

ERFARING MED DIGITAL EKSAMEN I INSPERA FOR TMT4320 NANOMATERIALER

En erfaringsoverføring

Sammendrag

Første gjennomføring av digital eksamen i TMT4320 Nanomaterialer ble utført høsten 2018. Emnet er et 3.-/4.årskurs med 70-100 studenter og består hovedsakelig av å kunne forklare og forstå ulike aspekter ved syntese, karakterisering og anvendelse av ulike nanomaterialer. Tidligere analoge eksamener har bestått av langsvarsoppgaver med instruks om å tegne figurer, og dette utgjorde også omtrent 60 % av den digitale eksamenen høsten 2018. Studentene ble informert om muligheten for å levere digitale håndtegninger i tillegg til scantron-ark. Omtrent 80 % av studentene leverte gode digitale håndtegninger ved hjelp av Insperas digitale tegneverktøy. Omtrent 40 % av eksamen besto av automatisk vurderte oppgaver, hovedsakelig flervalg med ett riktig svar, nedtrekk, paring og dra-og-slipp. Ved å bruke god tid på å utforme disse oppgavene ble det mulig å teste studentene på en god og effektiv måte. Oppgavesettet ble godt mottatt av studentene og sensuren gikk raskere sammenlignet med analog eksamen. Muligheten for å hente ut tidsbruk for hver kandidat var meget nyttig for å kunne avgjøre om arbeidsmengden var passelig for studentene.

Susanne Linn Skjærvø

Førstelektor ved Institutt for materialteknologi, NTNU
7. juni 2019

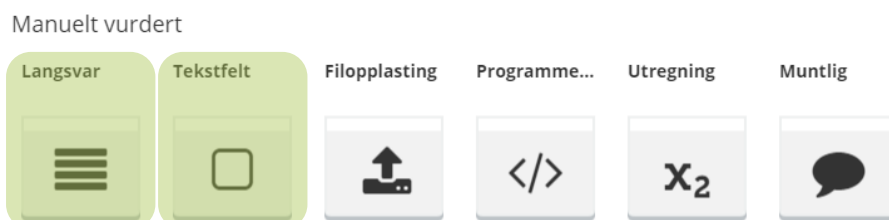
Innholdsfortegnelse

Beskrivelse av emnet og tidligere eksamener	1
Nye muligheter med digital vurdering.....	2
Erfaringer med bruk av automatisk vurderte oppgaver	2
Å lage oppgaver: det tar tid å klatre oppover i læringspyramiden.....	2
Studentenes opplevelse: studentene er tilpasningsdyktige	5
Sensur: forvent det uventede	5
Andre erfaringer.....	6
Insperas Monitor-funksjon: vurder størrelsen på oppgavesettet	6
Tegneverktøyet i Inspera: ikke undervurder studentenes digitale tegneferdigheter	7
Vedlegg: Emnebeskrivelse TMT4320 Nanomaterialer.....	8

Beskrivelse av emnet og tidligere eksamener

Høsten 2018 be den første digitale eksamen gjennomført for TMT4320 Nanomaterialer. Dette er et emne med stort pensum, hvor hovedfokus er å forstå hvordan størrelse påvirker egenskapene til materialer. Studenten skal også kunne forklare og trekke paralleller mellom ulike kjemiske og fysiske metoder for syntese og karakterisering av nanomaterialer. Emnet kan tas av 3. og 4. årsstudenter ved ulike studieprogram på NV-fakultetet og den totale studentmengden har ofte vært mellom 70 og 100 studenter (se vedlegg for emnebeskrivelse).

