

Vorbereiding toelatingsexamen arts/tandarts

Fysica: Elektrostatica

4 oktober 2023

Brenda Casteleyn, PhD



Keu6

Coaching & Onderzoek

Met dank aan:
Atheneum van Veurne en
Leen Goyens

1. Inleiding

Dit oefeningenoverzicht is opgebouwd vanuit de vragen van de vorige examens, gerangschikt per thema.

De vragen komen van diverse sites. Vooral de site van Leen Goyens was handig en het atheneum van Veurne heeft een prachtige website maar deze is helaas niet meer online.

2. Belangrijkste begrippen

Lading: een Coulomb is een hoeveelheid lading die door een elektrische stroom van 1 ampère in 1 seconde getransporteerd wordt. Of ook: een ampère is de sterkte van een stationaire stroom, waarbij een lading van één coulomb in het tijdsverloop van 1 seconde door een doorsnede van een geleider gaat: $1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$

Ladingsverdeling op een geleider:

De lading die je op een elektrische geleider aanbrengt, gaat altijd aan het buitenoppervlak van de geleider zitten oppervlakteladingsdichtheid is het grootst waar de kromming van het geladen oppervlak het grootst is. Formule: $\sigma = \frac{q}{A}$ met σ = oppervlakteladingsdichtheid in C/m^2 ; q = lading in C en A = oppervlakte in m^2

Elektrostatistische inductieverschijnselen

Als een geladen voorwerp bij een geleidend voorwerp wordt geplaatst, dan krijgt men op dit laatste twee tegengesteld ladingen: die het dichtst bij het geladen voorwerp komt, krijgt een ongelijksoortige lading; terwijl de kant die het verst van het geladen voorwerp is een gelijksoortige lading vertoont. Dit verschijnsel noemt men elektrische influentie of elektrostatistische inductie. Een geleider krijgt dan dus een positieve en een negatieve kant.

Geleiders en isolatoren

Qua elektrisch gedrag zijn materialen te verdelen in twee categorieën, nl. geleiders en isolatoren. Een geleider bevat grote aantallen elektrische ladingen die vrij in het rond bewegen. Hier kan een sterke stroom door lopen. Een isolator bevat grote aantallen elektrische ladingen, maar ze kunnen niet vrij bewegen en er kan slechts een zwakke stroom door lopen.

Wet van Coulomb: kracht die twee elektrische ladingen op elkaar uitoefenen:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

met F = kracht in Newton; q_1 en q_2 lading in Coulomb; r = afstand tussen ladingen in meter en k : de constante van Coulomb ($8,9876 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$)

Twee puntladingen oefenen op elkaar krachten die,

1. recht evenredig zijn met de grootte van elk van de ladingen
2. omgekeerd evenredig zijn met het kwadraat van hun onderlinge afstand;
3. afhankelijk zijn van de aard van de middenstof (omgekeerd evenredig met de permittiviteit)

Elektrische veldsterkte: $E = \frac{F}{q}$ Eenheid: $\text{N/C} = \text{J/m.C} = \text{V/m}$

Veldlijnen en wet van Gauss¹

De eerste wet van Maxwell omschrijft het verband tussen de flux van het elektrisch veld door een denkbeeldig gesloten oppervlak en de lading. Hierdoor komt hij aan volgende

formule:
$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_s}{\epsilon_0}$$

De elektrische flux is een maat voor het aantal veldlijnen die door een oppervlak gaan. De

flux wordt dan bepaald door:
$$\Phi = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$$
 (met A) volgens de normaal) Met E het elektrisch veld en A het oppervlak. Beide zijn omschreven als vector, aangezien de richting van het elektrisch veld en oppervlak belangrijk zijn. Men kan makkelijk zien dat wanneer het oppervlak evenwijdig is met het elektrisch veld, er geen veldlijnen door het oppervlak gaan en de flux bijgevolg 0 is.

Om de wet van Gauss toe te passen, moet men een denkbeeldig oppervlak beschouwen rond de lading(en) die men wil bestuderen. Dit is het oppervlak van Gauss. Als er enkel veldlijnen binnenkomen in het Gauss-oppervlak, zal de flux negatief zijn. Wanneer er evenveel veldlijnen binnenkomen als buitengaan, bedraagt de flux 0. Als er enkel veldlijnen vertrekken, zit er binnen het oppervlak een positieve lading en zal de flux bijgevolg positief zijn. Als er een veldlijn niet door het oppervlak prikt, zal deze geen bijdrage leveren.

Hieruit kan men de wet van Gauss formuleren als
$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_s}{\epsilon_0}$$
 Men moet geen rekening houden met ladingen buiten het gesloten oppervlakte, deze gaan wel het elektrische veld beïnvloeden, maar de flux blijft dezelfde. Door de wet van Gauss toe te passen op bepaalde gevallen, kan men een aantal belangrijke conclusies trekken.

¹ Bron: http://telescript.denayer.wenk.be/2009-10/a237/public_html/GaussEV.shtml

- Binnenin een geleider is het elektrische veld 0.
- Net buiten de geleider is het elektrische veld evenredig met de oppervlakteladingsdichtheid.
- Bij een geleider zit de lading steeds aan de buitenkant.

De raaklijn aan de elektrische veldlijn geeft de richting en zin van het elektrisch veld (dwz de kracht op een positieve eenheidslading vanwege ladingen in de buurt).

Het aantal elektrische veldlijnen doorheen een gesloten oppervlak is een maat voor de door het oppervlak ingesloten lading (wet van Gauss)

Krachtwerking in een radiaal en een homogeen elektrisch veld

Een radiaal veld is een bolveld: De grootte van de elektrische veldsterkte E op een afstand R van een elektrische puntlading q is gelijk aan $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$

Homogene elektrische velden zijn velden waarin de veldsterkte overal even groot is en dezelfde richting heeft. In een homogeen elektrisch veld kan de elektrische veldsterkte E als volgt berekend worden: (bv. een punt tussen platen van een condensator) $E = U/l$ met $E =$ elektrische veldsterkte in Vm^{-1} ; U het potentiaalverschil of de spanning en $l =$ afstand tot de plaat in m

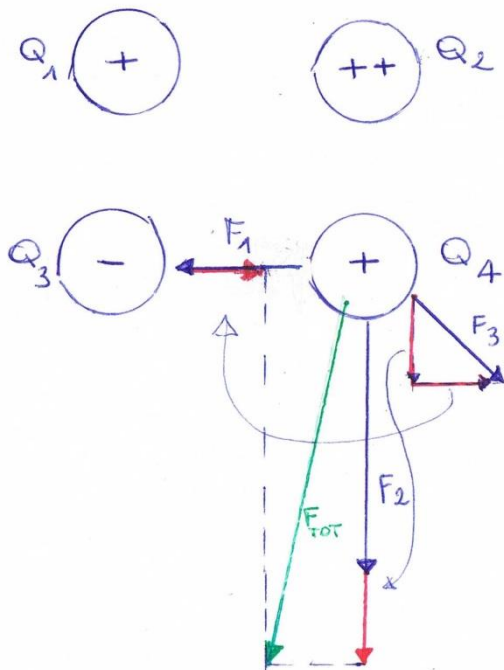
Krachten tussen twee puntladingen: $F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{q_1 q_2}{r^2}$

Elektrisch veld rondom enkele puntladingen (maximaal 3): richting, zin en grootte (kwalitatief)

Bekijk steeds de interactie tussen twee puntladingen op basis van de wet van Coulomb en teken de kracht in vectorvorm: bv. tegengestelde ladingen van dezelfde grootte trekken elkaar aan. bv^2 : bekijk de interactie tussen Q_4 en de drie andere ladingen:

F_1 geeft de kracht weer tussen Q_3 en Q_4 : ze trekken elkaar aan en beide ladingen hebben dezelfde grootte. F_2 geeft de kracht weer die lading Q_2 op Q_4 heeft: die is tweemaal zo groot als de lading tussen Q_3 en Q_4 en in dit geval is het geen aantrekking, maar afstoting (dus naar beneden gericht). Tussen Q_1 en Q_4 is er een afstoting en de ladingen zijn beide even groot, dat is dus F_3 . Ontbindt nu de krachten in hun horizontale en verticale componenten (rode pijtjes) en bepaal dan de resulterende kracht (groene pijl).

² Bron van dit voorbeeld: Bijleshulp: les 8 ingangsexamen geneeskunde:
<http://www.youtube.com/watch?v=f3JEi-JJzi4>



Potentiaal in een radiaal veld; arbeid van een coulombkracht

De potentiële energie per ladingseenheid noemt men de potentiaal (V): $V = \frac{E_{pot}}{q}$

Eenheid: J/C = Volt

Het is dus de bewegingsenergie die een lading in een veld bezit.

De formule voor de potentiële energie in een bolveld: de potentiaal $V = \frac{E_{pot}}{q'}$ in een punt P op een afstand r van het middelpunt van een bolvormige geleider met lading q wordt gegeven door:

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{q}{r} \quad \text{eenheid: Volt}$$

Potentiaalverschil en veldsterkte in een homogeen veld

Wanneer een positieve lading q overgaat van een punt met potentiaal V_0 naar een punt P met potentiaal V , waarbij $V < V_0$ dan wordt door het elektrisch veld een arbeid verricht die gelijk is aan de vermindering van de potentiële energie $E_{pot} = q \cdot \Delta v$

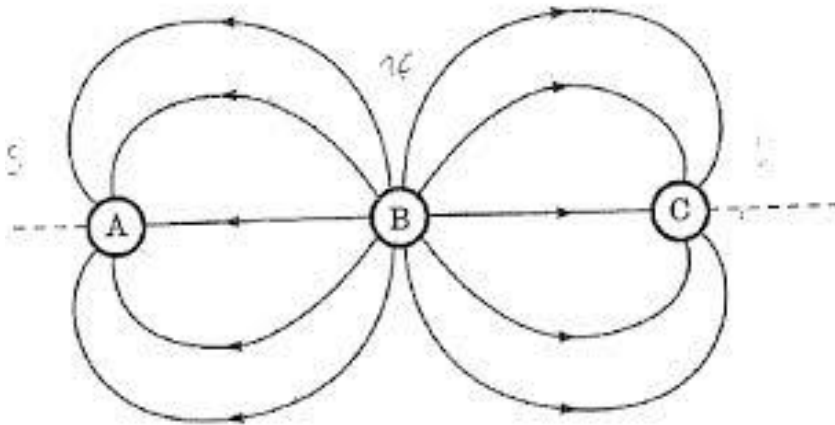
Dus $W = \Delta E_{pot} = q \cdot \Delta v$ (eenheid Joule)

3. Oefeningen uit vorige examen

Voorbeeldexamen 1997 Vraag 7

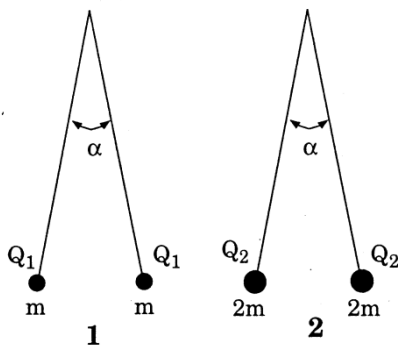
Onderstaande figuur toont de veldlijnen van een elektrisch veld van de ladingen A, B en C. Deze ladingen liggen op een rechte en kunnen niet van plaats veranderen. Als q een bepaalde hoeveelheid positieve lading voorstelt, dan geldt:

	Q_A	Q_B	Q_C
<A>	q	q	q
	$-q$	q	$-q$
<C>	$-2q$	q	$-2q$
<D>	$-q$	$2q$	$-q$



1997 Vraag 9

Twee bolletjes met gelijke positieve lading stoten elkaar af. Als gevolg hiervan vormen de koordjes waarmee de bolletjes zijn opgehangen een hoek α , die voor de twee situaties in onderstaande figuren dezelfde is. De massa en de lading van de bolletjes is aangegeven in de figuren.

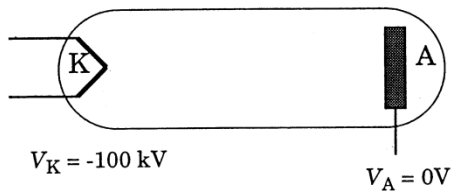


Opdat de hoek α voor de twee gevallen gelijk zou zijn moet aan één van de volgende voorwaarden voldaan zijn:

- <A> $Q_2 = Q_1$
- $Q_2 = \sqrt{2}Q_1$
- <C> $Q_2 = 2Q_1$
- <D> $Q_2 = 4Q_1$

1997 Vraag 10

In een luchtledige ruimte bevindenzich een kathode K en een anode A. Het potentiaalverschil tussen de anode (A) en de kathode (K) bedraagt 100V (zie figuur). De potentiaal van de anode is gelijk aan 0V. Uit de (verhitte) kathode ontsnappen met verwaarloosbare snelheid elektronen die door de anode aangetrokken worden, waarbij de potentiële energie van de elektronen geleidelijk aan wordt omgezet in kinetische energie.



De kinetische energie van één elektron wanneer het de anode bereikt is dan gelijk aan:

- <A> $9,1 \times 10^{-26} \text{ J}$
- $4,5 \times 10^{-21} \text{ J}$
- <C> $1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$
- <D> $1,6 \times 10^{-14} \text{ J}$

2000 Juli Vraag 7

Drie gelijke ladingen bevinden zich in de punten O, P en R (zie figuur)

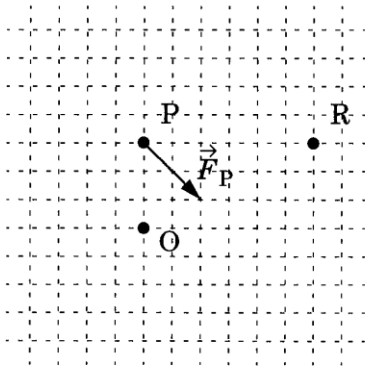


fig. A

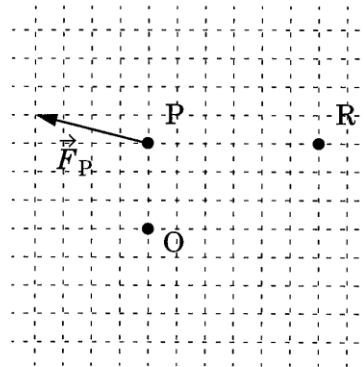


fig. B

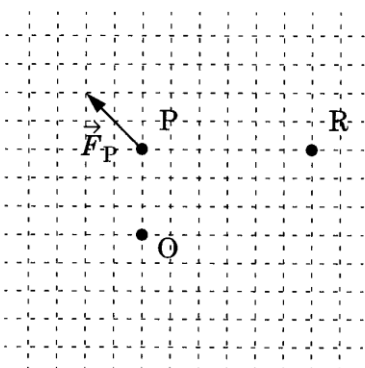


fig. C

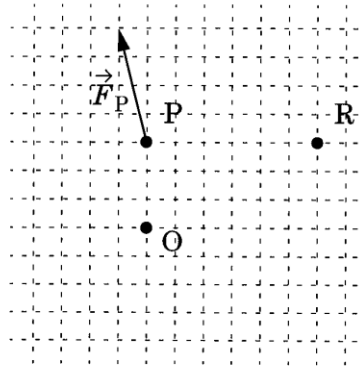
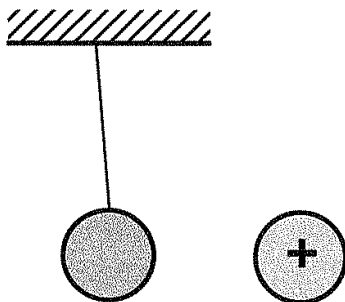


fig. D

Welke figuur geeft het best de resulterende kracht F_P op de lading in het punt P weer?

2001 - Juli Vraag 7

Een niet-geladen metalen (geleidende) bol is opgehangen aan een niet-geleidende (isolerende) draad (zie onderstaande figuur). Er wordt een positieve lading in de nabijheid van de metalen bol gebracht. Het blijkt dat deze positieve lading de metalen bol aantrekt.

