

Spørsmålskatalogen 2019

Nr.	Nr.	Tema	Pensum	Forel.
01-08	1-9	Studentspørsmål (8 grupper)		
1	1-99	Grunnleggende materiallære	1-9 (35-232)	3-7
2	1-99	Støping	10-12 (235-311); 19 (494-533)	7-9
3	1-99	Pulvermetalurgi	17 (444-473)	9
4	1-99	Smiing	14 (337-363)	9
5	1-99	Trekking	15 (377-385)	10
6	1-99	Preging	14 (337-363)	10
7	1-99	Valsing	13 (316 - 336)	11-12
8	1-99	Ekstrudering	15 (364-376)	12-13
9	1-99	Tynnplate	16 (386-443)	14-16
10	1-99	Sponskjæring	21-25 (566 - 728)	16-18
11	1-99	Slipe & "Alt" & Overflater	26-27 (729 - 796); 33 (961 - 969)	19-20+23
12	1-99	Måling	35 - 36 (1008 - 1056)	21-22
13	1-99	DfM	40 (1141-1164)	24
14	1-99	Sammenføyning	32 (951 - 958)	24
15	1-99	DfA	32 (951 - 958)	26-27
16	1-99	Automatisering & CAM & DM	37-38 (1059-1123); 20 (535-562)	28
17	1-99	Lean Manufacturing	39 (1124-1140)	30
18	1-99	Næringsmiddel		31
19	1-99	Dingser		2,24,27, 30,31

≈ 500 Spørsmål

Nr.	Side	Spørsmål	Svarforslag	Se	
10		Gr 1 Overflater			
11		Forklar hvordan galvanisering av metalliske overflater gjennomføres. Nevn flere fordeler ved denne typen overflatebehandling.	Galvanisering er en elektrokjemisk prosess der et metall belegges med et tynt lag av et annet metall gjennom en galvanisk reaksjon. Delen som skal belegges er katode. Metallet som skal legges på er anode som oppløses i en elektrolytisk basisk-, syre- eller saltløsning, hvor begge metallgjenstandene senkes. Før nedsenking må delen renses grundig. Vi tilfører en strømkilde på delen slik at metallioner i løsningen reduseres på katoden. Tilført spenning kan endres ved behov. For eksempel 2V gir oss en lang badetid men samtidig et veldig jevnt og grundig lag, mens ved 8V vil vi oppnå mye sterkere forbindelse mellom metallioner og katoden. Typiske metaller som benyttes i galvanisering er sink, kobber, nikkel, krom, tinn og sølv. Fordeler er f.eks.: økt korrosjonsmotstand; økt slitasjemotstand; særegen utseende og overflate-finish i forhold til andre typer overflatebehandling; gjenoppretter overflaten av en utslitt komponent; øke/minske duktilitet på overflaten (f.eks. en del laget av titan belagt med sølv for bl.a. bedre isolasjonsevne mellom to deler; vern mot visse kjemiske stoffer (f.eks. sølv mot saltsyre); endre/gi ønskede egenskaper til en del (elektrisk ledeevne, sveiseevne, osv.); forholdsvis enkel prosess, kan også gjøres hjemme til en viss grad; tynnere belegg oppnår sammenlignbar kvalitet i forhold til andre typer overflatebehandling.		
12		Hva er rust-blånering og hvordan gjøres dette?	Rust-blånering er en overflatebehandling der overflaten dekkes med et beskyttende lag av magnetitt. Fremgangsmåte for å rust-blånere: 1. Vaske og rense komponent; 2. Påføre komponentens overflate med et rustfremkallende middel. 3. La komponentens overflate ruste jevnt. Ofte skjer dette i et kontrollert kammer med høy fuktighet. 4. Ta komponenten ut av kammeret og legg den i kokende vann. 5. Repeter til komponenten har ønskelig beleggtykkelse. 6. Ved prosessens slutt påføres det olje som trekkes inn i oksidlaget og hjelper til med å beskytte komponentens overflate.		
13		Hva er anodisering? Gi et eksempel på et bruksområde for denne teknikken, og nevnt noen fordeler ved bruk av anodisering.	Anodisering er en prosess for å bygge opp et beskyttende og dekorativt lag på komponentens overflate. En komponent senkes i et oksiderende syrebad hvor vi tilfører en elektrisk spenning. Det gjør komponenten om til en anode som kommer til å absorbere oksygenatomer fra badet. Ved en redoksreaksjon mellom oksygenatomene og metallet dannes det et lag av oksid. Det er mulig å tilsette organiske fargestoff av diverse farger for å få ønskede utseende. Anodisering brukes som regel på deler laget av aluminium eller magnesium, som f.eks. kjøkkenutstyr, møbler, nøkler, dekorasjoner, sportsutstyr, osv. Fordeler med et anodisert lag er korrosjons- og slitasjemotstand, utseende (farge, glans) og god grunning for metaller som er vanskelig å male.		
20		Gr 2 Trekking			
21		Du har stålstang på 1 meter og diameter på 10 mm. Denne skal gjøres om til en tråd på 1 mm i diameter. Hvilken bearbeidingsmetode er best egnet, og hvor lang tråd vil du ende opp med?	Både valsing og trekking er brukte metoder. For å gå fra Ø10mm til Ø1mm må dette gjøres i flere omganger pga den maksimale omformgraden til materialet. For trekking betyr dette at hullets diameter i trekkjernet blir mindre for hver gang. Dersom trekkingen skjer i kald tilstand blir ståltråden stiv og får stor styrke. Dersom tråden trekkes når den er varmet opp, vil tråden miste noe av styrken sin og den vil bli mykere. Eksempler på tråd som blir kaldtrekt er pianostrenger og sykkeleiker. Eksempler på tråd som blir "varmtrekt" er gjerdestreng og bindestreng. Volumet er konstant. Dermed kan vi sette opp volumligningen for begge tilfelle og får da et lengde på 100m.		
30		Gr 3 Tynnplate			
31		Hvordan får vi til «fine blanking», hva må vi gjøre for å få «fine blanking»?	«Fine blanking» er et mer nøyaktig kutt, hvor mellomrommet mellom slaghodet og dyen under er tilnærmet 1% av tykkelsen av tynnplata. Dette gir mer skjærspenninger og nærmest klipper plata. Noe som resulterer i mindre skjegg og mindre plass for deformasjoner. For å forhindre deformasjoner enda mer har vi et stempel på undersiden, som forhindrer uønskelig bøyning. I tillegg har vi en noe som holder plata flatt og på plass under stansingen, med en liten V-formet spiss. Dette er for å forhindre at plata siger etter og deformerer seg rundt stempelet.		
32		Når det kommer til blanking, hva betyr «nesting»?	«Nesting» handler om å utnytte tynnplata på best mulig for å redusere restmetall. Dette kan innebære å legge delen som skal kuttes ut på en slik måte at det er minst mulig avkapp, ofte kan små forandringer på utforming av delen øke utnyttelsesgraden betydelig. Restmetallet er en utfordring ved «blanking». In manufacturing industry, Nesting refers to the process of laying out cutting patterns to minimize the raw material waste. Examples include manufacturing parts from flat raw material such as sheet metal.		
40		Gr 4 Støping			
41		Hva er «Single Crystal casting» og hva er fordelen med det?	«Single Crystal casting» er en støpemetode hvor hensikten er å kun ha et korn i hele konstruksjonen. Dette kan gjøres ved å ha en innsnevring på bunnen av formen med en «chill plate» nederst. Innsnevringen er formet som en korketrekker, noe som vil føre til at kun en krystall vil klare å vokse igjennom. Det blir brukt en varmebaffel som sørger for at øvre delen ikke kjøles ned før krystallen som vokser fra bunnen har nådd toppen. Grunnen til hvorfor denne type støping benyttes er for å øke dens hardhet.Brudd oppstår lettest i korngrensene, men siden gjenstanden ikke har noe korngrenser betyr det at det kreves en høyere kraft for å deformere materialet.		
42		Hvilken temperatur må smeltebadet ligge på før det skal i formen? Hvorfor?	Så snart smelten forlater digelen vil den kjøles ned. Den avgir varme til luft, transportkanaler, formen og kjernen. Viskositeten øker når temperaturen synker (mer tykkflytende) og smelten har vanskelig til å flyte i alle formdetaljene. Når temperaturen lokalt nærmer seg smeltetemperaturen begynner størkningsprosessen og kristallisasjonen som vil hindre og stoppe flyten of formfyllingen.		
50		Gr 5 Sponfraskillende bearbeiding			
51		Hva er sponfraskillende bearbeiding? Nevn flere metoder.	Sponfraskillende bearbeiding er en samlet betegnelse definert som «alt arbeid som fjerner materiale» fra et arbeidsstykke eller emne i form av spon. Vi skiller mellom teknikker som bruker veldefinerte verktøyyegger for å generere spon - dreining, fresing, boring, brotsjing, gjenging, saging osv og teknikker som bruker uregelmessige verktøyyegger som sliping.		
52		Hva er konsekvensen av å øke temperaturen under sliping?	Det kan negativt påvirke overflateegenskapene til arbeidsstykket, inkludert metallurgiske forandringer; Temperaturstigningen kan forårsake restspenninger på arbeidsstykket; Forandringen i temperatur i arbeidsstykket forårsaker forvrengninger på grunn av termisk ekspansjon og sammentrekning av arbeidsstykkets overflate, noe som gjør det vanskelig å kontrollere dimensjonsnøyaktigheten.		
60		Gr 6 Sponfraskillende bearbeiding			

61		Hva er «peripheral milling»? Nevn de ulike metodene og fordeler /ulempen, samt forskjellen mellom disse.	«Peripheral milling» / «plain milling» er en sponfraskillende bearbeidingsmetode under kategorien fresing. Aksens kutterens rotasjon er parallell med arbeidsstykkets overflate. Her har vi hovedsaklig to metoder. Dette er konvensjonell fresing («conventional milling» og klatrefresing («climb milling» / «down milling»). Konvensjonell fresing (motfresing): Spon størrelsen vil være størst på slutten av kuttet i den tannen forlater arbeidsstykker (rotasjonsretning mot materetning (feed rate)); Fordeler: Forurensinger og oksid lag (skall) vil ikke påvirke levetiden til verktøyet negativt. Ulemper: Verktøyet må være skarpt ellers kan selvutløste vibrasjoner (self-excited vibrations / chatter) oppstå. Har en tendens til å få klapping (self-excited vibrations / chatter). Arbeidsstykke kan bli dratt oppover (pga. Rotasjonsretningen). Krever altså tilstrekkelig med klammer/fastholdninger. Klatrefresing (medfresing): Sponstørrelse vil være størst i starten på kuttet da tannen starter i overflaten av arbeidsstykke (rotasjonsretning med materetning (feed rate)); Fordeler: Rotasjonsretning fører til at arbeidsstykket blir presset ned og dermed holde arbeidsstykket på plass, noe som kan være spesielt viktig for slanke deler. Ulemper: Holdeutstyr / fastholdninger må være stivt og klaringer i mekanismene for mating og evt. Girmekanismer må elimineres for å unngå farlige og skadelige tilbakeslag av arbeidsstykke. Kan ikke brukes ved metaller som har overflate skall. Dvs. varmherdede, smidde og støpte metaller. Forskjell: Rotasjonsretning på verktøy.		
62		Hva er brotsjing, og hvilke fordeler har det i industrisammenheng?	Brotsjing går ut på å trekke eller rotere ett eller flere verktøy med tenner mot et arbeidsstykke for å få et bestemt kutt gjennom én enkel bevegelse. Det kan brukes på innsiden av et allerede gjennomboret hull, eller på en overflate generelt. Verktøyet som brukes kalles en brotsj, og hver brotsj er spesiallaget for å kutte en bestemt form. Brotsjen kan minne om et sagblad, men høyden på tennene øker langs lengden av brotsjen. Tennene deles inn i tre områder: roughening (grovarbeidet), semi-finishing (endelig form nærmer seg) og finishing (siste finpuss). Kuttet er ferdig etter ett drag eller en runde av tennene, noe som gjør det til en veldig effektiv bearbeidingsmetode. De vanligste bruksområdene i industrien er å trekke en brotsj lineært gjennom et hull for å få en kompleks form på hullet, eller å trekke flere forskjellige brotsjer langs en overflate for å få flere forskjellige kutt i en bevegelse. I industrien brukes gjerne brotsjing dersom det skal masseproduseres deler med komplekse former effektivt. Brotsjene er dyre å spesialprodusere så det kreves et høyt volum av arbeidsstykker før det er verdt investeringen. Til gjengjeld er automatisert maskinbrotsjing er veldig effektivt når det skal produseres komplekse former, spesielt i hull.		
63		Hva er en «Chip breaker»? Og hva er fordelen med å bruke disse med tanke på «continuous chips»?	En chip breaker er et trekk i geometrien til skjærspissen eller et metallstykke festet til skjærspissen som bryter av spon under skjærprosessen. Som regel er det ønskelig med en «continuous chip» som bryter av etter en viss lengde fordi det gir gode overflateegenskaper og man unngår alle konsekvensene av å ha for lange spon. «Chip Breakers» brukes derfor for å bryte av spon ved en passende lengde for å holde temperaturen nede, hindre «build up», og hindrer farlige arbeidssituasjoner. Den ideelle spon lengden er når sponet lager formen (C) eller (9) og passer inn i et område tilsvarende 25 kvadratmillimeter og «chip breakers» er laget for å skape brudd innenfor disse parameterne. For sponfraskillendebehandling med myke materialer som ren aluminium og kobber kan de øvrige metodene ikke være tilstrekkelig. For å bryte spon i disse materialene kan man manipulere skjærefarten/skjæreretningen for å hindre forming av lange spon. For eksempel kan man starte og stoppe skjærprosessen i trinn eller skifte skjæreretning i tinn slik at lange spon ikke formes.		
70		Gr 7 Sponfraskillende bearbeiding			
71		Begrunn hvorfor man ikke burde bruke diamant til å overflatebehandle enkelte typer stål. Hvilke typer materialer blir diamant brukt til å bearbeide?	Ved bearbeiding av stål med diamant som verktøymateriale vil det bli en stor varmeutvikling. Høy temperatur gjør at stål og diamant kan reagere med hverandre, og skape en kjemisk reaksjon. Dette fører til at overflaten ruheten ødelegges hos arbeidsstykket, og det blir stor slitasje på verktøyet. Diamant er egnet for lett bearbeiding i aluminium og ikke-metallisk materialer, ikke egnet for seige og høyste materialer.		
72		Hvorfor vil man generelt ha en negativ sponvinkel for vendeskjær laget av keramikk, diamant og bornitrid?	Disse materialene tåler veldig mye under trykk, men er generelt svake og sprø under strekk. Ved å ha en negativ sponvinkel blir eggen mer butt og sannsynligheten for at det oppstår strekkspenning i materialet reduseres. Det blir dermed mindre slitasje på vendeskjæret og det varer lengre før det må byttes ut.		
80		Gr 8 Materiallære			
81		Hvordan ville du gått fram til å skille stål, messing, titan, nikkel, gull, magnesium og kobber fra hverandre?	Har de noen merker på overflaten? - Du kan skille noen materialer fra hverandre ved å se på densitet. Du kan for eksempel måle volum ved å legge den i vann og så veie delen. - Man kan se på termisk og elektrisk konduktivitet. Kjøle ned en ende med is eller varme opp en med flamme og føle hvor lang tid det tar for et punkt, et annet sted på delen for å bli varmt/kaldt. Man kan bruke et multimeter for å finne resistansen over et bestemt tverrsnitt. - Om du har en magnet kan du for eksempel skille stål, rustfritt stål (ikke magnetisk). Du kan og skille metaller med jerninnhold fra dem uten. - Du kan prøve å slå inni eller ripe i materialet med en skarp gjenstand for å finne hardhet. Mykest til hardest: (gull, magnesium, kobber, messing, stål, titan); - Du kan se hvor fort og hvordan metallene reagerer med saltvann eller syre; - Du kan se på hvor varme materialene må være for å smelte dem for å finne smeltepunktet (må være obs på legeringer); Spektrometrisk analyse, ser på en gnist som materialet danner. Lyset fra gnisten blir sendt igjennom en prisme som skiller lys med forskjellig bølglengde fra hverandre. Basert på lysets bølglengde kan vi identifisere elementene i materialet og basert på lysets intensitet kan vi bestemme hvor mye av elementet det er. - Kan slippe metallet og se på hvilken farge gnistene har og hvordan gnistene ser ut og hvordan de deler seg.		
82		Beskriv noen av egenskapene til stål	Veldig stort bruksområde, på grunn av alle legerings-mulighetene vi har. Kan lage det meste i stål, men når andre materialer velges er det for enkelte av materialegenskapene til stål er uønsket. Ofte korrosjonsbestandighet og vekt. - Legering av primært jern og karbon (mindre enn 1,7 - 2 % C); - Strekkfasthet, flytegrense og hardhet øker med karboninnhold. Kan oppnå høye verdier av disse egenskapene, men går på bekostning av seighet. Høykarbon stål er for eksempel ønskelig i knivblader; - Vanlig karbonstål rustet. Er et stort problem i alle konstruksjoner som skal være utendørs, og ikke blir smurt kontinuerlig. Stål som er utsatt for omgivelsene, må overflatebehandles; Tetthet ca. 7,8 - 7,85 g/cm3, Relativt høy tetthet, som kan bli et problem i mange konstruksjoner. For eksempel i en sykkelramme som skal brukes i Tour de France.		
83		Beskriv noen av egenskapene til messing	- Kobberlegering med sink (ofte 10-40 % sink), og eventuelt andre tilleggsmaterialer i mindre mengder. Høyere innhold av sink øker hardheten til messing; - Messing med 10-38% sinkinnhold i legeringen er formbart i kald tilstand, og egnert seg til fremstilling av plater, tråd, rør osv. Som regel holder vi oss innenfor dette legeringsområdet; - Legeringer med 38-50% sink kan varm-formes og støpes; - Legeringer med høyere sinkinnhold er kun egnet til støping; - Kan inneholde tinn, aluminium, jern, mangan, bly mm. for å øke styrken og motstandsevnen mot korrosjon. Tilsetting av bly øker maskinerbarheten; - Veier ganske mye, tetthet rundt 8,4 - 8,7 g/cm3		
84		Beskriv noen av egenskapene til titan	Brukes som regel i mindre deler der vekt, korrosjonsbestandighet, og styrke eller hardhet er veldig viktig. For eksempel mye klatreutstyr og fjellutstyr blir produsert av titan; - Svært korrosjonsbestandig, både i luft og vann; - Tetthet 4,54 g/cm3, Veldig lav tetthet i forhold til stål. Regnes i de fleste tilfeller som en stor fordel; - Høy hardhet og slitestyrke; - Høy flytegrense og strekkfasthet.		