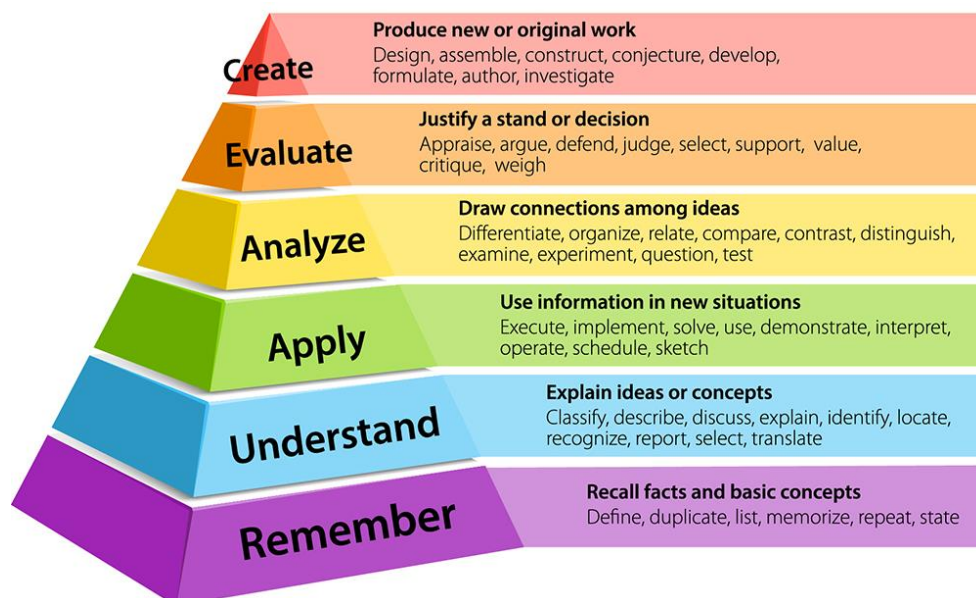
Tidligere eksamener i emnet vært analoge og bestått hovedsakelig av typiske langsvarsoppgaver hvor studentene har blitt bedt om å beskrive og forklare ulike størrelseeffekter, metoder for syntese og karakterisering, samt klassifisering og bruk. For å teste studentenes kreative evne har én av oppgavene bedt om at studentene skal foreslå og beskrive en metode for å produsere en definert geometri av et spesifikt materiale. Alle disse oppgavene kan overføres direkte til Inspera som manuelt vurderte langsvarsoppgaver eller tekstfeltoppgaver (enkel tekst uten mulighet for formatering, digitale skisser etc.), med eller uten mulighet for innskanning av håndtegninger (se Figur 1). Det ble likevel tatt en avgjørelse om å utforske mulighetene utover dette ved å benytte de automatisk vurderte oppgavetyperne til Inspera for deler av eksamen.



Figur 1 Manuelt vurderte langsvarsoppgaver kan man enkelt lage i Inspera ved å bruke oppgavetyperne «langsvar» eller «tekstfelt», hvor sistnevnte gir færre formateringsmuligheter.

Nye muligheter med digital vurdering

Å vurdere studentene godt og effektivt i henhold til læringsmålene skal alltid være fokuset når man lager eksamen. Kan man øke effektiviteten med automatisk vurderte oppgaver uten at det skal gå på bekostning av kvaliteten? Min erfaring er at det er mulig, så lenge man ikke forsøker å teste *de høyeste* nivåene av læring hos studentene med automatisk vurderte oppgaver. Slike læringsnivåer kan beskrives på flere vis, blant annet ved hjelp av Blooms taksonomi (se Figur 2). En typisk skriftlig eksamen bør dekke de fire midterste nivåene («understand», «apply», «analyze» og «evaluate») i større eller mindre grad, mens det øverste nivået («create») er typisk for master- og doktoravhandlinger. De nederste nivåene er enkle å teste med automatisk vurderte oppgaver mens de øverste tester man best med tradisjonelle langsvarsoppgaver og eventuelt bruk av tredjeparts programvare. Med utgangspunkt i denne rasjonaliseringen endte jeg opp med en eksamen bestående av ca. 40 % automatisk vurderte oppgaver (basert på poeng), mens resten var langsvarsoppgaver eller tekstfeltoppgaver. Dette sparte meg mye tid under sensureringsprosessen, og et grovt estimat er at jeg brukte halvparten så lang tid som jeg ellers ville gjort. Denne tidsbesparingen kan nok også delvis forklares med at det er betydelig enklere å vurdere langsvarsoppgaver som ikke har blitt skrevet med kryptisk håndskrift, samt at man slipper å bla i store mengder med papir.