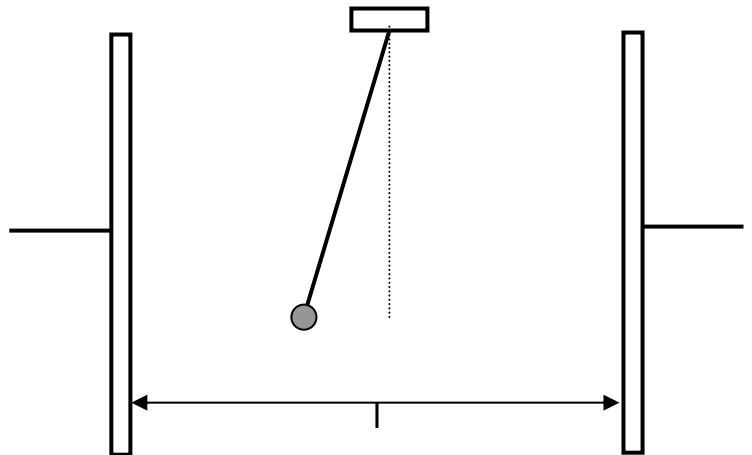


De positieve lading trekt de metalen bol aan omdat:

- <A> de metalen bol een netto negatieve lading krijgt door elektrostatische inductie (influentie)
- er een herverdeling van de lading optreedt door elektrostatische inductie (influentie)
- <C> de metalen bol een netto positieve lading krijgt door elektrostatische inductie (influentie).
- <D> de metalen bol door elektrostatische inductie (influentie) positieve lading verliest.

2003 - Juli Vraag 2

Een elektrisch geladen bolletje met massa 7,5g en lading 30 microCoulomb hangt tussen 2 koperen platen aan een touwtje. Als men tussen de platen een potentiaalverschil van 150 V aanlegt, maakt het touwtje een hoek α met de verticale waarbij $\tan \alpha = \frac{1}{2}$. Bereken de afstand tussen de platen.

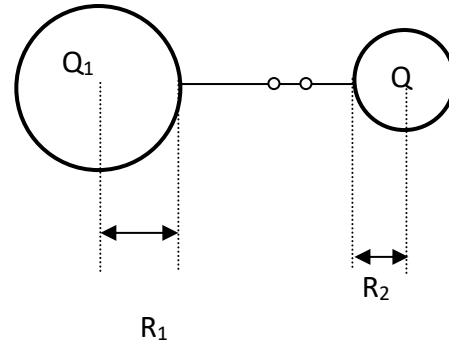


- <A> 0,04 m
- 0,08 m
- <C> 0,12 m
- <D> 0,36 m

2003 - Juli Vraag 3

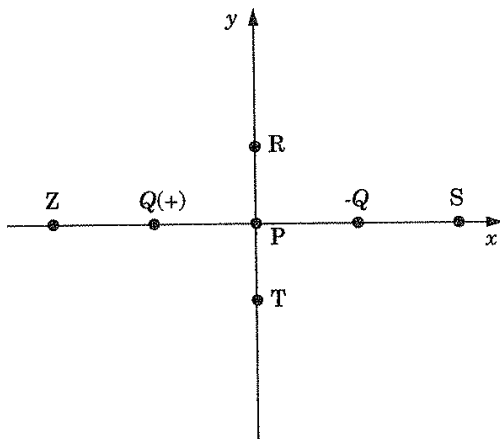
Twee geladen bollen met straal r_1 en r_2 worden met elkaar verbonden door een geleidende draad. Na het bereiken van het evenwicht geldt voor de ladingsverdeling van de uiteindelijke ladingen:

- <A> $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{r_1}{r_2}$
- $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$
- <C> $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\sqrt{r_1}}{\sqrt{r_2}}$
- <D> $\frac{Q_1}{Q_2} = 1$



2007 Vraag 7

Een positieve lading ($Q+$) en een negatieve lading ($Q-$) worden op een x-as geplaatst zoals aangeduid op de figuur.



In welke van de punten P, R, S, T en Z zal een negatieve lading een resulterende kracht ondervinden evenwijdig met de x-as en naar rechts georiënteerd?

- <A> in Z en S
- in T en P
- <C> in P en S
- <D> in R en T

2008 - Juli Vraag 9 (variant A)

Twee even grote bollen A en B zijn geleidend en ongeladen.

Ze worden met elkaar in contact gebracht.

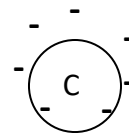
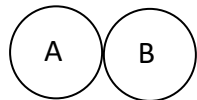
Vervolgens wordt een negatief geladen bol C rechts in de buurt van bol B gebracht.

Bollen A en B worden terug van elkaar verwijderd.

Bol C wordt tenslotte weer verwijderd.

Wat is de lading van de bollen A en B?

- <A> Beide bollen zijn ongeladen
- Beide bollen zijn positief geladen
- <C> Bol A is positief geladen, bol B is negatief geladen
- <D> Bol A is negatief geladen, bol B is positief geladen



2008 - Juli Vraag 9 (variant B)

Twee even grote bollen A en B zijn geleidend en ongeladen.

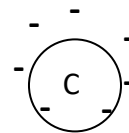
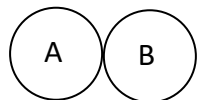
Ze worden met elkaar in contact gebracht.

Vervolgens wordt een negatief geladen bol C rechts in de buurt van bol B gebracht.

Bol C wordt weer verwijderd. Bollen A en B worden tenslotte terug van elkaar verwijderd

Wat is de lading van de bollen A en B?

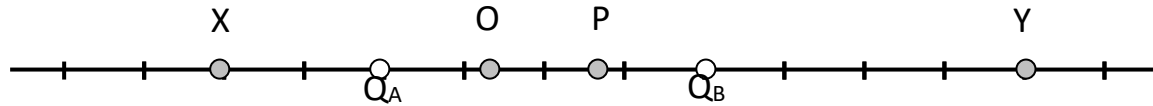
- <A> Beide bollen zijn ongeladen
- Beide bollen zijn positief geladen
- <C> Bol A is positief geladen, bol B is negatief geladen
- <D> Bol A is negatief geladen, bol B is positief geladen



2008 - Augustus Vraag 3

Een lading $Q_A = +4Q$ bevindt zich in de buurt van een tweede lading $Q_B = -Q$.

In welk punt zal de resulterende kracht op een kleine positieve lading Q_C gelijk zijn aan nul?



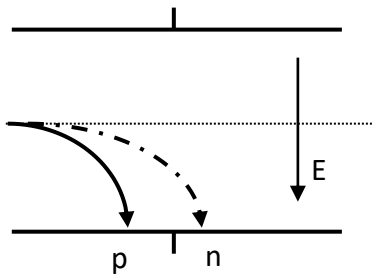
- <A> X
- Y
- <C> O
- <D> P

2009 - Juli Vraag 10

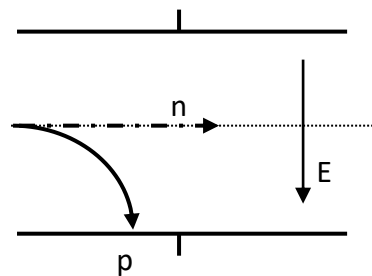
Tussen twee evenwijdige platen heerst een elektrisch veld met veldsterkte E . Een neutron en een proton worden loodrecht op de veldlijnen in het veld gestuurd.

Welk van de onderstaande figuren geeft de correcte baan van het neutron en het proton weer?

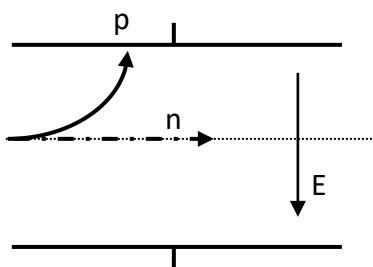
A



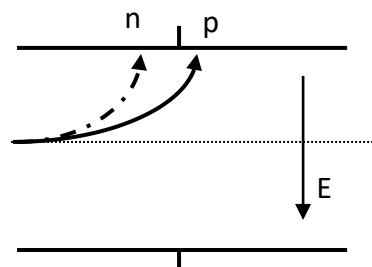
B



C

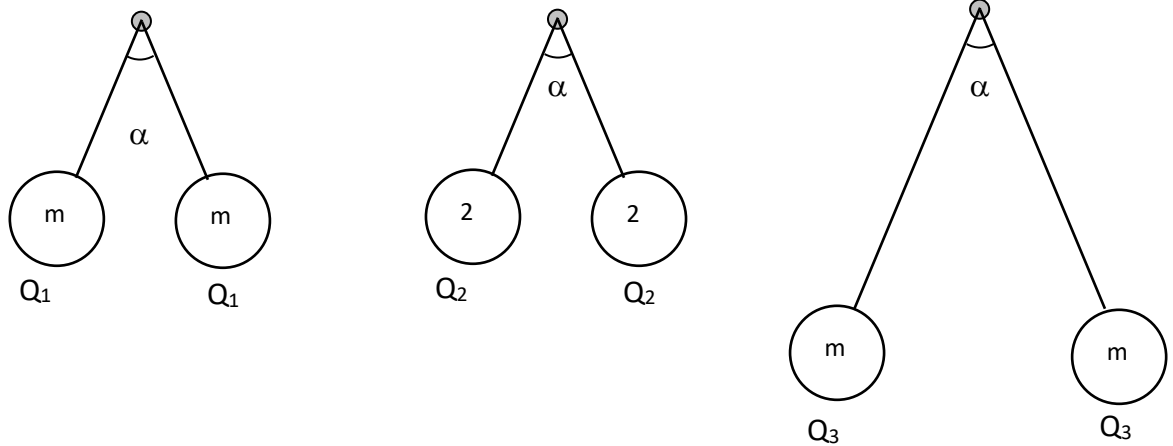


D



2010 - Juli Vraag 9

In de figuren hieronder zijn gelijk geladen bollen met aangegeven massa en lading opgehangen aan twee touwen. De lengte van het touw in situatie 3 is het dubbel van de lengte in situaties 1 en 2. De hoek α tussen de twee touwen is in de drie situaties gelijk.



Wat kan je zeggen over de ladingen Q_2 en Q_3 ten opzichte van Q_1 ?

- <A> $Q_2 = 2 \cdot Q_1$ en $Q_3 = 2 \cdot Q_1$
- $Q_2 = \sqrt{2} \cdot Q_1$ en $Q_3 = 2 \cdot Q_1$
- <C> $Q_2 = Q_1$ en $Q_3 = 4 \cdot Q_1$
- <D> $Q_2 = 2 \cdot Q_1$ en $Q_3 = 4 \cdot Q_1$

2010 - Augustus Vraag 5

Twee even grote en tegengestelde ladingen $+Q$ en $-Q$ bevinden zich oorspronkelijk op een bepaalde afstand van elkaar en oefenen op elkaar een kracht uit van $90 \cdot 10^{-6}$ N.

Wanneer men de afstand tussen de twee vergroot met 60 mm, dan verkleint de Coulombkracht 9 maal.

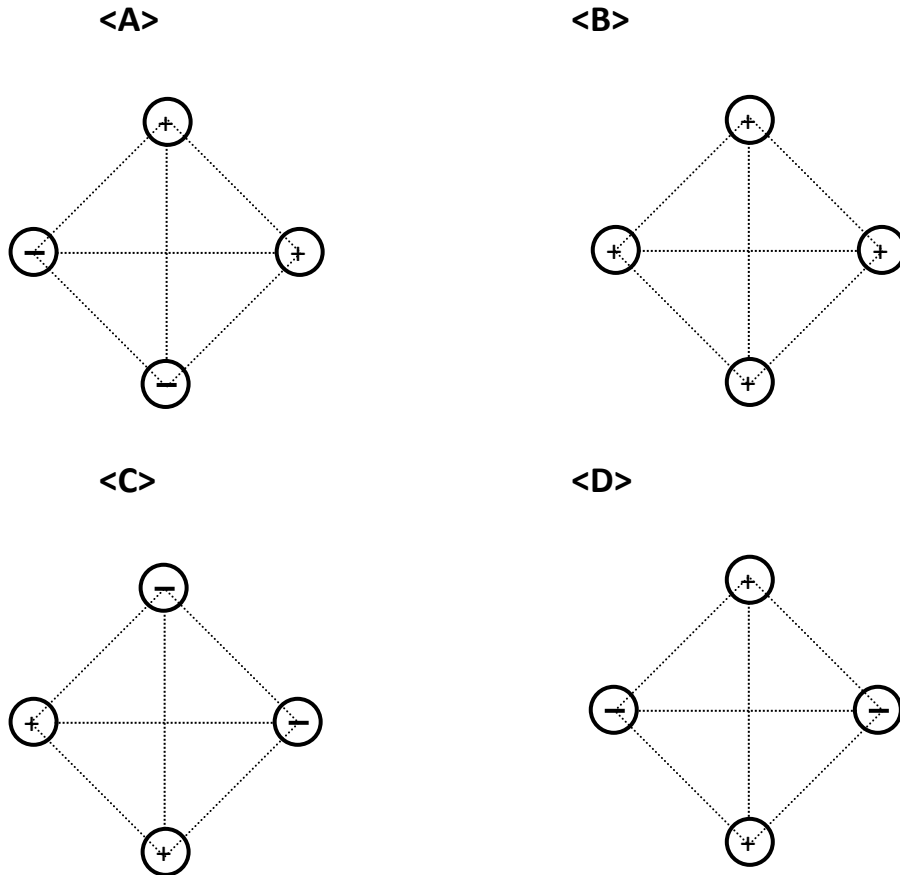
Hoe ver stonden de ladingen oorspronkelijk van elkaar?

- <A> 15 mm
- 20 mm
- <C> 30 mm
- <D> 40 mm

2011 - Juli Vraag 8

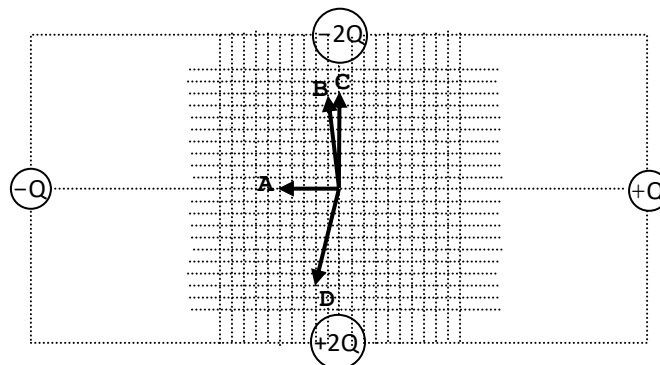
Vier ladingen zijn gelijk in grootte en bevinden zich op de hoekpunten van een vierkant.

Bij welke figuur is in het middelpunt van het vierkant de potentiaal gelijk aan 0 V en de elektrische veldsterkte gelijk aan 0 N/C?



2011 - Augustus Vraag 4

In het midden van de zijden van een rechthoek met zijden L en $2L$ bevinden zich puntladingen zoals aangegeven in de figuur.

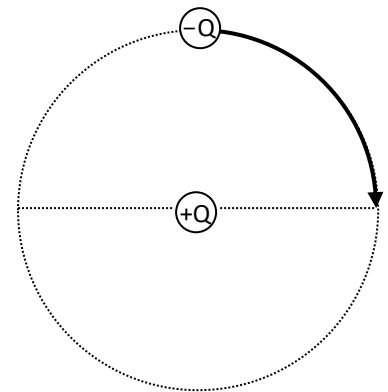


Welke vector is een voorstelling op schaal van de elektrische veldsterkte in het centrum van de rechthoek.