85		Beskriv noen av egenskapene til nikkel	Brukes mye i stållegeringer og mynter; - Oksideres langsomt i temperaturer opp til 400 - 500 grader celsius, og er svært korrosjonsmotstandig i sjøvann; - Reagerer med verken vann eller luft i «vanlige» temperaturer; - Veier ganske mye, tetthet 8,91 g/cm3.		
86		Beskriv noen av egenskapene til gull	Brukes mye i smykker og i elektriske komponenter der veldig bra ledendeveie er viktig; - Veldig mykt, kan trekkes ut i lange tråder, og bankes så tynt at det blir gjennomsiktig. Legeres med sølv og kobber for å øke hardheten; - Korroderer ikke, er et edelmetall; - Leder varme godt; - Veier mye, tetthet 19,32 g/cm3, Regnes som et tungmetall; - Dyr		
100		Grunnleggende materiallære			
101		Plast deles inn i to forskjellige hovedgrupper - hvilke? Hva er hovedforskjellen?	(1) Termoplast som består av lange polymerkjeder som er vevd sammen og som kan taes i fra hverandre igjen i en smelteprosess og brukes om igjen. Termoplaster kan derfor sveises. En termoplast kan omdannes til en (2) herdeplast ved at det dannes kryssbindinger mellom kjedene. Et viktig eksempel er vulkanisering av gummi, hvor svovel aktiverer dobbeltbindinger i kjedene og knytter dem sammen. Jo mer kryssbindinger, jo stivere plast. Herdeplast vil ikke smelte men brenne opp under oppvarming. Herdeplast kan derfor ikke sveises eller materialgjenvinnes.		
102	986	Explain how roller-burnishing processes induce residual stresses on the surface of workpieces.	Roller burnishing, like shot peening, induces residual surface compressive stresses due to localized plastic deformation of the surface. These stresses develop because the surface layer tends to expand during burnishing, but the bulk prevents these layers from expanding laterally freely. Consequently, compressive residual stresses develop on the surface. Når du preger ett materiale skaper du plastiske deformasjoner i overflaten på arbeidsstykket. Dette betyr at du passerer flytegrensen og går inn i det plastiske sonen. Når du slipper opp trykket på verktøyet vil noe av materialet trekke seg tilbake og dette skaper trykkspenninger i overflaten. Det øker styrken til materialet under strekk		
103		Nevn noen egenskaper til nikkel og hva brukes det til?	Utmerket korrosjonsbestandighet, hardt, tungmetall (tetthet 8,9), bra varmefasthet; Brukt hovedsakelig som legeringselement, for eksempel i mynt produksjon i kombinasjon med kobber og skaper da ett hardt materiale.		
104	13	Hvorfor må en konstruktør ha gode materialkunnskaper?	En konstruktør skal utnytte materialers egenskaper i sine konstruksjoner for å få til en mest mulig effektiv konstruksjon. Feil materialvalg eller mangelfulle kunnskaper om bearbeiding, sveising og varmebehandling kan føre til havarier, reklamasjoner og uøkonomisk produksjon.		
105	56	Nevn fire materialelegenskaper med sine prøvemeter	Flytegrense - Strekkprøving; Elastisitetmodul - Strekkprøving; (Deformasjons) Seighet, (grad av plastisk deformasjon før brudd) - Strekkprøving; Hardhet - Hardhetsprøver (Vickers, Rockwell, Brinell osv.); Slagseighet - Skårslagsprøving (charpie-test); Utmattingsprøve - Utmattingsprøver. Bruddseighet - CTOD metoden		
106		Hvordan bestemmer vi den kjemiske sammensetningen til et stoff?	Spektrometrisk analyse: Vi setter en liten bit av metallet inni spektrometeret og danner en gnist vha en elektrode (høy spenning mellom biten og elektroden). Lys fra gnisten sendes gjennom en prisme. Fra fargene ser vi hvilke grunnstoff metallbiten består av, og fra lysstyrken på fargene kan vi bestemme hvor mye av grunnstoffet er i biten. PMI (positive material identification) er også mulig å bruke på metalliske materialer.		
107	56	Hva er en destruktiv prøve?	I en destruktiv prøve ødelegges prøveemnet enten ved overbelastning eller ved å ta den i fra hverandre. Målet er å finne frem egenskaper. Det kan bare brukes for stikkprøver siden komponenten ødelegges i prøveprosessen.		
108	56	Nevn fire forskjellige destruktive prøvemeter.	Strekkprøve, bøyeprobe, trykktest, torsjonstest; kompresjonstest utover flytegrensen; Skårslagsprøving (charpy-test); Utmattingsprøve; Mikroskopisk strukturanalyse på saget og etset overflate; korrosjonstest; "disk test"; noen hardhetsprøver (Brinell/Vickers/Rockwell) når merket som lages ikke kan aksepteres på ferdig produkt. CTOD - måler motsetningen materialet har til å propagere en sprekke.		
109	56	Hva er et spenning-tøyning-diagram?	Det er en grafisk fremstilling av strekkspenning (påført kraft - F delt med opprinnelig tverrsnittareal til prøvestaven - A) som funksjon av tøyning ($\Delta l/L$) som vi får ut fra en strekkprøving. (wikimedia Stress Strain Ductile Material.png)		
110	56	Hvilke nøkkelverdier kan vi lese ut av et spenning-tøyning-diagram?	Riktig: Flytegrense; E-modul; Strekkfasthet; Bruddgrense; Bruddforlengelse - Feil: Slagseighet; Utmattingsfasthet; Deformasjonsgrad; Krypemotstand		
111	56	Hvordan bestemmer vi strekkfasthet?	Strekkfastheten bestemmes i en standardisert strekkprøve der en prøvestav blir utsatt for strekk. Strekkfastheten er den spenningen som beregnes når den maksimale kraften - F som måles deles med opprinnelig tverrsnittareal til prøvestaven - A. Må ikke forveksles med bruddgrensen hvor det faktiske bruddet oppstår. Bruddgrensen for seige materialer er lavere en strekkfastheten fordi det skjer en innsnevring av prøven rundt bruddflaten. Dette fordi det måles kraft og ikke spenning.		
112	58	Hva er flytegrense?	Den maksimale spenningen prøvestaven tåler før den blir plastisk deformert. Vanlig å definere flytegrensen hvor vi har 0,2% varig forlengelse da det elastiske området ikke alltid er lineært. På engelsk: Yield strenght.		
113	74	Hvordan bestemmer vi slagseighet?	Slagprøving (skårslagsprøving - Charpy test og Izod test) er en metode for å prøve materialets slagseighet, det vil si hvor mye det tåler av slag før det brister. En metode for slagprøving er Charpy-prøven hvor prøven blir satt opp i en pendelslagmaskin av typen Charpy. Pendelen har en energi når den treffer prøven. Pendelarmen har en gradskive på enden hvor en kan måle maksimalvinkelen pendelarmen oppnår etter at prøven er slått gjennom. Denne vinkelen brukes til å beregne hvor høyt pendelen svinger opp på andre siden og dermed kan en videre beregne energien pendelen bruke for å slå gjennom prøven. Dette energi "forbruket" delt med prøvens tverrsnittareal definerer slagseighetsverdien som angis i J/mm².		
114	67	Nevn tre standardiserte prosedyrer for å bestemme hardheten av stål på.	Brinellprøving: En herdet stål/hardmetall- kule presses ned i delen med en bestemt kraft, diameter på avtrykket måles og sammenlignes med verdier fra tabell. Vickersprøving: Spissen av en diamantpyramide presses ned i delen med en bestemt kraft, avtrykket måles og sammenlignes med tabell. Rockwellprøving: En stålkule(HRB) eller en diamanthjul(HRC) presses ned i delen med en bestemt kraft, avtrykket måles med et måleor og leses av.		
115	1049	Hva kan vi finne ut med ultralydprøving?	Om det finns defekter inne i et material, lydbølger sendes i materialet (vha piezoelektriske prober) og om det er en defekt for eksempel en sprekke så vil denne reflektere tilbake noe av lydbølgen. Ut i fra amplituden (styrken) til signalet og tiden det tar for ekkoet å komme tilbake så kan vi bestemme beliggenheten til defekten. Veldig god til å finne defekter med små volum i forhold til røntgen, sprekker eller porer er vanligst. (wikimedia 330px-UT principe.svg.png)		
116	1048	Hvordan utfører vi penetrantprøving?	En tyntflytende og farget væske (penetrant) blir påført overflaten så den får trekke ned i sprekker eller andre defekter. Etter litt tid blir den overfladige væsken tørket bort og fremkallingsvæske påføres. Når fremkallingsvæsken påføres så "blør" penetrantveske ut fra defektene og de blir synlige. Forutsetter at materialet som prøves ikke er porøs.		
117		Hvordan kan vi bestemme metallstruktur med lysmikroskop	Er ikke fysisk mulig, et lysmikroskop kan bare se ned til 400-700 nanometer, mens et atom kan ha en bredde på 1 Å (0,1nm). Det er fordi bølgelengdeegenskapene til lys og elektroner er forskjellige. Lys har mye større bølgelengde enn elektroner og bølgelengden til lys er for stor til å klare å trenge helt ned på atomnivå, uavhengig av hvor sterk linse det måtte ha.		

118		Hvordan kan vi bestemme metallstruktur med elektronmikroskop	Strukturbildet blir tegnet av elektronstråler. (SEM: Skanning-elektronmikroskop forstørrer opptil 20.000 ganger, TEM: Transmisjonselektronmikroskop forstørrer opptil 200.000 ganger). Et moderne transmisjonsmikroskop, lar elektronene gå gjennom prøven og danne et avtrykk som deretter kan bli tolket av en datamaskin. Det bildet vi til slutt ser på netthinnen er altså et databilde av objektet som granskes, ikke objektet i direkte forstand. UiO-mikroskopet Titan kan se ned til 0,07 nanometer.		
119	40	Hva heter de tre vanligste gitterstrukturene for metaller?	Kubisk romsentrert (Body centred cubic / BCC) - Jern (Fe) under 910 °C og over 1390 °C, Krom (Cr), Molybden (Mo), Tantal (Ta), Wolfram (W); Kubisk flatesentrert (Face-centered cubic / FCC) - Jern (Fe) mellom 910 °C og 1390 °C, Aluminium (Al), Bly (Bi), Gull (Au), Kobber (Cu), Nikkel (Ni); Tettpakket heksagonal struktur (Hexagonal close packed / HCP) - Beryllium (Be), Kadmium (Cd), Sink (Zn), Magnesium (Mg), Titan (Ti), Kobolt (Co).		
120	42	Hva er forskjellen på elastisk og plastisk deformasjon?	Ved elastisk deformasjon er belastningen under flytegrensen og gitterstrukturen endrer seg ikke, mens ved plastisk deformasjon er belastningen over flytegrensen og gitterstrukturen endrer seg. Den elastiske andelen går tilbake av seg selv i sin opprinnelig tilstand når belastningen fjernes.		
121	324	Kan styrken i en metallplate øke ved kaldvalsing?	Ja, styrken kan øke pga. det som kalles arbeidsharding/ deformasjonsharding (strain/ work hardening). Jo mer enkeltkorn deformeres jo større motstand gir dem. Feil i gitterstrukturen (dislokasjoner) som hindrer gliding i gitteret, får større betydning siden dem kommer tettere inn til korn grensene. Styrken men også sprøheten øker og dermed synker duktiliteten, altså formbarheten. Forutsetning er at temperaturen forblir under rekrySTALLISASJONSTEMPERATUREN.		
122	121	Hvorledes utfører vi en gløding, og hva fører den til i metallet?	Gløding (annealing) blir i grove trekk utført ved at en (1) varmer opp materialet til et spesielt temperaturintervall, (2) holder materialet i den temperaturen en viss stund og (3) sakte nedkjøling. Det er flere formål og derfor finnes det også flere forskjellige glødingsmetoder. Indre spenninger minskes (eller forsvinner), hardheten minker, maskinerbarheten øker, metallstrukturen forandres gjennom rekrySTALLISASJON, dimensjonell nøyaktighet øker, materialet homogeniseres, duktiliteten øker. Tabellverdier er		
123	111	Hvordan herder vi stål?	Ved herding av stål utnyttes de forskjellige egenskapene gitt av de forskjellige gitterstrukturene i jern-carbon systemet avhengig av temperaturen. Herding skjer i prinsippet ved bråkjøling av stålet når det er over nedre omvandlingsgrense. Da oppnår man en struktur som kan sies å være en frosset unaturlig struktur med store indre spenninger. For å oppnå maksimal marstenittstruktur trenger vi et karboninnhold på minst 0,25%. Martensitherding. Stålet herdes også ved kaldbearbeiding og ved legering.	Ref. SNL: Herding	
124	117	Hvordan herder vi aluminium?	(1) Kaldbearbeiding - Deformasjionsherding. (2) Innherding pga. oppløste elementer: Løseligheten av innlegeringer i aluminium overskrides og vi vil få flere faser pga utskilling der for eksempel kobberatomer feller inn i aluminiumgitteret. Dette gir et sprøere materiale. Prosessen er legering og varmebehandling (oppvarming, innherding av f.eks. Mg, Mn, Cu eller Si, bråkjøling, urtherding (varm eller kald). (3) Partikkelherding: Alle partikler som er innesluttet i metallkorn gjør det vanskeligere for dislokasjoner å vandre gjennom kornet, dvs. vi får en herdeeffekt.		
125	108	Hva er stål?	Stål er en jern - karbon legering med en karbonprosent opp til 2,1%		
126	107	Hvilke strukturformer kan stål ha?	Krystallstruktur: Kubisk flatesentrert FCC (austenitt), kubisk romsentrert BCC (ferritt), tetragonal flatesentrert FCT (martensitt). Faser i stål: Ferritt (alfa og beta), austenitt (gamma-jern) og cementitt.		
127	107	Hva slags struktur har austenitt?	Austenitt har kubisk flatesentrert struktur. Karbonatomene er fordelt mellom jernatomene i oktaederposisjoner, som gir best plass. Denne strukturen er mer formbar og gjør det lettere for fremmedatomer å trenge inn i gitterstrukturen enn for eksempel kubisk romsentert struktur.		
128	112	Hva er martensitt?	Når austenitt bråkjøles i vann eller olje endres krystallstrukturen til martensitt, en tetragonal flatesentrert variant, der karbonatomene ligger mellom jernatomene og tvinger dem fra hverandre. Denne metallstrukturen begrenser mulige slipp-plan og hardheten øker. Det oppstår en tilstand av tvang i gitteret som blokkerer dislokasjoner. Hardhet, flytegrense og strekkfasthet øker. Martensitten er derfor meget hard, men også sprø. En meget hard og sprø struktur, kan oppfattes som ferritt overmettet på karbon, kan holde opptil 1,4% C. Pga sin høye sprøhet så har martensitt begrenset bruk. Det skjer en volumforandring når austenitt omformes til martensitt (ca. 4%), dette resulterer i indre spenninger som kan føre til sprekker.		
129	122	Hva er anløping?	For å gjøre materialet mer duktilt etter herding anløpes det (dvs glødes). For stål: varmes opp til 250-650 gradC slik at cementitt utfelles i martensitt. Dette minker spenninger i gitterstrukturen; hardhet minker, duktilitet øker. Anløpsfargen er fargen materialet får som resultat av ett oksidasjon som dannes på overflaten, erfarne fagfolk kan bruke den som indikator for temperatur og holdetid.		
130	121	Hva er normalisering av stål?	Normalisering, varmebehandling av stål som utføres for å oppnå en normal finkornet struktur i stål som er blitt grovkornet gjennom tilvirkningsprosessen (støping, sveising, valsing til høy slutttemperatur), eller som er blitt sprøtt ved kaldbearbeiding. Normalisering består i en omkrystallisasjon ved omvandling til austenitt under opphetningsperioden. Den foregår ved temperaturer 20-50 °C over omvandlingstemperaturen, med påfølgende avkjøling i stille luft.		
131	117	Hvordan herder vi de herdbare aluminiumlegeringene?	(1) Kaldbearbeiding: materialet formes i kald tilstand (kaldvalsing), krystallene blir deformert. (2) Herding ved legering: hardhet og styrke øker ved å legerer inn Mg, Mn, Cu eller Si. (3) Utfellingsharding/partikkelstyrking: 4 trinn - 1) Oppvarming 2) Innherding, homogenisering ved en temperatur der legeringselementene danner blandkrystaller 3) Bråkjøling. 4) Utherding, dvs lagring over en lengre tidsperiode, enten varm (varmurtherding) eller ved romtemperatur (kaldurtherding). Utherding er spesielt relevant ved sveising av aluminium da vi kan med herdbare aluminiumslegeringer få tilbake noe om ikke all styrke i varmpåvirket sone, i motsetning til ikke-herdbare legeringer som mister egenskapene sine ved varmpåvirkning.		
132	159	Hva er superlegeringer?	Superlegeringer er nikkel-, jern- og kobolt-baserte legeringer, tilpasset langtidsservice ved høye temperaturer over 540 °C. Pga av sin hardhet vanskelige å forme eller maskinere. Støping og til dels smiing går fint. Fremstilling av superlegeringer er krevende fordi egenskapene er bundet til kompliserte spesifikke strukturer som innebærer at utgangs materialet må være veldig rent og at prosessen fra utstøping til varmebehandling er nøykatig utført.		
133	95	Hva er korrosjon?	Tæring på materialer ved kjemiske og/eller elektrokjemiske reaksjoner med omgivelsene. Begrepet brukes særlig i forbindelse med metaller. Rust er et velkjent eksempel på korrosjon. Ved våt korrosjon så katalyseres prosessen av veske med oksygen oppløst i vesken. Prosessen foregår i to steg, først ved oksidasjon (anodisk reaksjon) og deretter ved reduksjon (katodisk reaksjon). Galvansk korrosjon er ett resultat av forskjellig potensial i spenningsrekken og vi får en anode/katode reaksjon. Dette kan for eksempel skje ved sammenføyning av to ulike materialer uten tilstrekkelig isolasjon mellom.		
134	95	Hva er galvanisk korrosjon?	Korrosjon hvor anodereaksjonen (dvs. selve korrosjonen eller oksydasjon) og katodereaksjonen (typisk oksygenreduksjon) skjer på ulike steder. Er ofte den farligste formen for korrosjon i metallkonstruksjoner, og forekommer når ulike metalleder av en konstruksjon får ulik elektrokjemisk spenning. <i>Oksen Anton er Redd Katta (Oksidasjon - Anode, Reduksjon - Katode)</i>		
135	95	Kan du navnet på noen vanlige korrosjonstyper?	Galvanisk korrosjon. Jevn korrosjon. Groptæring (pitting). Spaltekorrosjon (crevice corrosion). Interkrystallinsk korrosjon (intergranular corrosion). Spenningskorrosjon (stress corrosion cracking). Errosjonskorrosjon. Selektiv korrosjon.	F2 LB21	

