punkt \vec{r} ausüben würde.
$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{\vec{F}_{el}(\vec{r})}{q}$$

Achtung: Jedem Punkt im Raum ist genau ein Vektor \vec{E} zugeordnet!



E-Feld einer Anordnung von Ladungen:

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_i \frac{Q_i}{r_i^2} \cdot \hat{r}_i$$

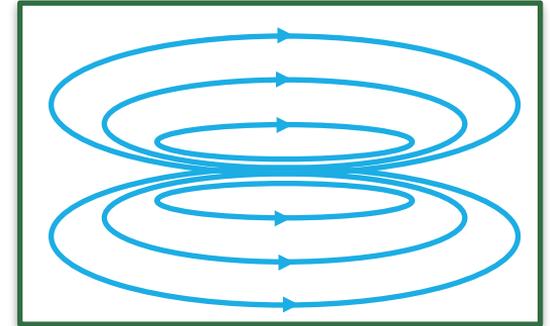
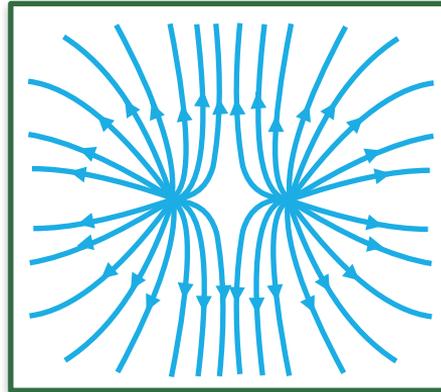
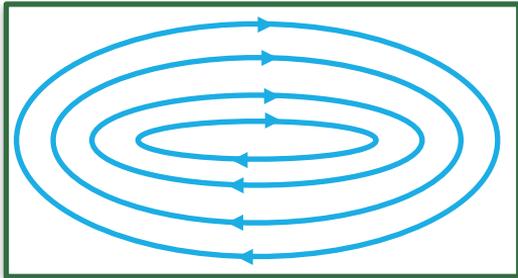
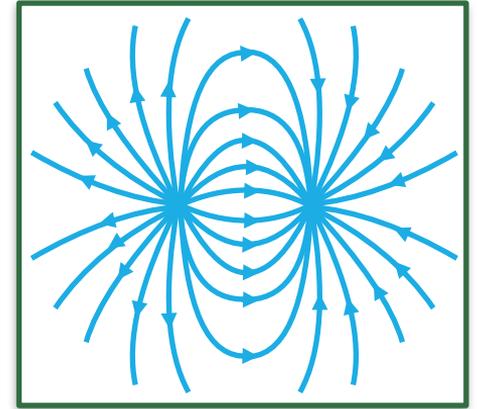
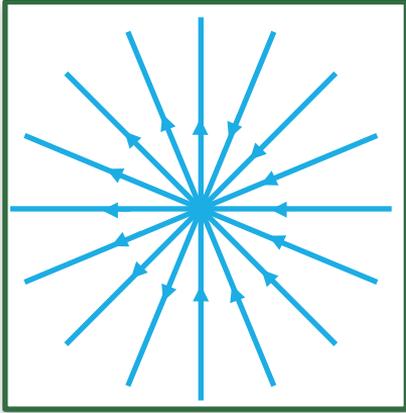
$$dQ = \rho dV$$

Kontinuierliche Ladungsverteilung (formal):

$$\vec{E}(\vec{r}) = \int_V d\vec{E}(\vec{r}') \quad \text{mit} \quad d\vec{E}(\vec{r}') = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dQ(\vec{r}')}{r_Q^2} \cdot \hat{r}_Q$$