- <A> vector A
- vector B
- <C> vector C
- <D> vector D

2011 - Augustus Vraag 8

Een vaste positieve lading $+Q$ bevindt zich in het centrum van een cirkel met straal R . Een negatieve lading $-Q$ beweegt op de cirkel van 90° naar 0° . Bereken arbeid die geleverd wordt op de negatieve lading gedurende deze verplaatsing:

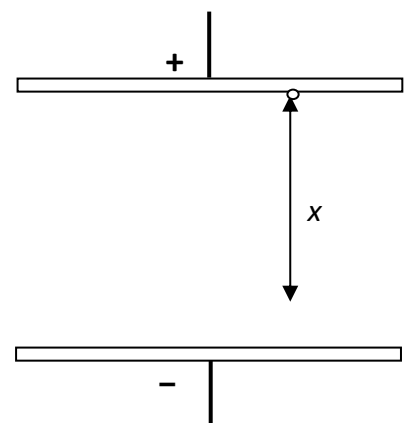


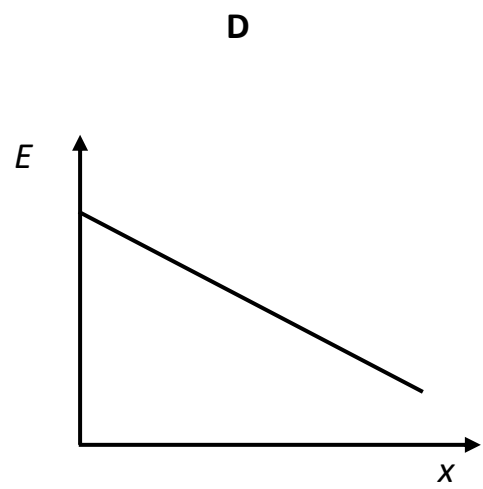
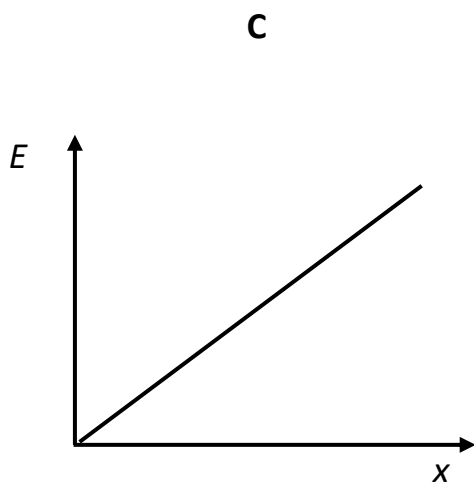
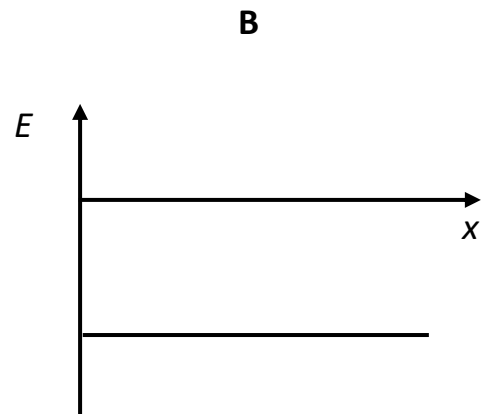
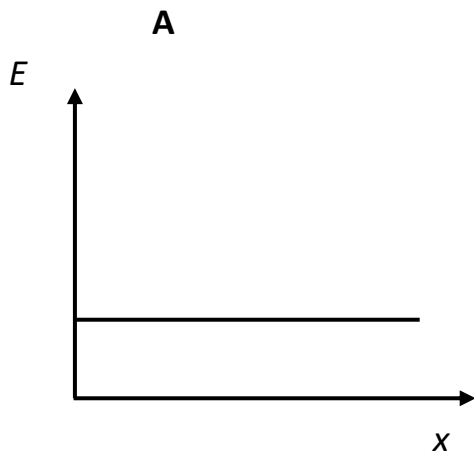
- <A> nul
- $\frac{k \cdot \pi \cdot Q^2 \cdot R}{4}$
- <C> $\frac{k \cdot \pi \cdot Q^2}{2}$
- <D> $\frac{k \cdot \pi \cdot Q^2}{2 \cdot R}$

2012 - Juli Vraag 7

Twee tegengesteld geladen platen staan op een afstand van elkaar. Tussen deze platen heerst een elektrische veld. Het elektrisch veld wordt positief gerekend in de zin van de positieve x-as of y-as.

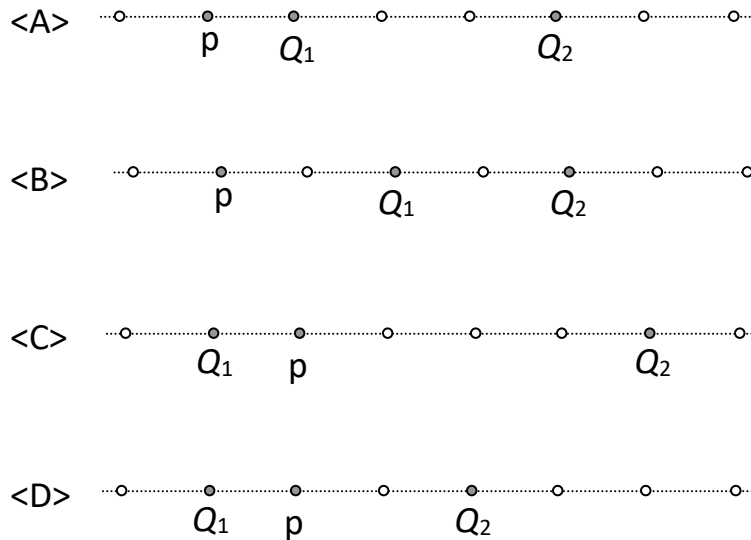
Welke grafiek heeft de elektrische veldsterkte weer als functie van de afstand tot de positieve plaat?





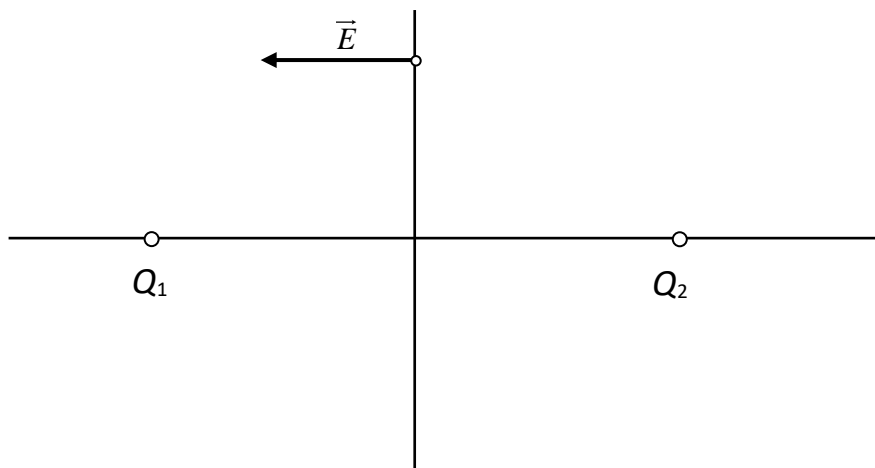
2012 - Augustus Vraag 8

Twee ladingen $Q_1=Q$ en $Q_2 = -4Q$ veroorzaken een elektrische veld.
In welke figuur is de elektrische veldsterkte in punt p gelijk aan nul?



2013 - Juli Vraag 2

Twee gelijke puntladingen zijn gelegen langs de x-as op gelijke afstand tot de y-as.
De veldsterkte in een punt langs de y-as is gegeven in de volgende figuur.



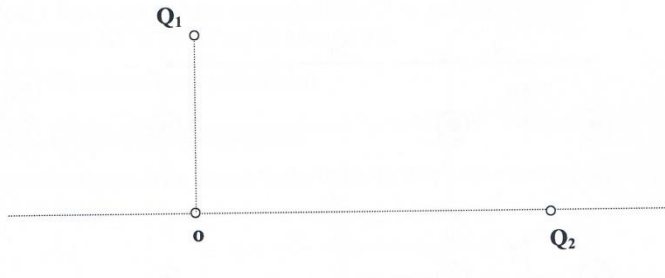
Welke uitspraak geldt over de grootte en het teken van de lading?

- <A> Q_1 is positief en Q_2 is negatief
- Q_1 is negatief en Q_2 is negatief
- <C> Q_1 is positief en Q_2 is positief

<D> Q_1 is negatief en Q_2 is positief

2013 - Augustus Vraag 9

Gegeven is de constante van Coulomb: $8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ Twee puntladingen $Q_1 = +1\text{nC}$ en $Q_2 = +4\text{nC}$ liggen op respectievelijk 10 cm en 20 cm van punt O.

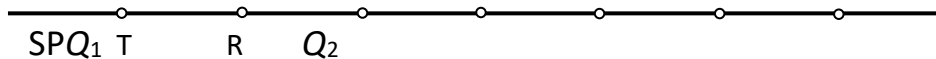


Bereken de elektrische veldsterkte in punt O.

- <A> 270 N/C
- 900 N/C
- <C> 1800 N/C
- <D> $900\sqrt{2}$ N/C

2014 – Juli Vraag 9

Twee ladingen, $Q_1 = +Q$ en $Q_2 = -4Q$, en vier punten: S, P, T en R, bevinden zich op een rechte.

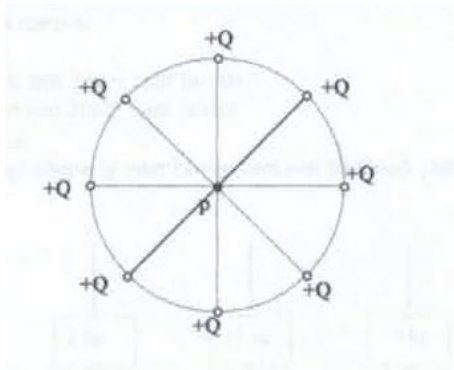


Welke bewering over de veldsterkte en potentiaal in die punten is correct?

- <A> De potentiaal in punt S is nul, de veldsterkte in punt R verschilt van nul.
- Zowel de veldsterkte als de potentiaal in P verschilt van nul.
- <C> In punt T is de veldsterkte nul en verschilt de potentiaal van nul.
- <D> De potentiaal in punt P is nul, de veldsterkte in punt S is nul.

2014 - Augustus Vraag 3

Acht puntladingen met lading $+Q$ staan concentrisch op afstand R van punt p.



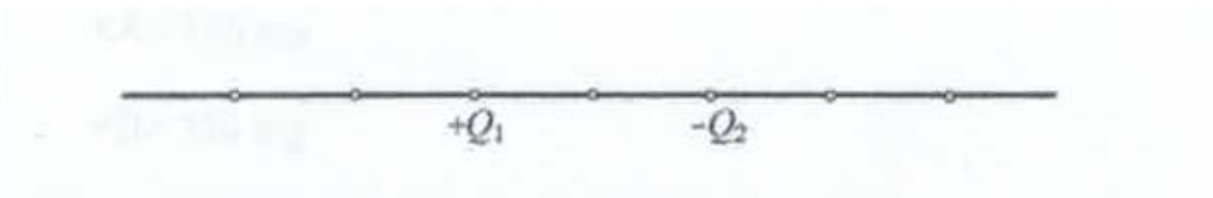
Welke uitdrukking geeft de potentiaal in punt P?

- <A> $V = \frac{8Q}{\pi\epsilon R}$
 $V = \frac{Q}{2\pi\epsilon R}$
 <C> $V = 0$
 <D> $V = \frac{2Q}{\pi\epsilon R}$

2015 - Juli Vraag 9

Twee ladingen Q_1 en Q_2 bevinden zich op een rechte. Q_1 is positief en Q_2 is negatief, er geldt: $|Q_1| < |Q_2|$

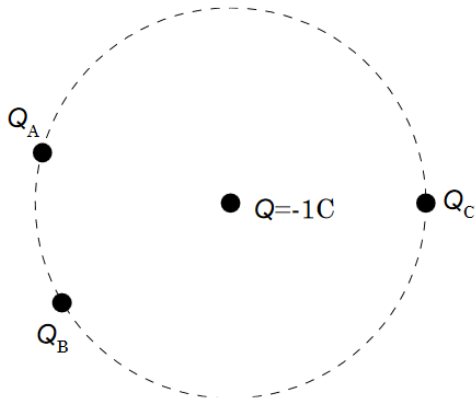
Waar op de rechte kan de elektrische veldsterkte nul zijn?



- <A> Tussen de twee ladingen
 Links van $+Q_1$
 <C> Rechts van $-Q_2$
 <D> zowel rechts van $-Q_2$ als links van $+Q_1$

2015 – Augustus Vraag 9

Een puntlading met $Q = -1C$ bevindt zich in het centrum van een cirkel. Op deze cirkel bevinden zich 3 positieve ladingen Q_A , Q_B en Q_C . De ladingen Q_A , Q_B en Q_C kunnen op willekeurige plaatsen op de cirkel gepositioneerd worden.

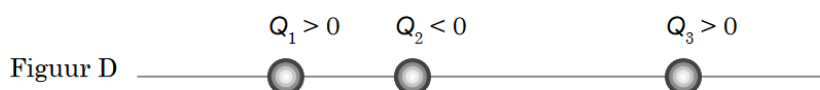
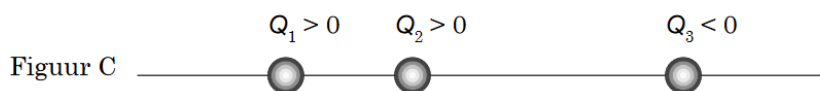
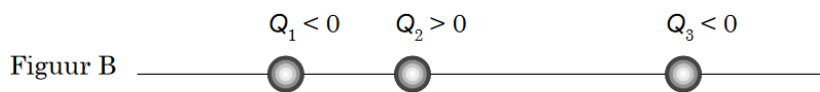
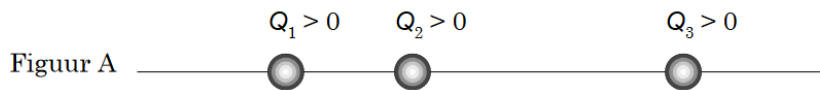


Voor welke combinatie van Q_A , Q_B en Q_C is het mogelijk dat de lading Q geen nettokracht ondervindt?

- <A> 5 C, 5 C en 20 C
- 4 C, 20 C en 9 C
- <C> 5 C, 10 C en 14 C
- <D> 5 C, 10 C en 16 C

2015 – Augustus Vraag 10

Gegeven zijn drie ladingen Q_1 , Q_2 en Q_3 (zie figuur)



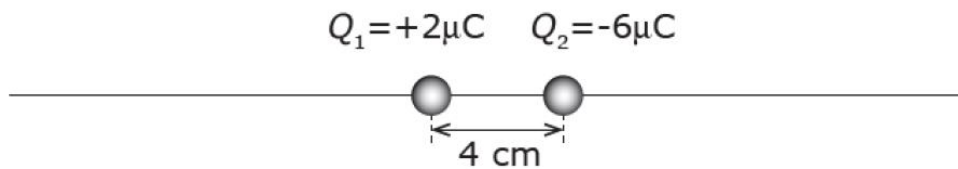
Voor welke ladingsconfiguraties kan de nettokracht op lading Q_2 nul worden?

- <A> Alleen in figuur A

- Alleen in figuur B
- <C> Alleen in figuren A en B.
- <D> Alleen in figuren A, B en D.

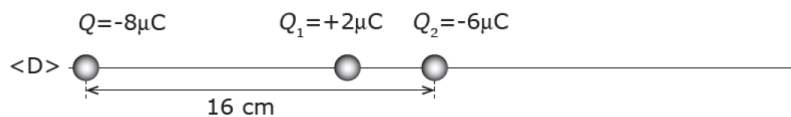
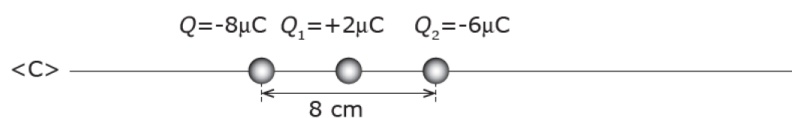
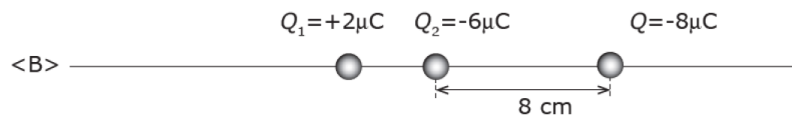
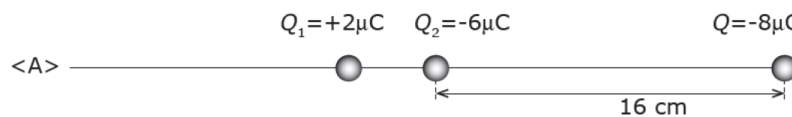
2016 – Juli geel Vraag 11

Twee ladingen $Q_1=+2\mu\text{C}$ en $Q_2=-6\mu\text{C}$ bevinden zich op een onderlinge afstand van 4 cm.