136		Sorter noen metaller etter sin plass i spenningsrekka i sjøvann. 1 er passiv og katodisk, 5 er korrosiv og anodisk.	Titan, Kopper, Stål, Aluminium, Magnesium (http://www.ssina.com/images/corrosion/galvanic-series.gif)	F2 LB22	
137		Hva slags overflatebelegg bruker vi som korrosjonsvern?	Målet er å hindre at grunnmaterialet kommer i kontakt og dermed reagerer med oksygen og vann eller andre stoff som er i omgivelsen. Forskjellige typer belegg er: Cladding, malings- og lakkssystemer, fosfatisering, galvanisering (Nikkel, Cadmium, Sink), varmforsinking (hot dipping), metallisering ("thermal spraying", gassflamme eller lysbue), keramisk belegg, anodisering, porselen belegg, organiske belegg.	F2 LB26	
138	998	Hvordan utføres en varmforsinking?	Sink påføres ved å dyppe gjenstander i smeltet sink. (Hot dipping) Varmforsinking er en effektiv og rask måte å korrosjonsbeskytte stål på. Varmforsinking foregår i faste anlegg med store bad. Stålet blir forbehandlet og dyppes deretter i flytende sink. Etter nedkjøling kan stålet umiddelbart tas i bruk. I motsetning til maling og el-forsinking, der belegget blir liggende utenpå stålet, vil sink og jern reagere med hverandre og danne en jern-/sinklegering ved varmforsinking. Dette medfører at overflaten blir mer motstandsdyktig mot mekanisk slitasje og mot skader i belegget. Det er viktig at stålet er syre behandlet før varmforsinkingen tar sted. Bolter og skruer er ofte behandlet med denne prosessen, det er da viktig å ikke slå hull på eller bryte overflatebelegget. Noen bilkarosseri blir også varmforsinket.		
139	1001	Hva er et malingssystem?	Malingssystemet kan f.eks. bestå av en grunning (primer), et mellomstrøk og et toppstrøk. Hvert av disse er spesielt komponert m.h.t. bindemiddel og pigmenter og målet er å hindre korrosjon.		
140	68	Explain whether or not the volume of a metal specimen changes when the specimen is subjected to a state of (a) uniaxial compressive stress and (b) uniaxial tensile stress, all in the elastic range.	(a) volum blir mindre, (b) volum blir større	Eq. 2.45	
141	985	Hvordan kan vi påføre metallbelegg? Nevn tre metoder.	Galvanisering (Nikkel, Cadmium, Sink), varmforsinking, metallisering (gassflamme eller lysbue), cladding		
142	38	Explain why we should study the crystal structure of metals.	Da atomenes plassering har stor påvirkning på materialets egenskaper og oppførsel, så vil en forståelse av dette gi oss mulighet til å forutse og kontrollere egenskapene til materialer etter vårt behov.		
143	95	Forklar hva vi gjør når vi utfører en katodisk beskyttelse.	Metallet som skal beskyttes fungerer som katode i en strømkrets der spenningen oftest oppstår ved kontakt med en påmontert såkalt offeranode som består av et uedlere metall og går langsomt i oppløsning ved levering av strøm.	F2 LB22	
144	55	Which of the two tests, tension or compression, requires a higher-capacity testing machine than the other? Explain.	Trykkprøve (compression) krever mer krefter enn strekkprøven (tension) pga tverrsnittet på prøvestaven øker når den trykkes sammen i motsetning til det minkende tverrsnittet på strekkprøvestaven, og vi krever da altså større krefter for å oppnå samme spenning. Ved kompresjonstesten er det også friksjon mellom pressen og testobjektet. Prøveemnet i en kompresjonstest har også som regel større tverrsnitt enn den som er brukt i strekkprøving.		
145	49	What effects does recrystallization have on the properties of metals?	As shown in fig. 1.14, strength and hardness are reduced, ductility is increased, and residual stresses are relieved. RekrySTALLisasjon øker duktiliteten og formbarheten til metall tilbake mot sin opprinnelige verdi og fjerner spenninger i materialet. En ny kornstruktur dannes. Ta for eksempel en metall stang som bøyes. I bøye området blir det plastisk deformasjon forbundet med kaldherding. Ved riktig oppvarming får vi kimdannelse og kornvekst på bekostning av de deformerte kornene og vi kan gjenvinne egenskapene metallet hadde før bøyning tok sted.	Fig. 1.14	
146	55	If you pull and break a tension-test specimen rapidly, where would the temperature be the highest? Why.	Siden den økte temperaturen kommer av deformasjon av materialet (ca. 90% av energi blir varme) så vil temperaturen være størst ved bruddet (eller der vi får "necking") der det har skjedd størst deformasjon.		
147	50	How can you tell the difference between two parts made of the same metal, one shaped by cold working and the other by hot working? Explain the differences you might observe. Note that there are several methods that can be used to determine the difference between the two parts.	Den som er varmbearbeidet har dårligere dimensjonell nøyaktighet, dårligere overflate pga oksidlag som lages ved høye temperaturer. Det er forskjellig styrke, den som er kaldbearbeidet vil være arbeidsherdet i større grad (vil også være sprøere). Kornstørrelsen siden den som er varmbearbeidet har rekrySTALLisert seg (og kanskje undergått kornvekst), kun den varmbearbeidede kan få "appelsinhud". Den kaldbearbeidede delen vil ha restspenninger og anisotropisk oppførsel.		
148	46	Explain why the strength of a polycrystalline metal at room temperature decreases as its grain size increases.	The strength increases as more entanglements of dislocations take place with grain boundaries and with each other. Metals with larger grains have less grain-boundary area per unit volume, hence they are not able to generate as many entanglements at grain boundaries, thus the strength will be lower. Dette er fordi styrken øker ved låsing av dislokasjonene. Ett metall med grov kornstørrelse har ikke så mange dislokasjoner og vil derfor ikke oppnå samme hardhet.	Eq. 1.1	
149	67	Which hardness tests and scale would you use for very thin strips of material, such as aluminum foil? Why?	En mikrohardhets test ville passet godt her siden aluminiumsfolie er veldig tynn. Knoop testen passer fint til slike pga sine små belastninger (25g-5kg) og avtrykk. Vickers kan også brukes. Tynnere materialer krever mindre inntrykk. Utfordringen er å teste selve prøveobjektet istedenfor å teste underlaget.	Fig. 2.13 Fig. 2.14	
150	50	Explain the advantages and limitation of cold, warm, and hot working of metals, respectively.	Kaldbearbeiding: Store muligheter til å styrke materialet (med tap av duktilitet), anisotropisk oppførsel (forskjellige egenskaper for eksempel vertikal og horisontal retning). Varmbearbeiding: Mulighet til større deformasjon da material blir mer duktilt og rekrySTALLiserer seg ved høye temperaturer, kan minke/ fjerne effekt av arbeidsherding, generelt dårligere geometrisk nøyaktighet og overflatebeskaffenhet enn ved kaldbearbeiding. "Warm working" ligger i temperatur mellom varm- og kaldbearbeiding og blir et kompromiss mellom de to metodene.		
151	67	List and explain the factors that you would consider in selecting an appropriate hardness test and scale for a particular application.	Type avtrykk, last, hvordan avtrykket måles, hardhet til delen som testes, størrelse på delen, tjukkelse på delen, størrelse på prøvestykket i forhold til testutstyr.		
152	67	In a Brinell hardness test, the resulting impression is found to be an ellipse. Give possible explanations for this phenomenon.	Hvis testobjektet ikke er flatt, men har en bue på seg så vil avtrykket være elliptisk. Det kan være lokale områder i materialet som er hardere enn resten som gir et uregelmessig avtrykk. Ballen som blir brukt i Brinelltesten kan ha dårlig geometri. Det kan være restspenninger i materialet. Materialet kan ha en definert retning - Anisotropi - for eksempel fra en produksjonsprosess.		
153	74	Describe the difference between creep and stress relaxation phenomena, giving two examples for each as they relate to engineering applications.	Creep is the permanent elongation of a material under a static load for a period of time. (kan forekomme ved romtemp. for termoplast, gummi, bly eller høye temp for metaller/legeringer). Stress relaxation is the decrease of stress from external loading over a period of time. Creep ex: gasturbine blades, jet engines, rocket motors. Stress relaxation ex: rivets, bolts, guy wires (bardun)		

154	67	Why have different types of hardness tests been developed? How would you measure the hardness of a very large object?	Hardhet varierer og dette må man ta hensyn til med testen. Velger å tolke "a very large object" som en del som er for stor til å testes på labben - dvs vi kjører hardhetsprøve ved å slå prøvelegeme (kule/pyramide osv.) på en standardisert måte in i prøveobjektet. (For eksempel ved å la et lodd falle fra en gitt høyde). Dette gir oss da en "standardisert" noenlunde konstant kraft når vi kjører testen på flere områder på delen og på flere objektet over tid.		
155	55	List and explain the desirable mechanical properties for the following: (1) elevator cable, (2) bandage, (3) shoe sole, (4) fish hook, (5) automotive piston, (6) boat propeller, (7) gas-turbine blade, and (8) staple.	(1) Høy styrke, høy seighet, høy elastisitetsmodus... (2) God absorpsjon, mulighet til å "puste", elastisk, ugiftig, elastisk men sterk i membranretningen... (3) Slitestyrke, dempende, isolerende, hydrofobisk... (4) Styrke, korrosjonsbestandig, ugiftig, høy elastisitetsmodus, (nedbrytbar)... (5) Styrke, god seighet, lite sensitiv for støtbelastninger, temperaturbestandig, slitestyrke... (6) Korrosjonsbestandig, slitestyrke... (7) Styrke, slitestyrke, temperaturbestandig, korrosjonsbestandighet... (8) Høy duktilitet, lav flytespenning...		
156	3	Nevn noen konstruksjonsmaterialer som menneskene har brukt i lang tid, og noen nyere materialer.	"Gamle" er dem som forekommer i naturen enten i "ren" form (gull, sølv), eller i "naturlige" blandinger (tre, stein, bronse, messing, jern) eller som oppstår "naturlig" ved tilførsel av ild (porselen, glass). "Moderne" er dem som krever mer komplekse fremstillingsprosesser og mer kunnskap ("syntetiske" oljer, glassfiber, plastmaterialer, epoxy, superlegeringer, høylegerte stål, Nano-materialer).	T 1.2	
157	89	Sorter noen metaller etter sin tetthet. 1 er høyeste og 7 er laveste tetthet.	1 Kopper, 2 Nikkel, 3 Jern, 4 Sink, 5 Titan, 6 Aluminium, 7 Magnesium	T 3.2	
158	58	Sorter noen metaller etter sin maksimale flytegrense 1 er høyeste og 7 er laveste flytegrense.	1 Titanlegeringer, 2 Nikkelleg., 3 Konstruksjonsstål, 4 Kopperleg., 5 Aluminiumsleg. 6 Magnesiumleg. 7 Sinkleg. (flytegrensene kan overlappe hverandre, avhengig av hvilke legeringer som er valgt).	T 2.2	
159		Hvilke tre lettmetaller er mest brukt?	Aluminium, Magnesium, Titan		
160	89	Hvor mange ganger større er tettheten til stål enn tettheten til aluminium?	Tettheten til stål er ca tre ganger så stor som tettheten til aluminium. Aluminium (2700 kg/m^3) mot stål (7000-9000 kg/m^3).	T 3.1	
161	59	Hvilken betydning har det at elastisitetsmodulen til aluminium er 1/3 av elastisitetsmodulen til stål?	I en identisk konstruksjon under belastning vil den elastiske deformasjonen (forlengelse, nedbøyning osv) blir 3 ganger så stor ved bruk av aluminium i forhold til bruk av stål.		
162	151	Nevn noen viktige egenskaper til aluminium.	Stor styrke i forhold til vekt; god formbarhet; enkelt å bearbeide; god ledeevne (termisk og elektrisk); god beskyttelse mot korrosjon, ugiftig, utseende, ikke magnetisk, osv..		
163	156	Hvilke spesielle egenskaper har kopper?	God ledeevne og god formbarhet.		
164	157	Hva er messing?	Messing (brass) er en kobber-sink legering med en sink prosent på ca. 15-45% (Kan også inneholde andre legeringselementer)		
165	156	Hva er bronse?	Messing (bronze) er en kobber-tinn legering med en tinn prosent på ca. 6-10%. (Kan også inneholde andre legeringselementer)		
166	157	Hva er automatmessing?	Automatmessing består vanligvis av ca. 60% kobber, 38% sink og 2% bly. Egner seg spesielt godt i automatreiebenker. Gir korte spon og lave skjærkrefter.	T 6.6	
167	155	Hvilke spesielle egenskaper har magnesium?	Enda lavere tetthet en aluminium, men bare en tredjedel av den maksimale flytegrensen, må legeres med andre metaller for å få tilstrekkelig styrke. Lett å støpe, farlig å bearbeide pga selvantennning.		
168	155	Er magnesium lett å bearbeide med skjærende verktøy?	Er lett å bearbeide i forhold til skjærkrefter siden det er bløtt. Er farlig å bearbeide pga selvantennning (og at det ikke kan slukes med vann) og brenner med høy temperatur. Det er derfor forbundet med stor risiko ved bearbeiding. Vil også lett bøye seg ved for eksempel lengre deler i en dreiebenk.		
169	160	Hvilke spesielle egenskaper har titan?	Veldig stor styrke både absolutt men spesielt i forhold til sin egenvekt. Motstand mot korrosjon i rom- og høye temperaturer. Veldig godt forhold mellom styrke og vekt. Høyere massetetthet enn aluminium. Veldig godt legerings element. Dyrt. God overflate. (4570 kg/m3, 1668C)		
170	160	Når bruker vi titan?	Når vi trenger et sterkt (dobbelt så sterk som Al) og lett materiale (4,5 g/cm^3) som har et stabilt oksidlag (hindrer korrosjon) og er biokompatibelt (kan brukes i kroppen). Titan er også egnet når vi trenger gode egenskaper også ved høye driftstemperaturer.	T 6.10	
171	163	Hva bruker vi sink til?	Sink og kopper danner messing; viktig legeringselement. I ren form brukes Sink til å verne metaller mot korrosjon ved varmforsinking, galvanisering eller som en offeranode.		
172	169	Hva er polymere materialer?	Polymerer er syntetiske eller naturlige forbindelser som består av kjedeformede molekyler bygd opp av repeterende strukturelle enheter (monomerenheter, merer) dannet av mindre molekyler (monomerer). Polymeren holdes sammen av kovalente bindinger som repeteres gjennom hele strukturen. Eksempler på syntetiske polymerer er polyetylen, polyvinylklorid og polyamid, på naturlige polymerer cellulose, proteiner og kautsjuk.		
173	170	Hvilke to hovedtyper plastmaterialer har vi?	Termoplast (trådformede kjedemolekyler) og herdeplast (trådformede kjedemolekyler som er bundet sammen i kontaktpunktene)		
174	188	Hva er gummi?	Gummi er et polymer med meget lav e-modul og høye bruddtøyninger. Gummi har en permanent nettverksstruktur av trådformede kjedemolekyler som er bundet sammen i kontaktpunktene og har derfor de fleste egenskapene som en herdeplast men uten å være hard og stiv. Kan ikke materialresirkuleres. Lav smeltetemperatur, har hysterese-tap som gir god vibrasjonsdemping.		
175	178	Nevn noen viktige egenskaper til termoplast.	Kan smeltes, sveises, løses helt i løsemiddel, svelle (trekke til seg vann); har varierende stivhet; mykner ved oppvarming; råvaren blir framstilt ved polymerisasjon; rester og spon kan som regel nyttiggjøres, mulighet til å orientere molekyllene ved forming, svakere enn herdeplast, spesielt utsatt for kryping, kan bli anisotropisk ved forming.		
176	181	Nevn noen viktige egenskaper til herdeplast	Kan ikke smeltes, sveises, løses i løsemiddel; kan svelle, men i liten grad; er som regel hard og stiv, også ved oppvarming; er ikke plastisk formbart etter herding; polymerisasjon i form eller verktøy; rester og spon kan ikke nyttiggjøres. Kan ikke materialresirkuleres.		
177		Hva er et komposittmateriale?	Materialer sammensatt av to eller flere forskjellige materialer, slik at komposittmaterialet får bedre egenskaper (f.eks. styrke, slitasjemotstand, stivhet, seighet m.m.) enn grunnmaterialene har hver for seg.. Glassfiber forsterket plast er ett eksempel på en kompositt. God styrke og fiber strukturen gjør det vanskelig å bryte av da sprekker ikke vokser naturlig. Mange anvendelsesområder, spesielt hvor vekt er viktig.		
178	215	Nevn noen komposittmaterialer.	Armert betong med stålstenger og sement/sand; glassfiberarmert plast; treverk; trefiberplater; karbonfiber;		
179		Hva skiller trær og koraller fra alle andre levende vesener?	Dem vokser bare på utsiden, dvs at dem strekker seg ikke. Overgangen fra stikling til tre er nettopp når den slutter å strekke seg.		
180	150	Aluminum has been cited a possible substitute material for steel in automobiles. What concern, if any, would you have prior to purchasing an aluminum automobile?	Styrken til aluminium i forhold til stål er et problem, om bilen ikke er skikkelig konstruert så kan det påvirke kollisjonssikkerheten. Det kan tenkes at det er mer miljøvennlig med aluminium da bensinforbruk blir mindre med en lettere bil, men stål er mye lettere å utvinne i forhold til aluminium som krever mye energi. Men så er aluminium også lettere å gjenvinne enn stål feks. Lavt smeltepunkt kan være skummelt ved feks brann.		

181	89	Which of the material described in this chapter has the highest (a) density, (b) electrical conductivity, (c) thermal conductivity, (d) strength, and (e) cost?	(a) Wolfram (tungsten). (b) superledere (eks. legering av lantan, strontium, kobber og oksygen) eller sølv. (c) sølv. (d) duranickel 301. (e) platinum eller superlegeringer.	T 3.1	
182		Gi eksempler på tresorter med korte fiber	0,5-2,5mm; Løvtre; Poppel, Bjørk	F5 LB10	
183		Nevn noen gode egenskaper til limtre i forhold til "vanlig" tre.	Større homogenitet og dermed større styrke fordi svake partier blir kappet ut; (Skjøtene i limtre er faktisk sterkere enn selve treverket), Større tetthet (deler blir satt sammen for å motvirke hverandres formforandringer pga. krymping. Store komponenter kan produseres uavhengig av stokkstørrelse; Bedre brannmotstand pga. større tetthet og tilsatt lim; Bedre økonomi pga. høyere materialutnyttelse.	F5 LB34	
184		Gi eksempler på tresorter med lange fiber	2-5 mm; Bartre; Gran	F5 LB9	
185		Hva er forskjellen mellom et kappsagblad og kløvsagblad?	Kappsagblad luter litt bakover (0 til 5°), kløvsagblad luter fremover (15 til 25°)	F5 LB12	
186		I hvilket område ligger tettheten til tresorter?	Balsa - 50kg/kbm til Grenadill - 1400kg/kbm	F5 LB16	
187		Sorter noen tresorter etter "middels basisdensitet" 1 er minst, 5 er størst	Edelgran; Furu; Lerk; Bjørk; Bøk;	F5 LB15	
188		Hvordan påvirker vanninnhold styrkeegenskapene til treverk?	Fuktighet har stor innvirkning, for eksempel bøyestyrken halveres fra 5% til 25% fuktighet.	F5 LB24	
189		Hvordan krymper trevirke og hvilke utfordringer er knyttet til det?	Trevirket krymper forskjellig i tangentiell (8%), radiell (4%) og aksial (0,3%) retning. Forskjellen i tangentiell og radiell retning fører til spenninger i rundstokken som kan føre til oppsprekking. Videre fører det til kuving og andre formfeil som oppstår når treverk som er tilskåret i fersk tilstand tørker.	F5 LB26	
190		Hva er reaksjonsved? Nevn noen utfordringer og muligheter.	Reaksjonsved dannes for å støtte treet mens det vokser. Det er tettere og hardere en vanlig ved pga tjukkere cellevegg. Den har også dårligere styrkeegenskaper.	F5 LB30	
191		Ved høy temperatur og/eller lite smøring kan man bruke såkalte «hybrid»-kulelager. Kulene er keramiske og laget av hvilket stoff? Hvorfor er dette stoffet gunstig?	Kulene lages i silikon-nitrid, Si3N4. Si3N4 er et gunstig keramiske stoff som utvider seg veldig lite under oppvarming, takler vibrasjoner godt, og har generelt bedre rulleegenskaper. Kuler av Si3N4 er både hardere og lettere enn vanlige stålkuler. Har også veldig gode isolerende egenskaper, noen som er gunstig ved bruk i elmotorer, der akselen må isoleres.		
200		Støping			
201	278	Hva er en kokille i forbindelse med støpeprosessen?	En kokille er en gjenbrukbar støpeform (Permanent Mold). Ved støping av metaller er den laget av stål, bronse, varmfaste metaller eller grafitt. At formen er laget av metall medfører at varmeoverføringen mellom smelte og form er mye større, og smelten vil størkne på en annen måte enn ved feks sandstøping. (1) Blokker og emner - Den kan på undersiden være lukket ved støping av blokker eller åpen ved kontinuerlige støpeprosesser hvor godset størkner i ytterflaten før den forlater formen. (2) Ferdigvarer - formen består ofte av minst to deler hvor risere, luftehull osv er maskinert in i formen. Bruk av kjerner og trekk er også mulig. Bruk av slipp-middel (grafitt feks) øker levetiden. Brukes for mindre komplekse deler, krever etterarbeid.	F6 LB16	
202	303	Hvorfor bør man være forsiktig ved støping av bly?	De største risikoene i forbindelse med støping av bly kommer av de helsefarlige egenskapene til bly. Ved støping lages det skadelige avgasser, og inntak av for mye bly kan gi blyforgiftning. Bly er også skadelig for miljøet, ikke bare for mennesker og dyr. Dette kommer i tillegg til alle farene som generelt er forbundet med håndtering av flytende metall (forbrenning, eksplosjon, gas og røykdannelse osv.)		
203		En ventil i en støpeform er der for...?	Hjelp kjøleprosessen La luft og avgassene slippe ut av hulrommet i forma Redusere krymping av støpen Unngå porøsitet		
204		Ved tinnstøping, hva er anbefalt temperaturintervall og hva kan skje om vi går utenfor intervallet?	300-350 °C - (1) Over 350 °C kan smelten renne ut i luftkanaler og kan skade støpeform. Grad av overoppheting (temperatur over smeltepunkt) øker fluiditeten. Høye temperaturer gir ekstra slitasje på form og utstyr. (2) Under 300 °C er det fare for at smelten ikke når ut til alle detaljer før den størkner. Viskositeten øker når temperaturen synker (mer tykkflytende). En kan bruke en tynn trepinne, for eksempel en fyrstikk uten hode som indikator. Når den kort dyppes i smelte og ikke blir svart i overflaten med det samme er vi under 300 °C, brenner den opp med det samme er vi over 350 °C.		
205	287	Hva er en smeltedigel?	En beholder til smelting av metaller, (men også andre stoffer.) Riktig Brukes til å frakte smelten fra smeltebad til støpeform. Feil Brukes til å fjerne slagg fra smeltebad. Feil En type støpeform man bruker under tinnstøping. Feil		
206	260	Forklar grunnprinsippene ved sandstøping, tegn gjerne en enkel skisse.	(1) Lag en modell som man ønsker å støpe i metall, og splittes deretter i to. (2) Bruk en ramme hvor den ene halvdelen av modellen legges i bunn, og fyll sand med et bindemiddel over til rammen er fylt og komprimer sanden (3) Snu formen slik at vi ser modellen. Legg på den andre halvdelen av modellen og en ny ramme på topp. Før det fylles videre opp med sand, så legges det et rør inn til modellen for tilførsel av smelt. (4) Nå har vi en kasse fylt med sand fra begge sider med en modell i midten med tilførselskanal. Hvis man har f.eks. en modell av tre, så må det tas ut. Om man har brukt skum som materiale, vil modellen smelte når det fylles inn flytende metall (kun en gangs bruk) (5) Når modellen tas ut må man gå over å se at man har god tilførsel for smelten inn i formen. Eventuelt påføres luftekanaler for å få fylt ytterpunkter som kan være vanskelig å nå (6) Nå settes formen sammen igjen og formen er klar til å støpe i (7) Metall varmes og smeltes til rett temperatur i forhold til valg av materiale, og helles i formen (8) Sandformen ødelegges for å få ut den støpte modellen (9) Må påberegnes litt bearbeiding for å få av tilførselskanalen og eventuelt støpeskjegg.	Fig. 11.3	
207		Ved støping, hva må det tas hensyn til fra modell til ferdig støpt del?	(1) Konstruksjon for støping (unngå store volumforskjeller, unngå skarpe overganger og kanter osv) (2) Form og model (krymping ved størkning, slipvinkel, delelinjer, stige-, lufte og flytekanaler, sandbrekk, forskyving av formen, skjegg osv.) (3) Prosess (temperaturkontroll, forvarming, utlufing, fluiditet, bruk av chills osv.)	F6 LB46	
208	96	Hva skjer med et materiale som tinn når det oksiderer og hvordan kan man forhindre oksidasjon?	Det reagerer med oksygen i lufta og danner oksid som felles ut og samler seg sammen med urenheter på toppen av smelten som slagg. For å forhindre oksidasjon kan man dryppe tilsetninger (som olje) som er lettere en selve smeltet materialet for å danne en hinne mellom smeltet materialet og luften. Også dekkgas brukes, altså å smelte i beskyttet atmosfære. Flux kan også brukes, det finnes mange typer blandt annet til å lage et beskyttende lag på smelten. (slag på engelsk er dross/ slag)		

