

Bijlage A - Kennis- en innovatievragen

1. Chemical Technologies

ST1-1 (Bio)Process Technology

- Q1: Ontwikkel duurzame en effectieve conversie van biomassa naar grondstoffen en specialty chemicals middels micro-organismen bijv voor afvalwater conversie

ST1-2 Analytic Technologies

- Q2: Ontwikkel micro-analytische systemen om real-time te kunnen meten aan cellulaire structuren en lichaamsvocht met daarbij de technieken voor een multiscale analyse van de lokale moleculaire processen en de daaraan gerelateerde ziektebeelden

ST1-3 Catalysis

- Q3: Ontwikkel goedkope katalysatoren bestaande uit veelvoorkomende materialen, zodat ook bij lage temperaturen tot een goede selectiviteit en een hoge conversie-snelheid bereikt kan worden.
- Q4: Onderzoek aan het mechanisme van katalyse op atomair niveau onder operando condities.

ST1-4 Electrification / Hydrogen Technology / Power to Gas

- Q5: Ontwikkel goedkope en efficiënte electrochemische processen voor de conversie van H₂O, CO₂, N₂, of biomassa naar brandstoffen en grondstoffen voor de chemische industrie en neem daarbij expliciet de benodigde opschaling van deze processen (tot GW niveau) mee in het ontwerp.
- Q6: Ontwikkel goedkope vermogenselectronica voor de aansturing van grootschalige electrochemische systemen (bijv. batterijen) en processen (bijv. electrolyse) m.n. voor de werking onder fluctuerende condities.

ST1-5 Microreactors

- Q7: Exploreer de rol van microreactoren in decentrale chemische processen, inclusief elektrisch gedreven processen, m.n. met het oog op het ontwikkelen van klein-schalige chemische processen die onder fluctuerende condities werken.

ST1-6 Separation Technology

- Q8: Ontwikkel scheidingstechnologie (membranen + sorptiematerialen) die bij een lage temperatuur een hoog scheidingspercentage /rendement bereikt; zodat bijv. energievragende destillatie-processen vermeden kunnen worden.
- Q9: Ontwikkel nieuwe ion-scheidingsmembranen (kationisch, anionisch en bipolair) voor electrochemische conversie en energie-opwekking.

2. Digital Technologies

ST2-1 Artificial Intelligence

- Q1: Wat zijn optimale hardware en software combinaties van AI?
- Q2: Op welke wijze kunnen we deep-learning architecturen data-efficiënt trainen door expert kennis toe te voegen?

- Q3: Hoe kunnen mens en machine beter samenwerken door machine-learning technieken en logische redeneringen te combineren?
- Q4: Waar en op welke wijze kunnen we domein-onafhankelijke ontwikkelingen in de AI effectief toepassen (zoals in computer vision, NLP, information retrieval en robotica)?
- Q5: In hoeverre kunnen we AI systemen ontwerpen die betrouwbaar en verantwoordelijk gedrag vertonen in autonome intelligente systemen?

ST2-2 Big Data and Data Analytics

- Q6: In hoeverre kunnen we (mogelijkerwijs kwalitatief slechte) data van gedistribueerde en heterogene bronnen automatisch combineren tot resultaten met aantoonbare kwaliteit (gemeten langs diverse dimensies zoals precisie en betrouwbaarheid)?
- Q7: Als databronnen blijven groeien in omvang, aantal, verspreiding en complexiteit, hoe zien data-verwerkende systemen er dan uit die langs meerdere dimensies schaalbaar zijn?

ST2-3 Blockchain

- Q8: Wat zijn de funderende kerntechnologieën die blockchains in staat stellen efficiënt te schalen, veilig en betrouwbaar te zijn en in het algemeen aan hoge kwaliteitsstandaarden te voldoen?

