

# Fysica van de Gecondenseerde Materie: Examen

18 Juni 2018

## 1 Harde Materie

De eerste vraag was mondeling, en de andere waren schriftelijk.

1. Hoe kan men in de praktijk de 2 bijdragen van de warmtecapaciteit van een metaal van mekaar onderscheiden bij voldoende lage temperaturen? Blijven deze bijdragen even belangrijk bij kamertemperatuur? Wat is de invloed van de zogenaamde "heavy fermions" op dit belang bij kamertemperatuur?
2. Wat kan men uit het temperatuursverloop van de warmtecapaciteit van een supergeleider leren in verband met i) de aard van de supergeleidende overgang, ii) de fractie van de geleidingslektronen die deelnemen aan de overgang, en iii) het optreden van de energiekloof in de energietoestand.
3. Bereken hoe de Fermi-energie afhangt van de elektronendichtheid voor een 1D en een 2D gas van vrije elektronen. Bereken de toestandsdichtheid als functie van  $\epsilon$  voor  $D = 1$  en  $D = 2$ . Leid hieruit een impliciete vergelijkingen af die toelaten om de temperatuursafhankelijkheid van de chemische potentiaal te bepalen voor  $D = 1$  en  $D = 2$ . (Deze moest je niet oplossen)

## 2 Zachte materie

De eerste twee vragen waren mondeling bij prof. Wubbenhorst en de derde bij prof. Lettinga.

1. Vloeibare kristallen :
  - (a) Beschrijf de basis aannames en de hoofdresultaten van de Maier-Saupe theorie.
  - (b) Schets de nematische ordeparameter als functie van de temperatuur.
  - (c) Leg de termen oververhitting en onderkoeling van de NI-faseovergang uit op basis van de vrije energie.
2. Vloeibare kristallen :
  - (a) Waarom zijn polymeren minder goed mengbaar dan eenvoudige vloeistoffen? Wat is de rol en betekenis van de interactieparameter  $\chi$ ?
  - (b) Beschrijf de molgewichtafhankelijkheid van de viscositeit voor polymersmelten voor lage en hoge molgewichten. Leg het reptatiemodel uit.
3. Colloïdes / self-assembly :

Opgave 1:  
Een bacterie houdt op met zwemmen. Beschrijf wat er gebeurt vanaf dat moment en geef een kwantitatief argument waarom.

Opgave 2:  
Di-block polymeren bestaan uit hydrofoob apolaire polymeren (met molaire massa  $M_a$ ) en hydrofiel polaire polymeren (met molaire massa  $M_p$ ). Bij voldoende hoge concentratie in water vormen zich sferische micellen als  $M_p/M_a$  klein is en in cilindervormige als  $M_p/M_a \sim 1$ .

  - (a) Geef de kwalitatieve redenen voor dit gedrag. Kan je dit ook kwantitatief?

- (b) De cilindrische micellen zijn zo stijf dat ze beschouwd kunnen worden als colloïdale staven. Geef aan welke faseovergangen er wel en niet plaats zullen vinden bij het verhogen van de concentratie van deze staven. Wat is de reden voor deze faseovergangen? Geef een kwalitatief argument.
- (c) Pluronics zijn tri-block polymeren, bestaande uit twee hydrofobe polymeren aan beide kanten van een hydrofiel polymeer. Bij relatief lage concentraties vormen zich micellen, waarbij de hydrofobe groepen in dezelfde kern steken via een loop van het hydrofiel polymeer dat in het water steekt. Bij hoge concentraties vormen zich bruggen tussen de kernen door polymeren die de hydrofobe groep in twee verschillende kernen steekt. Leg aan de hand van 2 relevante parameters uit waarom dit systeem makkelijk een gel kan vormen en waarom het een fysische gel is.