209		Temperaturen i smeltebadet må ligge godt over smeltetemperaturen. Hvorfor? Jo varmere jo bedre?	Så snart smelten forlater digelen vil den kjøles ned. Den avgir varme til luft, transportkanaler, formen og kjernen. Viskositeten øker når temperaturen synker (mer tykkflytende) og smelten har vanskelig til å flyte in i alle formdetaljene. Når temperaturen lokalt nærmer seg smeltetemperaturen begynner størkningsprosessen og kristallasjonen som vil hindre og stoppe flyten of formfyllingen. Høy temperatur øker: avgassing, fare for legeringsforandringer, fluiditet og fare for skjeggdannelse, belastningen på form, kjerner og utstyr, HMS farer, energiforbruket osv. Temperaturen må altså balanseres og må blir en kompromiss.		
210		Hvorfor er det viktig å røre om og legge ulike materialsammensetninger i et smeltebad før det helles i kokillen?	Fordi grunnstoff/materialer har ulik massetetthet og vil kunne skilles i smeltebadet. Det er viktig med en jevn legering for at det ferdigstilte materialet skal ha lik egenskaper over hele området. Ved forskjellig massetetthet og utilstrekkelig røring i smelten vil det tyngste materialet legge seg i bunnen.		
211	286	Hvordan fremstilles fiberne i steinullproduksjonen?	Fibrene produseres ved en meget spesiell støpeprosess - melt spinning. Flytende steinmasse blir under høy trykk blåst på en raskt roterende kald trommel. Dråpen slenges fra trommelen og strøkner momentant.	Fig 11.29	
212		Når en undersøker en sprøytetøpt plastkasse nærmere kan en finne en rekke detaljer. Nevn noen av disse og beskriv hva du kan tolke ut av dem.	1.) En kan finne mange forskjellige merker i produktet som stammer fra formverktøyet: Delelinjer for formverktøyet, delelinjer mellom moduler i formverktøyet, innsprøytningshullet, utluftingsdyser, utkastingspinner, sidetrekk, osv. 2.) Forskjellige koder som viser produsent, brukt materiale, dato osv. 3.) Detaljer som øker styrken og produserbarhet som ribber, forsterkninger, slipvinkel på flater, filmhengsler, osv. 3.) Merker fra størkningsprosessen som innsøk ved knutepunkter, flater som slår seg, porer og andre ufullstendige formfyllinger, osv.		
213		Beskriv og forklar noen design regler som gjelder ved sprøytetøpte plastprodukter.	Prøv å oppnå jevn veggtykkelse siden plast krymper mer en metaller ved strøkning vil ujevne veggtykkelser føre til innsynkninger og hulrom. Er det nødvendig med stor veggtykkelse pga styrke og stivhet så bruk heller ribber. Det er viktig med store slippvinkler for å minske kontakt flaten når delen trekkes ut av formen. Bruk mest mulig avrundede hjørner for å sikre god formfylling og for å lette uttak av ferdige produkter.		
214	495	Nevn og beskriv kort minst tre metoder til å forme plast med utgangspunkt i en smelte.	Extrusion, Injection molding, Blow molding, Transfermolding, Structural foam molding, Rotational molding, Compression molding, Injection molding, Transfer molding, Casting. Første steg er fremstilling av en smelte. Dette blir veldig ofte gjort i en ekstruder. Plastikk granulat smeltes i ett sylindrisk rør med en konisk "skrue" i midten. En kombinasjon av friksjon, trykk og oppvarming blander og smelter granulatet. Andre steg er formgivning hvor det finnes veldig mange forskjellige prosesser. (1) Sprøytetøping hvor spissen av ekstruderskruen brukes til å sprøyte den smeltede plasten in i et formverktøy av metall med et hullrom som en negativform. Etter strøkning blir delen dyttet ut av ejetektor pinner. Spalten mellom disse pinnene og formen etterlater ofte synlige merker på delen. Viktig å huske på slippvinkler, delelinjer, luftkanaler og lignende. (2) Rotasjonsstøping, smeltet plast fylles i en negativform som roterer. Utnytter tyngdekraft eller sentrifugalkraft til å bringe smelte mot verktøyet hvor det størkner. Brukes til å lage for eksempel rør, store blåser, store beholder osv. hvor innvendig form og veggtykkelse er mindre viktig. (3) Ekstrudering, smelte presses gjennom et hull i et verktøy hvor det størkner mot verktøyet. Brukes til å lage stenger med et mangfold av 2-D geometrier. Dette gir stor frihet innenfor 2D. Prosessen er veldig lik ekstrudering av aluminium. Men ekstrudering av plast er en støpeprosess, mens ekstrudering av aluminium er en formingprosess. (4) Blow molding brukes til å fremstill tynne folier og duk. Plasten ekstruderes gjennom en tynn ringformet spalte for å lage et tynnvegget rør som det så blåses opp for å øke diameter og redusere veggtykkelsen. (osv. osv.)	T 19.1	
215	497	Hvilke funksjoner har ekstruderskruen i sprøytetøpe prosessen?	* Blander sammen granulatene med evt fargestoffer/andre tilsetningsmidler * Skaper størst andel av smeltevarmen som trenges i prosessen vha friksjon og skjærkrefter (ekstern oppvarming av løpet brukes også) * Skruens utforming i seg selv sørger for jevn temperatur gjennom smelten * Stempelfunksjonen presser smelta inn gjennom dysen * Bygge opp trykk		
216	510	Hvordan produseres plastflasker (f.eks brusflaske)? Hvorfor gjøres det på denne måten?	Først sprøytetøpes det en vedlig liten flaske som hovedsakelig består av den gjengete tuten. Dette emne inneholder riktig mengde plast i forhold til sluttresultatet, dermed er hoveddeln av produksjonen unnagjort (blanding, porsjonering, hovedgeometri av gjenger osv) samtidig som transportvolumet er fortsatt veldig liten. I andre produksjonstrinn varmes plasten opp igjen og blåses opp mot en form til ferdig volum og geometri i en blowmolding-prosess som er mindre kompleks. Dette gjøres ofte på tappestedet for å redusere transport og lagervolum.	Fig 19.14	
217		Hvordan produksjonsmetode er mest egnet til å lage en stor og tykkvegget sylindrisk tank av plast? Beskriv prosessen.	Rotasjonsstøping (rotational molding). En hul form fylles med et passende volum av plastpasta eller plastpulver, formen lukkes og roteres langsomt samtidig som den varmes opp fra utsiden. Et skall av plast dannes dermed på innsiden av formen. Etter avkjøling/størkning kan formen åpnes og produktet tas ut. Rotasjonsstøping brukes bl.a. ved fremstilling av mindre båter, store tanker og beholdere i polyetylen, og av hule gjenstander som fendere og bøyer i mykjgjort PVC.		
218	214	Støpeprosessen fører til tre grunnlegende forskjellige resultater. Navngi dem.	1) Barrer, utstøping, ingots 2) Emner, halvfabrikata, semifinished billet, bloom or slab 3) Ferdigvarer	F5 LB40/1/8	
219	257	Hva er den enkleste støpeformen? Gi noen eksempler.	Ensidig støpeform, dvs form på undersiden og oversiden dannes av smeltets overflate. Ensidige mynter, kjølesskapfigur, Ovnsplater, IFA drops, sjokoladeplater osv.	F5 LB49	
220	89	Sorter etter stigende smeltetemperatur	Tinn 232°C; Aluminium 658°C; Gull 1063°C; Kopper 1083°C; Støpejern 1130 - 1200°C; Ståll 1450 - 1500°C	T 3.1	
221	260	Beskriv forskjellen mellom sandstøping, voksutsmeltingsstøping og kokillestøping.	I sandstøping så lages det en form av sand som er laget for engangsbruk, den lages av en permanent model av produktet. I voksutsmeltstøping ødelegges både modellen av voks (som smeltes ut) og formen av for eksempel leire. Kokillestøping har en permanent form som ikke ødelegges under prosessen.		
222	249	Hvorfor og hvormye må målene på modellen være større enn det ferdige produktet?	Krymping på 1 til 2% hovedsakelig pga. faseovergangen fra flytende til fast	T 10.1	
223	262	Hva menes med en kjerne under støping, og hvorfor bruker vi slike?	En kjerne er det som skaper hullrom i det ferdige produktet. Materialet dem lages av må kunne motstå det flytende metallet og må kunne la seg fjerne etter størkningen. Dem kan lages for engangsbruk av for eksempel sand som er limet sammen og som kan lett gå i oppløsning etter at smelten er størknet (ved komplekse geometrier), eller dem kan være av varig metall eller keramikk når geometrien tillater at dem kan trekkes ut av det ferdige produktet.		
224		Beskriv noen feil som kan oppstå under støpingen.	Innesluttete hulrom (lunker eller porer) pga krympingen, luftbobler eller gasdannelse; Ufullstendig formfylling pga. smelten størkner før den fyller ut hele formen, luftlommer ved gårlig utlufting, dårlig flyteevne på grunn av for lav temperatur i smelte; Formen og /eller kjernen skades pga for store temperaturer, oppdriftskrefter eller strømninger (errosjon); Formen lekker, for eksempel gjennom delelinjer i formen som gir sjekkdannelse. Støpegodset kan slå seg og sprekke pga store forskjeller i materialansamlinger; osv. Innsenkninger eller søkke når materialet størkner og avkjøler ujevnt. Bruk av riser kan motvikre dette ved å sørge for at smelte kan fortsette å fylle formen også etter at størkningen og dermed krympingen i "skallet" har begynt. osv. osv.		

225	247	Hva er "Skin on Casting" og hvilken effekt utnytter prosessen?	Under "skin on casting" så lar vi smelten strøke en viss tid, som da størkner som et lag (skin) i formen med smelte inni. Smelten tømmes så ut etter en bestemt tid og vi sitter kun igjen med laget som hadde størknet. Utnytter at smelten størkner mot formen først.	Fig. 10.11	
226	251	Hvorfor oppstår det porer/lunker i støpegods og hvordan kan dette motvirkes?	Porer oppstår ved at luft og gas blir innesluttet i støpen. Lunker oppstår når støpevolumet krymper pga avkjøling og faseovergang uten at flytende material kan renne etter. Utforming av formen med mater, stiger, "chills" osv for å sikre at størkning ikke stenger for etterfylling. Optimalisering av støpetemperatur og forvarming av formen.		
227	247	What are the effects of mold materials on fluid flow and heat transfer in casting operations?	Desto større termisk ledningsevne formen har, desto raskere kjøles smelten som fører til dårligere flyt og en raskere størkning.		
228	303	How does the shape of graphite in cast iron affect its properties?	Flakgraffitt-støpejern: Flak med graffitt skaper spenningstopper i strukturen. Hardt og sprøtt. Virker vibrasjonsdempende. Modulært - støpejern / Kulegraffittjern / Seigjern: Duktilt pga graffitt kuler.		
229	239	Explain the difference between short and long freezing ranges. How are they determined? Why are they important?	Kort "freezing range" betyr at vi har et kort temperaturintervall mellom liquidus og solidus i en legering, det kan nevnes at et rent metall har en "freezing range" som går mot 0. En kort "freezing range" medfører høyere flyt egenskaper i smelten (invers proporsjonal). Den bestemmer også hvilken måte smelten størkner på, om den er dendrittisk eller som en planfront.	Eq. 10.1	
230	249	We know that pouring molten metal at a high rate into a mold has certain disadvantages. Are there any disadvantages to pouring it very slowly? Explain.	There are disadvantages to pouring metal slowly. Besides the additional time needed for mold filling, the liquid metal may solidify or partially solidify while still in the gating system or before completely filling the mold, resulting in an incomplete or partial casting. This can have extremely detrimental effects in a tree of parts, as in investment casting.		
231	251	Why does porosity have detrimental effects on the mechanical properties of castings? Which physical properties are also affected adversely by porosity?	Porer har stor betydning for duktiliteten til støpet. Porene kan også ødelegge overflaten som bidrar til å gjøre den svakere spesielt med tanke på trykkbeholdere (den er ikke tett lengre). Styrken går ned siden material er "fjernet", og de fungerer som et startsted for sprekkdannelse, elektrisk- og termisk konduktivitet går også ned.		
232	248	A spoked hand wheel is to be cast in gray iron. In order to prevent hot tearing of the spokes, would you insulate the spokes or chill them? Explain.	Referring to T 10.1 on p. 249, we note that, during solidification, gray iron (støpejern) undergoes an expansion of 2.5%. Although this fact may suggest that hot tearing cannot occur, consideration must also be given to significant contraction of the spokes during cooling. Since the hottearing tendency will be reduced as the strength increases, it would thus be advisable to chill the spokes to develop this strength.	T 10.1	
233	300	Which of the following considerations are important for a riser to function properly? (1) have a surface area larger than that of the part being cast. (2) Be kept open to atmospheric pressure. (3) Solidify first. Explain	Both (1) and (3) would result in a situation contrary to a riser's purpose. That is, if a riser solidifies first, it cannot feed the mold cavity. However, concerning (2), an open riser has some advantages over closed risers. Recognizing that open risers have the danger of solidifying first, they must be sized properly for proper function. But if the riser is correctly sized so that it remains a reservoir of molten metal to accommodate part shrinkage during solidification, an open riser helps exhaust gases from the mold during pouring, and can thereby eliminate some associated defects. A so-called blind riser that is not open to the atmosphere may cause pockets of air to be trapped, or increased dissolution of air into the metal, leading to defects in the cast part. For these reasons, the size and placement of risers is one of the most difficult challenges in designing molds.		
234	300	Which of the following considerations are important for a riser to function properly? (multiple answers possible)	Have a surface area larger than that of the part being cast Be kept open to atmospheric pressure to help exhaust gases from the mold during pouring Solidify first to rise the amount of seeds to control orientation of a columnar grain structure Be kept close to atmospheric pressure as a so-called blind riser to prevent inflammable gases from the formmaterial to rise during pouring Have a shape and volume suitable to feed the mold cavity during solidification		
235	248	How can you tell whether a cavity in a casting is due to porosity or to shrinkage?	Evidence of which type of porosity is present, i.e., gas or shrinkage, can be gained by studying the location and shape of the cavity. If the porosity is near the mold surface, core surface, or chaplet surface, it is most likely to be gas porosity. However, if the porosity occurs in an area considered to be a hot spot in the casting, it is most likely to be shrinkage porosity. Furthermore, gas porosity has smooth surfaces (much like the holes in Swiss cheese) and is often, though not always, generally spherical in shape. Shrinkage porosity has a more textured and jagged surface, and is generally irregular in shape.	Fig. 10.14	
236	249	Explain the reasons for hot tearing in castings.	Hot tearing is a result of tensile stresses that develop upon contraction during solidification in molds and cores if they are not sufficiently collapsible and/or do not allow movement under the resulting pressure during shrinkage.		
237	251	Would you be concerned about the fact that a portion of an internal chill is left within the casting? What materials do you think chills should be made of and why?	Siden chillsene som er innvendige vil være av samme material og at de ofte smelter sammen med smelten så er ikke det noen stor bekymring, men om det ikke blir god nok binding mellom chillen og smelten kan dette være et problem. Det er viktig at disse chillsene er helt rene da de ikke skal ta med seg forurensinger i støpet. Med innvendige chills så bør de lager av samme materiale (eller et som er kompatibel) som smelten, mens utvendige kan lages av samme material, jern, kobber eller graffitt.		
238	238	Do you think early formation of dendrites in a mold can impede the free flow of molten metal into the mold? Explain.	Dendrittisk struktur er størknet metall, men den vokser på en sånn måte at den kan gi "hulrom" for smelten å dra gjennom. Hvordan dendritten vokser er avhengig av materialet (se figur) og det er derfor ikke sikkert at hulrommene blir tilstrekkelige gode. Selv om de kan la smelte gå gjennom så vil det gi motstand mot flyt av materialet sammenlignet om det ikke hadde vært dendritt-struktur der. Dendrittisk struktur i en smelt kalles også "mushy zone".	Fig. 10.5	
239	257	What are the reasons for the large variety of casting processes that have been developed over the years?	There are several accept. answers depending on the interpretation of the problem by the student. Students may approach this as processes that are application driven, material driven, or economics driven. For example, while investment casting is more expensive than sand casting, closer dimensional tolerances and better surface finish are possible. Thus, for certain parts such as barrels for handguns, investment casting is preferable. Consider also the differences between the hotand cold-chamber permanent-mold casting operations.	T 11.1	
240	247	Why can blind risers be smaller than open-top risers?	Siden innvendige risere vil holde på varmen bedre enn utvendige så trenger de ikke å være like store (Chovorinovs's regel).	Eq. 10.7	
241	276	Would you recommend preheating the molds in permanent-mold casting? Also, would you remove the casting soon after it has solidified? Explain.	Preheating the mold in permanent-mold casting is advisable in order to reduce the chilling effect of the metal mold which could lead to low metal fluidity and the problems that accompany this condition. Also, the molds are heated to reduce thermal damage which may result from repeated contact with the molten metal. Considering casting removal, the casting should be allowed to cool in the mold until there is no danger of distortion or developing defects during shakeout. While this may be a very short period of time for small castings, large castings may require an hour or more.		
242	238	In a sand-casting operation, what factors determine the time at which you would remove the casting from the mold?	Termisk ledningsevne til formen og smelten, ytre oppvarming/ avkjøling, varme på smelten. Altså det som påvirker hvor fort smelten størkner og avkjøler. Sandformen leder varmen dårlig. Dette er en fordel fordi det gir en sakte og jevn avkjøling som resulterer i mindre materialspenninger. Samtidig er det ugunstig hvis slike spenninger ønskelig og i forhold til produksjonshastighet.		

