

4.2 Domeinspecifieke leerstofopbouw

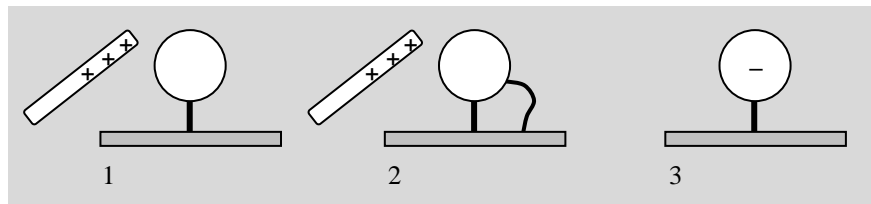
4.2.4 Elektriciteit en magnetisme

Begripsvragen: Elektrisch veld

1 Meerkeuzevragen

Elektrisch veld

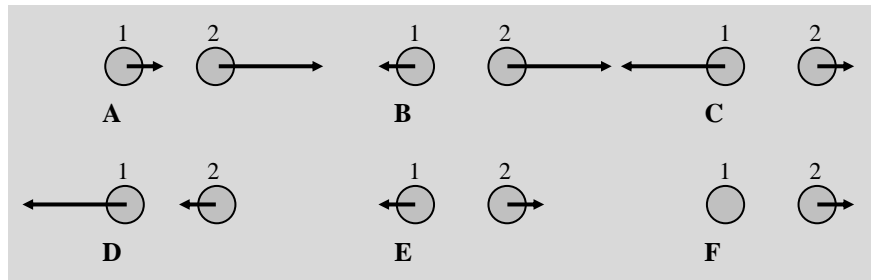
- 1 [V] In figuur 1 staat een positief geladen voorwerp in de buurt van een geïsoleerd opgestelde metalen bol (1). De rechterkant van de bol wordt tijdelijk verbonden met aarde (2). Daarna is de metalen bol negatief geladen (3).



Figuur 1

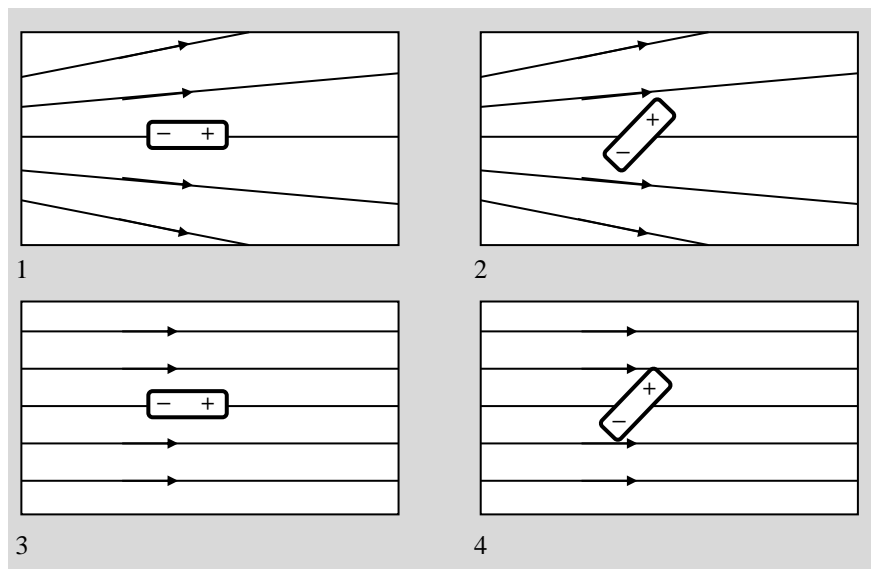
- Hieruit kunnen we de conclusie trekken dat in de geleidende bol
- A zowel de positieve als de negatieve ladingen vrij kunnen bewegen.
 B alleen de negatieve ladingen vrij kunnen bewegen.
 C alleen de positieve ladingen vrij kunnen bewegen.
 D Het trekken van een conclusie over welke ladingen in de geleidende bol vrij kunnen bewegen is niet mogelijk.
- 2 [V] Drie bollen hangen aan isolerende draden. De bollen worden geladen. Daarna blijkt dat bol 1 en 2 elkaar afstoten, en dat bol 2 en 3 elkaar afstoten. Hieruit kunnen we de conclusie trekken dat
- A bol 1 en 3 een lading hebben met een tegengesteld teken.
 B bol 1 en 3 een lading hebben met hetzelfde teken.
 C de drie bollen een lading hebben met hetzelfde teken.
 D één van de bollen neutraal is.
 E we meer experimenten moeten doen om het teken van de ladingen te bepalen.
- 3 [V] Drie bollen hangen aan isolerende draden. De bollen worden geladen. Daarna blijkt dat bol 1 en 2 elkaar aantrekken, en dat bol 2 en 3 elkaar afstoten. Hieruit kunnen we de conclusie trekken dat
- A bol 1 en 3 een lading hebben met een tegengesteld teken.
 B bol 1 en 3 een lading hebben met hetzelfde teken.
 C de drie bollen een lading hebben met hetzelfde teken.
 D één van de bollen neutraal is.
 E we meer experimenten moeten doen om het teken van de ladingen te bepalen.
- 4 [V] Een waterstofatoom bestaat uit een kern (een proton) met een daaromheen draaiend elektron. De elektrische kracht tussen deze twee deeltjes is $2,3 \cdot 10^{39}$ keer groter dan de onderlinge gravitatiekracht. Als we de afstand tussen de twee deeltjes zouden kunnen veranderen, kunnen we dan een afstand vinden waarbij de elektrische kracht en de gravitatiekracht even groot zijn?
- A Ja, op een grotere onderlinge afstand.
 B Ja, op een kleinere onderlinge afstand.
 C Nee, op geen enkele onderlinge afstand.