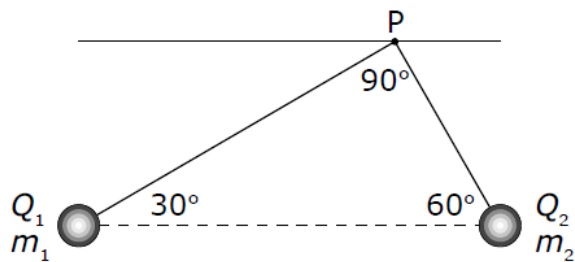
We plaatsen een derde lading $Q=-8\mu\text{C}$ op de verbindingslijn van de ladingen Q_1 en Q_2 zodat de resulterende kracht op lading Q_2 gelijk is aan nul.

Welke van onderstaande figuren geeft de correcte positie van lading Q weer?



2016 – Augustus geel Vraag 9

In het zwaartekrachtveld van de aarde zijn twee bollen met massa m_1 en m_2 en met positieve ladingen Q_1 en Q_2 bevestigd aan dunne isolerende draden en opgehangen in het punt P (zie figuur). De evenwichtssituatie van de bollen is weergegeven in de figuur

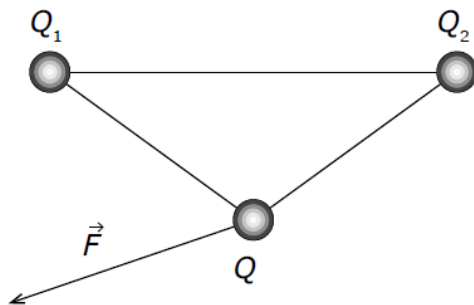


Hoeveel bedraagt de verhouding van de massa's, m_1/m_2 ?

- <A> 3.
- $1/3$.
- <C> $1\sqrt{3}$.
- <D> $\sqrt{3}$.

2016 – Augustus geel Vraag 10

Een positieve lading Q bevindt zich op dezelfde afstand van twee ladingen Q_1 en Q_2 zoals aangegeven in de figuur. De ladingen bevinden zich in een horizontaal vlak. De kracht \vec{F} op Q is getekend in de figuur.

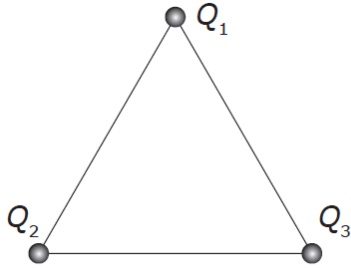


Welke van de onderstaande beweringen over de tekens van de ladingen Q_1 en Q_2 is correct?

- <A> $Q_1 < 0$; $Q_2 < 0$.
- $Q_1 < 0$; $Q_2 > 0$.
- <C> $Q_1 > 0$; $Q_2 < 0$.
- <D> $Q_1 > 0$; $Q_2 > 0$.

2017 – Juli geel Vraag 14

Twee ladingen Q_1 en Q_2 bevinden zich op twee hoekpunten van een gelijkzijdige driehoek. Een lading Q_3 wordt in het derde hoekpunt geplaatst.

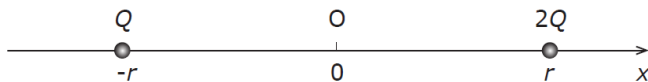


Welke uitspraak over de resulterende kracht F op Q_3 is correct:

- <A> F kan niet nul zijn
- F kan nul zijn als $Q_1 < 0$, $Q_2 < 0$ en $Q_3 > 0$
- <C> F kan nul zijn als $Q_1 > 0$, $Q_2 > 0$ en $Q_3 < 0$
- <D> F kan nul zijn als $Q_1 > 0$, $Q_2 < 0$ en $Q_3 > 0$

2017 – Augustus geel Vraag 13

Een positieve lading Q bevindt zich op een afstand r links van een punt O in de oorsprong van een x -as. Een andere positieve lading $2Q$ bevindt zich op een afstand r rechts van het punt O .

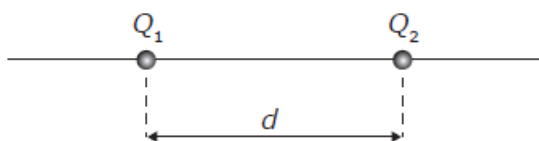


Opdat de elektrische veldsterkte in punt O nul zou zijn, wordt een positieve lading $4Q$ op deze lijn gezet in de positie

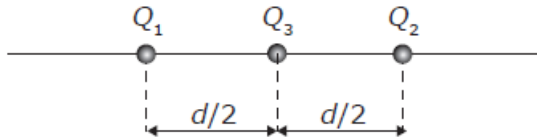
- <A> $X = -r/2$
- $X = r/2$
- <C> $X = -2r$
- <D> $X = 2r$

2019 Arts geel Vraag 5

Twee identieke puntladingen Q_1 en $Q_2 = -|Q|$ bevinden zich op een afstand d van elkaar. De grootte van de kracht F op de lading Q_1 is $|F|$



Midden tussen deze ladingen wordt een derde lading Q_3 geplaatst, waardoor de grootte van de resulterende kracht op Q_1 gelijk wordt aan $|F|/2$.



De grootte van de lading Q_3 is gelijk aan:

- <A> $|Q|/2$
- $|Q|/\sqrt{8}$
- <C> $|Q|/4$
- <D> $|Q|/8$

2019 Tandarts geel Vraag 5

Een negatieve lading Q_3 bevindt zich tussen twee ladingen Q_1 en Q_2 , zoals aangegeven in de figuur. De resulterende kracht op lading Q_3 is gelijk aan nul.

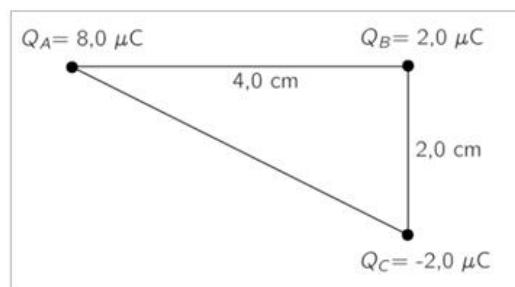


Welke van de volgende uitspraken is juist?.

- <A> De ladingen Q_1 en Q_2 hebben een tegengesteld teken, $|Q_1|$ is groter dan $|Q_2|$
- De ladingen Q_1 en Q_2 hebben een tegengesteld teken, $|Q_1|$ is kleiner dan $|Q_2|$
- <C> De ladingen Q_1 en Q_2 hebben hetzelfde teken, $|Q_1|$ is groter dan $|Q_2|$
- <D> De ladingen Q_1 en Q_2 hebben hetzelfde teken, $|Q_1|$ is kleiner dan $|Q_2|$

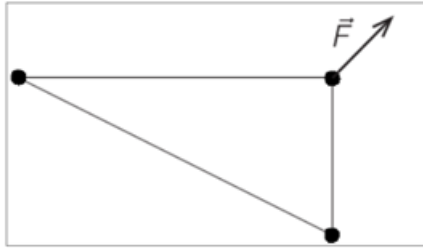
2020 – Arts Vraag 3

Drie ladingen Q_A , Q_B en Q_C bevinden zich op de hoekpunten van een rechthoekige driehoek, zoals weergegeven in de figuur.

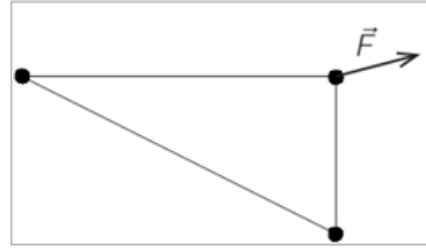


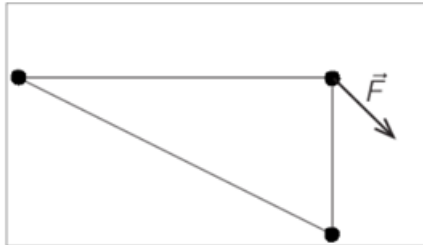
De kracht \vec{F} op de lading Q_B wordt weergegeven in:

<A>

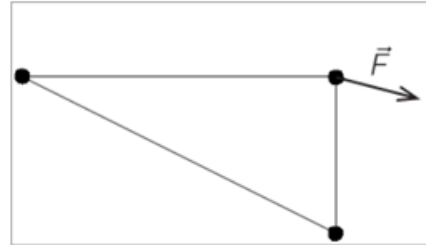


<C>





<D>



Vraag 3

In een onderzoekslaboratorium te Brussel wordt een experiment uitgevoerd met een geladen oliedruppeltje in een afgesloten meetkamertje. Men laat dit oliedruppeltje zweven door het aanleggen van een uniform elektrisch veld met een veldsterkte van $30 \cdot 10^3 \text{ V/m}$. De massa van de oliedruppel is gelijk aan $10 \cdot 10^{-15} \text{ kg}$.

De lading van de oliedruppel is gelijk aan



<A> $2,3 \cdot 10^{-16} \text{ C}$

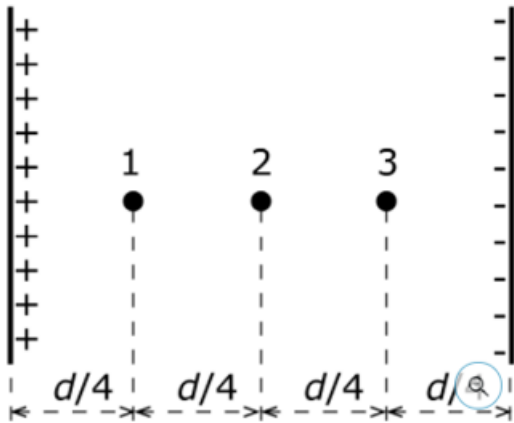
 $3,3 \cdot 10^{-16} \text{ C}$

<C> $2,3 \cdot 10^{-18} \text{ C}$

<D> $3,3 \cdot 10^{-18} \text{ C}$

2021 – Arts Vraag 4

Twee identieke, parallelle metalen platen bevinden zich op een afstand d van elkaar. De lading op de linkerplaat is positief. De lading op de rechterplaat is negatief. De ladingen op de platen zijn even groot. Beschouw de punten 1, 2 en 3 tussen de platen. Een negatieve lading wordt beurtelings in de punten 1, 2 en 3 geplaatst.

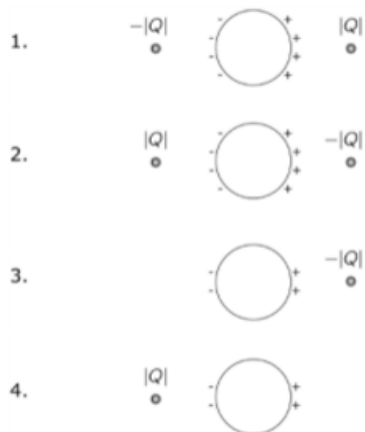


De negatieve lading heeft

- <A> De grootste elektrische potentiële energie in punt 1.
- <A> De grootste elektrische potentiële energie in punt 2.
- De grootste elektrische potentiële energie in punt 3.
- <C> Overall dezelfde elektrische potentiële energie.

2021 – Tandarts Vraag 4

Eén of twee puntladingen bevinden zich op een vaste positie in de nabijheid van een ongeladen metalen bol. Onder invloed van deze puntlading(en) is er een ladingsverschuiving op de bol zoals aangegeven in de figuur. Beschouw volgende vier situaties, waarbij de ladingsverdeling op de bol schematisch wordt voorgesteld door + en – tekens:

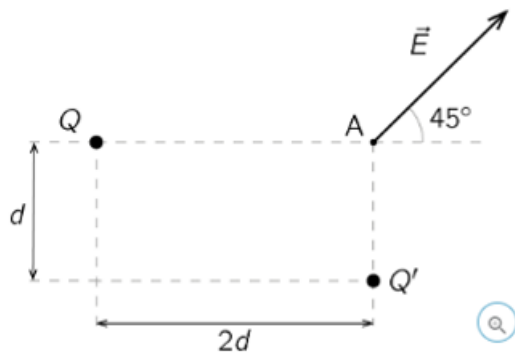


Welke van deze situatie(s) is/zijn mogelijk:

- <A> Enkel situatie 1.
- Enkel situatie 2.
- <C> Enkel situaties 2 en 4.
- <D> Enkel situaties 2, 3 en 4.

2022 Arts Vraag 3

Het elektrisch veld \vec{E} in een punt A wordt veroorzaakt door de puntladingen Q en Q'. Dit wordt weergegeven in onderstaande figuur.

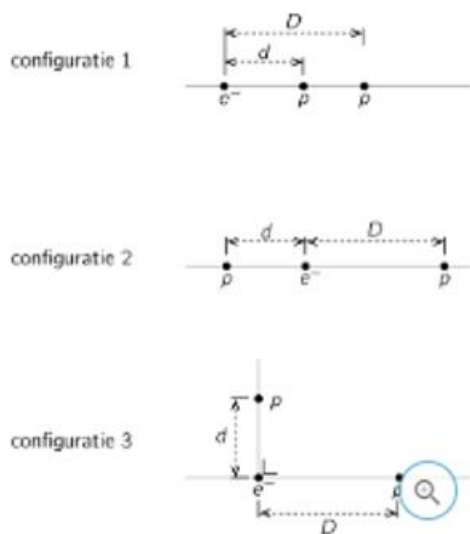


De verhouding Q/Q' is:

- <A> -4
- 4
- <C> -2
- <D> 2

2022 Tandarts Vraag 4

Onderstaande figuur toont drie verschillende vonfiguraties van een electron e^- en twee protonen p. In configuratie 1 ondervindt het elektron de resulterende elektrische kracht \vec{F}_1 . In configuratie 2 ondervindt het elektron de resulterende elektrische kracht \vec{F}_2 . In configuratie 3 ondervindt het elektron de resulterende kracht \vec{F}_3 . In de figuur zijn de afstanden tussen het elektron en de protonen weergegeven door d en D, met $d < D$.

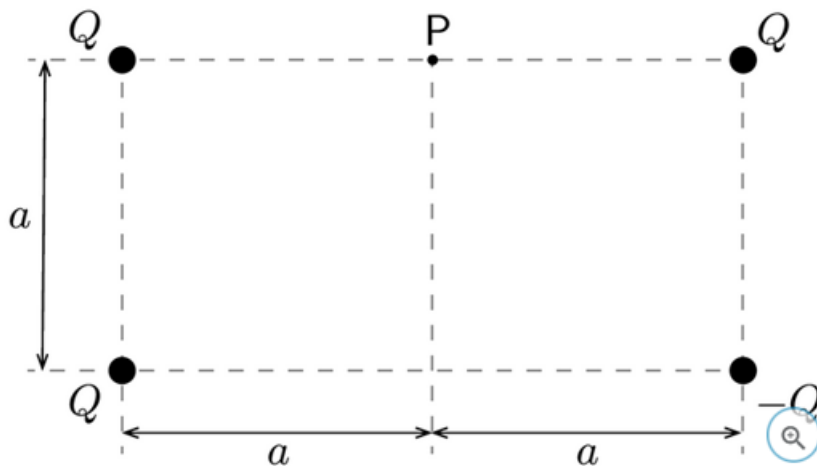


Voor de relatie tussen de grootten $|\vec{F}_1|$, $|\vec{F}_2|$, $|\vec{F}_3|$ geldt dat:

- <A> $|\vec{F}_1| > |\vec{F}_2| > |\vec{F}_3|$
- $|\vec{F}_2| > |\vec{F}_1| > |\vec{F}_3|$
- <C> $|\vec{F}_1| > |\vec{F}_3| > |\vec{F}_2|$
- <D> $|\vec{F}_2| > |\vec{F}_3| > |\vec{F}_1|$

2023 – Arts Vraag 4

Vier puntladingen met dezelfde grootte $|Q|$ bevinden zich op de hoekpunten van een rechtehoek met zijden a en $2a$ zoals aangegeven in de figuur.