243	278	Explain why the strength-to-weight ratio of die-cast parts increases with decreasing wall thickness.	Because the metal die acts as a heat sink for the molten metal, the metal chills rapidly, developing a fine-grain hard skin with higher strength. As a result, the strength-to-weight ratio of diecast parts increases with decreasing wall thickness.		
244	262	List and explain the considerations involved in selecting pattern materials.	Hvilke områder av formen hvor det vil være kritisk å få slitasje, størrelse og form av støpet, nøyaktigheten som kreves, antall former som skal lages og støpeprosessen. Maskineringssegenskaper da formen blir maskinert. Må være slitesterk og korrosjonsbestandig.		
245	271	Why is the investment-casting process capable of producing fine surface detail on castings?	The surface detail of the casting depends on the quality of the pattern surface. In investment casting, for example, the pattern is made of wax or a thermoplastic poured or injected into a metal die with good surface finish. Consequently, surface detail of the casting is very good and can be controlled. Furthermore, the coating on the pattern (which then becomes the mold) consists of very fine silica, thus contributing to the fine surface detail of the cast product.		
246	248	Explain why a casting may have a slightly different shape than the pattern used to make the mold.	Når et metall størkner så har den tendens til å krympe (noen ganger også utvide seg) som gjør at støpet ikke har samme form. Også formen kan få noe forandret form, for eksempel "skin-dried" former. Smelten størkner også ikke alltid helt etter formen pga overflatespenninger.	T 10.1	
247	282	Explain why squeeze casting produces parts with better mechanical properties, dimensional accuracy, and surface finish than expendable-mold processes.	The squeeze-casting process consists of a combination of casting and forging. The pressure applied to the molten metal by the punch, or upper die, keeps the entrapped gases in solution, and thus porosity is generally not found in these products. Also, the rapid heat transfer results in a fine microstructure with good mechanical properties. Due to the applied pressure and the type of die used, i.e., metal, good dimensional accuracy and surface finish are typically found in squeeze-cast parts.		
248	303	Why are steels more difficult to cast than cast iron?	Støpejern har lavere smeltetemperatur enn stål og gir større krav til form, oppvarmingsmetode og teknikker ved støpeprosessen. Stål oksiderer i større grad enn støpejern.		
249	251	Are external chills as effective as internal chills? Explain.	The effectiveness will depend on the location of the region to be chilled in the mold. If a region needs to be chilled (say, for example, to directionally solidify a casting), an external chill can be as effective as an internal chill. Often, however, chilling is required at some depth beneath the surface of a casting to be effective. For this condition an internal chill would be more effective	Fig. 10.14	
250	269	What would you recommend to improve the surface finish in expendable-mold casting processes?	One method of improving the surface finish of castings is to use what is known as a facing sand, such as Zircon. This is a sand having better properties (such as permeability and surface finish) than bulk sand, but is generally more expensive. Thus, facing sand is used as a first layer against the pattern, with the rest of the mold being made of less expensive (silica) sand.		
251	278	You have seen that even though die-casting produces thin parts, there is a limit to the minimum thickness. Why can't even thinner parts be made by this process?	Siden formen er laget av metaller med høy termisk ledningsevne så betyr det at smelten størkner fort langs formen. Dette medfører at hvis delen blir for tynn så vil ikke smelten rekke å trekke ut i hele formen før den størkner. At viskositeten forandrer seg med temperaturen medfører også at vi må bruke høyere trykk for å presse smelten skikkelig ut i formen.		
252	294	What differences, if any, would you expect in the properties of castings made by permanent-mold vs. sand-casting methods?	Permanent-mold castings generally possess better surface finish, closer tolerances, more uniform mechanical properties, and more sound thin-walled sections than sand castings. However, sand castings generally can have more intricate shapes, larger overall size, and lower in cost (depending upon the alloy) than permanent-mold castings	T 11.2	
253	276	Which of the casting processes would be suitable for making small toys in large numbers? Explain.	Press-støping, eller hvert fall en prosess innen kokille støping (permanent-mold casting). Når vi snakker om et veldig stort antall produserte komponenter for å forsvare investeringene i formen og utstyret. En må også ta hensyn til hvilke geometriske begrensinger hver prosess har og hvilke egenskaper de har, men siden ikke noe er sagt om dette er det heller ikke tatt stilling til.	F6 LB27	
254	308	Why are allowances provided for in making patterns? What do they depend on?	Shrinkage allowances on patterns are corrections for the shrinkage that occurs upon solidification of the casting and its subsequent contraction while cooling to room temperature. The allowance will therefore depend on the amount of contraction an alloy undergoes.		
255	308	Explain the difference in the importance of drafts in green-sand casting vs. permanent-mold casting.	Ved sandstøping så ødelegges formen under prosessen, og vi trenger ikke å ta hensyn til at vi skal kunne fjerne formen uten å skade den. Men modellen må kunne fjernes under produksjon av formen. Formen er mer sårbar en et ferdig produkt, derfor må slippvinkelen for modellen være større en slippvinkel for formen kokillestøping. Ved kokillestøping så skal formen brukes om og om igjen, derfor må formen tilrettelegges for at støpet skal slippe formen enkelt. Dette oppnås blant annet med avtrappinger/ slippvinkler som forhindrer at støpet sitter fast.		
256	114	Describe the engineering significance of the existence of a eutectic point in phase diagrams.	The eutectic point corresponds to a composition of an alloy that has a lowest melting temperature for that alloy system. The low melting temperature associated with a eutectic point can, for example, help in controlling thermal damage to parts during joining, as is done in soldering (lodging).	Fig. 4.15	
257	111	Explain the difference between hardness and hardenability.	Hardhet er den fysiske hardheten som materialet har (motstand mot inntrykk og skraping), mens herdbarhet er materialets evne til å la seg herde gjennom termiske prosesser. Den angis i mm, dvs hvor "dypt" herdinger går inn i materialet.		
258	111	Explain why it may be desirable or necessary for castings to be subjected to various heat treatments.	The morphology of grains in an as-cast structure may not be desirable for commercial applications. Thus, heat treatments, such as quenching and tempering (among others), are carried out to optimize the grain structure of castings. In this manner, the mechanical properties can be controlled and enhanced.		
259	111	Describe the differences between case hardening and through hardening in so far as engineering applications are concerned.	I "through hardening" så herdes hoveddelen av materialet, mens i "case hardening" så herdes kun overflaten, dette er ofte fordelaktig i deler som må være slitesterke (kontaktflater herdes) uten å bli for sprø (resten av materialet forholder seg duktilt). Med "case hardening" så har vi mulighet til å kombinere hardheten og slitestyrken til det herdede og det fortsatt duktile på lokale områder etter som vi selv vil. "Through hardening" er også mer utsatt for sprekker enn "case hardening".		
260	243	Describe the drawbacks to having a riser that is (a) too large or (b) too small.	The main drawbacks to having a riser too large are: the material in the riser is eventually scrapped and has to be recycled; the riser has to be cut off, and a larger riser will cost more to machine; an excessively large riser slows solidification; the riser may interfere with solidification elsewhere in the casting; the extra metal may cause buoyancy forces sufficient to separate the mold halves, unless they are properly weighted or clamped. The drawbacks to having too small a riser are mainly associated with defects in the casting, either due to insufficient feeding of liquid to compensate for solidification shrinkage, or shrinkage pores because the solidification front is not uniform.	Fig. 10.8	
261	260	If you were to incorporate lettering on a sand casting, would you make the letters protrude from the surface or recess into the surface? What if the part were to be made by investment casting?	I sandstøping så lønner det seg å ha bokstaver som er innfelt i materialet, dette er siden det er enklest å skjære ut bokstavene i modellen som formen lages etter. I kokillestøping er det enklere med utvendige bokstaver siden de maskineres i kokillen.		
262	248	List and briefly explain the three mechanisms by which metals shrink during casting.	Thermal contraction in the liquid phase from superheat temperature to solidification temperature, Solidification shrinkage and Thermal contraction in the solid phase from the solidification temperature to room temperature.		

263	271	Explain the significance of the tree in investment casting.	Siden presisjonsstøping krever mye arbeid og materiale å gjøre, så kan flere former settes på et "tre" som gjør at man kan støpe flere deler samtidig og da øke produktiviteten.	Fig. 11.4	
264		Sketch the temperature profile you would expect for (a) continuous casting of a billet, (b) sand casting of a cube, and (c) centrifugal casting of a pipe.	Profilen vil falle på alle tre med laveste temperatur på utsiden mot formen. Største temperaturgradient er ved "continuous casting" som sjokk-kjøles på utsiden siden det ikke er noe form som kan sikre formstabilitet, so kommer "centrifugal casting" som har en kokille laget av metall som leder varmen godt, til slutt kommer "sand casting" siden sanden leder varmen dårlig.		
265		What are the benefits and drawbacks of having a pouring temperature that is much higher than the metal's melting temperature? What are the advantages and disadvantage of having the pouring temperature remain close to the melting temperature?	If the pouring temperature is much higher than that of the mold temperature, there is less danger that the metal will solidify in the mold, and it is likely that even intricate molds can be fully filled. This situation makes runners, gates, wells, etc., easier to design because their cross sections are less critical for complete mold filling. The main drawback is that there is an increased likelihood of shrinkage pores, cold shuts, and other defects associated with shrinkage. Also there is an increased likelihood of entrained air since the viscosity of the metal will be lower at the higher pouring temperature. If the pouring temperature is close to the melting temperature, there will be less likelihood of shrinkage porosity and entrained air. However, there is the danger of the molten metal solidifying in a runner before the mold cavity is completely filled; this may be overcome with higher injection pressures, but clearly has a cost implication.		
266	271	What are the benefits and drawbacks of heating the mold in investment casting before pouring in the molten metal?	Heating the mold in investment casting is advisable in order to reduce the chilling effect of the mold, which otherwise could lead to low metal fluidity and the problems that accompany this condition. Molds are usually preheated to some extent. However, excessive heating will compromise the strength of the mold, resulting in erosion and associated defects.		
267	263	Can a chaplet also act as a chill? Explain.	(Chaplet er "støtter" til en kerne i et støp) Ja, disse kan brukes som chills siden de er laget av samme eller lignende materiale som støpet, og vil da virke akkurat på samme måte som en innvendig chill. Chillen må også ha en viss termisk ledningsevne. (https://en.wikipedia.org/wiki/Core_(manufacturing)#Chaplets)		
268	247	Rank the casting processes described in this chapter in terms of their solidification rate. For example, which processes extract heat the fastest from a given volume of metal and which is the slowest?	Die casting (cold chamber), squeeze casting, centrifugal casting, slush casting, die casting (hot chamber), permanent mold casting, shell mold casting, investment casting, sand casting, lost foam, ceramic-mold casting, and plaster-mold casting.		
269	261	The heavy regions of parts typically are placed in the drag in sand casting and not in the cope. Explain why.	A simple explanation is that if they were to be placed in the cope, they would develop a high buoyancy force that would tend to separate the mold and thus develop flashes on the casting.		
270	286	Hva er "Melt-Spinning"? Kjenner du til noen anvendelsesområder for denne prosessen?	Melt spinning is a technique used for rapid cooling of liquids. One technique is to drip a thin stream of liquid onto a wheel which is cooled internally, usually by water or liquid nitrogen, and rotated. The cooled wheel causes rapid solidification. The process can continuously produce thin ribbons of material, with sheets several inches in width commercially available. (for eksempel magnetic tapes). It is also used to produce fibers or flakes for other production processes (Insulation material from glass or stone wool). Melt spinning er en måte å bråkjøle og dermed størkne en smelte. Den helles på et roterende hjul som er kjølt ned fra innsiden. Dette kan brukes for å støpe tynne metallbånd i forskjellige bredder i en kontinuerlig prosess. Det kan også brukes med hurtigroterende hjul for å slenge ut smelten i dråper som blir til tynne tråder eller fiber. Både sten og glassull blir produsert på denne måten.	Fig. 11.29	
271	281	Ved sandstøping fylles formen ved hjelp av tyngdekraften. Hvilke andre krefter brukes for å fylle en støpeform?	Krefter som oppstår pga trykkforskjeller (Press-støping, lavtrykksstøping, vakuumbstøping); Sentrifugalkrefter (sentrifugalstøping)		
272		Hva kalles råmaterialet som brukes ved plaststøping?	Granulat		
273	278	Hva er presstøping? Beskriv prosessen og anvendelser.	Maskinell støpemethode der flytende material presses inn i en stålform hvor det holdes under trykk til det størkner. Formen er normalt todelt, en fast og en bevegelig del, den siste forsynt med ejectionspinner som kaster ut det ferdige støpestykket. Formene kan også romme bevegelige sleider, kjerner og andre seksjoner for å lage hull, gjenger og andre utforminger på det ferdige arbeidsstykket. Arbeidsstrykket varierer fra noen få MPa til ca. 150 MPa. For metall skjelnr man mellom varmkammermetoden, som best egner seg for lavtsmeltende legeringer av bly, tinn, sink og magnesium, og koldkammermetoden for aluminium og kobber. Plastgranulat blir gjerne blandet og smeltet samtidig i en ekstruder før den presses inn i formen. Anvendelse er veldig mange forskjellige emballasjeprodukter i plast, lekebiler i sinklegeringer, deler av aluminium til motorblokker, bunnpanner, girbokser og andre deler i bilindustrien, husholdningsartikler og elektriske artikler av mange slag.		
274	285	Hva betyr det å dyrke krystaller? Hvordan kan det gjøres og hvorfor?	Målet med å dyrke krystaller er å få til en monokrystallin struktur (single crystal) med en homogen krystallstruktur gjennom hele komponenten helt uten indre korngrenser. Er også mulig å dyrke retningsbestemte krystaller hvor vi har korngrenser i en bestemt retning. Korngrenser gir mindre motstand mot forskyvinger, kryping, sprekking og dermed oppnåes større styrke (f.eks. turbin blader). Korngrenser reduserer halvlederegenskaper brukt i fotovoltaikk (Silisium wafere). Dette kan oppnåes gjennom en målrettet størkeprosess med styrt linear krystallvekst hvor en bare lar et krystall vokse videre. Rapid solidification er også en metode å lage monokrystallin struktur, her blir metallet amorft ved at metallet kjøles ned fra smelte så fort at krystaller ikke rekker å utvikle seg, denne metoden gir metaller med gode magnetiske egenskaper.		
275	110	Explain why gray iron undergoes expansion, rather than contraction, during solidification.	As gray cast iron solidifies, a period of graphitization occurs (dannelse av grafit) during the final stages, which causes an expansion that counteracts the shrinkage of the metal. This results in an overall expansion.		
276		Beskriv kort stegene i den grunnleggende prosessen for avstøpning at udelt modell med sandstøping i todelt lukket form.	1. Plassere modellen i den sandfylte underkassen frem til den valgte delelinjen for å lage den nedre delen av formen. 2. Påføre et skillemiddel, (for eksempel talkum) på sandoverflaten til underkassen for å gjøre det mulig å separere over og underkassen etter at formen er ferdig laget. (Også modellen kan med fordel påføres skillemiddel før formen lages for å forhindre at sanden fester seg til modellen). 3. Sette på overkassen og fylle igjen med formsand for å lage formen i overkassen. 4. Separere over og underkassen igjen, skjære ut innløpskanaler, luftkanaler og evt. stiger ut av sanden og ta ut modellen. 5. Sette sammen igjen over og underkassen som nå til sammen former hulrommet for støpegodset samt alle nødvendige løp og kanaler. 6. Smelte grunnmaterialet og varme til riktig temperatur og helle det inn i formen. 7. Lar smelten størkne og avkjøle. 8. Tar støpegodset ut av sanden og fjerne innløp og andre kanaler og eventuell støpeskegg. 9. Eventuell nødvendig etterbearbeiding.		

277		Nevn noen ting man må ta hensyn til under sandstøpning for å oppnå et godt resultat.	For å få et bra sluttprodukt ut fra sandstøpning er det viktig å; 1. - Være nøye med fin og kompakt sand med bindemiddel helt inn til modellen og sørge for at over- og underkassen er godt fylt for å få en stabil form. 2. - Lage riktig dimensjonerte løpekanaler (runner) og luftkanaler (vent) samt nødvendige stiger (riser). 3. - Tilrettelegge for uniform størkning og avkjøling. Det er viktig at formen er tilstrekkelig rigid. Dette oppnås ved at sanden som brukes er tilstrekkelig pakket. Vi bruker forskjellige typer lenger inn mot selve delen, med finest sand innerst. Videre er det viktig at delen er utformet slik at den enkelt lar seg støpe. Dette innebærer at det må være tilstrekkelig med slippvinkler så vi får modellen ut av sanden uten å ødelegge formen. Vi må ha rikelig med luftkanaler og stigerør. Modellen bør heller ikke ha for tynne vegger da dette kan by på problemer ved senere bearbeiding. Modellen bør heller ikke ha kroker og krinkler som gjør det vanskelig for smelten å trenge ned. Tilrettelegge for uniform størkning og avkjøling. Ta høyde for sammentrekning.		
278		De to mest vanlige metodene å bruke for sandstøpning er «green sand» og «air set» metodene. Forklar hva som kjennetegner disse.	Grønnsand metoden bruker leirebundet sand som inneholder vann og andre organiske stoffer. Kombinasjonen av stoffer avhenger av metallet som skal støpes. Ender ofte opp med en grov overflate på sluttproduktet. Ofte brukes det en finere sand helt inn til modellen som vil gi en finere overflate. «Air set» metoden bruker tørr sand bundet med andre materialer enn leire. Metoden gir en finere overflate enn grønnsand metoden, og brukes ofte hvis mønsteret krever at det skal støpes dype lommer og kanter. Metoden er også dyrere enn grønnsand metoden pga kostnadene til bindemiddel. Kan enkelt identifiseres med at overflatens farge ser brent ut.		
279		Hvilke fire hovedkomponenter bruker man for å lage formen man støper i, (altså selve sanden), og hvilken hensikt tjener hver av disse?	Base sanden : Den grunnleggende vanlige sanden i blandingen, mesteparten av blandingen er av denne typen. Bindere : Tilsettes base-sanden for å binde sand partiklene sammen, fungerer altså som limet som holder blandingen sammen. (Leire i grønnsand, syntetiske bindere i «air set». «Additiver» : Tilsettes resten av blandingen for å forbedre det endelige produktet og selve blandingen, kan gi bl.a en glattere overflate og mer styrke. Smøre- eller skille-middel : Kan være mye forskjellig, slik som f.eks mel, talkum, sot. Brukes for å gjøre det lettere å separere de to halvdelene fra hverandre og modellen fra sandformen.		
280		Nevn minst 4 karakteristikker man ser på for å bestemme den ferdige formsandens kvalitet.	• Til hvilken grad sanden klarer å tåle temperaturen til smelten. • Sandens evne til å slippe ut avgasser under nedkjøling og helling. • Hvor fin sanden er avgjør hvor «fint» sluttproduktet blir noe som fører til mindre etterarbeid. • Sandens evne til å holde på formen etter støpe-modellen er fjernet. • Kollapsabilitet, sandens evne til å kunne enkelt fjernes etter at smelten har størknet. • Tilgjengelighet/kost		
281		Modellen som plasseres inne i formen kan være av typene: Solid, split, match-plate, og «cope and drag» pattern. Forklar hva dette betyr og under hvilke omsetninger de ulike typene benyttes.	One piece (loose / solid pattern) - Modellen er i et stykke. Her kan et ferdig produkt brukes (Husk på at det nye produktet da blir litt mindre pga krymping ved størkning og avkjøling) eller det lages et modell i for eksempel tre med overmål. Brukes for deler som er geometrisk enkle i forhold til en mulig delelinje og som skal produseres i liten kvantitet. Split pattern - To delt modell med en delelinje som er ulik formens delelinje. Dette muliggjør mer komplekse former med for eksempel overheng. Brukes for deler som skal produseres i moderate kvantiteter. Match-plate pattern - To delt modell med en delelinje som er lik formens delelinje hvor hver halvpart er montert på en side av en monteringsplate. På samme plate monteres da også modeller for løpe og luftkanaler, stiger osv. Brukes ofte for å produsere større kvantiteter og spesielt når prosessen er automatisert. Cope and drag pattern - To delt modell med en delelinje som er lik formens delelinje hvor hver halvpart er monter på en egen monteringsplate med påmonterte modeller for løpe og luftkanaler, stiger osv. Brukes ofte når det skal støpes større komponenter, der det ville blitt for tungt å bruke match-plate pattern. Brukes som regel når prosessen er automatisert.		
282		Hvilket av disse er eksempler på støpemetoder?	Sandstøping, Presisjonsstøping, Kokillestøping Høytrykkstøping, varmestøping, smeltestøping Smiestøping, metallstøping, aluminium støping		
283		Hvilket av disse støpe-metodene gir i masseproduksjon best overflatefinish?	Sandstøping Presisjonsstøping Kokillestøping Presstøping		
300		Pulvermetallurgi			
301	444	Nevn et lysende eksempel på bruk av pulvermetallurgi.	Wolframtråden i en glødepære. Tråder med utgangspunkt i en smelte var veldig sprø og hadde derfor veldig kort levetid. Gjennombruddet kom når det lyktes å produsere seige glødetråder ved hjelp av pulvermetallurgi. "In 1906, William D. Coolidge developed a method of making "ductile tungsten" from sintered tungsten which could be made into filaments".	F7 LB1	
302	444	Nevn noen forskjeller og likheter mellom støping og pulvermetallurgi.	Deler framstilt av pulvermetallurgi trenger vanligvis mindre bearbeiding i etterkant i motsetning til støpte deler. Når man støper varmes metallet/legeringen til over smeltepunktet, mens ved pm varmes delen bare opp til ca 70-90% av smeltetemperaturen til metallet/legeringen.		
303	444	Nevn noen fordeler av pulvermetallurgi og tilhørende anvendelser.	At vi kan legere inn materialet som nødvendigvis ikke kan innlegeres ved smelting, mulighet til å lage komplekse deler til ferdig eller nesten ferdig form, det krever mindre energi en ved støping med tanke på at metoden ikke krever at materialet varmes over smeltetemperatur. Brukes til å lage glødetråd til lyspærer, gir, kammer (til kamakslinger), foringer, skjæreverktøy, porøse produkter (filter), stempelringer, råder og hydrauliske stempel er eksempler på anvendelse. Mesteparten av produksjonen finner du i bilindustrien.		
304	461	Hva skjer i sinterprosessen?	Det komprimerte pulveret varmes i en ovn ved en temperatur som er ca 70-90% av smeltetemperaturen. Delen er da akkurat varm nok til at de tettpakket partikkelene kan binde seg sammen. Styrke, tetthet og duktilitet øker i denne prosessen i tillegg til at delen trekker seg sammen.	Fig. 17.23	
305	446	Beskriv trinnene i en pulvermetallurgisk produksjonsprosess?	(1) Pulverproduksjon. Hvilken metode som velges kommer an på spesifikasjonene til produktet. (2) Blanding. Pulveret som skal bruke blandes slik at fordelingen blir mest mulig homogen, smøremidler eller bindere kan også innblandes. (3) Kompresjon. Her skal pulveret presses sammen til ønsket form, tetthet og for å få partikkel-partikkel kontakt så den er sterk nok til å håndteres videre. (4) Sintring. Her varmes delen til under smeltetemperaturen, men høyt nok til at vi får binding mellom de enkelte metallpartiklene. (5) Etterbehandling. Delen behandles ved forskjellige prosesser for å bedre egenskapene,	Fig. 17.2	
306	466	Nevn noen utfordringer i forhold til formgivning av produkter fremstilt gjennom pulvermetallurgi.	Krever slippvinkler i formen (2° - 3°); skråflater i formen er ugunstig; Skarpe radier er ugunstig; Unngå store endringer i veggtykkelse; Min. veggtykkelse på ca 1,5mm; Sørg for avrundinger; unngå hull som går på tvers av stempelretningen; PM er mer porøs (fordeler og ulemper).	Fig. 17.27	
307	444	Nevn noen anvendelsesområder for PM.	Selvsmørende komponenter; Filter som utnytter porøsiteten; Additiv tilvirkning med selektiv sintering/smelting av pulverpartikler		
400		Smiing			