ST2-4 Encryption Technologies / Digital Security

- Q9: Welke methoden en technieken moeten we ontwikkelen om tot systemen te komen die aantoonbaar veilig zijn, de privacy van gebruikers beschermen, en voldoen aan een verscheidenheid van extern opgelegde richtlijnen en regels?

ST2-5 High Performance, Grid, Cloud Computing

- Q10: Wat zijn de geschikte methoden en technieken in hardware/software co-design voor de volgende generatie (genetwerkte) computersystemen?

3. Engineering and Fabrication Technologies

ST3-1 (Opto)Mechatronics

- Q1: Hoe kunnen we (opto-)mechanische en (opto-)mechatronische systemen in extreme condities modelleren en gebruiken?

ST3-2 Additive Manufacturing

- Q2: Hoe kunnen we gebruik maken van het op verschillende schalen mengen van materialen of gebruik te maken van combinaties van materialen?
- Q3: Hoe kunnen gebruik maken van de ontwerpvrijheden om bijvoorbeeld lichte constructies maken en welke ontwerphulpmiddelen zijn daarbij nodig?

ST3-3 Cyberphysical Systems

- Q4: What are the mathematical foundations to effectively deal with the combined discrete, continuous and stochastic behavior of cyber-physical systems?
- Q5: What do multi-paradigm engineering methods look like, leveraging the synergy between control, communication, software, networking and embedded computing disciplines.
- Q6: How to design safe autonomous evolvable cyber-physical systems that are continuously adapting to their changing environment?

ST3-4 High Frequency and Mixed Signal Technologies

- Q7: Hoe kunnen we energiezuinige en snelle elektronica ontwerpen voor high-speed, draadloze communicatie inclusief de bijbehorende backhaul netwerken?
- Q8: Hoe kunnen we energiezuinige en precieze elektronische sensor en actuator interfaces maken voor omzetting tussen fysische grootheden van en naar digitaal?
- Q9: Hoe kunnen we optimale High Frequency & Mixed Signal circuits maken in toekomstige nano-schaal technologieën?

ST3-5 Imaging Technologies

- Q10: Het ontwikkelen van multi-modale en hybride technieken of detectoren om gelijktijdig verschillende data-typen te correleren, om huidige limitaties in resolutie te overkomen, om data over verschillende lengte- of tijdschalen te correleren, of om minimaal of niet-destructief te meten.

ST3-6 Robotics

- Q11: Hoe kunnen we zachte robots realiseren waarin sensoren, structuur, intelligentie en actuatie in hoge mate geïntegreerd zijn, onder andere door gebruik te maken van nieuwe materialen en nieuwe productietechnieken zoals 'additive manufacturing'?
- Q12: Hoe kunnen we bereiken dat robots zich effectief en efficiënt kunnen aanpassen aan hun omgeving en nieuwe vaardigheden kunnen leren, net zoals veel dieren dat kunnen?
- Q13: Hoe kunnen we robots en mensen effectief laten samenwerken en interacteren binnen en buiten het menselijk lichaam, zowel fysiek, haptisch, maar ook sociaal en cognitief? Waarbij ethische, juridische en filosofische vraagstukken aandacht behoeven.

ST3-7 Sensors and Actuators

- Q14: Hoe ontwikkelen we sensoren met hoge performance (zuinigheid, snelheid, precisie, mogelijkheden, flexibiliteit)
- Q15: Hoe ontwikkelen we nieuwe type sensoren (bijv bio, snelle H2 meter)?
- Q16: Hoe kunnen we op een innovatieve manier sensoren en actuatoren gebruiken? (inzet in systemen, patiëntenzorg, spijsvertering, slimme materialen voor efficiënte constructies etc)
- Q17: Kunnen we eigenschappen van sensoren gebruiken voor slimme elektronische uitlezing voor sensoren of aansturing van actuatoren?