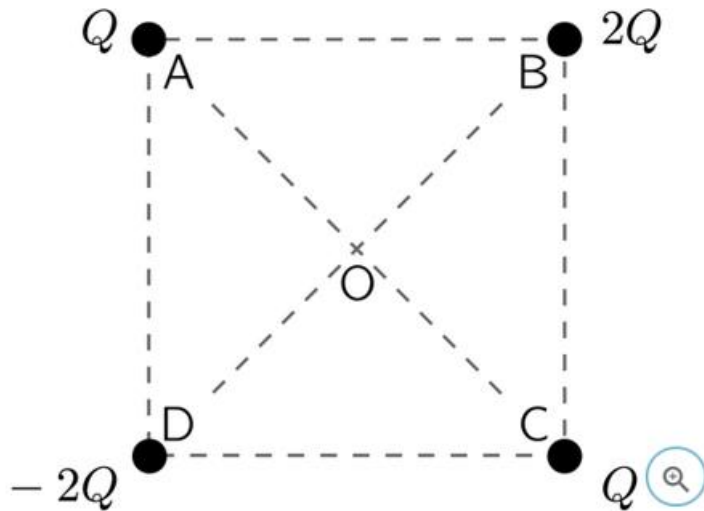


De grootte $|\vec{E}|$ van de elektrische veldvector $|\vec{E}|$ in het punt P is gelijk aan

- <A> $2 \cdot k \cdot \frac{|Q|}{a^2}$
- $\sqrt{2} \cdot k \cdot \frac{|Q|}{a^2}$
- <C> $k \cdot \frac{|Q|}{\sqrt{2}a^2}$
- <D> $k \cdot \frac{|Q|}{2-a^2}$

2023 – Tandarts Vraag 4

Vier ladingen liggen op de hoekpunten A, B, C en D van een vierkant zoals aangegeven in de figuur.

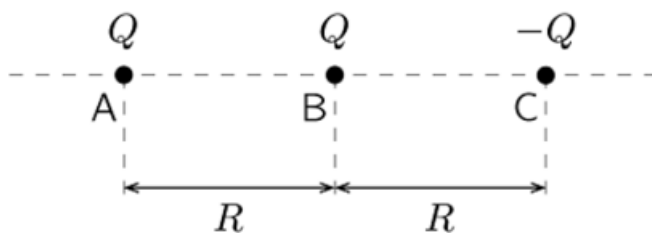


Als in het middelpunt O van het vierkant een positieve lading geplaatst wordt, dan heeft de kracht op deze lading

- <A> _De richting van de diagonaal AC.
- De richting van de diagonaal BD.
- <C> Een grootte gelijk aan nul.
- <D> Een richting loodrecht op de zijde AB.

2023 – Direnarts Vraag 3

Drie ladingen van identieke grootte $|Q|$ bevinden zich in de punten A, B en C die op een rechte lijn zijn gelegen. De afstanden tussen de ladingen zijn aangeduid in de figuur:



De grootte $|\vec{F}|$ van de resulterende elektrische kracht op de lading \vec{F} in het punt A is gelijk aan:

- <A> $|\vec{F}| = \frac{kQ^2}{2R^2}$
- $|\vec{F}| = \frac{kQ^2}{R^2}$
- <C> $|\vec{F}| = \frac{3kQ^2}{4R^2}$

$$\langle D \rangle \quad |\vec{F}| = \frac{5kQ^2}{4R^2}$$

4. Oplossingen oefeningen

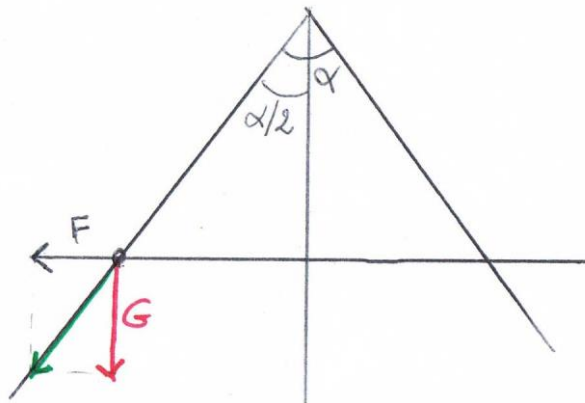
Voorbeeldexamen 1997 Vraag 7

Gegeven: elektrische veldlijnen vertrekken van lading B en komen toe bij ladingen A en C. Daardoor is lading B positief en B en C negatief. In lading B lopen 10 veldlijnen en in A en C slechts 5. De lading in B is dus groter dan in die van A en C

→ Antwoord D

1997 Vraag 9

Gegeven: Ladingen zijn gelijk. Massa van Q_2 is 2 x zo groot als massa van Q_1



Gevraagd: Verhouding tussen Q_1 en Q_2 als de hoek α voor de twee gevallen gelijk zou zijn

Oplossing:

De Coulombkracht van Q_1 : $F = k \frac{Q_1 Q_1}{r^2}$

De Coulombkracht van G (zwaartekracht) = $m \cdot g$

De resulterende kracht is de groene pijl

De hoek $\alpha/2$ is tevens de hoek in de driehoek met de groene en rode pijl als zijden.

De verhouding tussen die hoek en de zijden = $\tan(\alpha/2) = F/G$ (overstaande zijde/aanliggende)

Om aan de voorwaarde te voldoen moet dus F/G van $Q_1 = F/G$ van Q_2

Voor Q_1 geldt: $F/G = \frac{k \frac{Q_1 Q_1}{r^2}}{m_1 g}$

Voor Q_2 geldt: $F/G = \frac{k \frac{Q_2 Q_2}{r^2}}{m_2 g}$

Stel de 2 vergelijkingen aan elkaar gelijk en vervang m_1 door m en m_2 door $2m$.

$$\frac{k \frac{Q_1 Q_1}{r^2}}{mg} = \frac{k \frac{Q_2 Q_2}{r^2}}{2mg} \quad \rightarrow \frac{Q_1^2}{m} = \frac{Q_2^2}{2m} \quad \rightarrow \frac{Q_1^2}{1} = \frac{Q_2^2}{2} \quad \rightarrow Q_2 = \sqrt{2} Q_1$$

→ Antwoord B

1997 Vraag 10

Gegeven: $V_K = -100 \text{ kV}$ en $V_A = 0 \text{ V}$

Gevraagd: De kinetische energie van één elektron wanneer het de anode bereikt is gelijk

Oplossing: De kinetische energie is gelijk aan de potentiële energie en de formule daarvan is

$E_p = U \cdot Q$. We kennen ook de lading van 1 elektron (tabel). Dus:

$$E_k = E_p = U \cdot Q = U \cdot e = 100000 \text{ V} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 1,6 \cdot 10^{-14} \text{ J}$$

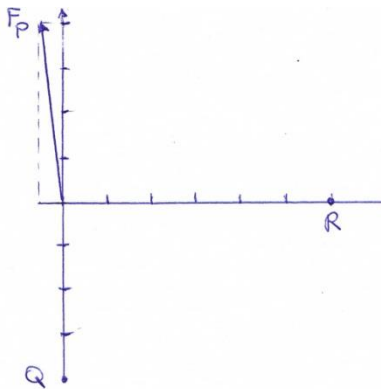
→ Antwoord D

2000 Juli Vraag 7

Gegeven: Drie gelijke ladingen bevinden zich in de punten O, P en R (zie figuur)

Gevraagd: Welke figuur geeft het best de resulterende kracht F_P op de lading in het punt P weer?

Oplossing: Gebruik evenredigheden: kracht op een puntlading is omgekeerd evenredig met het kwadraat van de onderlinge afstand. Daardoor is $F_R = F_Q/4$ want de afstand tot R is 2 keer zo groot als de afstand tot Q



→ Antwoord D

2001 - Juli Vraag 7

De positieve lading trekt de metalen bol aan omdat er een herverdeling van de lading optreedt door elektrostatische inductie (influentie)

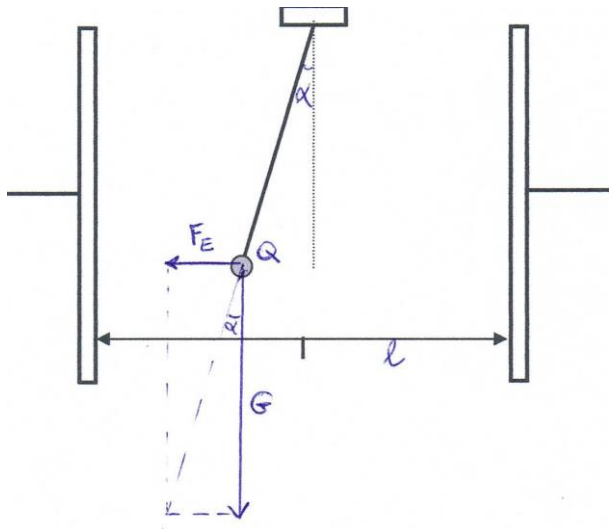
→ Antwoord B

2003 - Juli Vraag 2

Gegeven: Een elektrisch geladen bolletje met massa 7,5g en lading 30 microCoulomb hangt tussen 2 koperen platen aan een touwtje. Als men tussen de platen een potentiaalverschil van 150 V aanlegt, maakt het touwtje een hoek α met de verticale waarbij $\tan \alpha = \frac{1}{2}$.

Gevraagd: afstand tussen de platen.

Oplossing



$$\tan \alpha = \text{Overstaande/aanliggende} = F_E / G = 1/2$$

$$F_E = G/2$$

$$EQ = G/2$$

$$EQ = \frac{U}{l} Q \quad \text{en} \quad G/2 = \frac{mg}{2}$$

$$\text{Dus: } \frac{U}{l} Q = \frac{mg}{2}$$

$$\text{Hieruit kunnen we } l \text{ afleiden: } l = \frac{2UQ}{mg} = \frac{2 \cdot 150 \cdot 30 \cdot 10^{-6}}{0,0075 \cdot 9,81} = 0,1223 \text{ m}$$

→ Antwoord C

2003 - Juli Vraag 3

Gegeven: Twee geladen bollen met straal r_1 en r_2 worden met elkaar verbonden door een geleidende draad.

Gevraagd: Na het bereiken van het evenwicht geldt voor de ladingsverdeling van de uiteindelijke ladingen:

Oplossing:

De lading komt in beweging bij een potentiaalverschil tussen de bollen. Dan gaat de lading van de hoge naar de lage potentiaal tot de beide potentialen gelijk zijn.

Formule voor potentiaal in een radiaal veld: $V = k \cdot \frac{Q}{r}$

Als er geen potentiaalverschil meer is, is $V_1 = V_2$

Dus: $k \cdot \frac{Q_1}{r_1} = k \cdot \frac{Q_2}{r_2}$ of $\frac{Q_1}{r_1} = \frac{Q_2}{r_2}$

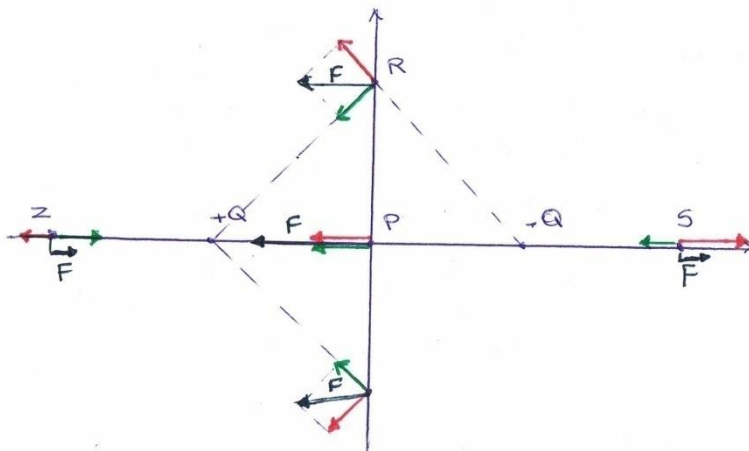
→ Antwoord A

2007 Vraag 7

Gegeven: Een positieve lading (Q+) en een negatieve lading Q(-) worden op een x-as geplaatst zoals aangeduid op de figuur.

Gevraagd: In welke van de punten P, R, S, T en Z zal een negatieve lading een resulterende kracht ondervinden evenwijdig met de x-as en naar rechts georiënteerd?

Oplossing: maak de tekening:



Enkel in Z en S is de resulterende kracht naar rechts georiënteerd en evenwijdig met de x-as

→ Antwoord A

2008 - Juli Vraag 9 (variant A)

Gegeven: Twee even grote bollen A en B zijn geleidend en ongeladen.

Ze worden met elkaar in contact gebracht.

Vervolgens wordt een negatief geladen bol C rechts in de buurt van bol B gebracht.

Bollen A en B worden terug van elkaar verwijderd.

Bol C wordt tenslotte weer verwijderd.

Gevraagd: Wat is de lading van de bollen A en B?

Oplossing

Startpunt: A en B ongeladen

C rechts van B: B wordt positief en A negatief

A en B uit elkaar: B blijft positief en A blijft negatief

C weg: B positief en A negatief

→ Antwoord D

2008 - Juli Vraag 9 (variant B)

Gegeven: Twee even grote bollen A en B zijn geleidend en ongeladen.

Ze worden met elkaar in contact gebracht.

Vervolgens wordt een negatief geladen bol C rechts in de buurt van bol B gebracht.

Bol C wordt weer verwijderd. Bollen A en B worden tenslotte terug van elkaar verwijderd

Gevraagd: Wat is de lading van de bollen A en B?

Oplossing:

Startpunt: A en B ongeladen

C rechts van B: A wordt negatief en B positief

C terug weg: A en B terug ongeladen

A en B uit elkaar: beiden ongeladen

→ Antwoord A

2008 - Augustus Vraag 3

Gegeven: lading $Q_A = +4Q$ bevindt zich in de buurt van een tweede lading $Q_B = -Q$.

Gevraagd: In welk punt zal de resulterende kracht op een kleine positieve lading Q_C gelijk zijn aan nul?

Oplossing: Krachten steeds evenredig met lading en omgekeerd evenredig met kwadraat van de afstand. Stel: F_Q kracht van $1Q$ op 2 lengte-eenheden.

Voor punt X: F_A naar links en F_B naar rechts. F_A groter

Vanuit Q_A : $Q = 4$ keer groter en $r = r$ van F_Q

$$\text{dus } F_A \sim \frac{Q}{r^2} \times \frac{4}{(1)^2} = \times 4 \rightarrow 4 F_Q$$

Vanuit Q_B: Q even groot en R = x3 tov F_Q

$$\text{dus } F_B \sim \frac{Q}{r^2} \times \frac{1}{(3)^2} = x \frac{1}{9} \rightarrow \frac{1}{9} F_Q$$

--> Resulterende kracht: $(4 - 1/9)F_Q \neq 0$

Voor punt O: F_A en F_B beiden naar rechts gericht en F_A groter dan F_B

Vanuit Q_A: Q = 4 keer groter en r = 2/3 tov. F_Q

$$\text{dus } F_A \sim \frac{Q}{r^2} \times \frac{4}{(\frac{2}{3})^2} = x 9 \rightarrow 9 F_Q$$

Vanuit Q_B: Q even groot en R = 4/3 tov F_Q

$$\text{dus } F_B \sim \frac{Q}{r^2} \times \frac{1}{(\frac{4}{3})^2} = x \frac{9}{16} \rightarrow \frac{9}{16} F_Q$$

--> Resulterende kracht: $(9 + 9/16)F_Q \neq 0$

Voor punt P: F_A en F_B even groot en beiden naar rechts gericht

Vanuit Q_A: Q = 4 keer groter en r = 4/3 tov. F_Q

$$\text{dus } F_A \sim \frac{Q}{r^2} \times \frac{4}{(\frac{4}{3})^2} = x \frac{9}{4} \rightarrow \frac{9}{4} F_Q$$

Vanuit Q_B: Q even groot en R = 2/3 tov F_Q

$$\text{dus } F_B \sim \frac{Q}{r^2} \times \frac{1}{(\frac{2}{3})^2} = x \frac{9}{4} \rightarrow \frac{9}{4} F_Q$$

--> Resulterende kracht: $(9/4 + 9/4)F_Q \neq 0$

Voor punt Y: F_B naar rechts; F_A naar links en even groot

Vanuit Q_A: Q = 4 keer groter en r = x 4 tov. F_Q

$$\text{dus } F_A \sim \frac{Q}{r^2} \times \frac{4}{(4)^2} = x \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{4} F_Q$$

Vanuit Q_B: Q even groot en R = x2 tov F_Q

$$\text{dus } F_B \sim \frac{Q}{r^2} \times \frac{1}{(2)^2} = x \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{4} F_Q$$

--> Resulterende kracht: $(1/4 - 1/4)F_Q = 0$

➔ Antwoord B

2009 - Juli Vraag 10

Gegeven: Tussen twee evenwijdige platen heerst een elektrisch veld met veldsterkte E. Een neutron en een proton worden loodrecht op de veldlijnen in het veld gestuurd.