401		Hvor mye av energien som er nødvendig for å oppnå plastisk deformasjon av metaller blir til varme?	A) 15 - 35 % B) 40 - 65% C) 70 - 95%, det er fullt mulig for en god smed å smi et jern til det gløder. (Firkantjern 15x15; 43 slag i løpet av 18 sekunder - Matthias Heuel 1981)		
402	339	Hva menes med friformsmiing?	(Open-die forging) Stykket legges mellom to ´ dies´ og vi reduserer høyden ved å komprimere/trykke på stykket.		
403	337	Nevn flere forskjellige smiprosesser.	Friformsmiing: åpen senkesmiing; lukket senkesmiing med skjegg; lukket senkesmiing uten skjegg;	T 14.1	
404	339	Bekriv noen ulemper og fordeler ved friformsmiing og nevnt noen anvendelsesområder hvor fordelene utnyttes.	Må etterarbeide emnet (begrenset dimensjonsnøyaktighet), krever kompetente operatører, noe begrenset produktivitet, uhomogen deformasjon (død-soner), varierende egenskaper gjennom materialet (styrke og duktilitet), dyrt utstyr. Lite avfall fra prosessen, styrker materialet, gir god orientering av kornstruktur, bedrer utmattingsegenskaper, fleksibel prosess (kan lage mange forskjellige deler). Kunst, halvfabrikk til feks rotorakslinger.		
405	349	Hva menes med swaging?	(Swaging) Rørdiameter og/eller tjukkelse minkes ved at den føres gjennom to eller fire ´ dies´ . Ved hjelp av en dor (mandrel) kan vi kontrollere innvendig diameter og tjukkelse. Prosessen gjennomføres vanligvis ved romtemperatur	Fig. 14.15	
406		Hva bruker en til å smi med i store stålverk?	I "gamle dager" var det frifallhammer med vekt opp til 750 tonn. I dag brukes det hovedsakelig hydrauliske presser eller hammer med lavere vekt som akselereres ved hjelp av hydraulikk eller pneumatikk. (E=1/2 mv²).	F7 LB38	
407		Hva er den største forskjellen på støping og smiing?	Temperaturen og dermed fasetilstand til metallet. Flytende for støping og fast for smiing. Dermed også formfasthet.		
408	349	Hva menes med smibarhet til et metall?	Smibarhet er et metalls evne til å bli plastisk formet uten å sprekke. Også nødvendig omformkraft spiller og dermed belastning på verktøy og utsyr spiller in. Smibarhet avhenger av grunnmaterialets egenskaper, legeringselementer og urenheter, temperatur og tilstand i forhold til gitterstruktur og kalddeformasjon. Flere metoder kan benyttes for å bedre smibarheten, blandt annet å smi ved høye temperaturer og under hydrostatisk trykk.		
409	349	Hva menes med smitemperaturen for et metall?	Den temperaturen som gjør at deformasjonsmotstanden er tilstrekkelig lav og at rekrystallisasjon er mulig og kan skje raskt nok.		
410		Hvilke fordeler gir smiing?	Høy produktivitet; lite avfall fra prosessen; god materialstyrke; gunstig orientering av kornstrukturen.		
411	349	Nevn noen arbeidsstykker som blir framstilt med smiing.	Ofte deler som krever stor styrke og seighet med bekrenset formkompleksitet: akslinger, veivaksel, bolter, skiver, tannhjul, kanonrør, sjakkell, krankroker, borekroner, tenner for gravemaskiner osv.		
412		How can you tell whether a certain part is forged or cast? Describe the features that you would investigate to arrive at a conclusion.	En smidd del vil som regel være sterkere enn en støpt del (har mindre kornstørrelse enn støp). Ved smidde deler vil også kornene i materialet være deformert i en spesiell retning. En støpt gjenstand vil ha mer isotropiske egenskaper enn en smidd (lik gjennom hele delen).		
413	344	Why is the control of volume of the blank important in closed-die forging?	Verktøyet / formen kan kile seg fast eller bli ødelagt av at det ikke tåler motstanden fra materialet hvis det er for mye eller delen får feil dimensjoner hvis vi har for liten emnestykke. For mye eller for lite volum i forhold til formen og dermed ferdig produkt.		
414	42	Hva er plastisk deformasjon?	Plastisk deformasjon er en endring i atomgitteret pga av ytre eller indre belastninger som ikke går tilbake av seg selv når belastningen fjernes. Vi får plastisk deformasjon etter at vi har nådd flytegrensen til materialet. Plastisk deformasjon for det fleste metaller starter per def. når den blir større enn 0.2%.		
415	344	What are the advantages and limitations of a cogging operation?	Cogging er en trinnvis smiingsprosess hvor tverrsnittet reduseres ved flere trinn. Siden denne metoden benytter "små" verktøy så krever denne metoden mindre krefter enn tradisjonell friformsmiing. Av dette er denne prosessen også stille. Kan redusere lange emner (gjerne firkantstål) med enkelthet, det er også mulig å redusere tykkelse og veggtykkelse av sirkulære emner. Ingen materiale blir fjernet, så emnet blir enten lengre eller bredere. Lav dimensjonell nøyaktighet. Utstyret er billig i forhold til maskineri ellers brukt i smiing. Prosessen er tidskrevende.	Fig. 14.4	
416	351	Explain why there are so many different kinds of forging machines available.	Each type of forging machine has its own advantages and limitations, each being ideally suited for different applications. Major factors involved in equipment selection may be summarized as follows: (a) Force and energy requirements, (b) Force-stroke characteristics, (c) Length of ram travel, (d) Production rate requirements, (e) Strain-rate sensitivity of the workpiece materials, (f) Cooling of the workpiece in the die in hot forging, and its consequences regarding die filling and forging forces, (g) Economic considerations. (Det er avhengig av hvor fort det må skje, hvor mye krefter som trengs, egenskapene til materialet (styrke, duktilitet), temperaturen osv.)		
417	351	Explain why there might be a change in the density of a forged product as compared to that of the cast blank.	Hvis delen har porer eller lignende i materialet så vil disse fjernes under smiingen og tettheten vil da øke. Det kan også skje at vi får tomrom i delen ved at den bretter seg over seg selv, da vil tettheten minke. En del uten defekter som blir smidd riktig vil beholde samme tetthet.	Fig. 14.17	
418	351	Explain why one cannot obtain a finished forging in one press stroke, starting with a blank.	Forgings are typically produced through a series of operations, such as edging, blocking, etc., as depicted in Fig. 6.25 on p. 285. This is done for a number of reasons: (a) The force and energy requirements on the press are greatly reduced by performing the operations sequentially; (b) The part may have to be subjected to intermediate annealing, thus allowing less ductile materials to be forged to complicated shapes. (c) Low die wear rates can be achieved if the sliding distance and/or the force is low in a stroke. (Fordi, ved å ta det stegvis, kreves det mindre energi ved hvert steg, det blir bedre formfylling og mindre slitasje på verktøy).	Fig. 14.8	
419	342	Explain the reasons why the flash assists in die filling, especially in hot forging.	Skjegget møter stor friksjon mot formene som delen støpes i og hjelper da med å fylle formen ved å gi motstand mot å flyte ut. Ved varm smiing så vil skjegget kjøles ned raskere enn resten av delen pga den høye overflate til volum-forholdet og da motstå deformasjon bedre enn resten av den "varme" delen som hjelper å fylle ut formen.	Fig. 14.6	
420	342	By inspecting some forged products (such as a pipe wrench or coins), you can see that the lettering is raised rather than sunk. Offer an explanation as to why they are made that way.	Bokstaver og tall stikker ut på delen fordi i formen blir de gravd ut. Det er lettere å ta vekk arealet til bokstaver/tall enn å ta vekk materialet rundt de. Formen blir også mer stabil siden kantene av bokstavene støttes opp av hele grunnmaterialet.		
421		Du har sett i en film på din PC hvordan en høy og slank sylinder varmsmies til en lav sylinder med større diameter. Vis hvordan du beregner omformgraden og hva du må passe på.	Det er to forskjellige omformgrader her, en i høyde- og en i diameter-retning. Som vi ser er høyden av delen redusert og vi kan forvente en negativ omformingsgrad og det motsatte for diameter-retningen. Først vil det lønne seg å måle av størrelsene i før og etter bildet. Vi kan så bruke definisjonen av sann tøyning; omformgrad=ln(h2/h1)=ln(A1/A2) og at volumet av smiet er bevart (vi antar homogen deformasjon); V1=A1*h1=V2=A2*h2 hvor A=pi*(d/2)^2. Til å finne omformgraden i høyderetning = ln (h2/h1)=ln(1,6/4,4)=-1. Og for diameteren så blir domformgraden = ln((pi*(d1/2)^2)/(pi*(d2/2)^2))=ln(d1^2/d2^2)=ln(1,4^2/2,3^2)=1	Eq. 2.7 F7 LB61	
500		Trekking			
501	377	Hva menes med trekking av materialer?	(Drawing) tverrsnittsarealet av en tråd, stang, rør osv. reduseres eller endrer form ved at emnet trekkes gjennom et verktøy (die) med mindre dimensjoner en emnet. Det kan trekkes gjennom et lukket verktøy hvor reduksjon av arealet kompenseres ved økt lengde eller i et åpent verktøy hvor reduksjon i en dimensjon kompenseres i en annen dimensjon (trekke et flat emne til å blir tynnere men bredere) eller formtrekke.		

502		Hva er forskjellen på valsing og trekking?	Ved valsing deformeres stykket gjennom en rollbevegelse hvor drevne valser skyver/trekker emnet i en valesprekk som er mindre en opprinnelig emnetykkelse. Det er en kombinasjon av en roll- og glidebevegelse. En "kjevler" ut ett arbeidsstykke med redusert og /eller forandret tverrsnittet (tykkelsesvalsing, profilvalsing, formvalsing osv.) Når valsene er drevet så er materialet spenningsløs både før og etter valesprekken. Ved trekking trekkes emnet i en glidebevegelse gjennom et verktøy (dyse, die) med mindre indre dimensjoner og/eller annen tversnitt en utgangsemnet som er spenningsløs før dysen og strekk etter.		
503	377	Skisser og beskriv kort et trådtrekkingsverktøy.	Die with bell (angle og radius), entering angle, approach angle, bearing surface (land) and back relief angle. Selve trekksteinen sitter fast i et verktøy som kan være kjølet eller har andre tilleggsfunkjoner som smøring, overflatebehandling osv. Først former vi tuppen til emnet ved for eksempel senkesmiing (swaging) slik at enden går gjennom trekksteinen for å kunne ta tak i den til å trekkes kontinuerlig gjennom en eller flere ´ dies´ (tandem drawing).	F15.20	
504	378	Assume that a rod drawing operation can be carried out either in one pass or in two passes in tandem. If the die angles are the same and the total reduction is the same, will the drawing force be different? Explain.	The drawing forces will be the same, unless the surface of the rod is undergoing some changes while it is between the two dies, due to external effects such as the environment or additional lubrication. The reason why the forces are not different is that the drawing process can be regarded as consisting of a series of incremental reductions taking place in one die. Ideally, we can slice the die into a number of segments and, thus, make it a tandem process. Note that as the distance between the individual die segments decreases, we approach the one-die configuration. Also note that in a tandem operation, the front tension of one segment becomes the back tension of an adjacent segment.		
505	349	Describe the reasons for the development of the rotary swaging process.	The major reasons include: (a) variety of parts that can be produced with relatively simple tooling, (b) capacity to produce internal profiles on long workpieces, (c) compact equipment, (d) good surface finish and dimensional accuracy, and (e) improved workpiece properties due to cold working of the material.		
506		Name the important process variables in drawing, and explain how they effect the drawing process.	These are described in Section 15.8 starting on p. 377. The important variables include: • Yield stress, Y ; it directly affects the draw stress and die life. • Die angle, . The die angle in the deformation zone affects the redundant work; in the entry area, the die angle is important for encouraging lubricant entrainment. • Friction coefficient, µ. The friction coefficient affects the frictional component of work and, hence, the draw stress. See also Eq. (15.5) on p. 379. • Reduction in area. As described, there is a limit to the reduction in area that can be achieved in drawing. • Lubrication condition. Effective lubrication reduces friction, but also may lead to a rough surface due to the orange peel effect. Kraft: Hvor stor kraft som brukes er viktig for å ikke rive av tråden, men også stor nok til å kunne gjennomføre reduksjonen; Tverrsnitts reduksjon - Omformgraden: Avgjør hvor stor kraft vi må trekke med; Spenning: Må ha spenning over flytegrensen i verktøyet for å oppnå plastisk deformasjon, mens det etter verktøyet må ligge under flytegrensen. Her hjelper deformasjonsherdingen, den sørger for tilstrekkelig styrke i tråden; Friksjon: Spiller stor rolle på mengden arbeid som må gjøres; Inngangsvinkel på trekkverktøyet: Bestemmer hvor brått materialet omformes; Utløps- eller frivinkel på trekkverktøyet: Viktig i forhold til hvor mye tråden utvider seg på grunn av materialets elastisitet og dermed hvor stor friksjon som oppstår; Materiale: Flytegrense, bruddgrense omformgrad osv.; Smøring: Viktig for å minke friksjonen, varmeutviklingen og påvirker overflaten.	Fig. 15.20	
600		Preging			
601	388	Hva menes med preging?	Lokal og varig forskyving av material i overflaten og i en begrenset dybde.		
602		Nevn noen materialer og deres egenskaper som gjør at dem kan preges.	Metall, skinn, papp, dropsmasse osv. Alt som lar seg forholdsvis lett plastisk forme i overflaten uten at det går tilbake i sitt utgangspunkt. Skinn for eksempel har lett for å sville og sige med tiden og dermed forsvinner pregingen. Er materialet for hard og sprø vil pregekraften ødelegge grunnmaterialet (Glas)		
603		Nevn noen deler (produkter) du mener er preget.	Mynter; Håndtak - Serratering; Sølvbestikk; Skruer; Buksebelter i skinn; Bordkort i papp. Alt sammen produkter med overflateeffekter, altså materialforskyvninger i overflaten uten at material blir fjernet.		
700		Valsing			
701	316	Nevn noen formål med valsing av metaller.	Tykkelsesvalsing - beholde formen og forandre dimensjoner; formvalsing - forandre tverrsnittsformen og tykkelse med utgangspunkt i et valseemne; rør/bue valsing - forandre formen i lengderetning; profilvasling - forandre tverrsnittsformen og beholde tykkelse med utgangspunkt i plate. Omforming, kalibrering, formendring, bearbeide overflaten osv.		
702	56	Hva er forskjellen mellom et spenning-tøyning-diagram og et diagram som viser flytekurven?	Spenning-tøyning viser strekkspenning (påført kraft - F delt med opprinnelig tverrsnittsareal til prøvestaven - A) som funksjon av tøyning (Δl/L). Flytekurven viser sann strekkspenning (påført kraft - F delt med sann tverrsnittsareal til prøvestaven - A) som funksjon av sann tøyning (omformgraden) (ln(L1/L0) som vi får ut fra en strekkprøving.		
703		Tegn et diagram med flytekurven for varm og kaldforming av metaller	(Kaldforming: høy stigning til å begynne med, kurven flater så ut og stiger linear til brudd. Varmforming: linear og nesten horisontal kurve frem til brudd.	F7 LB60	
704	50	Hva menes med varmforming av metaller og hva er fordelene?	Over rekrystallasjonstemperatur, reduserer deformasjonsmotstand og øker mulig omformgrad		
705	50	Hva er kaldbearbeiding av metaller?	Kaldbearbeiding, bearbeiding av metalliske materialer ved temperaturer under rekrystallasjonsgrensen, tilknyttet prosesser som valsing, trekking, pressing m.fl. Ved siden av formgivingsaspektet, som normalt er det viktigste, oppnår man økt styrke og hardhet, slik at kaldbearbeiding også kan oppfattes som en metode for å fremkalle kaldherding. Med økt styrke og hardhet følger redusert duktilitet. Til forskjell fra kaldbearbeiding står varmbearbeiding, som foregår ved temperaturer over rekrystallasjonsgrensen for vedkommende materiale og derfor resulterer i momentan avfastning og rekrystallasjon, prosesser med liten virkning på hardhet og styrke. Normalt skjer kaldbearbeiding uten dannelsen av tykke oksidlag (glødeskall for stål), slik at såvel nøyaktighet som overflate ved formingen blir bedre enn ved varmbearbeiding. Redusert duktilitet fører imidlertid til at deformasjonsgraden blir mindre. Kald og varm i betydningen under eller over rekrystallasjonsgrensen følger ikke alltid begrepene kald og varm i dagligtale. Wolfram kaldbearbeides f.eks. ved rødglød, mens bly varmbearbeides ved romtemperatur.		
706	50	Hvilke fordeler har kaldforming av metaller?	Mindre energiforbruk; Bedre overflatekvalitet, normalt uten dannelsen av tykke oksidlag (glødeskall for stål); mulighet til å arbeidsherde materialet og oppnå anisotropi når dette er ønskelig.		
707	50	Hvilke fordeler har kaldforming av metaller? (flere riktige svar mulig)	Bedre overflatekvalitet Bedre korrosjonsbeskyttelse gjennom tykkere oksidlag Mindre energiforbruk Mulighet til å unngå arbeidsherding av materialet Oppnå anisotropi når dette er ønskelig		