- 5 [V] In figuur 2 oefenen twee positief geladen bollen een kracht op elkaar uit. De lading van bol 2 is driemaal zo groot als de lading van bol 1. In welke tekening is de grootte en de richting van de elektrische krachten juist weergegeven?



Figuur 2

- 6 [V] In de tekeningen van figuur 3 zie je een 'elektrische dipool': een voorwerp met twee even grote, tegengestelde ladingen aan de uiteinden. De dipool bevindt zich in een elektrisch veld, waarvan de veldlijnen getekend zijn. In welke situatie(s) is de totale elektrische kracht op de dipool nul?



Figuur 3

- A Situatie 1.
 B Situatie 3.
 C Situaties 2 en 4.
 D Situaties 1 en 3.
 E Situaties 3 en 4.
 F Een andere combinatie van situaties.
 G Geen enkele (combinatie van) situatie(s).

Beweging in een elektrisch veld

- 7 [V] De versnelling van een geladen deeltje in het elektrisch veld tussen twee tegengesteld geladen platen hangt af van
 A de elektrische veldsterkte.
 B de elektrische veldsterkte en de lading van het deeltje.
 C de elektrische veldsterkte en de massa van het deeltje.
 D de elektrische veldsterkte en de lading en massa van het deeltje.
 E Geen van deze antwoorden is juist.
- 8 [V] De snelheid van een geladen deeltje na het doorlopen van het elektrisch veld tussen twee tegengesteld geladen platen hangt af van

- A de spanning over de platen.
 - B de lading en de massa van het deeltje.
 - C de spanning over de platen en de lading en massa van het deeltje.
 - D de afstand tussen de platen en de lading en massa van het deeltje.
 - E de spanning over en de afstand tussen de platen.
 - F Geen van deze antwoorden is juist.
- 9 [V] Na het doorlopen van het elektrisch veld tussen twee tegengesteld geladen platen heeft een elektrisch geladen deeltje vanuit stilstand een snelheid gekregen.
Als de spanning over de platen tweemaal zo groot is, is die snelheid
- A even groot.
 - B groter, maar minder dan tweemaal zo groot.
 - C tweemaal zo groot.
 - D viermaal zo groot.
- 10 [V] Een elektronenbundel wordt niet door de zwaartekracht naar beneden afgebogen omdat
- A het effect van de zwaartekracht op elektronen verwaarloosbaar klein is.
 - B de elektronen zo snel bewegen dat er onvoldoende tijd is om te vallen.
 - C de luchtweerstand die afbuiging tegenwerkt.
 - D de elektrische lading ervoor zorgt dat elektronen geen zwaartekracht voelen.
 - E Geen van deze verklaringen is juist.