Figur 2 Blooms taksonomi beskriver ulike læringsnivåer
(<https://www.turtlelake.k12.wi.us/faculty/wmarek/bloomstaxonomy.cfm>)

Erfaringer med bruk av automatisk vurderte oppgaver

Å lage oppgaver: det tar tid å klatre oppover i læringspyramiden

Inspira tilbyr flere typer automatisk vurderte oppgaver, og nye oppgavetyper har blitt lansert som følge av tilbakemeldinger fra utdanningsinstitusjonene. Våren 2019 hadde man oppgavetyper vist i Figur 3 og de oppgavene som er enklest å bruke med godt resultat er angitt med grønne markeringer. De øvrige oppgavene kan selvfølgelig også brukes, men de krever at man tenker over ulike aspekter. For eksempel for «Flervalg (flere riktige svar)» kan studentene finne på å krysse av alt dersom man ikke har lagt inn noen begrensninger (minuspoeng, begrense antall valg etc.). De kan også gjette seg fram til antall korrekte svar dersom man velger å vise maksimal poengsum for oppgaven.

Automatisk vurdert



Figur 3 De automatisk vurderte oppgavetyperne som Inspera tilbyr per våren 2019. Oppgaver merket grønt er foretrukket av forfatteren. De oransje markeringene indikerer at oppgavetyperne har noen potensielle fallgruver.

Opgavetyperne som innebærer at studentene skal skrive inn noe kan føre til at man må manuelt vurdere oppgaven ettersom det kan være vanskelig å definere alle mulige korrekte svar som studentene kan finne på å gi (store/små bokstaver, inkludert ekstra tegn, skrivefeil, ulike språk etc.)

Opgavetyperne med grønn markering har færre slike fallgruver som beskrevet over og disse ble derfor brukt i større grad. Målet var å komme så høyt opp på læringspyramiden som mulig, da emnet er et 3./4.-årsemne og burde derfor teste et relativt høyt kunnskapsnivå. Ved å bruke god tid på å utforme de automatisk vurderte oppgavene ble det mulig å komme opp på det grønne nivået i læringspyramiden («apply»). Her er noen eksempler på slike oppgaver, hvor det første eksemplet er av typen «Nedtrekk»:

Stabilization 2

The electrostatic × (attraction, repulsion) forces (which are highly dependent on the × (pH of the solution, chemisorption of the electrolyte on the surface, size of the beaker)) can together with the Van der Waals × (attraction, repulsion) forces, make a system × (kinetically, fundamentally, thermodynamically) stable as described by the DLVO theory. Steric stabilization offers, on the other hand, a × (kinetic, thermodynamic, fundamental) method to stabilize a suspension.

I denne oppgaven blir studenten bedt om å fylle inn tomrommene i en tekst ved hjelp av valg i ulike nedtrekksmenyer. Tanken var at studenten måtte lese teksten i flere iterasjoner for å kunne fylle inn den eneste riktige kombinasjonen av svar. Dette førte til at oppgaven ble som et slags «puslespill», hvor kun de studentene som virkelig forsto temaet ville ha stor sannsynlighet for å få alt riktig. De studentene som forsto deler av temaet kunne likevel få med seg noen poeng for delvis riktig besvarelse, noe som gjorde at den automatiske poenggingen ble ganske rettferdig.

Det neste eksempelet tok i bruk en kombinasjon av «Nedtrekk» og «Fyll inn tall»:

Fullerenes

For fullerenes with a molecular formula C_n , Euler's polyhedron formula predicts that $a = \text{[input]} \times (2)(n + \text{[input]} \times (10))$, where n is a positive integer. Thus, the Buckminsterfullerene, has an n -value of $\text{[input]} \times (20)$, which is also the number of [dropdown] \times (hexagons, pentagons) in the structure.

På samme måte som i det forrige eksempelet ble dette som en puslespilloppgave. Siden tallene som skulle fylles inn var heltall (og studentene visste dette fra forelesningene), så var det enkelt å definere det riktige svaret i Inspira. Dersom studentene husket de nøyaktige heltallene fra forelesning så kunne de fylle dem rett inn, men de kunne også bruke sin forståelse for temaet for å finne de riktige tallene. Slik fikk oppgaven testet et relativt stort tema, et stykke opp på kunnskapspyramiden.

Oppgaver av typen «Dra og slipp» ble også brukt en god del, og i oppgaven under måtte studentene ha god forståelse for de ulike syntese metodene i emnet:

Fabrication

Drag the fabrication methods below and drop them into the correct box according to what structure type they are most often used for preparing.

Drag and drop: Help

0D	1D	2D	3D
----	----	----	----

Electrospinning

Colloidal synthesis

Sol-gel with supercritical drying

CVD without VLS/SLS

Self-assembly through dip-coating on clean and flat substrate

ALD

Reverse micelle synthesis

MBE with VLS

Ved å kombinere flere deler av pensum og be studentene om å dra paralleller ved hjelp av sin forståelse, testet oppgaven et relativt høyt læringsnivå.