708		Når bruker vi valsing for å kaldbearbeide metallplater?	For å oppnå en jevn tykkelse, fin overflate og mekanisk herding		
709		Ved valsing av aluminium brukes varmvalsing og kaldvalsing som 2 trinn etterhverandre. Hvorfor?	Aluminium varmvaleses først (ved ca. 400°C) da det er mer formbart ved høy temperatur og vi kan minke tykkelsen. Deretter kaldvales den ved romtemperatur for å øke fastheten i materialet.		
710	316	Hvilke valsemetoder for metaller brukes?	Tykkelsesvalsing - beholde formen og forandre dimensjoner; formvalsing - forandre tverrsnittsformen og tykkelse med utgangspunkt i et valseemne; rør/bue valsing - forandre formen i lengderetning; profilvasling - forandre tverrsnittsformen og beholde tykkelse med utgangspunkt i plate.		
711		Nevn noen typiske produkter for formvalsing og for profilvalsing av metaller	Formvalsing - Togs Skinner, I-bjelker, vinkeljern, emnerør; Profilvalsing - Autovern, takplater		
712		Nevn noen typiske produkter for profilvalsing av metaller. (flere riktige svar mulig)	Togs Skinner Autovern Takplater Emnerør Gjengestag		
713	321	Nevn og kort forklar noen valseverktyper for metaller med sine egenarter, fordeler, ulemper og anvendelser.	Duo/to over (two-high), Trio/tre over (three-high), Quattro/fire over (four-high), kontinuerlig (tandem) med to eller flere valsesett etterhverandre, (planetary) med en stor støtte valse i midten og små planetvalser rundt som er i inngrep med materialet, (cluster) mange støttevalser med stor diameter som støtter de valsene med små diameter som er i inngrep med materialet, Sendzimir, en spesiell type cluster med en spesiell andordning og antall av valser.	Fig. 13.3 F7 LB81	
714	56	Explain why the difference between engineering strain and true strain becomes larger as strain increases. Is this phenomenon true for both tensile and compressive strains? Explain.	I det elastiske området så er de to grafene tilnærmet like, ettersom tverrsnittet forandrer seg lite. Men når vi beveger oss over flytespenningen så begynner de to å avvike, dette er siden sann spennings-tøynings diagrammet tar hensyn til at tverrsnittet avtar (noe som det vanlige spennings-tøynings diagrammet ikke gjør) og vil da vise en økende spenning. Hvis vi har en sammenpressning av delen (tverrsnittet vil øke) så vil spenningen minke.	Eq. 2.1 Eq. 2.8	
715	65	Using the same scale for stress, we note that the tensile true stress - true strain curve is higher than the engineering stress- strain curve. Explain whether this condition also holds for a compression test.	Når vi utfører en trykkprøve på et prøvestykke øker tverrsnittsarealet jo mer den blir trykket sammen. Siden trykkspenning er definert som forholdet mellom kraft og areal (tidsavhengig-areal) så blir dette da mindre enn 'engineering stress' som tar kun det opprinnelige arealet.	Fig. 2.17	
716	322	It was noted that rolls tend to flatten under roll force. Which property(ies) of the roll material can be increased to reduce flattening? Why?	Hardheten kan med fordel økes, ut fra definisjonen så er hardhet motstand mot ytre påkjenninger. Materiale med høyere elastisitetsmodul bær også velges, vil da deformeres mindre.	Fig. 13.4	
717	322	Describe the method by which roll flattening can be reduced.	Redusere endring i tykkelse ved hver gjennomgang, redusere friksjon, bruke stivere ruller		
718	318	Explain the technical and economic reason for larger rather than smaller reductions per pass in flat rolling.	Teknisk sett så er det viktig å ha stikk stor nok til å drive plastisk deformasjon, videre gir store stikk større fasthet og anisotropi hvor det er ønskelig. Økonomisk sett gir færre valsestikk færre prosesstrinn og dermed kostnadsbesparelse i selve valseprosessen. Dette må veies opp imot eventuelle påfølgende varmebehandlingstrinn og større belastning på valsen.		
719	318	List and explain the method that can be used to reduce the roll force.	Bruke ruller med mindre diameter, redusere endring i tykkelse ved hver gjennomgang, redusere friksjon og valsehastighet, øke temperatur		
720	320	Explain the advantages and limitations of using small-diameter rolls in flat rolling.	Med mindre ruller-diameter følger også mindre valsekrefter med, men en tynnere rulle har større tendenser til å bøye seg og må derfor støttes opp av andre ruller. (gir mulighet for mer gunstige restspenninger, kompresjon i overflaten). Mindre ruller er også billigere og enklere å bytte ut.		
721	322	Rolling may be described as a continuous forging operation. Is this description appropriate? Explain.	Yes. Consider the situation of forging a block to a thinner cross section through increments (as in incremental forming). As the number of stages increases, the operation eventually approaches that of the strip profile in rolling. Valsing har mange likheter med smiing. Begge prosessene deformerer metallet til ønsket form og kan gi økt hardhet og styrke. Man kan si at valsing er en sammenhengende smiing prosess. Se for deg at du skal smi en kniv fra ett rundstål. Du vil da bearbeide staven fra en rund profil til en flat profil, det samme blir ved valsing av en blokk til en tynn plate. Når smiing utføres med slag, altså en meget abrupt formendring så gjelder ikke sammenligning på samme måte.		
722	321	Why is titanium carbide used as the work roll in Sendzimir mills, but not generally in other rolling mill configurations.	Arbeidsrullene i en Sendzimir valse er av små størrelser (med tanke på diameter, så små som 6mm) og det blir ikke like dyrt å investere i ruller av slikt materiale i forhold rullene i vanlige valser (opp til 1400mm i diameter). Og at disse materialene har veldig høy elastisitetsmodul og bøyer seg ikke like lett. <i>I fagboken står det at det brukes wolframkarbider som materiale.</i>		
723	62	I hvilket område ligger omformgraden til stållegeringer som brukes i kaldvalsing?	Vi kan lese ca. verdier av dette fra diagram som viser sanntøyning/sann spenning kurver for noen legeringer: 1112 Steel cold rolled - mellom 0 og 0,6. Relativt lavt sammenlignet for eksempel aluminium eller kobber.	Fig. 2.5	
724		Vis hvordan nødvendig antall stikk i et kaldvalseverk med konstant bredde kan beregnes og lag et konkret eksempel. Tar utgangspunkt i et egnet material, en egnet tykkelsesreduksjon og en realistisk tallverdi for omformgraden.	Omformgradene til materialer er veldig forskjellige avhengig av legeringen som kan spesialtilpasses formeprosessen. Realistiske omformgrader for mange stålsorter ligger under 0,2 men kan gå opp til 1,2 til 1,4. Her ligger også mykere materialer som messing og aluminium. Noen kan gå enda høyere. Typiske brukte tall for omformgraden er mellom 0,05 og 0,5. Omformgraden i en valseprosess med konstant bredde beregnes som naturlig logaritme av (T1/TO), (tykkelse etter stikket - T1; tykkelse før stikket - TO). Eksempel: omformgrad 0,2 - stål; TO = 10mm; T1=5,5mm; antall stikk = 3.	F7; LB90	
725	48	Hvilken temperatur har materialene ved kaldforming?	Selvfølgelig er dette avhengig av materialet. Men generelt kan det sies at det er under rekrystallisasjonstemperaturet for materialet.	Fig. 1.14 T 1.2	
726	321	Hvor mange valser er det på valsemaskiner?	Minst 1, helst minst 2 for å unngå stor relativbevegelse mellom valsegods og valsen. Oppover ingen grense avhengig av antall aktive valsepalter og støttevalser.		
800		Ekstrudering			

801	365	Hvordan foregår prinsipielt ekstrudering av materialer?	I en ekstruder blir materialet i kald, oppvarmet eller i smeltet tilstand presset ut gjennom en dyse som gir produktet ønsket ytreform. Vi skiller hovedsakelig mellom ekstrudering som formingsprosess av for eksempel lettmetaller, kobber, messing, bly og visse stållegeringer og ekstrudering som en støpeprosess av for eksempel gummi (før vulkanisering) og termoplaster. Ekstrudering blir også brukt på materialer som er plastisk i "rå" tilstand og som etter ekstrudering vil herde kjemisk, ved oppvarming eller ved tørking. Leire, plastillin, nudlemasse, pølse osv.	Fig. 15.1	
802		Hvordan foregår ekstrudering av metaller?	Ekstrudering av metaller er en formingsprosess. Emnet (billett) ligger i en "sprøyte" og blir påført trykk. Emnet vil etterhvert fylle hele "sprøyta" og oppleve en hydrostatisk spenningstilstand. Er trykket til slutt tilstrekkelig stort vil materialet blir presset ut gjennom spissen i "sprøyta" og vil da antar formen til "hullet" (die) og forblir i denne formen. Dette er en kontinuerlig produsjonsprosess som produserer profiler. Det er flere måter å gjøre dette på, a.) Foroverekstrudering / direct extrusion som kan sammenlignes med en kakesprøyte, materialet har samme retning som stampelet. (b) Bakoverekstrudering / indirect materialet kommer ut i motsatt retning som stampelet extrusion. (c) Hydrostatisk ekstrudering/ hydrostatic extrusion hvor stampelet er erstattet med en veskepute. Ekstrudering kan også brukes som en diskontinuerlig prosess i stykkproduksjon, for eks. Bakoverflytpressing/ impact extrusion hvor materialmengden er avmålt til et stykk, slik lages for eksempel kaviartuben.		
803		Hva er forskjellen på ekstrudering og trekking?	Ved ekstrudering skyves emnet gjennom formen (dysen, die), dvs kompresjon altså trykk før dysen og spenningsløs etter. Ofte oppstår det en hydrostatisk spenningstilstand som gir mulighet til store omformgrader som tillater store diameterforskjeller mellom emne og ferdig profil. Ved trekking trekkes emnet gjennom formen (dysen, die) dvs. spenningsløs før dysen og strekk etter. Trekkkraften må dimensjoneres etter hvor mye strekk profilen tåler, dette reduserer mulige dimensjonsforskjeller mellom før og etter dysen. Selv om at strekkgrensen etter dysen er høyere enn før dysen pga. deformasjonsharding so er det en fin balansegang mellom minste nødvednig trykkspenning i selve dysen for å kunne omforme og maksimal strekkspenning etter dysen for ikke å rive av profine.		
804	64	I hvilket område ligger omformgraden til legeringer som brukes i ekstrudering? Kommenter tallene i forhold til valsing.	Mulig omformgrad ved ekstrudering er betydelig høyere og ligger mellom 2 og 5. Grunnen er at materialet i en ekstruder blir utsatt for en hydrostatisk spenningstilstand. Den er ett resultat av at materialet blir trykket likt fra alle sider. Når vi ekstruderer trenger vi ett høyere trykk i starten for å få igang selve "sprøyte" prosessen, altså nærmest punktere emnet, deretter vil nødvendig trykk synke.	F7; LB95	
805	364	Hvilke materialer blir ekstrudert?	Ved lav hastighet: aluminium, magnesium og kobber. Ved høy hastighet: stål, titan og varmfaste legeringer; Også termoplaster ekstruderes til fremstilling af en lang rekke produkter: Plastfolie (plastposer), rør, profiler, plater, kunstfiber, slanger og isolerede ledninger og kabler.		
806		Er det mulig å ekstrudere profiler med en jevn kurvatur i lengderetning? Kan dem brukes til noe?	Avhengig av formen på ekstruderingsverktøyet blir det forskjeller i omformgraden over profilens tverrsnitt. Dette fører til at profilen har forskjellige hastigheter ved utgangen av verktøyet. Et velkomponent verktøy kan levere en jevn kurvatur som kan tilpasses senere bruk, for eksempel i produksjon av bøyde støtfanger laget av aluminiumprofiler. Dessverre er denne prosessen vanskelig å styre og forutsi, derfor er den veldig lite brukt i en industriell sammenheng.		
807	319	Hvordan ekstruderes hulprofiler?	Hulprofiler lages ved at det er en kjerne (mandrel) i formen som kan være intern eller støttet opp av broer (spidere). Ved bruk av innvendige kjerne forutsettes det at pressen og emnet som skal ekstruderes er hult for at kjernen skal kunne stikke frem til formen. Ved kjerne som er støttet opp av broer så trenger ikke pressen eller emnet å være hult. Den fungerer ved at broene splitter emnet under ekstruderer og så sveiser materialet sammen igjen (trykksveising) i formen. I denne metoden kan ingen form for smøring brukes for det forhindrer sammensveisingen, den forutsetter også at materialet som ekstruderes har gode egenskaper for trykksveising.	Fig. 15.8	
808	364	Beskriv kort produksjonstrinnene i et aluminium-profil-ekstruderingsverk.	Ekstrudering er en prosess hvor profiler lages av runde legerte aluminiumsblokker - pressbolter. Pressboltene er kappet i passende lengder, som varmes opp til en pressesetemperatur på mellom 400° og 500° C. Gjennom denne oppvarmingen blir metallet plastisk, og dermed lettere å forme. Verktøyet vaarmes også opp, for å unngå unødvendig avkjøling av metallet i presseprosessen. Etter oppvarmingen presses aluminiumsblokkene med flere tusen tonns trykk igjennom et verktøy (en matrise), som gir profilsnittet. Nitrogen (flytende eller gass) tilføres mens stykket går gjennom for å forhindre at utsiden av aluminiumsprofilen oksiderer. Etterfølgende finner en kontrollert avkjøling av profilen sted som ofte kombineres med at profilene strekkes det for å rette skjevheter og evt. kaldbearbeide. Etter kapping i ønskede lengder kan det følge flere varmebehandlingstrinn for eksempel inn- og uthering.		
809	366	Beskriv kort noen utfordringer ved design av en aluminiumsprofil.	At vi får et balansert design (ikke store forskjeller i materialflyt i profilen), dette kan gjøres ved for eksempel å eliminere skarpe kanter, prøve å oppnå samme veggtykkelse over alt. Om vi skal ha hulrom i profilen, klarer vi oss med en intern kjerne eller må den støttes opp? Hvilken smøring skal vi bruke, og kan vi bruke det? Hvilken ekstruderingsmetode skal vi bruke? Skal det gjøres varmt eller kaldt? Har vi em form som gjør at vi får homogen materialflyt? Hvilken omformgrad krever profilen og er den i tråd med det som er mulig?		
810		Hva menes med hybrid ekstrudering og gi noen eksempler.	Hybrid ekstrudering betyr at flere materiale med forskjellige egenskaper ekstruderes sammen i en prosess. For eksempel produksjon av kabler med en eller flere kobber eller aluminium leder, isolasjonsmateriale, fyllmateriale, kappe og ytre beskyttelseslag. Slanger med vevd armering. Flervegette rør med kombinasjon av aluminium og plast. Plastlister med integrerte gummilister. osv.		
811		Hva menes med hybrid ekstrudering? (1 riktig svar)	En kombinasjon mellom for- og bakoverekstrudering Ekstruderingsprosessen kombineres med en trekkprosess for å holde profilene rett Bakoverekstrudering kombineres med trekk i flere trinn for å redusere veggtykkelse i produksjon av blant annet drikkeemballasje. Flere materialer med forskjellige egenskaper ekstruderes sammen i en prosess (For eks. en plastisolasjon rundt en kobberleder i en kabel) Bruk av et ekstruderingsverktøy med flere utganger for å produsere flere forskjellige profiler i en operasjon		
812	374	List and describe the types of defects that may occur in (a) extrusion and (b) drawing.	Recognizing that a defect is a situation that can cause a workpiece to be considered unsuitable for its intended operation, several defects can occur. Examples include poor surface finish or surface cracking (such as bamboo defect), tailpipe or fishtailing, and chevron cracking. In drawing, defects include poor surface finish and chevron cracking. Both extrusion and drawing also can have a loss in di- mensional accuracy, particularly as attributed to die wear. In both processes defects can occur also after leaving the die, bending in extrusion and thinning, coldhardening and even breakade in drawing with extensive forces. (https://en.wikipedia.org/wiki/Impact_extrusion)		
813	366	What is a land in an extrusion die? What is its function? What are the advantages and disadvantages to having no land?	The land is shown in Fig. 6.60 on p. 320 for drawing, but is too small to be seen for the Fig.s illustrating extrusion. The land is the portion of a die that is parallel to the workpiece travel that bears against the workpiece. The land is needed to ensure that workpiece dimensions are controlled and that die wear does not affect dimensions, since die wear mainly occurs on the inlet side of the die. The disadvantage to the land is that the workpiece surface can be damaged by scratching against the land; generally, the smaller the land, the better the workpiece surface.	Fig. 15.20	