4. Photonics and Light Technologies

ST4-1 Imaging Technologies

- Q1: Hoe kunnen we nauwkeurigere, sneller, niet- en minieme invasieve, functionele en anatomische imaging technieken ontwikkelen om weefsels en stromingen in het lichaam te karakteriseren met geen of minimale stralingsbelasting?
- Q2: Kunnen wij de resolutie en betaalbaarheid van conventionele optische imaging technieken, bijvoorbeeld voor de halfgeleiderindustrie, verbeteren door adaptieve- of near-field optiek of AI toe te voegen?

ST4-2 Integrated Photonics

- Q3: Hoe komen we naar fundamentele limieten van energiezuinig en breedband datatransport, signaalprocessing en sensing?

- Q4: Welke materialen, componenten en fabricageprocessen kunnen worden gebruikt om fotonische circuits te realiseren met de complexiteit en betrouwbaarheid vereist voor grootschalig toepassingen?
- Q5: Kunnen we geïntegreerde fotonica gebruiken voor het ontwikkelen van applicaties met extreem gevoelige (sub-nanostrain, sub-picometer displacement, part per billion ...) optische sensoren?

ST4-3 Photon Generation and Detection Technologies

- Q6: Kunnen wij de vereiste lichtbronnen, detectoren en circuits ontwikkelen om veilige quantum-communicatie en gevoelige quantum sensoren in praktijk te brengen?

ST4-4 Photonic / Electronic Co-integration

- Q7: Kunnen de functies van elektronica en fotonica tezamen gecombineerd worden in een enkel geïntegreerd circuit?

ST4-5 Photovoltaics

- Q8: Hoe realiseren we zonder kostenverhoging fotovoltaïsche cellen met een hoger rendement dan conventionele cellen (veelal Si zonnecel) op basis van stabiele, duurzame, niet toxische en recyclebare materialen?

5. Advanced Materials

- Q1: Wat zijn de relevante mechanismen en relaties tussen proces, structuur en eigenschappen van materialen, in bulk en oppervlakken, en hoe kunnen we met deze inzichten hun eigenschappen en toepassingen ontwerpen en optimaliseren?

ST5-1 Bio(related) and Soft Materials

- Q2: Kunnen we biomaterialen begrijpen en daardoor beter gebruiken voor medische en materiaaltoepassingen?
- Q3: Kunnen we de structurele en biomechanische eigenschappen functionaliseren met gericht onderzoek naar fysische en fysisch-chemische eigenschappen van materialen?

ST5-2 Composites and Ceramics

- Q4: Hoe ontwikkelen we realistische recycling routes voor composiet & samengestelde materialen.
- Q5: Hoe ontwikkelen we nieuwe methodes om de productie van composieten op te schalen en de proces-snelheid te verhogen?

ST5-3 Designer and Meta Materials

- Q6: Hoe ontwikkelen we nieuwe design toolboxen om 2D en 3D metamaterialen te realiseren met specifieke mechanische, elektrische, en/of optische eigenschappen en toepassingen?

ST5-4 Energy Conversion Materials

- Q7: Hoe kunnen we nieuwe materialen en geometrieën ontwikkelen voor efficiënte en grootschalige omzetting van zonne-energie in elektriciteit en/of warmte, en de omzetting van elektriciteit in warmte en/of brandstoffen?

ST5-5 Energy Storage Materials

•Q8: Hoe ontwikkelen we nieuwe materialen voor energieopslag (elektriciteit, warmte) met een hogere energiedichtheid, lage kosten en lange levensduur voor zowel korte- als lange-termijn opslag?

ST5-6 Optical, Electronic, Magnetic Materials

•Q9: Hoe ontwikkelen we nieuwe materialen voor de ontwikkeling van energie-efficiënte (en flexibele) elektronica in hightech toepassingen?

ST5-7 Smart, Self-healing, Self-organising Materials

•Q10: Hoe ontwikkelen we nieuwe materialen die als gevolg van een (externe) trigger hun functie of structuur dynamisch aanpassen?