Gevraagd: Welk van de figuren geeft de correcte baan van het neutron en het proton weer?

Oplossing: Zin van E is de zin van het positieve deeltje (van + naar - toe). Het proton beweegt in dezelfde zin (dus naar beneden) en het neutron is niet geladen, beweegt dus gewoon rechtdoor.

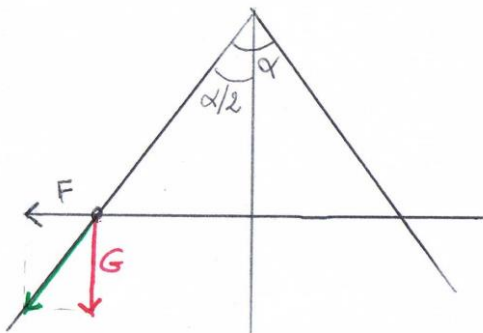
→ Antwoord B

2010 - Juli Vraag 9

Gegeven: Gelijk geladen bollen met aangegeven massa en lading (Q_1 en Q_3 hebben lading m en Q_3 heeft lading $2m$) opgehangen aan twee touwen. De lengte van het touw in situatie 3 is het dubbel van de lengte in situaties 1 en 2. De hoek α tussen de twee touwen is in de drie situaties gelijk.

Gevraagd: Wat kan je zeggen over de ladingen Q_2 en Q_3 ten opzichte van Q_1 ?

Oplossing:



Gegeven: Ladingen zijn gelijk. Massa van Q_2 is 2 x zo groot als massa van Q_1

De Coulombkracht van Q_1 : $F = k \frac{Q_1 Q_1}{r^2}$

De Coulombkracht van G (zwaartekracht) = $m \cdot g$

De resulterende kracht is de groene pijl

De hoek $\alpha/2$ is tevens de hoek in de driehoek met de groene en rode pijl als zijden.

De verhouding tussen die hoek en de zijden = $\tan(\alpha/2) = F/G$ (overstaande zijde/aanliggende)

De tangens is in de drie situaties gelijk: nl. $F/G = \frac{k \frac{Q_n Q_n}{r_n^2}}{m_n g}$

Dus $\frac{k \frac{Q_1 Q_1}{r^2}}{m g} = \frac{k \frac{Q_2 Q_2}{r^2}}{2 m g} = \frac{k \frac{Q_3 Q_3}{(2r)^2}}{m g}$ (in situatie 3 is de straal dubbel zo lang als in situatie 1 en 2 en de massa is in situatie 2 dubbel zo groot)

$$\frac{Q_1 Q_1}{r^2} = \frac{Q_2 Q_2}{r^2} = \frac{Q_3 Q_3}{(2r)^2}$$

$$\frac{Q_1 Q_1}{r^2} = \frac{Q_2 Q_2}{2r^2} = \frac{Q_3 Q_3}{(2r)^2}$$

$$Q_1 Q_1 = \frac{Q_2 Q_2}{2} = \frac{Q_3 Q_3}{4}$$

$$Q_2 = \sqrt{2} Q_1 \text{ en } Q_3 = 2 Q_1$$

➔ Antwoord B

2010 - Augustus Vraag 5

Gegeven: Twee even grote en tegengestelde ladingen $+Q$ en $-Q$ bevinden zich oorspronkelijk op een bepaalde afstand van elkaar en oefenen op elkaar een kracht uit van $90 \cdot 10^{-6}$ N. Wanneer men de afstand tussen de twee vergroot met 60 mm, dan verkleint de Coulombkracht 9 maal.

Gevraagd: Hoe ver stonden de ladingen oorspronkelijk van elkaar?

Oplossing:

Als de Coulombkracht 9 keer kleiner werd, hoe is de straal dan gewijzigd?

Vermits de kracht omgekeerd evenredig is met het kwadraat van de straal vergroot de straal 3 keer ($3^2 = 9$)

De oorspronkelijke afstand (r_0) is dus 3 keer kleiner en 60 mm kleiner, dus

$$\begin{cases} r_1 = 3r_0 \\ r_1 = r_0 + 60 \end{cases}$$

$$\rightarrow 3r_0 = r_0 + 60$$

$$\rightarrow r_0 = 30$$

➔ Antwoord C

2011 - Juli Vraag 8

Gegeven: Vier ladingen zijn gelijk in grootte en bevinden zich op de hoekpunten van een vierkant.

Gevraagd: Bij welke figuur is in het middelpunt van het vierkant de potentiaal gelijk aan 0 V en de elektrische veldsterkte gelijk aan 0 N/C?

Oplossing:

Potentieel : $V = \frac{kQ}{r}$, dit is een scalaire grootheid

Veldsterkte: $E = \frac{kQ}{r^2}$, dit is een vectoriële grootheid (zin is weg + en naar -)

Mogelijkheid A: $V = 0$ maar $E \neq 0$ (resultante is nl; naar links onder gericht)

Mogelijkheid B: $V > 0$ (alle ladingen positief) en $E=0$ (veldsterkten heffen elkaar op)

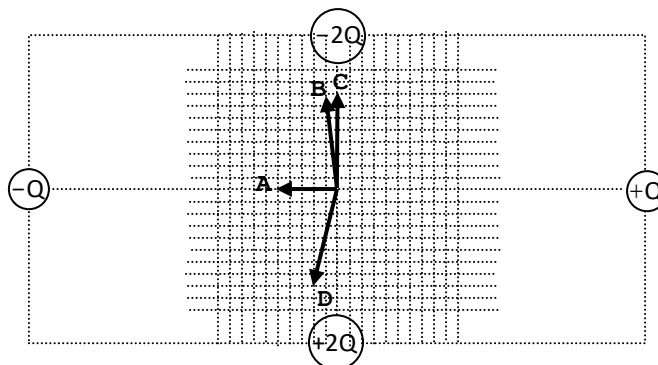
Mogelijkheid C: $V = 0$ en $E \neq 0$ (gericht naar linksboven)

Mogelijkheid D: $V = 0$ en $\mu_e = 0$

➔ Antwoord D

2011 - Augustus Vraag 4

Gegeven: In het midden van de zijden van een rechthoek met zijden L en $2L$ bevinden zich puntladingen zoals aangegeven in de figuur.



Gevraagd: Welke vector is een voorstelling op schaal van de elektrische veldsterkte in het centrum van de rechthoek.

Oplossing:

Het verticale veld is naar boven gericht (van + naar -) en Q is er 2 keer groter dan het horizontale maar r is 2 keer kleiner dan het horizontale

Het horizontale veld is naar links gericht

$E = Q/r^2$ en het horizontale tov het verticale heeft $1/2 Q$ en $2.r$,

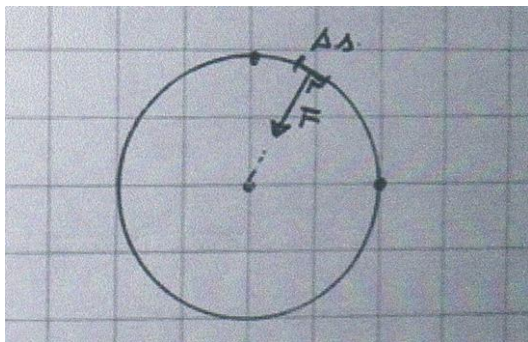
dus teller $\times 1/2$ en noemer $\times 2^2 \rightarrow E$ horizontaal = $1/8$ van E verticaal

→ Antwoord B

2011 - Augustus Vraag 8

Gegeven: Een vaste positieve lading $+Q$ bevindt zich in het centrum van een cirkel met straal R . Een negatieve lading $-Q$ beweegt op de cirkel van 90° naar 0° . Bereken arbeid die geleverd wordt op de negatieve lading gedurende deze verplaatsing.

$W = F \cdot \Delta s$ en F staat loodrecht op de verplaatsing, dus $W = 0$



$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$W = F \Delta r = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \cdot 0 = 0$$

Afstand r tot lading $+Q$ blijft altijd gelijk

→ Antwoord A

2012 - Juli Vraag 7

Gegeven: Twee tegengesteld geladen platen staan op een afstand van elkaar. Tussen deze platen heerst een elektrisch veld. Het elektrisch veld wordt positief gerekend in de zin van de positieve x-as of y-as.

Gevraagd: Welke grafiek heeft de elektrische veldsterkte weer als functie van de afstand tot de positieve plaat?

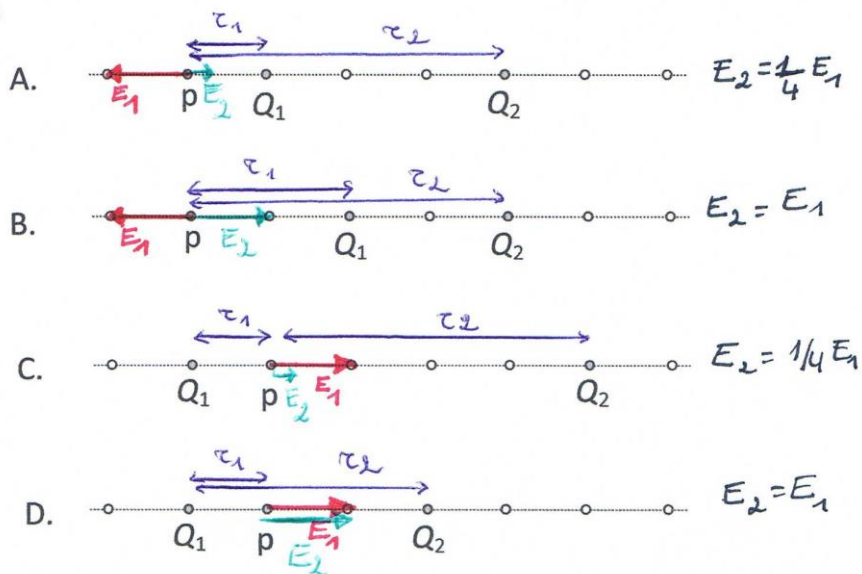
Oplossing: Tussen de platen is er een homogeen elektrisch veld. Het is gericht van + naar -; hier naar beneden en dus negatief. De grootte van het veld is overal gelijk: $E = -U/l$ (= punt waar de grafiek de y-as snijdt).

→ Antwoord B

2012 - Augustus Vraag 8

Gegeven: Twee ladingen $Q_1=Q$ en $Q_2 = -4Q$ veroorzaken een elektrisch veld.
 Gevraagd: In welke figuur is de elektrische veldsterkte in punt p gelijk aan nul?

Oplossing:



Kies voor $E_1 = 1$ schaal eenheid

E: recht evenredig met lading; omgekeerd evenredig met kwadraat van afstand.

Mogelijkheid A: $Q_1 = 1$ en $Q_2 = -4$ en $r_1 = 1$ en $r_2 = 4$ (zie tekening) --> E_2 is 4x groter en 4^2 keer kleiner --> $E_2 = 1/4 E_1$

Mogelijkheid B: $Q_1 = 1$ en $Q_2 = -4$ en $r_1 = 2$ en $r_2 = 4$ (zie tekening) --> E_2 is 4x groter en 2^2 keer kleiner --> $E_2 = E_1$ en tegengesteld

Mogelijkheid C: $Q_1 = 1$ en $Q_2 = -4$ en $r_1 = 1$ en $r_2 = 4$ (zie tekening) --> E_2 is 4x groter en 4^2 keer kleiner --> $E_2 = 1/4 E_1$

Mogelijkheid D: $Q_1 = 1$ en $Q_2 = -4$ en $r_1 = 1$ en $r_2 = 2$ (zie tekening) --> E_2 is 4x groter en 2^2 keer kleiner --> $E_2 = E_1$ en dezelfde zin

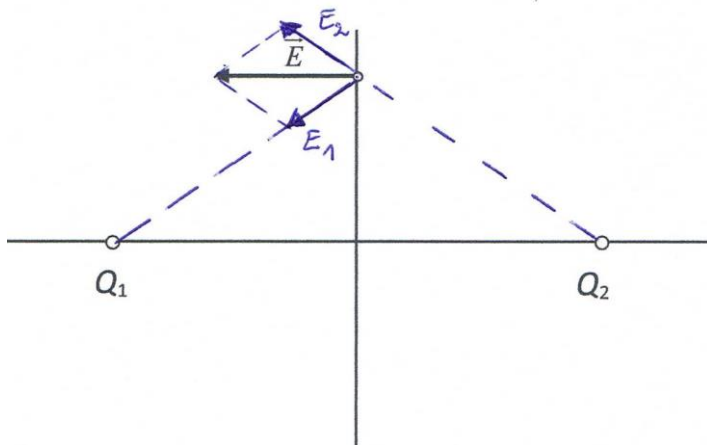
→ Antwoord B

2013 - Juli Vraag 2

Gegeven: Twee gelijke puntladingen zijn gelegen langs de x-as op gelijke afstand tot de y-as. De veldsterkte in een punt langs de y-as is gegeven in de volgende figuur.

Gevraagd: Welke uitspraak geldt over de grootte en het teken van de lading?

Oplossing:

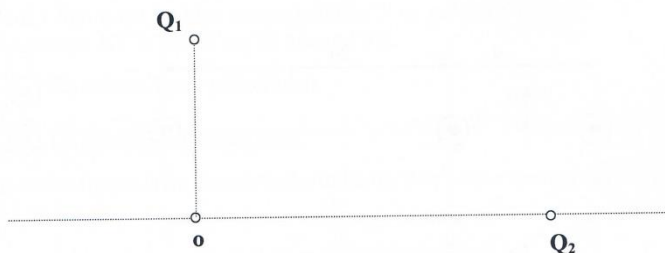


E gaat van + naar -, dus daaruit leiden we af dat Q_2 positief is en Q_1 negatief (E is immers gericht naar Q_1 en weg van Q_2)

→ Antwoord D

2013 - Augustus Vraag 9

Gegeven: constante van Coulomb: $8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ Twee puntladingen $Q_1 = +1 \text{ nC}$ en $Q_2 = +4 \text{ nC}$ liggen op respectievelijk 10 cm en 20 cm van punt O.



Gevraagd: Bereken de elektrische veldsterkte in punt O.

Oplossing:

$$E_1 = k \cdot \frac{Q_1}{r_1^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \cdot 1 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{(0,1 \text{ m})^2} = 900 \text{ N/C}$$

$$E_2 = k \cdot \frac{Q_2}{r_2^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \cdot 4 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{(0,2\text{m})^2} = 900 \text{ N/C}$$

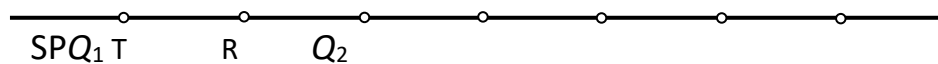
Optellen twee vectoren met behulp van Pythagoras:

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{900^2 + 900^2} = \sqrt{2 \cdot 900^2} = \sqrt{2} \cdot 900 \text{ N/C}$$

→ Antwoord D

2014 – Juli Vraag 9

Gegeven: Twee ladingen, $Q_1 = +Q$ en $Q_2 = -4Q$, en vier punten: S, P, T en R, bevinden zich op een rechte.