De automatisk vurderte oppgavene som testet kunnskap høyt opp på læringspyramiden tok en del lenger tid å lage sammenlignet med å lage langsvareoppgaver, selv når man inkluderte skrivingen av løsningsforslag til langsvareoppgavene. Totalt sett sparte jeg likevel tid på hele gjennomføringen av eksamen, hovedsakelig på grunn av raskere sensur. I dette første møtet med Inspira gikk også en del

av tiden med på å forstå mulighetene og begrensningene til Inspira, noe som heldigvis er en engangsutgift.

Studentenes opplevelse: studentene er tilpasningsdyktige

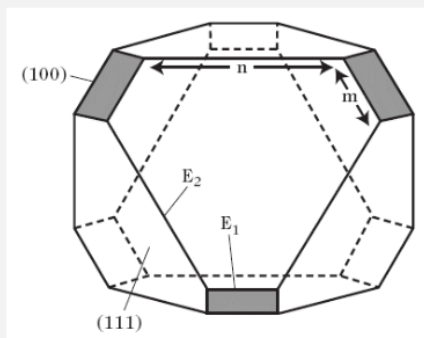
Man kan argumentere for at de ulike eksemplene gitt over er ulike med tanke på hvor intuitive de er for studentene å løse, hvor «Dra og slipp»-oppgaven muligens er mest intuitiv. Erfaringen min tilsier likevel at studentene ikke hadde problemer med å løse noen av de automatisk vurderte oppgavene, og at de jevnt over virket komfortable med bruk av Inspira under eksamen. Dette var til tross for at de ikke hadde fått noen trening i å løse denne typen oppgaver på forhånd, og gjorde øvingsopplegget for hånd. Den eneste forberedelsen de fikk var en felles gjennomgang av demoeksamen i forelesning. For å være sikker på at studentene ikke skulle få problemer med å forstå oppgavene, var jeg tilgjengelig i eksamenslokalet under hele eksamen, men til tross for dette fikk jeg kun en håndfull spørsmål som gikk på det praktiske i å løse oppgavene.

Sensur: forvent det uventede

De automatisk vurderte oppgavene førte, som nevnt tidligere, at sensuren gikk raskere enn tidligere eksamener. Likevel oppdaget jeg ting underveis som kunne vært gjort bedre – og dermed spart meg enda mer tid. Dette gikk på hvordan uventede besvarelser fra studentene førte til at enkelte automatiske vurderinger måtte manuelt overstyres, spesielt for typiske rangeringsoppgaver. Inspira har, per i dag, ikke har en god oppgavetype for dette og jeg endte dermed opp på oppgavetypen «Paring», samt «Dra og slipp»:

FCC

The figure below shows a truncated octahedron, which is a common morphology for nanoparticles with the FCC structure. Range the different surfaces (crystal facets), edges and corners according to their relative surface energy, from lowest to highest. Assume that all edges have similar energies.



Please match the values:

	Lowest	Low	High	Highest
Corners	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(111) facets	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Edges	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(100) facets	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Lithography

Sort and name all the lithography steps needed in order to go from a clean and flat wafer to one which is patterned with another substance (purple lines), as seen in the figure.



Sort the steps (text and figures) from start (1) to end (8):

 Help

1	2	3	4
5	6	7	8

The diagram illustrates the lithography process through eight numbered steps:

- Attachement to holder
- MBE, CVD, PVD etc.
- PEB
- Spin-coating of resist
- Development
- Exposure
- Prebaking
- Lift-off

Problemet med denne typen oppgaver er at Inspera krever at det riktige svaret har en absolutt korrekt plassering, og gir dermed ikke poeng for relativt korrekte plasseringer. Dette betyr at følgefeil blir et problem under sensuren, og at man dermed må gå inn og manuelt justere poengsummen gitt av Inspera. For enkle oppgaver trenger ikke dette å ta så mye tid, men for oppgavene vist over var det vanskelig å se ved første øyekast om en kandidats lave poengsum skyldes ren gjetting, eller følgefeil. Den manuelle overstyringen tok derfor ganske mye tid.