Antwoorden meerkeuzevragen

1: D | 2: C | 3: E | 4: C | 5: E | 6: E | 7: D | 8: C | 9: B | 10: B

2 Tekenvragen

Elektrisch veld

- 11 [V] Teken in alle situaties (a t/m f) in figuur 4 het elektrische veld door middel van veldlijnen met de juiste richting.

- a Een positief geladen bol.



- b Een negatief geladen bol.



- c Een positief en een negatief geladen bol.



- d Twee positief geladen bollen.



e Twee negatief geladen bollen.

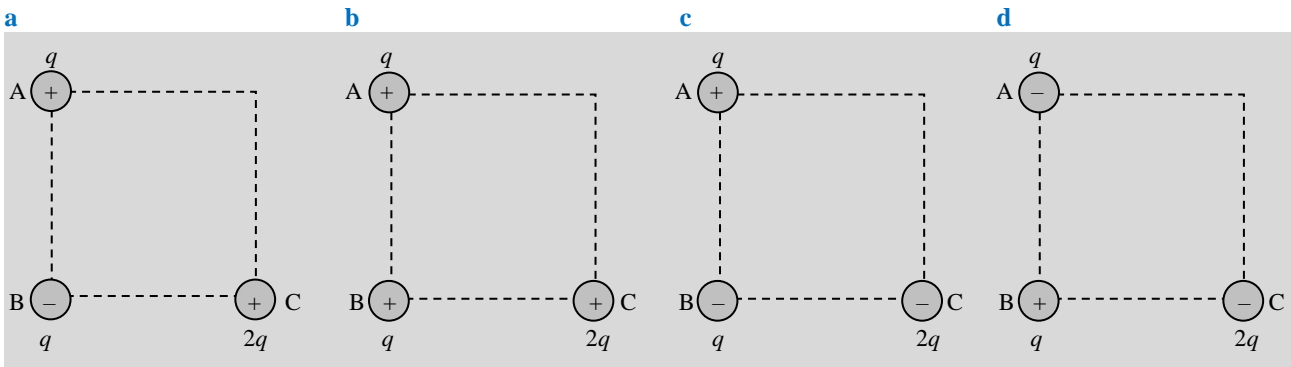


f Een positief en een negatief geladen plaat.



Figuur 4

12 [V] Teken in elk van de situaties (a t/m d) in figuur 5 de elektrische kracht op de lading in punt B als gevolg van de ladingen in punt A en C. Let op de grootte en de richting van deze elektrische kracht. Ga er daarbij van uit dat de kracht tussen twee ladingen q bij de gegeven onderlinge afstand een vectorpijl met een lengte van 1 cm is.



Figuur 5

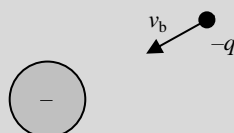
Beweging in een elektrisch veld

13 [V] In elke situatie van figuur 6 zie je een deeltje met lading $-q$ in het elektrisch veld van een of meer voorwerpen met een positieve en/of negatieve lading. Als het deeltje een beginsnelheid v_b heeft, is dat met een pijl aangegeven. Teken in elk van de situaties (a t/m e) de baan van het deeltje in het elektrisch veld en schrijf erbij welk soort beweging het deeltje uitvoert.

a Een negatief geladen deeltje zonder beginsnelheid in het elektrisch veld van een positief geladen bol.



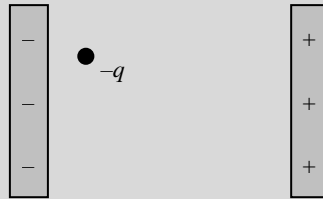
b Een negatief geladen deeltje met beginsnelheid in het elektrisch veld van een negatief geladen bol.



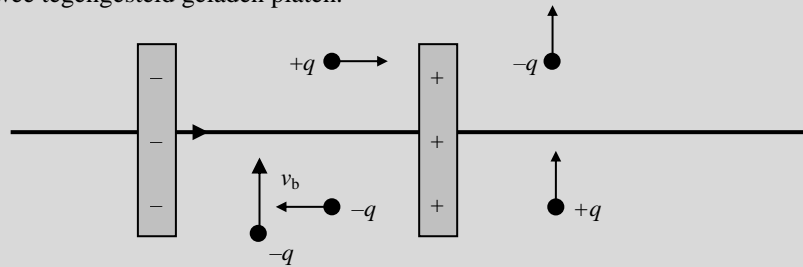
- c Een negatief geladen deeltje met beginsnelheid in het elektrisch veld van een positief geladen bol.