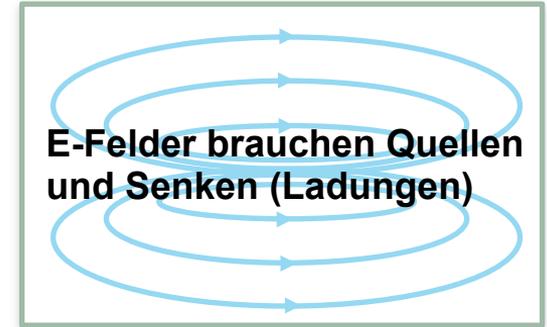
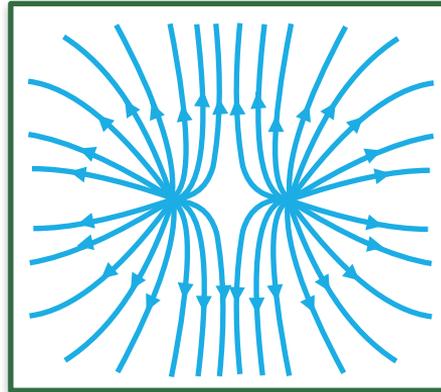
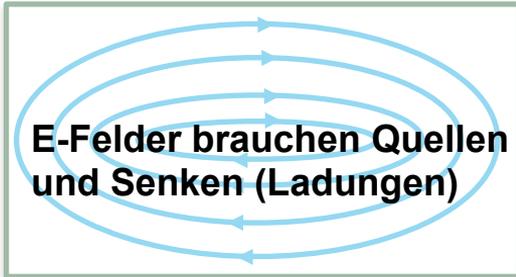
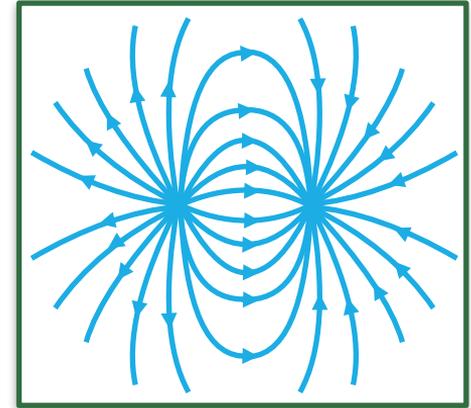
E - Felder

Welche dieser Felder können gültige E-Felder sein?



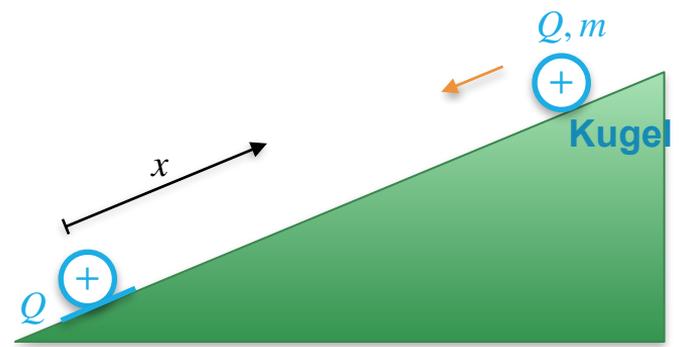
E - Felder

Welche dieser Felder können gültige E-Felder sein?



Ladungen auf Rampe

Eine kleine Kugel mit Masse m und Ladung Q gleitet reibungslos über eine Rampe. Unten an der Rampe ist eine Kugel mit identischer Ladung befestigt.



Wie sieht die Bewegungsgleichung der beweglichen Kugel aus?

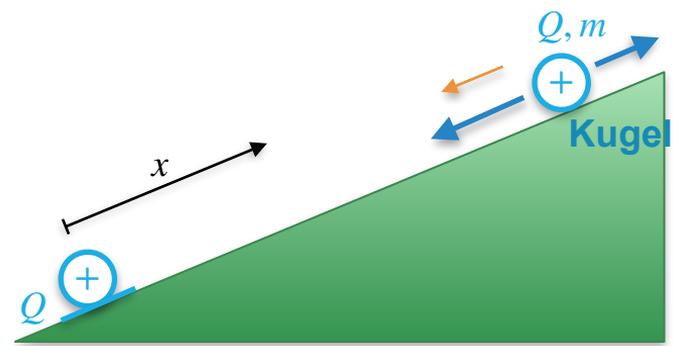
$$F_{el} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Bei welcher Position x_0 wirkt keine Kraft auf die Kugel?

Was passiert, wenn die Kugel etwas über x_0 losgelassen wird?

Ladungen auf Rampe

Eine kleine Kugel mit Masse m und Ladung Q gleitet reibungslos über eine Rampe. Unten an der Rampe ist eine Kugel mit identischer Ladung befestigt.



Wie sieht die Bewegungsgleichung der beweglichen Kugel aus?

$$F_{el} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{x^2} \quad F_{g,\parallel} = -mg \sin \alpha \quad m\ddot{x} = -mg \sin \alpha + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{x^2}$$

$$F_{el} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

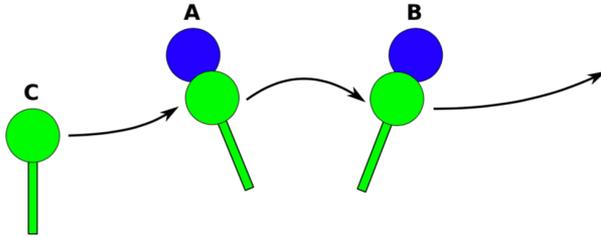
Bei welcher Position x_0 wirkt keine Kraft auf die Kugel?

$$m\ddot{x} = 0 \quad \rightarrow x_0^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{mg \sin \alpha}$$

Was passiert, wenn die Kugel etwas über x_0 losgelassen wird?