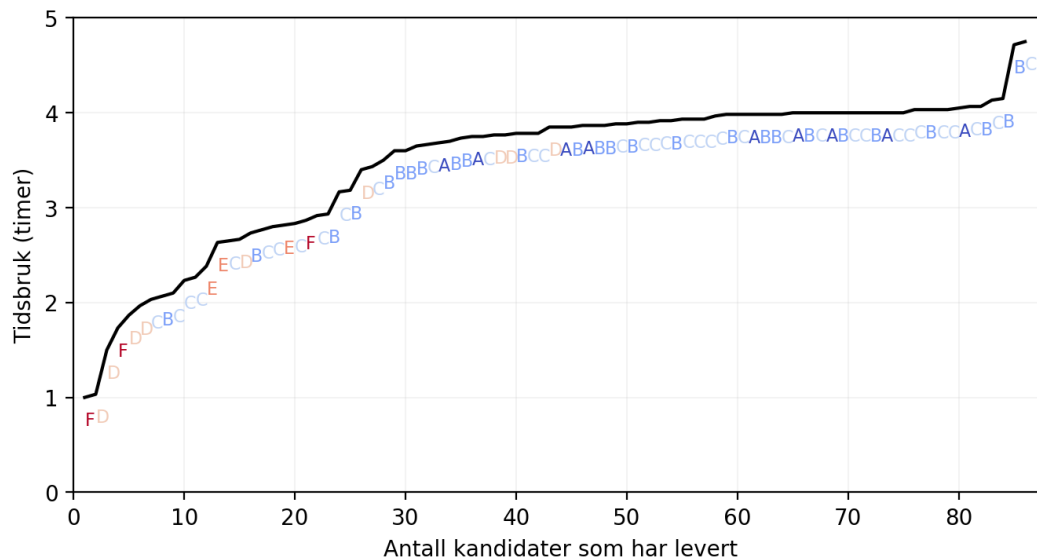
Under utformingen av disse oppgavene oppdaget jeg at dra-elementene i «Dra og slipp»-oppgavene lå over og under hverandre i en rekkefølge som bestemmes av hvilken rekkefølge de ble lagt inn i oppgaven på. Dersom dette ikke hadde blitt oppdaget, og randomisert, kunne en oppmerksom student i prinsippet lagt alle dra-elementene oppå hverandre, sett hvem som lå øverst og rasjonalisert seg fram til den korrekte rekkefølgen ut i fra dette.

Andre erfaringer

Insperas Monitor-funksjon: vurder størrelsen på oppgavesettet

En nyttig ting med å digitalisere eksamen er at studentenes aktivitet blir logget ved hjelp av Insperas «Monitor». Dette betyr at man kan se nøyaktig hvor lang tid kandidatene har brukt for å komme seg

igjennom oppgavesettet, noe som kan brukes direkte til å vurdere om arbeidsmengden på eksamen var passende eller ikke. Monitor-verktøyet er dessverre ikke tilgjengelig i sin helhet for forfatter av oppgaven, men man kan be studiekonsulenten som opprettet prøven eksportere de aktuelle verdiene i form av en .csv-fil som deretter kan sendes på e-post. I denne filen ser man hvor mange minutter studentene har brukt på hele eksamen, og dette kan dermed plottes på den måten man ønsker selv. Min versjon er gjengitt i Figur 4, hvor verdiene har blitt endret for å ivareta studentenes anonymitet.

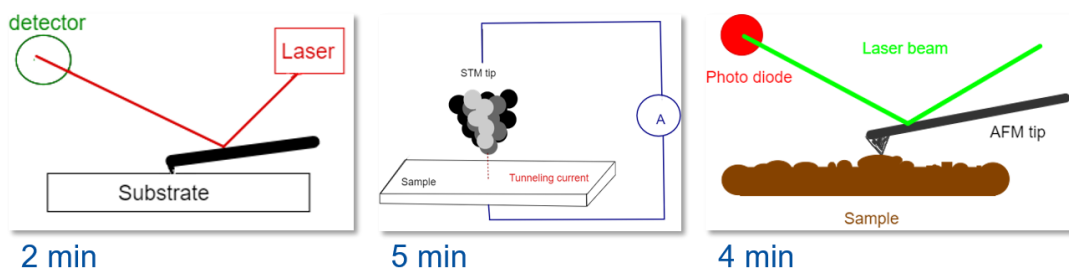


Figur 4 Grafisk framstilling av informasjonen gitt av Insperas "Monitor"-funksjon. Merk at verdiene er fiktive; dette for å ta vare på studentenes anonymitet.