- d Een negatief geladen deeltje zonder beginsnelheid in het elektrisch veld tussen twee tegengesteld geladen platen.



- e Een negatief geladen deeltje met beginsnelheid in het elektrisch veld tussen twee tegengesteld geladen platen.



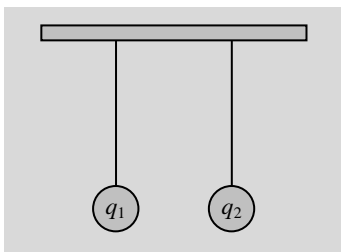
Figuur 6

3 Open vragen

Elektrisch veld

- 14 [V] In welke opzichten komt de wet van Coulomb voor de onderlinge kracht tussen twee geladen voorwerpen overeen met Newtons gravitatiewet? Wat zijn de verschillen tussen deze twee wetten?

- 15 [V] Hoe verandert de elektrische kracht die twee geladen voorwerpen op elkaar uitoefenen als zij tweemaal zo dicht bij elkaar worden gebracht? En hoe als ze tweemaal zo ver van elkaar worden gebracht?



Figuur 7

- 16 [V] In figuur 7 hangen twee geleidende bollen aan een niet-geleidende kabel. De twee bollen zijn even groot en hebben dezelfde massa. De bollen worden positief geladen met een lading $q_1 = Q$ en $q_2 = 3 \cdot Q$.

- a Nadat de bollen geladen zijn, maken de kabels een hoek α met de verticaal. Welke van de twee hoeken is het grootst: α_1 of α_2 ? Of zijn beide hoeken even groot?

Nu worden de twee bollen naar elkaar toe bewogen, zodat ze met elkaar in contact komen. Daarna worden de bollen weer losgelaten.

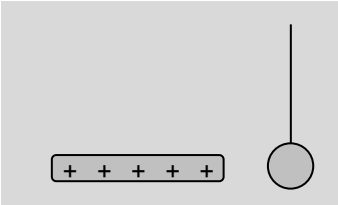
- b Welke van de twee hoeken is nu het grootst: α_1 of α_2 ? Of zijn ook in deze situatie beide hoeken even groot?

- c In welke situatie zijn de hoeken α het grootst: in de situatie van vraag a of in de situatie van vraag b?

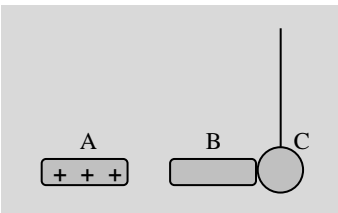
- 17 [V] Het oppervlak van een bolvormige rubber ballon is homogeen geladen. Nu



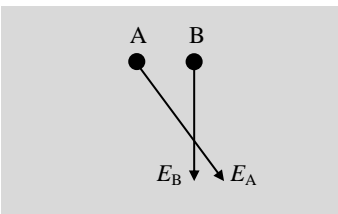
Figuur 8



Figuur 9



Figuur 10



Figuur 11

wordt de ballon verder opgeblazen, waarbij de ballon bolvormig blijft. Hoe verandert daarbij de elektrische veldsterkte

- a in een punt op enige afstand van de ballon?
- b op het oppervlak van de ballon?
- c binnen de ballon?

18 [V] In figuur 8 zie je een puntlading $+q$ midden tussen twee identieke puntladingen $+Q$.

- a Is de puntlading $+q$ in evenwicht? En zo ja: is dat evenwicht stabiel of instabiel?
- b Beantwoord dezelfde twee vragen voor het geval de lading $+q$ verandert in $-q$ (en de twee ladingen Q positief blijven).

19 [V] In figuur 9 zie je een geladen staaf in de buurt van een ongeladen, niet-geleidende bol die aan een kabel hangt.

- a Oefenen de staaf en de bol krachten op elkaar uit? Zo ja: schets de grootte en de richting van die krachten.
- b Beantwoord dezelfde twee vragen voor het geval van een geleidende bol.
- c Hoe groot is in beide gevallen de (totale) lading van de bol?
- d Zijn je antwoorden op de vragen a en b in strijd met de wet van Coulomb? Waarom wel of niet?