Welke bewering over de veldsterkte en potentiaal in die punten is correct?

- A. De potentiaal in punt S is nul, de veldsterkte in punt R verschilt van nul.
- B. Zowel de veldsterkte als de potentiaal in P verschilt van nul.
- C. In punt T is de veldsterkte nul en verschilt de potentiaal van nul.
- D. De potentiaal in punt P is nul, de veldsterkte in punt S is nul.

Oplossing

$$|Q_2| = |4Q_1| \text{ (gegeven)}$$

$$E = k \cdot \frac{Q}{r^2} \text{ en } V = k \cdot \frac{Q}{r}$$

Uit de tekening vinden we volgende verhoudingen:

$$r_2 = 2 \cdot r_1$$

$$\text{Voor S geldt: } \frac{V_1}{V_2} = \frac{Q_1}{Q_2} \cdot \frac{r_2}{r_1} = -1/4 \cdot 2 = -1/2 \text{ Dus } V_1 = -1/2 V_2 \rightarrow V_S < 0$$

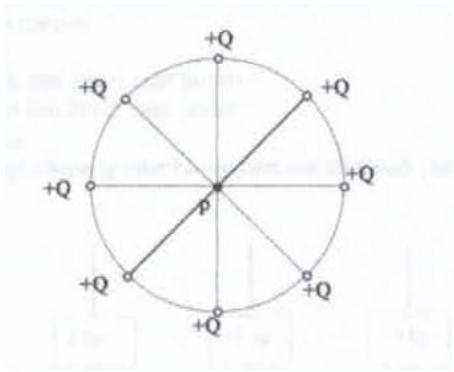
$$\frac{E_1}{E_2} = \left| \frac{Q_1}{Q_2} \right| \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2 = -1/4 \cdot 2^2 = 1 \text{ Dus } E_1 = E_2 \text{ (tegengesteld)} \rightarrow E_S = 0$$

$$\text{Voor P geldt: } \frac{V_1}{V_2} = \frac{Q_1}{Q_2} \cdot \frac{r_2}{r_1} = -1/4 \cdot 4 = -1 \text{ Dus } V_1 = -V_2 \rightarrow V_P = 0$$

→ Antwoord D

2014 - Augustus Vraag 3

Gegeven: Acht puntladingen met lading $+Q$ staan concentrisch op afstand R van punt p.



Welke uitdrukking geeft de potentiaal in punt P?

Oplossing:

Formule voor potentiaal: $V = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{q}{r}$

Er zijn 8 ladingen, dus in punt p is er een potentiaal van: $8 \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{q}{r} = \frac{2}{\pi\epsilon} \cdot \frac{q}{r}$

➔ Antwoord D

2015 - Juli Vraag 9

Twee ladingen Q_1 en Q_2 bevinden zich op een rechte. Q_1 is positief en Q_2 is negatief, er geldt: $|Q_1| < |Q_2|$

Waar op de rechte kan de elektrische veldsterkte nul zijn?



Oplossing

Gegeven is: $|Q_1| < |Q_2|$ en $E = k \cdot Q/r^2$

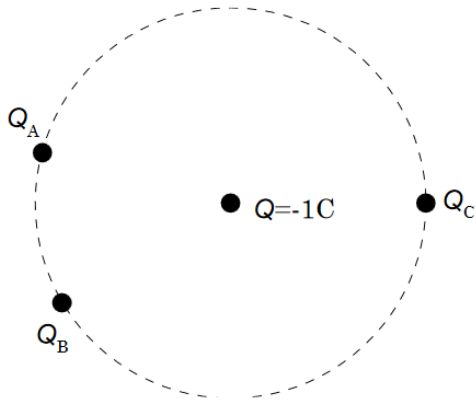
E is gericht weg van $+Q_1$ en naar $-Q_2$ toe

In een punt links van Q_1 geldt: $|E_1| < |E_2|$ of $k \cdot Q_1/r_1^2 = k \cdot Q_2/r_1^2$

➔ Antwoord B

2015 – Augustus Vraag 9

Gegeven: Een puntlading met $Q = -1C$ bevindt zich in het centrum van een cirkel. Op deze cirkel bevinden zich 3 positieve ladingen Q_A , Q_B en Q_C . De ladingen Q_A , Q_B en Q_C kunnen op willekeurige plaatsen op de cirkel geïmplementeerd worden.



Gevraagd: Voor welke combinatie van Q_A , Q_B en Q_C is het mogelijk dat de lading Q geen nettokracht ondervindt?

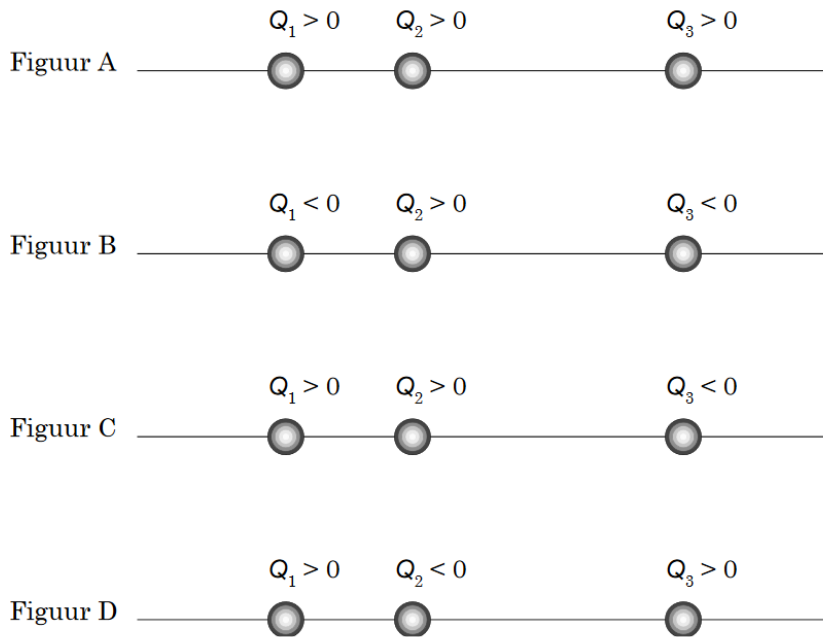
Oplossing:

De som van de twee kleinste moet groter of gelijk zijn aan de grootste.

- A. $5 + 5 < 20$
 - B. $4 + 9 < 20$
 - C. $5 + 10 > 14$
 - D. $5 + 10 < 16$
- ➔ Antwoord C

2015 – Augustus Vraag 10

Gegeven zijn drie ladingen Q_1 , Q_2 en Q_3 (zie figuur)



Gevraagd: Voor welke ladingsconfiguraties kan de nettokracht op lading Q_2 nul worden?

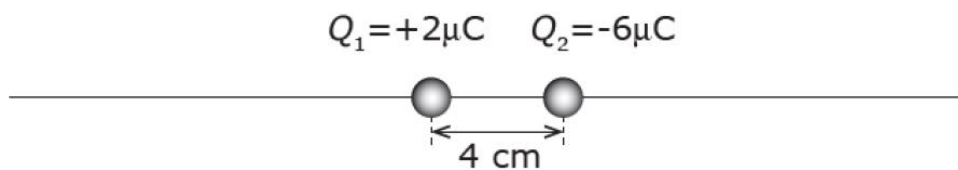
Oplossing

Voor figuur C wordt de nettokracht op Q_2 niet 0. Voor figuren A, C en D wel.

➔ Antwoord D

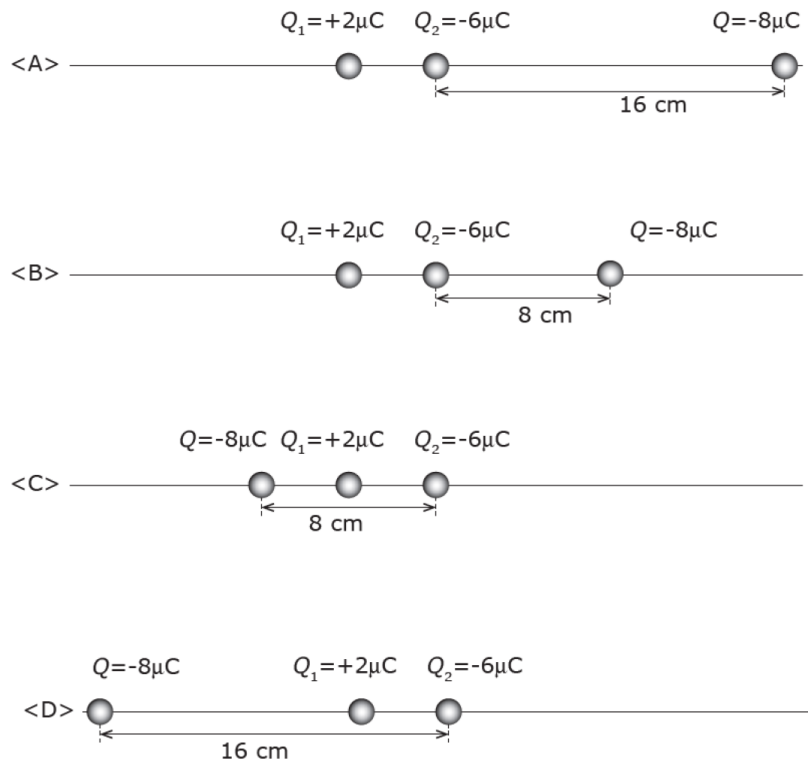
2016 – Juli geel Vraag 11

Twee ladingen $Q_1 = +2\mu\text{C}$ en $Q_2 = -6\mu\text{C}$ bevinden zich op een onderlinge afstand van 4 cm.



We plaatsen een derde lading $Q = -8\mu\text{C}$ op de verbindinglijn van de ladingen Q_1 en Q_2 zodat de resulterende kracht op lading Q_2 gelijk is aan nul.

Welke van onderstaande figuren geeft de correcte positie van lading Q weer?



Oplossing:

Q_1 en Q_2 zijn tegengesteld, dus trekken elkaar aan. Q_{12} is dus naar links gericht. De kracht van Q_3 op Q_2 moet dus naar rechts gericht zijn. Omdat we als resultaat nul krijgen, moet Q_3 links van Q_2 liggen, dus oplossing C of D

Afstand berekenen: $\frac{k \cdot Q_1 \cdot Q_2}{r_{12}^2} = \frac{k \cdot Q_3 \cdot Q_2}{r_{32}^2}$

$$\frac{Q_1 \cdot Q_2}{r_{12}^2} = \frac{Q_3 \cdot Q_2}{r_{32}^2}$$

Veronderstel dat oplossing C juist is: afstand $r_{32} = 8$

$$2.6/16 = 8.6/64$$

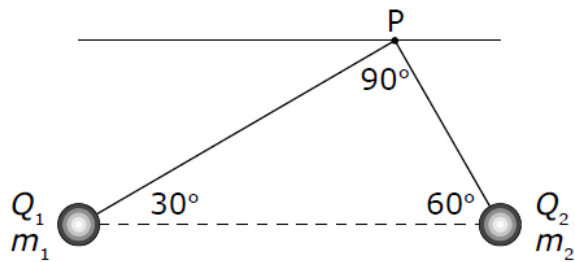
$$2/16 = 8/64$$

$$1/8 = 1/8$$

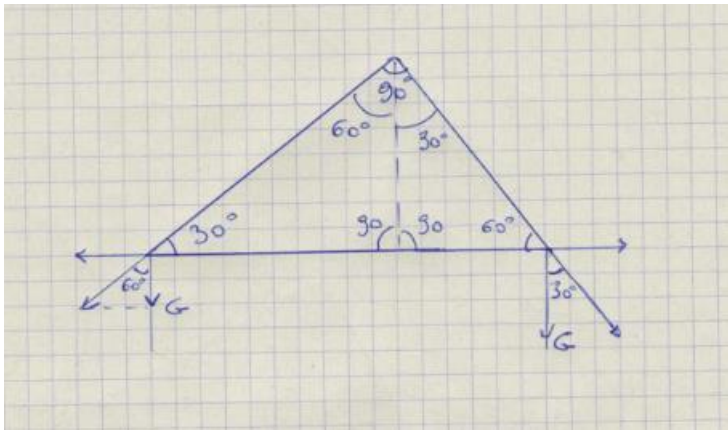
➔ Antwoord C

2016 – Augustus geel Vraag 9

In het zwaartekrachtsveld van de aarde zijn twee bollen met massa m_1 en m_2 en met positieve ladingen Q_1 en Q_2 bevestigd aan dunne isolerende draden en opgehangen in het punt P (zie figuur). De evenwichtssituatie van de bollen is weergegeven in de figuur



Oplossing:



Voor m_1 geldt: $\tan(60^\circ) = \sqrt{3} = \text{Overstaand/Aanliggend} = F/G = F/m_1 \cdot g \rightarrow$

Dus $\sqrt{3} = F/m_1 \cdot g$ of $m_1 = F/\sqrt{3} \cdot g$

Voor m_2 geldt: $\tan(30^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{3} = \text{Overstaand/Aanliggend} = F/G = F/m_2 \cdot g$

Dus: $\frac{\sqrt{3}}{3} = F/m_2 \cdot g$ of $m_2 = 3F/\sqrt{3} \cdot g$

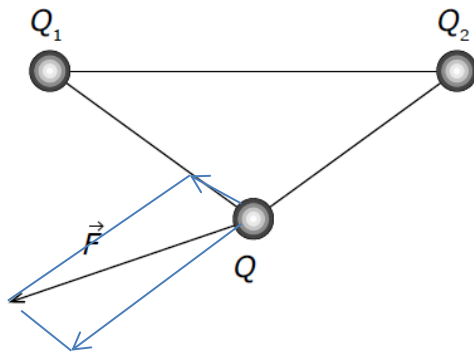
$$m_1/m_2 = \frac{F}{\sqrt{3} \cdot g} / \frac{3F}{\sqrt{3} \cdot g} = \frac{F}{\sqrt{3} \cdot g} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot g}{3F} = 1/3$$

→ Antwoord B

2016 – Augustus Geel Vraag 10

Een positieve lading Q bevindt zich op dezelfde afstand van twee ladingen Q_1 en Q_2 zoals aangegeven in de figuur. De ladingen bevinden zich in een horizontaal vlak. De kracht $F \rightarrow$ op Q is getekend in de figuur.

Oplossing:



Q_2 en Q stoten elkaar af: Q positief, dus ook Q_2 is positief

Q_1 en Q trekken elkaar aan: Q positief, dus Q_1 is negatief

→ Antwoord B

2017 – Juli geel Vraag 14

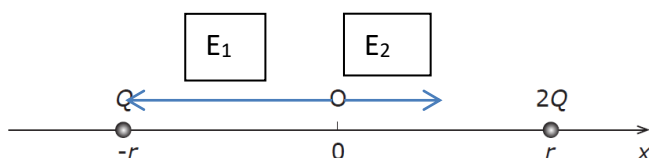
Twee ladingen Q_1 en Q_2 bevinden zich op twee hoekpunten van een gelijkzijdige driehoek. Een lading Q_3 wordt in het derde hoekpunt geplaatst.

Oplossing: In een hoek samenlopende krachten op Q_3 kunnen elkaar nooit opheffen. F kan dus niet nul zijn

→ Antwoord A

2017 – Augustus geel Vraag 13

Een positieve lading Q bevindt zich op een afstand r links van een punt O in de oorsprong van een x -as. Een andere positieve lading $2Q$ bevindt zich op een afstand r rechts van het punt O . Opdat de elektrische veldsterkte in punt O nul zou zijn, wordt een positieve lading $4Q$ op deze lijn gezet in de positie ?