Etter at sensuren var gjennomført valgte jeg å koble tiden brukt på eksamen med karakteren til hver kandidat (her er karakterene fiktive) og dette ga meg raskt et bilde på om arbeidsmengden var passende eller ikke.

Tegneverktøyet i Inspera: ikke undervurder studentenes digitale tegneferdigheter

På grunn av en litt sen utlevering av scantron-ark til studentene under eksamen, valgte majoriteten av studentene å benytte det digitale tegneverktøyet til Inspera. Dette tegneverktøyet er tilgjengelig for studentene under alle oppgaver av typen «Langsvar», noe jeg hadde informert studentene om i hvert enkelt oppgave hvor det var aktuelt («NB: You can draw sketches (either by using scantron paper sheets or electronically by clicking the "pencil-button" in the top right corner of the answering box»). Selv etter at scantron-arkene var utdelt fortsatte mange studenter å tegne digitalt, og til slutt var rundt 80 % av tegningene laget på dette viset. Undervurder altså ikke studentenes evner til å ta i bruk digitale tegneverktøy, spesielt for relativt enkle skisser som vist i Figur 5. Tegneverktøyet egner seg ikke like godt til å tegne grafer og lignende.



Figur 5 Tegninger laget med Insperas digital tegneverktøy, inspirert av reelle studenttegninger. Tiden det tok for meg å tegne disse ved hjelp av en standard mus er angitt.

Vedlegg: Emnebeskrivelse TMT4320 Nanomaterialer

Vurderingsordning

Vurderingsordning: Skriftlig eksamen

Karakter: Bokstavkarakterer

Vurderingsform	Vekting	Varighet	Hjelpemidler
Skriftlig eksamen	100/100	4 timer	

Faglig innhold

Emnet skal gi en innføring i grunnleggende kjemiske og fysiske prinsipper for å lage uorganiske nanomaterialer, samt grunnleggende prinsipper for størrelseeffekter til nanomaterialer. Det vil også bli en enkel gjennomgang av ulike metoder brukt for å produsere og karakterisere ulike typer nanostrukturer. Emnet forutsetter basiskunnskaper i kjemi, fysikk og materialteknologi. Emnet skal gi grunnlag for videre undervisning i TKP4190 Fabrikasjon og anvendelse av nanomaterialer.

Læringsutbytte

Etter avsluttet kurs skal studenten kunne:

- Beskrive kvalitativt hvordan størrelsen på nanopartikler kan innvirke på morfologi, krystallstruktur, reaktivitet og elektriske egenskaper.
- Beskrive flere syntesemetoder for å lage uorganiske nanopartikler, endimensjonale nanostrukturer (nanorør, nanostaver, nanotråder), tynne filmer, nanoporøse materialer, og bulkmaterialer som er sammensatt av nanostrukturerte byggeklosser, samt kunne beskrive hvordan forskjellige typer litografi kan brukes for å lage strukturer på nanoskala. Studenten skal forstå den generelle teorien for syntese/produksjon av nanomaterialer.
- Utføre enkle geometriske beregninger av overflateenergi, koordinasjonstall og volumfraksjon knyttet til nanoskala egenskaper og syntese, samt enkle kjemiske beregninger knyttet til syntese.
- Bruke kunnskapen til å vurdere hvilke syntesemetoder som kan være best egnet til å produsere nanostrukturerte materialer av forskjellige uorganiske forbindelser (metaller, halvledere, oksider, fullerener) og sammensetninger av disse.
- Identifisere grunnleggende etiske, helsemessige og miljømessige hensyn knyttet til nanopartikler og nanomaterialer generelt.

Læringsformer og aktiviteter

Basert på forelesninger og øvinger. 6 av 12 øvinger kreves godkjent for å få gå opp til eksamen. Avsluttende eksamen er grunnlaget for karakteren i emnet. Sluttkarakteren angis med bokstavkarakter. Ved utsatt eksamen (kontinuasjoneksamen) kan skriftlig eksamen bli endret til muntlig eksamen.

Obligatoriske aktiviteter

- Øvinger

Spesielle vilkår

Vurderingsmelding krever godkjent undervisningsmelding samme semester. Obligatorisk aktivitet fra tidligere semester kan godkjennes av instituttet.

Anbefalte forkunnskaper

Grunnleggende emner innen kjemi, materialteknologi eller faststoffysikk.