20 [V] In figuur 10 is staaf A een positief geladen isolator. Staaf B en bol C zijn geleiders die met elkaar in contact staan. Staaf B is vastgeklemd. Bol C hangt aan een kabel en kan dus vrij bewegen.

Beschrijf wat er gebeurt als A in de buurt van B wordt gebracht.

21 [V] Twee identieke ladingen $+q$ staan op een onderlinge afstand L . Is het mogelijk om ergens een derde lading q' neer te zetten, zodanig dat geen van de drie ladingen een elektrische kracht ondervindt? Zo ja: waar moet die lading q' dan staan en hoe groot is die lading? Zo nee: waarom kan dit niet?

22 [V] Waarom kunnen elektrische veldlijnen elkaar nooit snijden?

23 [V] In figuur 11 zie je twee punten (A en B) in een elektrisch veld. In beide punten is de elektrische veldsterkte E in die twee punten weergegeven. Is dit mogelijk? Zo nee, waarom niet. En zo ja, schets een mogelijk verloop van de elektrische veldlijnen door deze twee punten.

24 [V] Het elektrische veld van een geladen voorwerp wordt beschreven door de grootte 'elektrische veldsterkte' (symbool E). Waarom gebruiken we daarvoor zo'n nieuwe grootte, en niet de elektrische kracht?

25 [V] Een elektron is per definitie negatief geladen, en een proton positief. Zou het voor de interactie tussen geladen deeltjes verschil uitmaken als deze keuze in het verleden andersom was uitgevallen? Dus: als het elektron positief en het proton negatief geladen zou zijn?

Beweging in een elektrisch veld

26 [V] Een geladen deeltje bevindt zich in rust in een homogeen elektrisch veld.

- a Als het deeltje negatief is geladen, in welke richting zal het dan gaan bewegen? Neemt de potentiële energie (in dit geval dus elektrische energie) van het deeltje daarbij toe of af?
- b Geef antwoord op dezelfde vragen als het deeltje positief geladen is.

27 [V] Is het mogelijk dat een homogeen elektrisch veld de hieronder beschreven bewegingen van een geladen deeltje veroorzaakt? Leg uit waarom wel of niet. En zo ja: onder welke omstandigheden dat dan het geval is.

- a Een eenparige rechte beweging.
- b Een eenparige versnelde rechte beweging.

- c Een kromlijnige beweging (vergelijkbaar met de beweging bij een horizontale worp).
- d Een eenparige cirkelbeweging.

28 [V] Een elektrisch geladen deeltje doorloopt vanuit stilstand het homogeen elektrisch veld tussen twee tegengesteld geladen platen. Na het doorlopen van het elektrisch veld heeft het deeltje kinetische energie. Hoeveel keer zo groot is deze kinetische energie als de spanning over de platen tweemaal zo groot is? En hoeveel keer zo groot is dan de snelheid van het deeltje?

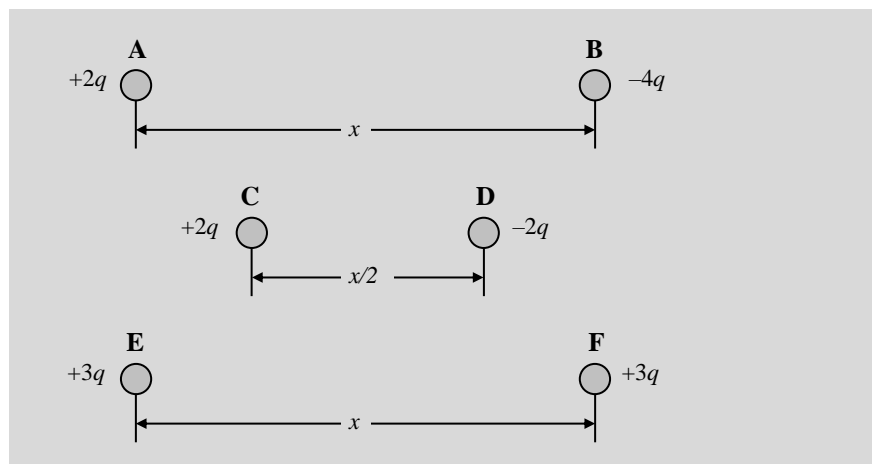
29 [V] Een elektron en een proton bevinden zich beide in eerste instantie in rust in het midden van een homogeen elektrisch veld tussen twee geladen platen. Vergelijk de elektrische kracht op deze deeltjes, hun bewegingsrichting, hun versnelling en hun snelheid als ze tegen de platen botsen.