ST5-8 Structural materials

•Q11: Wat zijn de fenomenen op microscopische schaal die leiden tot macroscopisch falen van een constructief materiaal en hoe kan die kennis gebruikt worden om sterke, lichte en goed verwerkbare materialen te ontwikkelen?

ST5-9 Thin Films and Coatings

•Q12: Hoe realiseren we effectieve coatings voor nieuwe high-tech systemen, levensmiddelen, en ander toepassingen, en coatings die hun functie aanpassen aan hun omgeving?

6. Quantum Technologies

ST6-1 Quantum Communication

•Q1: Kunnen wij een hybride grond & satelliet-gebaseerd netwerk bouwen voor intrinsiek veilige communicatie en andere communicatietoepassingen op basis van quantum verstrengeling voor heel Nederland?

•Q2: Met welke nieuwe encryptietechnieken kunnen wij nu al data opslaan die ook in de toekomst beveiliging biedt tegen de rekenkracht van toekomstige quantumcomputers?

ST6-2 Quantum Computing

•Q3: Kunnen wij een eerste generatie (NISQ) quantumcomputers ontwikkelen op basis van 50 tot 100 qubits voor een selectie van toepassingen buiten het bereik van supercomputers (o.a. simulaties aan quantum-systemen), en via internet toegankelijk maken voor gebruikers en applicatieontwikkelaars?

•Q4: Kunnen wij de materialen, productietechnologieën, elektronica en architecturen ontwikkelen voor de (fault tolerant) quantumcomputer van de toekomst en middels 'demonstrators' de uitdagingen in de integratie met ICT en mogelijke applicaties in kaart brengen?

•Q5: Kunnen wij quantum-deeltjes, zoals Majorana-deeltjes, voldoende controleren en manipuleren voor stabiele en alternatieve concepten voor quantum computing?

•Q6: Kunnen wij met specifieke quantum-systemen eerder en effectiever single-purpose quantum-simulaties uitvoeren dan met een quantumcomputer?

ST6-3 Quantum Sensors and Metrology

•Q7: Kunnen sensoren op basis van de quantumeigenschappen superpositie of verstrengeling leiden tot hogere gevoeligheden en lagere detectielimieten?

7. Life Science Technologies

ST7-1 Bio-catalysis

•Q1: Biokatalyse maakt de resourcebesparende synthese van belangrijke chemicaliën van het dagelijks leven mogelijk. Vermeldenswaard zijn hier de milde reactieomstandigheden (laag energieverbruik) en de hoge selectiviteit (hoge opbrengsten van de gewenste producten). Meer onderzoek op het gebied van biokatalyse is onmisbaar voor een biobased economy.

ST7-2 Bio-chips and Bio-sensors

•Q2: Hoe kunnen wij betrouwbaar implantaten (sensoren of/of actuatoren) maken die medische aandoeningen monitoren en/of behandelen?

•Q3: Hoe ontwikkelen wij medische apparaten voor het monitoren van lichaamsparameters en aandoeningen, onzichtbaar op de huid of makkelijk toegankelijk in huis of eerstelijns zorg, t.b.v. preventieve gezondheidszorg of het monitoren van chronische ziekten?

ST7-3 Bio-fabrication

•Q5: Hoe kunnen we met innovatieve fabricagemethoden, al dan niet met cellen, nieuwe modelsystemen fabriceren die (deels) de functies van organen simuleren of overnemen?

ST7-4 Gene Editing / Precise Genetic Engineering

•Q6: Hoe kunnen we ons inzicht zodanig vergroten dat we in staat zijn om cellen en organismen aan te passen om ziektes te voorkomen of om productie van (bio)grondstoffen en medicijnen te optimaliseren?

ST7-5 Genomics / Proteomics / Metabolomics / Glycosmis / X-omics

•Q7: Hoe kunnen we ons inzicht vergroten van het ontstaan en progressie van ziekten door integratie en combinatie van omics-technieken.