Oplossing:

E is evenredig met Q en omgekeerd evenredig met het kwadraat van r

Om veldsterkte 0 te krijgen moet er aan de linkerkant een positieve lading bijkomen zodat

$$E + E_2 = E_1$$

$$4Q/x^2 + Q/r^2 = 2Q/r^2$$

$$4/x^2 + 1/r^2 = 2/r^2$$

$$4/x^2 = 2/r^2 - 1/r^2$$

$$4/x^2 = 1/r^2$$

$$x^2 = 4r^2$$

$$x = -2r \text{ (negatief omdat lading links moet liggen)}$$

→ Antwoord C

2019 Arts geel vraag 5

Oplissing Veurne

5

De resultante op Q_1 valt op de helft =>
de kracht van Q_3 op Q_1 is de helft en tegengesteld.

$$\frac{F_{31}}{F_{21}} = \frac{k \frac{Q \cdot Q}{d^2}}{k \frac{Q \cdot Q_x}{(d/2)^2}} \Leftrightarrow \frac{2}{1} = \frac{Q}{4Q_x} \Rightarrow Q_x = \frac{Q}{8}$$

[D]

2019 Tandarts geel vraag 5

Antwoord van Veurne:

⑤

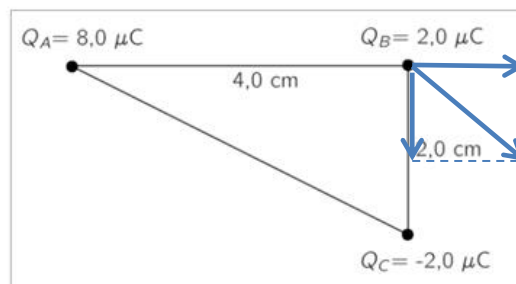
F_{12} F_{13} F_{23} F_{32} aantrekking door Q_1 en Q_2 .
 $+Q_1$ $-Q_3$ $+Q_2$
 F_{31} F_{23} F_{13} F_{32} afstoting door Q_1 en Q_2 .
 $-Q_1$ $-Q_3$ $-Q_2$

Q_1 en Q_2 hebben hetzelfde teken
 Q_2 staat verder en veroorzaakt dezelfde kracht.
 $[A]$ $|Q_2| > |Q_1|$

→ Antwoord D

2020 – Arts Vraag 3

Drie ladingen Q_A , Q_B en Q_C bevinden zich op de hoekpunten van een rechthoekige driehoek, zoals weergegeven in de figuur.



De kracht \vec{F} op de lading Q_B wordt weergegeven in:

$$F_A = k \cdot \frac{Q_A Q_B}{r^2} \sim \frac{Q_A}{r_A^2} : \frac{x8}{(x4)^2} = x \frac{8}{16} = x \frac{1}{2}$$

$$F_C = k \cdot \frac{Q_C Q_B}{r^2} \sim \frac{Q_C}{r_C^2} : \frac{x(-2)}{(x2)^2} = x \frac{(-2)}{4} = x -\frac{1}{2} \text{ (even groot en tegengesteld aan } F_A)$$

→ Antwoord B

2020 – Tandarts Vraag 3

In een onderzoekslaboratorium te Brussel wordt een experiment uitgevoerd met een geladen oliedruppeltje in een afgesloten meetkamertje. Men laat dit oliedruppeltje zweven door het aanleggen van een uniform elektrisch veld met een veldsterkte van $30 \cdot 10^3 \text{ V/m}$. De massa van de oliedruppel is gelijk aan $10 \cdot 10^{-15} \text{ kg}$.

De lading van de oliedruppel is gelijk aan



Oplossing:

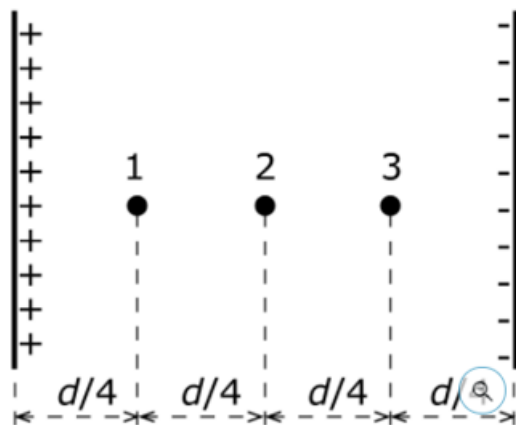
$$F_E = F_Z \text{ of } EQ = m \cdot g$$

$$Q = (10 \cdot 10^{-15} \cdot 10) / 30 \cdot 10^3 = 10^{-13} / 3 \cdot 10^4 = 1 / 3 \cdot 10^{-17} = 3,3 \cdot 10^{-18}$$

→ Antwoord D

2021 – Arts Vraag 4

Twee identieke, parallelle metalen platen bevinden zich op een afstand d van elkaar. De lading op de linkerplaat is positief. De lading op de rechterplaat is negatief. De ladingen op de platen zijn even groot. Beschouw de punten 1, 2 en 3 tussen de platen. Een negatieve lading wordt beurtelings in de punten 1, 2 en 3 geplaatst.



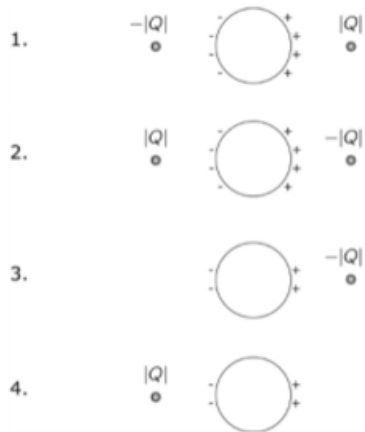
Gevraagd: grootste potentiële energie van negatieve lading of overal gelijk?

Oplossing: de negatieve lading trekt de positieve plaat aan en hoe groter de afstand tussen de plaat en de negatieve lading, hoe groter de potentiële energie. De afstand is het grootste in punt 3

→ Antwoord C

2021 – Tandarts Vraag 4

Eén of twee puntladingen bevinden zich op een vaste positie in de nabijheid van een ongeladen metalen bol. Onder invloed van deze puntlading(en) is er een ladingsverschuiving op de bol zoals aangegeven in de figuur. Beschouw volgende vier situaties, waarbij de ladingsverdeling op de bol schematisch wordt voorgesteld door + en – tekens:



Welke van deze situatie(s) is/zijn mogelijk?

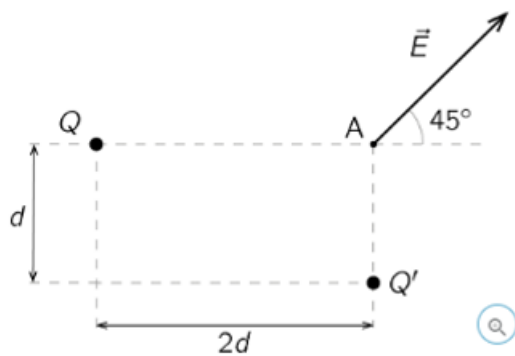
Oplossing:

In geval 1 worden negatieve ladingen door negatieve lading aangetrokken, is onmogelijk. De andere drie situaties kunnen wel.

➔ Antwoord D

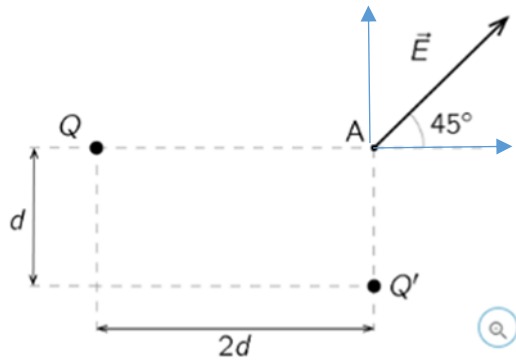
2022 Arts Vraag 3

Het elektrisch veld \vec{E} in een punt A wordt veroorzaakt door de puntladingen Q en Q'. Dit wordt weergegeven in onderstaande figuur.



De verhouding Q/Q' is:

Oplossing:



Op de tekening toegevoegd: weg van Q': E' (pijl naar boven) en weg van Q: E (pijl naar rechts)

$$\tan(45^\circ) = E'/E \rightarrow 1 = E'/E, \text{ dus } E' = E$$

$$E' = E$$

$$Q'/4\pi\epsilon(r')^2 = Q/4\pi\epsilon(2r)^2$$

$$Q'/4\pi\epsilon(d)^2 = Q/4\pi\epsilon(2d)^2$$

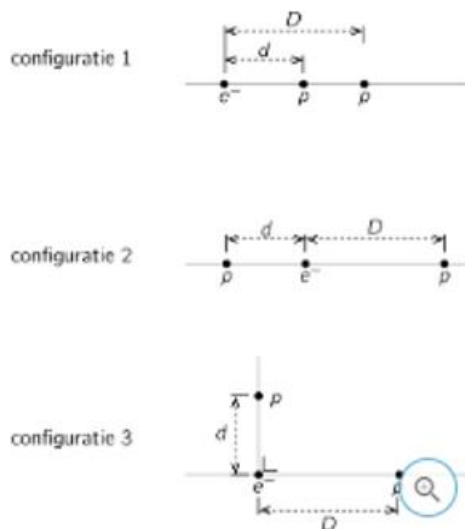
$$Q'/d^2 = Q/(2d)^2$$

$$Q/Q' = 4d^2/d^2 = 4$$

→ Antwoord B

2022 Tandarts Vraag 4

Onderstaande figuur toont drie verschillende configuraties van een electron e^- en twee protonen p . In configuratie 1 ondervindt het elektron de resulterende elektrische kracht \vec{F}_1 . In configuratie 2 ondervindt het elektron de resulterende elektrische kracht \vec{F}_2 . In configuratie 3 ondervindt het elektron de resulterende kracht \vec{F}_3 . In de figuur zijn de afstanden tussen het elektron en de protonen weergegeven door d en D , met $d < D$.



Voor de relatie tussen de grootten $|\vec{F}_1|$, $|\vec{F}_2|$, $|\vec{F}_3|$ geldt dat:

In configuratie 1 trekken twee protonen elektron aan, krachten kunnen opgeteld worden, dus kracht is hier maximaal, want som van de twee krachten.

In configuratie twee: hebben we twee tegengestelde krachten, dus resulterende kracht minimaal, want de ene kracht wordt van de andere afgetrokken.

In configuratie drie: F is schuine kracht naar boven.

Dus $|\vec{F}_1|$ is maximum $|\vec{F}_2|$ is minimum $|\vec{F}_3|$ er tussenin:

$$|\vec{F}_1| > |\vec{F}_3| > |\vec{F}_2|$$

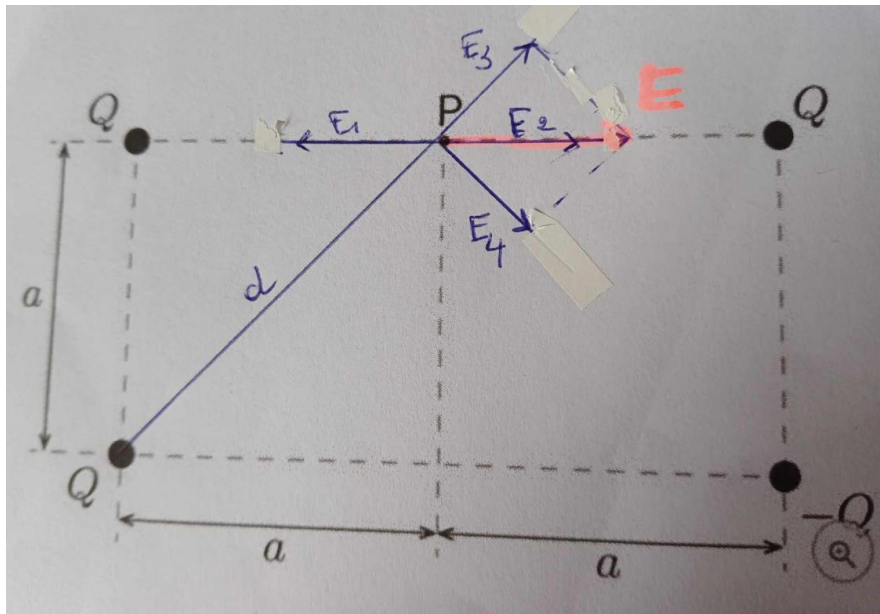
→ Antwoord C

2023 – Arts Vraag 4

Gegeven: Vier puntladingen met dezelfde grootte $|Q|$ bevinden zich op de hoekpunten van een rechthoek met zijden a en $2a$ zoals aangegeven in de figuur.

Gevraagd: De grootte $|\vec{E}|$ van de elektrische veldvector $|\vec{E}|$ in het punt P ?

Oplossing:



Trek de diameter (d) tussen Q en P, dan weten we dat de hoek onder die lijn 45° is. Daaruit kunnen we afleiden dat: $d^2 = a^2 + a^2$ of $d = \sqrt{2a^2} = a\sqrt{2}$

E_1 en E_2 zijn gelijk en tegengesteld,) dus heffen elkaar op.

$$E_3 = E_4 = k \cdot Q / (\sqrt{2a^2})^2 = kQ/2a^2$$

$$(E_{\text{tot}})^2 = (kQ/2a^2)^2 + (kQ/2a^2)^2$$

$$= 2 \cdot (kQ/2a^2)^2$$

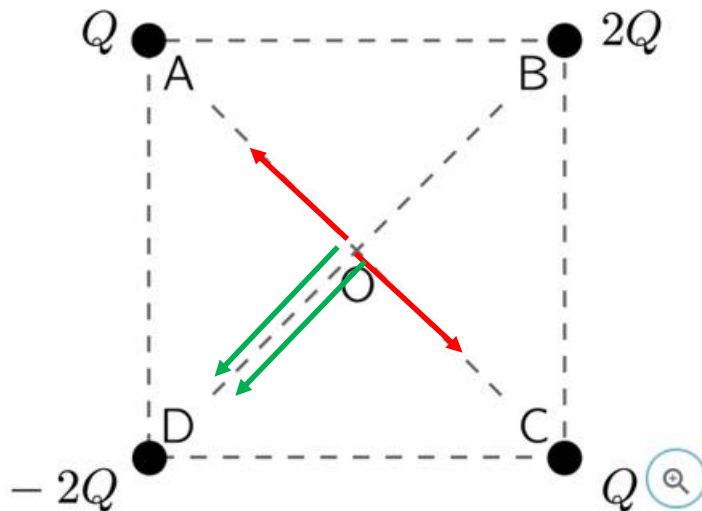
$$E_{\text{tot}} = \sqrt{2} \cdot \frac{kQ}{2a^2}$$

$$= kQ/\sqrt{2} \cdot a^2$$

→ Antwoord C

2023 – Tandarts Vraag 4

Vier ladingen liggen op de hoekpunten A, B, C en D van een vierkant zoals aangegeven in de figuur.



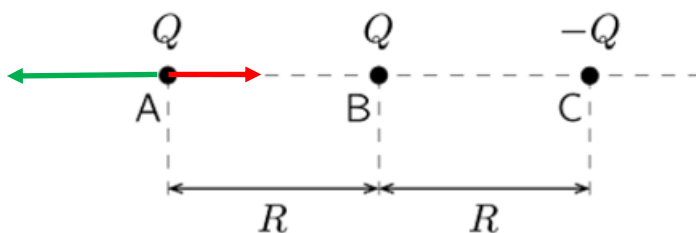
Als in het middelpunt O van het vierkant een positieve lading geplaatst wordt, dan heeft de kracht op deze lading

Oplossing: krachten op de F_A en F_C zijn gelijk en heffen elkaar op. F_D en F_B even groot en richting BD

→ Antwoord B

2023 – Dierenarts Vraag 3

Drie ladingen van identieke grootte $|Q|$ bevinden zich in de punten A, B en C die op een rechte lijn zijn gelegen. De afstanden tussen de ladingen zijn aangeduid in de figuur:



De grootte $|\vec{F}|$ van de resulterende elektrische kracht op de lading \vec{F} in het punt A is gelijk aan:

Oplossing:

$$F = F_B \text{ (rode pijl)} - F_C \text{ (groene pijl)} = \frac{kQ^2}{R^2} - \frac{kQ^2}{(2R)^2}$$

$$F = \frac{4kQ^2}{4R^2} - \frac{kQ^2}{4R^2} = \frac{3kQ^2}{4R^2}$$

➔ Antwoord C

5. Extra oefeningen

Voor nog extra oefeningen met de uitgewerkte oplossingen: zie

<http://www.slideshare.net/freddyvaneynde/05-wet-van-coulomb>