4 Ordeningsvragen

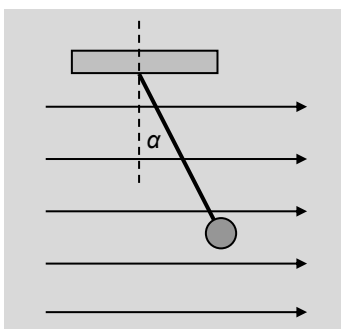
Bij de volgende ordeningsvragen zet je steeds een aantal situaties op volgorde. Als er twee of meer situaties zijn die gelijk 'scoren', dan komen die situaties op dezelfde plaats in jouw volgorde te staan. Je geeft dat bijvoorbeeld aan door ze te omcirkelen. En ten slotte leg je de redenering achter jouw volgorde uit.

Elektrisch veld

30 [V] In figuur 12 zie je drie verschillende situaties met twee geladen voorwerpen. Er is alleen interactie tussen de twee voorwerpen in een situatie (dus: tussen A en B, tussen C en D en tussen E en F). Zes de zes voorwerpen op volgorde op basis van de elektrische kracht op het voorwerp. Begin met het voorwerp waarop de elektrische kracht het grootst en aantrekkend is, en geef als laatste het voorwerp waarop de elektrische kracht het grootst en afstotend is.



Figuur 12



Figuur 13

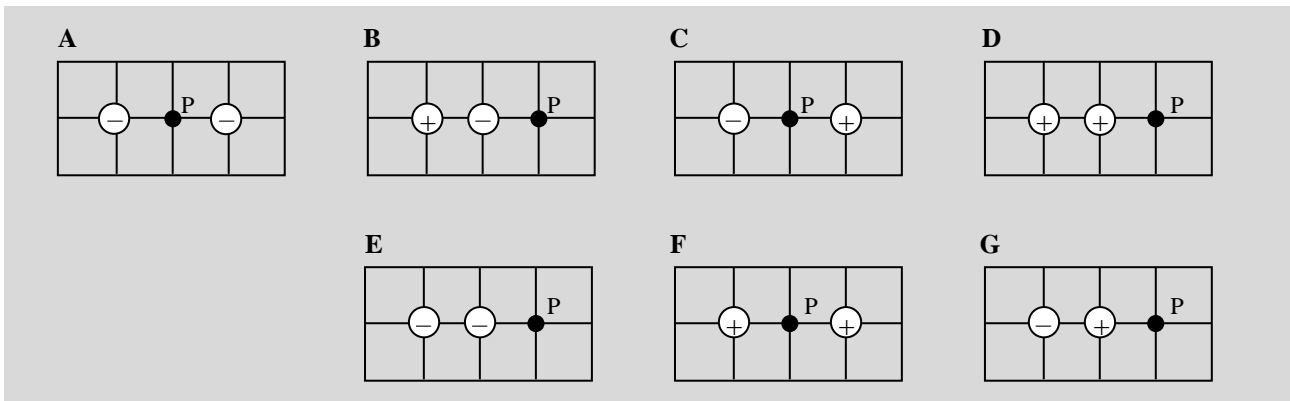
31 [V] Een elektrisch geladen bol hangt aan een draad in een homogeen elektrisch veld, zoals in figuur 13. De draad zal daardoor steeds een hoek α met de verticaal maken. In de tabel van figuur 14 staan zes combinaties van massa en lading.