ST7-6 Industrial Bio-technology (white)

•Q8: Hoe kan binnen de industriële biotechnologie de overstap worden gemaakt van batch reacties naar continue processen resulterend in lagere reactievolumes en hogere veiligheid, duurzaamheid en circulariteit?

ST7-7 Nanomedicine

•Q9: Ontwerpen van nieuwe nanogeneeskundetechnieken voor de cel-specifieke medicijnafgifte en actieve drugtargeting.

ST7-8 Organ-on-Chip

•Q10: Hoe kunnen wij Organ-on-Chip modelsystemen ontwikkelen die diverse interacterende orgaansystemen nabootsen (voor een beter begrip van ziekten, testen van medicijnen/voeding/cosmetica/chemische stoffen etc. en personaliseren van behandeling)?

ST7-9 Stem Cell Technology

•Q11: Hoe kunnen 3D menselijke organoïden of organ-on-chip devices gerealiseerd worden die de menselijke orgaanconstructie en -functie kunnen nabootsen, met behulp van humane volwassenen of geïnduceerde pluripotente stamcellen (controle, van patiënten afgeleid en/of genetisch

gemodificeerd), voor voorspelbare ziektemodellering ('personalized medicine') of weefsel/orgaantransplantatie ('regenerative medicine')?

ST7-10 Synthetic Cell Technology

•Q12: Kunnen we nieuwe bioplastics, medicijnen en andere high-end chemicals in synthetische cellen produceren?

8. Nanotechnologies

ST8-1 Bio-nanotechnology

•Q1: Hoe kan nanotechnologie, met name (functionele)nanosystemen, het gedrag van tumoren beïnvloeden? Zijn we in staat om met functionele nanodeeltjes, zoals ijzeroxide, de micro-omgeving van tumoren te her-programmeren en zodoende groei te remmen.

ST8-2 Micro and Nano Fluidics

•Q2: Kunnen we met lab-on-a-chip technologie, als platform voor nanofluidica, op moleculaire schaal ziektes detecteren voor vroegdiagnostiek. Kunnen we gebruikmakend van dezelfde technologie fysiologische functies in organen en fundamentele chemische en scheidingsprocessen bestuderen.

ST8-3 Nanomanufacturing

•Q3: Kunnen we preparatietechnieken ontwikkelen waarbij we in staat zijn om atomaire controle over compositie en structuur van materialen te realiseren, zowel voor fundamentele studies op het gebied van (interactie-)eigenschappen van materialen als voor het opschalen naar large-scale toepassingen.

ST8-4 Nanomaterials

•Q4: Zijn we in staat om met geavanceerde technieken en artificial intelligence methodes (zelflerende machines) op de nanoschaal fysische en chemische eigenschappen van materialen te beïnvloeden en zodoende deze eigenschappen significant te verbeteren.

ST8-5 Nanoscale Devices

•Q5: Hoe kunnen die eigenschappen van elektronen, fotonen, ionen, spins, fononen, etc. die specifiek optreden op de nanoschaal efficiënt geïntegreerd worden in sensoren en devices voor het verbeteren van prestaties, zoals gevoeligheid en toepasbaarheid. Denk hierbij aan monitoren van gezondheid en intensieve landbouw, maar ook voor low power communicatie en energieopslag.

ST8-6 Semiconductor Devices

•Q6: Hoe kunnen we gebruikmaken van halfgeleidertechnologie om devices en schakelingen te maken met nieuwe functies (bijvoorbeeld fotonisch, RF, hoogspanning, hoge snelheid, ultralaag vermogen, energieopslag) die verder gaan dan de conventionele geschaalde CMOS-technologie (More than Moore)?

•Q7: Hoe kunnen we energiezuinige ICT devices en schakelingen ontwikkelen, als alternatief voor de huidige energie-intensieve computerarchitectuur, bijvoorbeeld op basis van neuromorfe technieken die zijn gebaseerd op de efficiënte werking van het menselijk brein?