Sie oszilliert um die Ruhelage wie ein Pendel

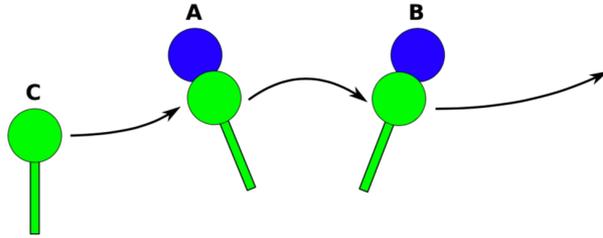
Frage 1



Zwei leitende Kugeln A und B tragen die gleiche Ladung Q . Eine identische ungeladene Kugel C berührt zuerst A, dann B. Welche der Aussagen ist richtig?

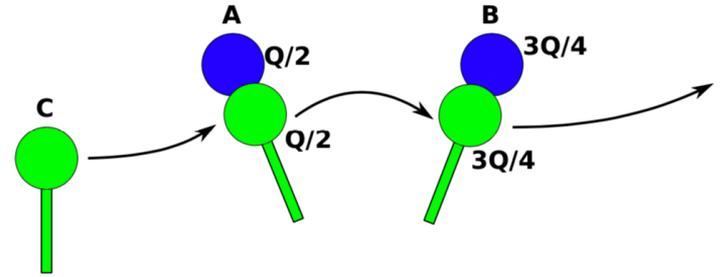
1. Die Ladungen auf A und B haben sich nicht verändert.
2. Die Ladung auf A ist nun grösser als diejenige auf B.
3. Die Ladung auf B ist nun grösser als diejenige auf A.
4. Die Ladungen auf A und B betragen nicht mehr Q , sind aber gleich gross.

Frage 1



Zwei leitende Kugeln A und B tragen die gleiche Ladung Q . Eine identische ungeladene Kugel C berührt zuerst A, dann B. Welche der Aussagen ist richtig?

1. Die Ladungen auf A und B haben sich nicht verändert.
2. Die Ladung auf A ist nun grösser als diejenige auf B.
3. Die Ladung auf B ist nun grösser als diejenige auf A.
4. Die Ladungen auf A und B betragen nicht mehr Q , sind aber gleich gross.



Antwort: 3. Die Ladung auf B ist grösser als diejenige auf A.

Sobald die Kugel A von C berührt wird, fliesst die Ladung $Q/2$ auf C über, da die beiden Kugeln identisch sind. Dann berührt die Kugel C Kugel B, worauf die Ladung $3Q/2$ auf beide Kugeln verteilt wird. Auf B befindet sich also danach die Ladung $3Q/4$, was mehr ist als die Ladung $Q/2$ auf Kugel A.

Frage 2

Eine negativ geladene Testladung wird am oberen Punkt eines gleichseitigen Dreiecks platziert. In den unteren beiden Ecken des Dreiecks befinden sich eine positive, sowie eine negative Punktladung. In welche Richtung zeigt die netto Kraft auf die Testladung?

1. nach oben
2. nach unten
3. nach links
4. nach rechts
5. Die netto Kraft auf die Testladung ist Null



Frage 2

Eine negativ geladene Testladung wird am oberen Punkt eines gleichseitigen Dreiecks platziert. In den unteren beiden Ecken des Dreiecks befinden sich eine positive, sowie eine negative Punktladung. In welche Richtung zeigt die netto Kraft auf die Testladung?

1. nach oben
2. nach unten
3. nach links
4. nach rechts
5. Die netto Kraft auf die Testladung ist Null



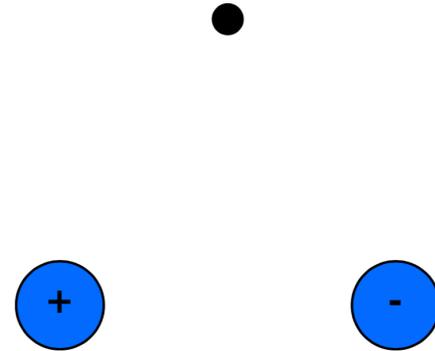
Antwort: 3. Die netto Kraft zeigt nach links

Die Testladung wird von der Ladung unten links angezogen, von der unten rechts abgestossen. Alle Ladungen sind gleich gross. Aufgrund der Symmetrie im gleichseitigen Dreieck ergibt sich eine netto Kraft nach links.