	A	B	C	D	E	F
massa (g)	3	6	9	3	6	9
lading (nC)	8	4	2	2	8	4

Figuur 14

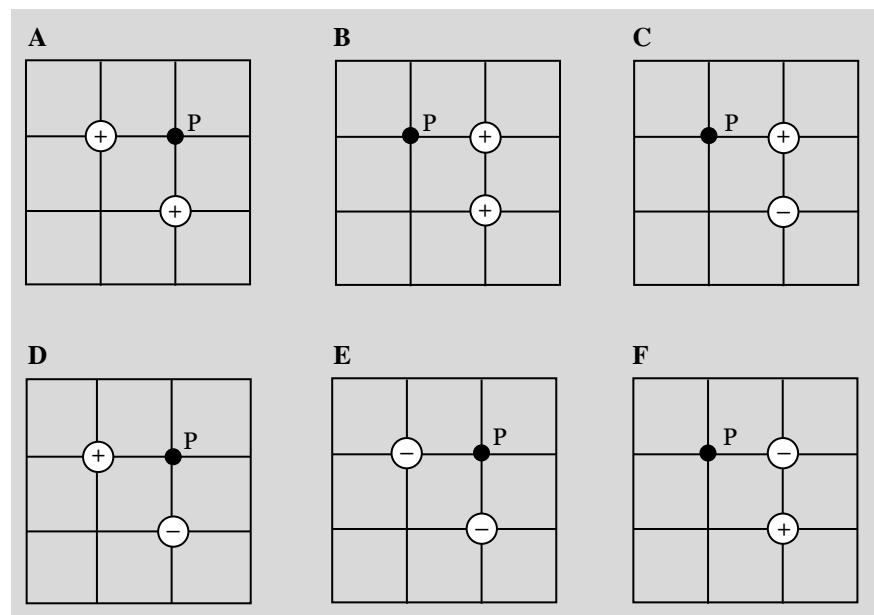
Zet de zes combinaties op volgorde op basis van de hoek α met de verticaal. Begin met de combinatie waarin de hoek α het grootst is.

- 32 [V] In figuur 15 zie je zeven situaties met twee elektrische ladingen. In elke situatie is ook een punt P aangegeven. Alle ladingen zijn even groot, maar verschillen van teken (positief of negatief). De ladingen en het punt P liggen steeds op een rechte lijn. De onderlinge afstanden tussen de ladingen en/of het punt P zijn steeds even groot. In punt P bevindt zich geen lading. En er zijn ook geen andere ladingen dan de twee die zijn weergegeven. Zet de zeven situaties op volgorde op basis van de elektrische veldsterkte in punt P. Begin met situatie waarin de elektrische veldsterkte het grootst is.



Figuur 15

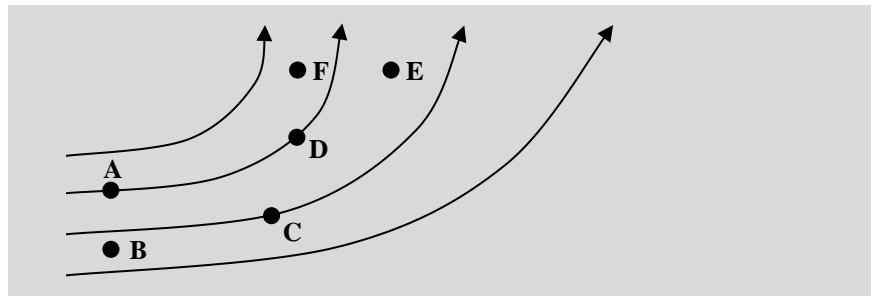
- 33 [V] In figuur 16 zie je zes situaties met twee elektrische ladingen. In elke situatie is ook een punt P aangegeven. Alle ladingen zijn even groot, maar verschillen van teken (positief of negatief). De ladingen en het punt P liggen steeds op een rechte lijn. De onderlinge afstanden tussen de ladingen en/of het punt P zijn steeds even groot. In punt P bevindt zich geen lading. En er zijn ook geen andere ladingen dan de twee die zijn weergegeven. Zet de zes situaties op volgorde op basis van de elektrische veldsterkte in punt P. Begin met situatie waarin de elektrische veldsterkte het grootst is.



Figuur 16

- 34 [V] In figuur 17 zijn de veldlijnen van een niet-homogeen elektrisch veld getekend. In dat veld zijn zes punten aangegeven. Zet de zes punten op volgorde op basis van de elektrische veldsterkte in dat

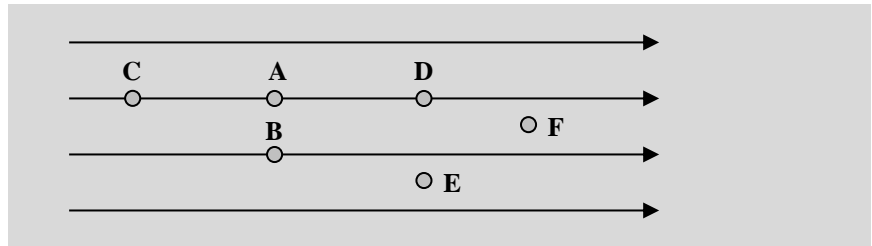
punt. Begin met het punt waarin de elektrische veldsterkte het grootst is.



