

# Examen Elektrodynamica juni 2022

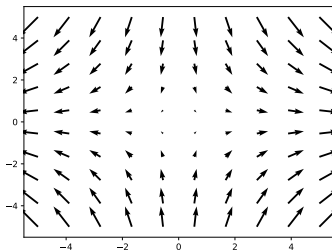
1. Uitleg (beetje) enkel nodig bij Vraag 3 en 6, elders volstaat een juist antwoord.
2. Tip: Vragen 1,2,3 zijn makkelijk. **Zoek niet naar verborgen subtiliteiten.**
3. Vraag 6 is wat lastiger, je krijgt enkel punten als het (bijna helemaal) juist is.
4. Succes!

1. (3pt) Beschouw de volgende vectorvelden

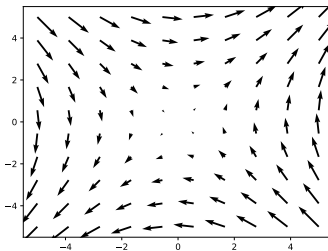
A)  $\mathbf{K} = x\hat{e}_x - y\hat{e}_y$

B)  $\mathbf{K} = y\hat{e}_x - x\hat{e}_y$

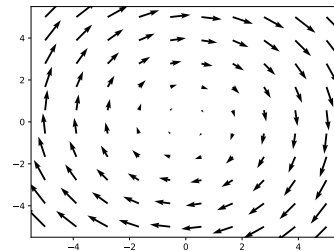
C)  $\mathbf{K} = y\hat{e}_x + x\hat{e}_y$



(Figuur 1)



(Figuur 2)



(Figuur 3)

a) Geef met letters  $A, B, C$  aan welke figuur bij welk veld hoort.

Figuur 1	Figuur 2	Figuur 3

b) Welke van deze velden kunnen een elektrostatisch veld voorstellen<sup>1</sup>? (Geef een deelverzameling van  $\{A, B, C\}$ ) ?

c) Welke van deze velden kunnen een magnetostatisch veld voorstellen? (Geef een deelverzameling van  $\{A, B, C\}$ ) ?

---

<sup>1</sup>Voor het geval je dit verwarrend vindt: je moet geen globaal probleem oplossen. Hier en in de volgende vragen wordt gewoon bedoeld: kunnen deze velden lokaal een elektro (of magneto)-statisch veld voorstellen. Bijvoorbeeld, het veld  $\hat{e}_x$  kan inderdaad lokaal een elektrisch veld voorstellen, namelijk dat van twee oneindige condensatorplaten met oneindige ladingsdichtheid die zich op oneindige afstand van elkaar bevinden

- d) Voor de velden die een magnetostatisch veld kunnen voorstellen, geef de stroomdichtheid (zonder eenheid)

2. (2pt) Zij  $s : \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}$  een scalair veld en  $\mathbf{K} : \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^3$  een vectorveld. Het veld  $\mathbf{K}$  is divergentieloos:  $\nabla \cdot \mathbf{K} = 0$ . Geef de nodige en voldoende voorwaarde opdat het veld

$$e^s \mathbf{K}$$

ook divergentieloos is:  $\nabla \cdot (e^s \mathbf{K}) = 0$ , in zo eenvoudig mogelijke vorm.

3. (2pt)

- a) Kan je altijd een  $\mathbf{k}$  kiezen zodat geldt  $V(\mathbf{r}, t) = C \cos(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega t)$  voor vrij te kiezen  $C, \mathbf{k}, \omega$ ? Leg zeer kort uit.

- b) Kan je altijd een  $\mathbf{k}$  kiezen zodat geldt  $\mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = C \hat{\mathbf{e}}_x \cos(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega t)$  voor vrij te kiezen  $C, \mathbf{k}, \omega$ ? Leg zeer kort uit.

4. (5pt) Andrea staat op een trein, helemaal achteraan. Ze schiet een pijl af die neerkomt helemaal vooraan de trein. In Andrea's stelsel is de snelheid van de pijl gelijk aan  $c/5$  en is de lengte van de trein gelijk aan  $150m$ . Boris staat op het perron. Hij ziet de trein aanstormen met een snelheid van  $3c/5$ . De volgende vragen refereren aan het stelsel van Boris.

a) Wat is de lengte van de trein?

b) Hoelang is de pijl onderweg?

c) Wat is de snelheid van de pijl?

d) Een andere trein komt met dezelfde snelheid  $3c/5$  vanuit de andere richting. Wat is de relatieve snelheid waarmee deze treinen elkaar naderen?

De volgende vragen refereren aan Andrea's stelsel.

e) Wat is de relatieve snelheid van de pijl ten opzichte van Boris?

f) Met welke snelheid ziet Andrea de andere trein naderen?

5. (4pt)

Een kubus heeft 6 zijvlakjes. We hebben 6 vierkante stickers die precies op die zijvlakjes passen. Door de zijden van die stickers vloeit een stroom van  $1A$ . De richting van de stroom is zodanig dat je de stroom in wijzerzin ziet draaien als je op de niet-klevende kant van een sticker kijkt.

a) Rangschik de volgende (deels) bekleefde kubussen volgens stijgend magnetisch veld op grote afstand  $r$  van de kubus.<sup>2</sup> Zet in vakje 1 de letter met het zwakste magnetisch veld en in vakje 5 de letter met het sterkste magnetische veld.

- A) Alle zijvlakjes bekleefd
- B) Vijf zijvlakjes bekleefd
- C) Twee aanliggende zijvlakjes niet bekleefd, de vier andere wel.
- D) Twee overstaande zijvlakjes niet bekleefd, de vier andere wel.
- E) Drie aanliggende zijvlakjes bekleefd<sup>3</sup>

1	2	3	4	5

b) In de limiet  $r \rightarrow \infty$ , is het veld in vakje 5  $x$  maal sterker dan het veld in vakje 4 en  $y$  maal sterker dan het veld in vakje 3. Geef  $x$  en  $y$

---

<sup>2</sup>Die velden zijn mogelijk hoekafhankelijk. Met sterkte bedoelen we dan bijvoorbeeld de gemiddelde veldsterkte  $|\mathbf{B}|$  over een bolschil met de kubus in het centrum.

<sup>3</sup>Dit betekent: die drie zijvlakjes hebben een gemeenschappelijk hoekpunt

6. (4pt) Een oneindige draad gericht volgens  $z$ -richting met uniforme lijnladingsdichtheid  $\lambda$  is in rust. Waarnemer  $W$  beweegt met snelheid  $v$  volgens  $x$ -richting. In het stelsel van  $W$  zal het elektrisch veld meebewegen met de draad. Beschrijf het elektrisch veld in het stelsel van  $W$  **relatief ten opzichte van de draad**. Je moet dus expliciet een tijds-onafhankelijk veld geven dat bovendien slechts van 2 coördinaten kan afhangen. Geef duidelijk aan wat voor coördinaten je gebruikt. Bespreek kort dit veld in de limiet  $v \rightarrow c$