Frage 3

Nun wird die Testladung entfernt. In welche Richtung zeigt das elektrische Feld am oberen Punkt des Dreiecks?

1. nach oben
2. nach unten
3. nach links
4. nach rechts
5. Das elektrische Feld ist Null



Frage 3

Nun wird die Testladung entfernt. In welche Richtung zeigt das elektrische Feld am oberen Punkt des Dreiecks?

1. nach oben
2. nach unten
3. nach links
4. nach rechts
5. Das elektrische Feld ist Null



Antwort: 4. Das elektrische Feld zeigt nach rechts

Die Kraft, welche auf eine Testladung wirkt, kann geschrieben werden als:

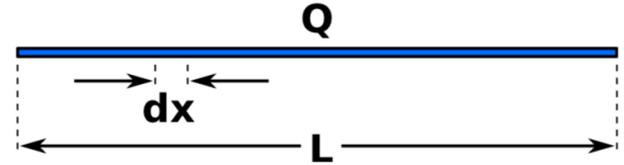
$$F = qE$$

Da es sich bei der Testladung um eine negative Ladung gehandelt hat, muss das elektrische Feld in die andere Richtung zeigen.

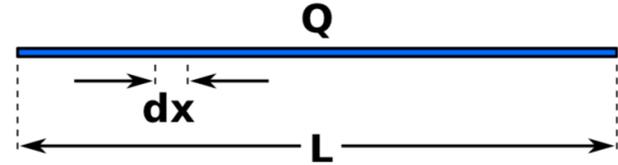
Frage 4

Ein Stab aus leitendem Material trägt eine Gesamtladung Q . Die Ladung ist uniform über die Länge L verteilt. Was ist der Wert der Ladung innerhalb des Längenelements dx .

1. $\frac{Q}{L}$
2. $\frac{Q}{L}dx$
3. $\frac{L}{Q}$
4. Qdx
5. keine der obigen Antworten



Frage 4



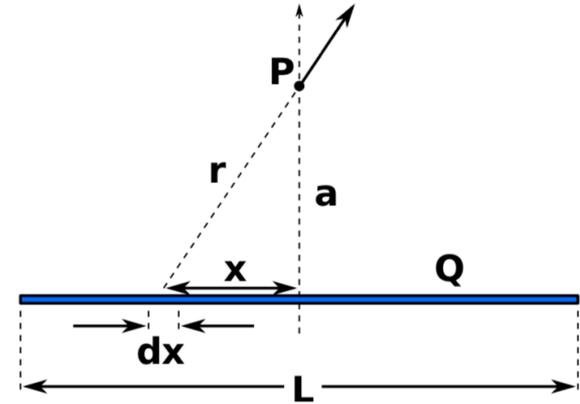
Ein Stab aus leitendem Material trägt eine Gesamtladung Q . Die Ladung ist uniform über die Länge L verteilt. Was ist der Wert der Ladung innerhalb des Längenelements dx .

1. $\frac{Q}{L}$
2. $\frac{Q}{L}dx$
3. $\frac{L}{Q}$
4. Qdx
5. keine der obigen Antworten

Antwort: 2. Die Ladung in dx beträgt $\frac{Q}{L}dx$.

Frage 5

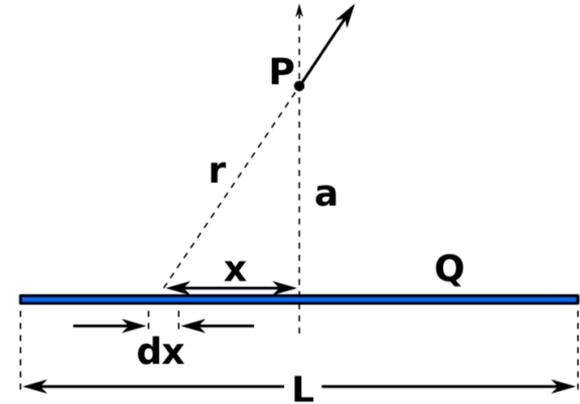
Ein Stab aus leitendem Material trägt eine Gesamtladung Q . Die Ladung ist uniform über die Länge L verteilt. Was ist der Betrag der vertikalen Komponente des elektrischen Feldes am Punkt P, hervorgerufen durch die Ladung in dx .