Figuur 17

Beweging in een elektrisch veld

- 35 [V] In figuur 18 zijn de veldlijnen van een homogeen elektrisch veld getekend. In dat veld zijn zes geladen voorwerpen aangegeven. De lading van deze voorwerpen is even groot en positief. Zet de zes geladen voorwerpen op volgorde op basis van de elektrische kracht die ze in het veld ondervinden. Begin met het voorwerp waarop deze kracht het grootst is.



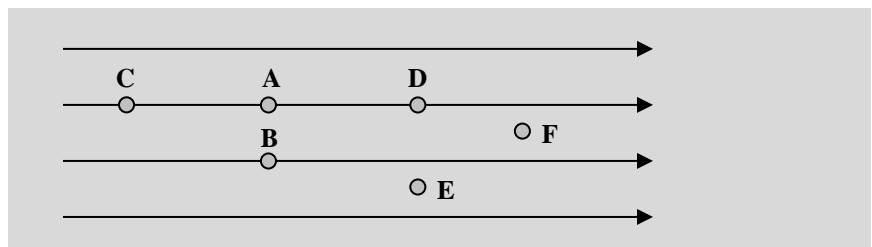
Figuur 18

- 36 [V] In figuur 20 zijn de veldlijnen van een homogeen elektrisch veld getekend. In dat veld zijn zes geladen voorwerpen aangegeven. De lading van deze voorwerpen is verschillend (zie de tabel van figuur 19).

voorwerp	A	B	C	D	E	F
lading	$+2q$	$+2q$	$+2q$	$+4q$	$+4q$	$+2q$

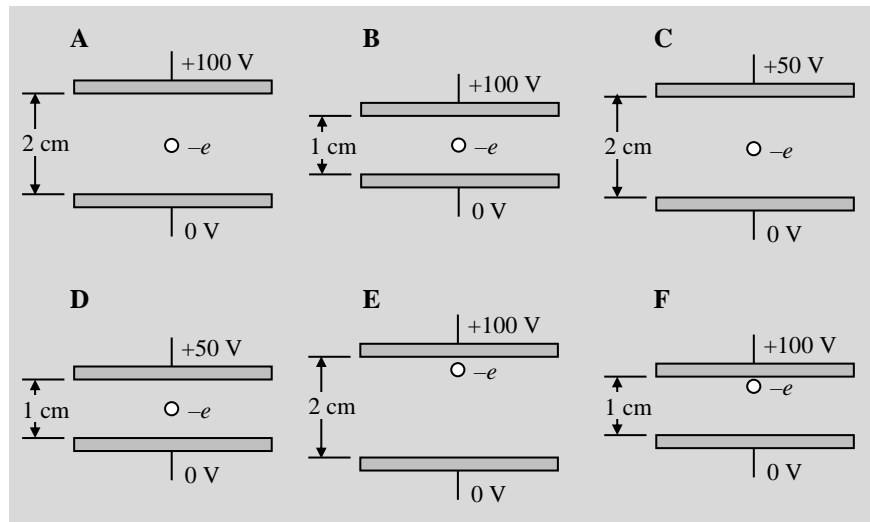
Figuur 19

Zet de zes geladen voorwerpen op volgorde op basis van de elektrische kracht die ze in het veld ondervinden. Begin met het voorwerp waarop deze kracht het grootst is.



Figuur 20

- 37 [V] In de zes situaties van figuur 21 bevindt een elektron zich in het (homogeen) elektrisch veld tussen twee geladen platen. Voor de veldsterkte E van het elektrisch veld tussen de platen geldt: $E = U/d$. Hierin is U de spanning over en d de afstand tussen de platen.
- a Zet de zes situaties op volgorde op basis van de elektrische kracht die het elektron in het veld ondervindt. Begin met de situatie waarin deze kracht het grootst is.



Figuur 21

- b** Zet de zes situaties op volgorde op basis van de potentiële energie (elektrische energie) van het elektron in het elektrisch veld. Begin met de situatie waarin deze energie het grootst is.
- c** Zet de zes situaties op volgorde op basis van de kinetische energie van het elektron bij aankomst op de onderste plaat. Begin met de situatie waarin deze energie het grootst is.