1. $\frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{Q dx a}{L r}$
2. $\frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{Q dx x}{L r}$
3. $\frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{Q dx a}{L x}$
4. $\frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{Q dx x}{L a}$
5. keine der obigen Antworten

Frage 5

Ein Stab aus leitendem Material trägt eine Gesamtladung Q . Die Ladung ist uniform über die Länge L verteilt. Was ist der Betrag der vertikalen Komponente des elektrischen Feldes am Punkt P, hervorgerufen durch die Ladung in dx .



1. $\frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{Qdx}{L} \frac{a}{r}$

2. $\frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{Qdx}{L} \frac{x}{r}$

3. $\frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{Qdx}{L} \frac{a}{x}$

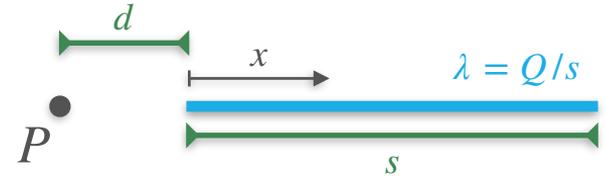
4. $\frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{Qdx}{L} \frac{x}{a}$

5. keine der obigen Antworten

Antwort: 1. $\frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{Qdx}{L} \frac{a}{r}$

Integration für E-Feld

Ein Plexiglas-Stab ist homogen mit der Ladung Q besetzt.
Was ist der Wert des elektrischen Felds im Punkt P?

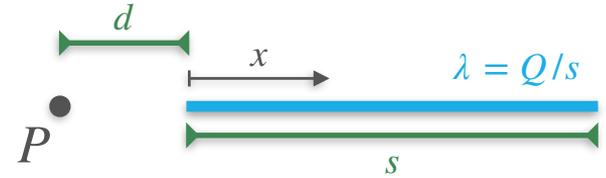


$$\vec{E}_P = \int_{Stab} d\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_{Stab} \frac{dQ(x')}{?} \cdot [?, ?, ?]$$

$$dQ = ?$$

Integration für E-Feld

Ein Plexiglas-Stab ist homogen mit der Ladung Q besetzt.
Was ist der Wert des elektrischen Felds im Punkt P?



$$\vec{E}_P = \int_{\text{Stab}} d\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_{\text{Stab}} \frac{dQ(x')}{(d+x')^2} \cdot [-1,0,0] = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \cdot [-1,0,0] \cdot \int_0^s \frac{dx'}{(d+x')^2}$$

$$dQ = \lambda dx'$$

$$\vec{E}_P = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{d+s} - \frac{1}{d} \right) \cdot \hat{x}$$

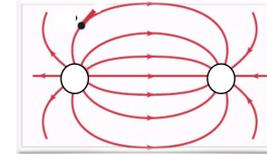
In Richtung $-x$!

Intro-Frage:

Zwei identische, positive Ladungen sind wie abgebildet fixiert.
Eine vernachlässig kleine, negative Probeladung wird am
gekennzeichneten Punkt losgelassen. Welche Aussagen sind richtig?



A) Das E-Feld der Ladungen sieht etwa so aus, wie links abgebildet.



B) Alle Linien des E-Felds starten von den positiven Ladungen.

C) Die Probeladung wird in die Mitte zwischen die beiden Ladungen gezogen.

D) Das E-Feld würde genau gleich aussehen, wenn die Ladungen negativ wären.

Intro-Frage:

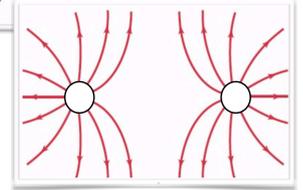
Zwei identische, positive Ladungen sind wie abgebildet fixiert. Eine vernachlässig kleine, negative Probeladung wird am gekennzeichneten Punkt losgelassen. Welche Aussagen sind richtig?



A) Das E-Feld der Ladungen sieht etwa so aus, wie links abgebildet.



 B) Alle Linien des E-Felds starten von den positiven Ladungen.



C) Die Probeladung wird in die Mitte zwischen die beiden Ladungen gezogen.

Nein, zu der nächsten Ladung hin.

D) Das E-Feld würde genau gleich aussehen, wenn die Ladungen negativ wären.

Pfeile wären umgekehrt.