814		Hva er hovedforskjellen mellom ekstrudering av plast og aluminium?	Ekstrudering av plast er en støpeprosess som tar utgangspunkt i en smelte. Ekstrudering av aluminium er en "solid state" formingsprosess, med oppvarming til temperaturer typiske for smiing eller ingen oppvarming. Kreftene som er i spill for å ekstrudere er også forskjellige, plast ekstruderes lettere enn metaller.		
815		Hva er hovedforskjellen mellom ekstrudering av plast og aluminium? (1 riktig svar)	Hovedforskjellen er materialet. Ellers er produksjonsprosessen identisk Hovedforskjellen er oppvarmingsmetoden. Mens aluminium billet varmes opp før den settes i kammeret varmes platen i kammeret Hovedforskjellen er produksjonsprosessen. Ekstrudering av aluminium er en formingsprosess mens ekstrudering av plast er en støpeprosess Hovedforskjellen er bearbeidingstemperaturen. Aluminium har en mye høyere smeltetemperatur enn termoplast Hovedforskjellen er omformingsgraden. Termoplast tåler i hydrostatisk spenningstilstand en mye større grad av plastisk deformasjon		
816	373	Hva er bakoverflytpressing og gi noen produktseksempler.	Bakoverflytpressing (<i>impact extrusion</i>) er en prosess hvor et stempel senkes ned i høy fart ned i emnet (<i>blank</i>). Emnet som ligger i en form vil da presses ut rundt stampelet. Formen som emnet ligger i og formen på stampelet bestemmer formen på det ekstruderte materialet, når stampelet senkes i emnet så "skvises" materialet ut langs kantene av formen og oppover stampelet. Forbindes som regel med kald-ekstrudering. På grunn av at formen av produktet er begrenset av formen på stampelet så er det som oftest sirkulære produkter denne metoden lager. Eksempler kan være; Tannkremtuber, balltre, Apple Mac Pro 2013 Shell, CO_2 patroner, aluminiumsflasker.	Fig. 15.14	
817	364	Nevn noen deler (produkter) i lettmetall du mener er ekstrudert	Profiler som kuttet i lengre eller kortere ferdigprodukter eller halvfabrikater. F.eks. Lang - vinduer, stiger, rør, strukturelle profiler, kjøleribber, skinner (til skyvedører for eksempel) osv. Kort - tannhjul, øljeikk, hengsler, klyper, pyntegjenstander, bokstaver osv. Videre er det produkter som ekstruderes i en diskontinuerlig prosess (cold and impact extrusion, bakoverflytpressing) tannpastatube (Klemtuber generelt), tenplugg, balltre, Apple Mac Pro 2013 Shell, CO_2 patroner, aluminiumsflasker osv.	Fig. 15.2	
900		Tynnplate			
901		Hva er forskjellen på "punching" og "blanking"? Beskriv produksjon av en underlagsskive.	I punching (stansing) stanser en et hull i ett arbeidsstykke, og i blanking (lokking) tar en vare på biten som blir "lokket" ut. Stansing av en underlagsskive er da begge prosesser etter hverandre, først lages hullet som kastes - punching, så stanses skiva med hull ut som tas vare på - blanking.		
902		Hva er vanlig klaring mellom dyne og stempel under stansing?	Vanlig er 2%-8%, men kan variere fra 1%-30%. Klaringen varierer med hensyn på material, temperatur, nøyaktighe, platetykkelse og størrelse på hullet.		
903	388	Skisser og beskriv et klippeverktøy, klippeprosessen og viktig prosessparameter	Et klippeverktøy består av to egger som presses mot hverandre over tykkelsen av en plate for eksempel hvor eggene har en viss klaring (2-8% typisk). Her vil de to eggene skape lokal høy skjærspenning helt til at vi får brudd i materialet. Viktige parametere er: stanse/ skjærkraften, farten til stansen/ skjæret, klaringen mellom eggene, smøring, hardhet og seighet til materialet og ønsket hjørnetilstand i materialet. Skisser et verktøy som viser samme egenskaper som i henvist figur (den forstørrede biten).	Fig. 16.2	
904		Hvorfor er det viktig å ha riktig klaring mellom dyne og stempel under stansing?	For å få fin overflate på kanten. Hvis det er for mye klaring kan arbeidsstkket bli dratt med ned mellom stampelet og dyna eller så kan det bli veldig stor bruddvinkel, som gir grove kanter og store deformasjoner. Hvis det er for lite klaring vil ikke stampelet klare å presse arbeidsstykket til å få en liten nok bruddvinkel og arbeidsstykket vil bli betydelig deformert.		
905		Hvorfor er det viktig å ha riktig klaring mellom dyne og stempel under stansing? (flere riktige svar mulig)	For å få fin overflate på bruddkanten For å unngå at arbeidsstykket bli dratt med ned mellom stampelet og dyna For å sikre tilstrekkelig plass for ringeggen i klippespalten For å utligne dimensjon, form og aksetoleranser mellom stempel og dyne Det er ikke viktig, materiales skjærholdfasthet har mye større betydning for klippekraften		
906		Hvilke teknikker kan man bruke for å motvirke fjæring?	Overbending: kompensere for fjæring ved å bøye materialet mer en ønsket plastisk deformasjon; Coining: tuppen av brettet til materialet utsettes for høyere trykk; Stretch Bending: Delen blir utsatt for strekk mens den blir bøyd.		
907	386	Hvilke ulemper har en sløv saks?	En sløv saks kan betyr to ting. 1.) Eggen er ikke skarp lenger. Dermed vil ikke eggene setter seg like godt fast i materialet og dette vil gjøre det vanskelig å få klippeprosessen i gang. Videre vil kjerven som eggen lager blir mindre skarp som vil redusere spenningskonsentrasjon. 2.) Klippespalten ved eggen er for stor. Dermed blir det et bøyemoment i tillegg til skjærkraften som trekker materialet i større grad in i klippespalten. Videre vil de initierte spreken ikke møte hverandre og det vil bli en større grad som står igjen ("burr").		
908		Hva er den mest effektive måten å lage (mange) hull i en plate?	A) Boring B) Brotsjing C) Stansing		
909		Hvorfor skal vi ikke forlenge armen på en saks? (eller all annen type verktøy - fastnøkler, brekkjern osv.)	Godt verktøy er tilpasset og dimensjonert til arbeidsoppgavene som dem skal brukes til. Når armene som verktøyet gir ikke er stor nok så tyder det på at verktøyet er for liten til arbeidsoppgaven. Å forlenge armen kan overbelaste verktøyet eller det den skal brukes til. Saksearmen, eggen eller kjeftene kan brette eller platen kan ødelegges. En fastnøkkel kan brette eller rive av skruen eller bolten.		
910		Hva skiller klipping fra stansing?	Klipping er en bearbeiding som utføres med to egger som arbeider mot hverandre, slik at materialstykke deles i mindre stykker. Materialet utsettes så sterkt for deformasjon og skjærspenninger innenfor en begrenset sone rundt eggene at det oppstår brudd. Bruddet initieres av eggen som lager en kjerv som vokser foran eggene. Dette fører til at klippet er gjennomført før eggene har passert hverandre. Dersom konturen er sluttet, kaller vi klippeoperasjonen stansing. Da brukes det ofte et stempel med ferdig utvendig geometri som ønsket ferdig form.		
911		Hva skiller klipping fra stansing? (1 riktig svar)	Bare ordet, det er samme prosessen Klipping er en bearbeiding som utføres med to egger som arbeider mot hverandre, ved stansing brukes bare eggen på stanseverktøyet Klippeprosessen utnytter skjærspenningene mens stansing utnytter strekk/trykkspenninger når stansestampelet presses gjennom materialet Klippekanturen, dersom den er sluttet, kaller vi klippeoperasjonen stansing. Det er materialet. Metaller stanses og ikke-metalliske materialer klippes.		
912		Hvorfor er klippingen fullført før eggene møtes?	Eggen initierer en kjerv og sprekkveksten går mye raskere enn den bevegelige eggen.		

913	387	Hva er forskjellen og likheten mellom klipping med en platesaks og stansing med en stempelstanse?	Selve mekanikken med prosessene er den samme (at materialet deler seg pga sprekker som møtes), men den største forskjellen ligger i verktøyet. En stempelstanse presser ut materiale i en spesiell form som kommer an på stempelet, mens en platesaks klipper av materiale i en "rett linje". Det kan også nevnes at en platesaks vil prøve å holde "produkt delen" i ro under klippingen, mens avfallet deformeres mye. Dersom klippekanturen er sluttet, er det stansing.	Fig. 16.2	
914		Hva er hensikten med ringeggen ved klipping?	Hensikten med ringeggen, som er plassert i en bestemt avstand fra snittlinjen, er å holde materialet fast utenfor klippekanturen og dermed hindre at materialet forskyver seg. Dette er en av tiltakene for å øke kvaliteten i snittflaten - "fine blanking" eller fin stansing på norsk. (De andre er: ha veldig liten klaring (rundt 1%) og presse opp mot arbeidsstykket fra undersiden).		
915	392	Hvordan kan en øke kvaliteten ved stansing?	Det er flere tiltakene for å øke kvaliteten i snittflaten - "fine blanking" eller fin stansing på norsk. Ringeggen, som er plassert i en bestemt avstand fra snittlinjen for å holde materialet fast utenfor klippekanturen og dermed hindre at materialet forskyver seg. Ha veldig liten klaring (rundt 1%). Presse opp mot arbeidsstykket fra undersiden.	Fig. 16.5	
916	390	Vis hvordan nødvendig stansekraft i en hydraulisk presse med et plant stanseverktøy kan beregnes og lag et konkret eksempel.	Eksempelet er en 4mm plate av S235JR som det skal stanses ut et kvadrat med sidelengde 5mm. Nødvendig stansekraft kan beregnes på 2 måter: (a) Ved å bruke formelen fra fagboken; $F_{\max} = 0,7 \cdot UTS \cdot t \cdot L = 0,7 \cdot 400N/mm^2 \cdot 4mm \cdot (4 \cdot 5mm) = 22,4kN$. (b) Bruke bare bruddgrensen; $F_{\min} = (bruddspenning \cdot areal) / \sqrt{3} = (400N/mm^2 \cdot 4 \cdot 5mm \cdot 4mm) / \sqrt{3} = 18,5kN$. Arealet er "gjennomskåret areal". Metode a tar hensyn til friksjon i prosessen derfor er faktoren som brukes litt større (a - 0,7; b - 0,58). Begge to tar utgangspunkt i et "stump" stanseverktøy.	Eq. 16.1 F10 LB38	
917	390	Hva er hovedforskjellen på stanser og presser?	En stanse og en presse utnytter forskjellige fysiske effekter. En presse bruker kraft, den kan gå veldig sakte. En stanse utnytter bevegelsesenergien i verktøyet og er derfor avhengig av hastighet og masse. Tilsvarende for en saks og en slagsaks.		
918		Hva menes med stykkskjærende bearbeiding?	Stykkskjærende bearbeiding er den delen av den klippende bearbeiding som resulterer i enkeltkomponenter. Klipping av for eksempel bånd som halvfabrikata er ikke stykkskjæring. Prosesser som innebærer klipping, lokking eller stansing.		
919	390	Hvilke to metoder kan vi dele stansing inn i?	Stansing og Lokking (Punching and Blanking)		
920	391	Hva er forskjellen på stansing og lokking?	I stansing (punching) så er materialet som stanses ut avfallet, mens ved lokking (blanking) så er det utstansede materialet som er produktet. En underlagsskive stanses i første trinn og lokkes i andre trinn.	Fig. 16.4	
921	390	Hvilke typer kan vi dele stanseverktøy inn i?	Perforering (Perforating), Avskillende (Parting), Innskjæring (Notching), Spalting (Slitting), lage en flik (Lancing)	Fig. 16.4	
922		Hvilken del på stanseverktøyet kaller vi dyna?	Dyna ("die") er motholdet i et stanseverktøy.	Fig. 16.2	
923	387	Hvilke regler gjelder for hvor stor klaringen mellom stempelet og dyna skal være?	Klaring mellom dyna og stempel bestemmes hovedsakelig av tykkelse på platen. Vanligvis 2-8% av tykkelsen. Men også materialvalg, ønsket stansenøyaktighet og nøyaktighet til selve stansen spiller en rolle.		
924	402	Hva skjer med materialet når vi knekker eller bøyer en plate? Beskriv viktige parameter.	Når vi bøyer en plate vil vi i tverrsnittet kunne se at innsiden av bøyen er utsatt for kompresjon og yttersiden er utsatt for strekkrefter. Et sted i mellom innersiden og yttersiden av bøyen vil vi ha en nøytralakse som verken er utsatt for strekk eller kompresjon. Hvis bøyeradiusen blir for liten vil strekket på yttersiden bli så stort at den sprekker opp og delen knekker. Viktige parametere er: nøytrallinjens lengde ("bend allowance"), minimum bøyeradius (radius hvor materialet sprekker opp), bøyelighet til materialet, tilbakefjæring.		
925	404	Hvorfor må vi bøye platen litt mer enn vi skal for å få riktig vinkel på den?	Fordi selv om vi deformer delen plastisk så er den litt elastisk og beveger seg litt vekk ifra det punktet vi bøyde det til (springback).	Fig. 16.19	
926	402	Hvorfor må vi ikke velge for liten bøyeradius når vi bøyer plater?	Hvis den blir mindre enn minimum bøyeradius for materialet og dimensjonen så vil utsiden av bøyen sprekke opp til slutt vil platen brytes av.		
927	402	I hvilken størrelsesorden ligger minste bøyeradius til stål og aluminium og hvilken materialverdi er den avhengig av?	Minste bøyeradius er ofte oppgitt som en faktor av tykkelsen av materialet; for stål er den mellom 0,5*t og 4*t, for aluminium er den mellom 0 og 6*t. Disse faktorene er erfaringsbasert, men en kan også regne seg frem til en sammenheng mellom radiusen og bruddgrensen og omformgraden til materialet. Det er videre av betydning om materialet er anisotropisk.	T 16.3	
928		Hva skiller bøyning fra knekking?	I daglig tale blir disse begrepene ofte brukt omhverandre. Når en skal trekke noen prinsipielle skillelinjer so kan verktøyet og bøyemåten brukes. I den ene prosessen spennes en del av platen fast og den andre delen bøyes over en kant. I den andre prosessen ligger platen på et underverktøy og et oververktøy "knekker" platen, dvs at oververktøy presser platen i dette underverktøy (form eller die).		
929	63	Vi deler bøyning av rør inn i kaldbøyning og varmbøyning. Hva er den vesentlige forskjellen?	Kaldbøyning utføres ved romtemperatur, mens varmbøyning utføres i en temperatur hvor vi utnytter at materialet blir mer bøyelig ved høyere temperaturer. Så lenge temperaturen forblir under rekrystallasjonstemperaturen vil det oppstå deformasjonsharding. Gjennomføres varmbøyning i riktig hastighet over rekrystallasjonstemperaturen vil materialet heles og forbli duktilt og kan omformes i mye større grad.		
930		Hva er dyptrekking og gi noen produktseksempler?	(Deep drawing) En tynnplate, som vanligvis er innspenst, trykkes med en stempel i en form. Brusboks, kjøkkenvask, oppvaskkummer, kjeler osv. Dyptrekking er en formeprosess.	Fig. 16.32	
931		Hva menes med induksjonsbøyning, og hvordan virker dette?	Emnet blir varmet opp lokalt ved elektromagnetisk induksjon. Temperaturen godt over rekrystallasjonstemperaturen kontrolleres nøye og emnet utsettes for en kraft slik at det bøyes. Dette muliggjør store deformasjoner og ved tykkveggede emner.		
932	409	Hva skjer hvis vi «flater» røret under bøyningen?	At røret flater betyr at den mister formen sin ved at både inn og utsiden av bøyen kollapser innover mot innsiden av bøyen. Vi kan se dette hvis vi bøyer et sugerør tilstrekkelig. Den sirkulære tverrsnitt blir oval og til slutt en "strek". (http://www.mie.uth.gr/labs/mex-lab/pic-19.jpg) Som regel ett resultat av for liten bøyeradius.		
933	409	Hvordan kan vi motvikre at et rør "flates" under bøyning?	Innvendig mottrykk enten ved å trykke sette med olje eller vann, eller ved å pakke røret med noe 'fleksibelt': sand, kuler, plugg, dor.	Fig. 16.27	
934		Hvor stor skal bøyeradien være på et stålrør med diameter 80 mm?	Stålrør krever at minste bøyeradien er 1,5xrørdiameter dvs. 1,5x80 = 120	F10 LB69	
935	402	Hvordan og hvorfor kan vi øke mulig omformgrad ved bøyning?	Omformgraden kan økes hvis vi klarer å øke bøyeligheten til materialet, dette kan gjøres ved å varme opp materialet (varmbøyning) eller ved å utføre bøyningen under hydrostatisk trykk. Varmbøyning gjør materialet mere duktilt, mens ved hydrostatisk tilstand vil de resulterende spenningene minke - strekkbøyning.		
936	407	Gi noen anvendelsesområder for rollforming av tynnplater.	Lange profiler med kontinuerlig tverrsnitt som takplater, takrenner, fasadeprofiler osv og plater med et repeterende mønster i lengderetning som takplater med taksteinsmønster osv.	F10 LB74	

937	423	Hva er trykking (eng. spinning)?	Trykking er en formingsprosess for å lage rotasjons / aksesymetriske deler av den tynnplate. Emnet festes på en roterende form innspekt i for eksempel en dreiebenk hvor så emnet trykkes med ruller eller lignende redskap til den ligger inntil formen. Brukes til å lage for eksempel trommesymbaler, trompettuter, vaser osv. En relativt enkel operasjon som ikke krever avansert utstyr (annet enn dreiebenk). Kan minne litt om punktvalsing.	Fig. 16.48	
938	439	Hva er forskjellen mellom dyptrekking og bakoverflytpressing av for eksempel aluminium?	Utgangspunkt for dyptrekking er en tynnplate og det er mer formen til "beholderen" en veggtykkelsen som er målet for omformprosessen. Kasseroller, badekar, kummen i en kjøkkenvask osv. For produksjon drikkebokser kombineres dyptrekking for selve grunnkoppen med en trekkeprosess for å tynne ut veggen og øke kopphøyden. Bakoverflytpressing tar utgangspunkt i et emnestykke som presses i en form og hvor materialet flytter så i spalten mellom form og stempel i motsatt retning som stampelet beveger seg. Anvendelse er for eksempel tannpastatuber i lettmetall.	Fig. 15.15 og 16.32	
939		Gi noen anvendelsesområder for dyptrekking.	Kasseroller, badekar, kummen i en kjøkkenvask osv, "beholder" basert på tynnplate.		
940		Hva menes med induksjonsbøying, og hvordan virker dette?	Induksjonsbøying eller varmeinduksjonsbøying fungerer slik at det blir plassert en induksjonsring rundt emnet som skal bøyes. Ringen induserer strøm i det elektrisk ledende emnet. Tap pga virvelstrøm omsettes i varme som oppstår direkte i emnet og dermed varmer opp en smal del av et område på røret til en temperatur på 427 °C - 1204 °C, avhengig av materialets type. På en passende bøyetemperatur vil røret passere gjennom induksjonsringen ved en lav hastighet samtidig som bøyekrefter tilføres. Etter endt bøying vil det oppvarmede området bli bråkjølt med vann eller luftspray. Denne prosessen har høyere bøyekostnader pga oppvarming men mange andre fordeler.	F20 LB1	
941	316	Describe (a) the similarities and (h) the differences between the bulk deformation processes described in Chapter 13-15 and the sheet metal forming processes described in chapter 16.	The most obvious difference between sheet-metal parts and those made by bulk-deformation processes, described in Chapter 6, is the difference in cross section or thickness of the workpiece. Sheet-metal parts typically have less net volume and are usually much easier to deform or flex. Sheet-metal parts are rarely structural unless they are loaded in tension (because otherwise their small thickness causes them to buckle at relatively low loads) or they are fabricated to produce high section modulus. They can be very large by assembling individual pieces, as in the fuselage of an aircraft. Structural parts that are made by forging and extrusion are commonly loaded in various configurations.		
942	395	Inspect a common paper punch and comment on the shape of the tip of the punch.	Note that most punches are unlike those shown in Fig. 7.12; they have often a convex curved shape with a ringedge to create an initial notch and a oblique form to secure that not the entire ringedge penetrates the paper at the same time. Both to reduce force and thereby wear.	Fig. 16.10	
943	404	Explain why and how various factors influence the springback in bending of sheet metals.	Plastic deformation (such as in bending processes) is unavoidably followed by elastic recovery, since the material has a finite elastic modulus (see Fig. 2.3 on p. 57). For a given elastic modulus, a higher yield stress results in a greater springback because the elastic recovery strain is greater. A higher elastic modulus with a given yield stress will result in less elastic strain, thus less springback. Increasing bend radius increases springback, and increasing the sheet thickness reduces the springback. Plastisk deformasjon kreves for bøying av rør og plater. Når vi bøyer ett rør vil spenningene først øke til flytegrensen om vi slipper opp da vil materialet gå tilbake til opprinnelig størrelse. Om vi fortsetter får vi plastisk deformasjon, MEN når vi slipper opp etter en gitt bøying vil den delen av materialet som fortsatt er under flytegrensen gå tilbake til normalstilling og det er spring-back. Dette er påvirket av flytegrensen til materialet, temperatur.	Eq. 16.6	
944	409	Why do tubes have a tendency to buckle when bent? Experiment with a straight soda straw, and describe your observations.	Recall that, in bending of any section, one-half of the cross section is under tensile stresses (strekk) and the other half under compressive stresses (trykk). Also, compressing a column tends to buckle (knekke) it, depending on its slenderness (slankhet). Bending of a tube subjects it to the same state of stress, and since most tubes have a rather small thickness compared to their diameter, there is a tendency for the compression side of the tube to buckle. Thus, the higher the diameter-to-thickness ratio, the greater the tendency to buckle during bending.		
945	386	Assume that you are carrying out a sheet-forming operation and you find that the material is not sufficiently ductile. Make suggestions to improve its ductility.	This question can be answered in a general way by describing the effects of temperature, state of stress, deformation rate, etc., on the ductility of metals. (Varmebehandling, spenningstilstand, deformasjonshastighet osv.)		
946	415	16.11 Describe why earing occurs. How would you avoid it? Would ears serve any useful purposes? Explain.	Earing, described in Section 16.7.1 on p. 413, is due to the planar anisotropy of the sheet metal. Consider a round blank and a round die cavity; if there is planar anisotropy, then the blank will have less resistance to deformation in some directions compared to others, and will thin more in directions of greater resistance, thus developing ears. The ears could serve a purpose if it was because of aesthetic reasons, otherwise ears are unwanted and will result in waste material. Ta dyptrekking som eksempel. Tynnplater er bearbeidet ved valsing og oppnår derfor som regel anisotropiske tendenser. Dvs. at platen har forskjellige egenskaper avhengig av dens retning og vil derfor deformeres mer under samme spenning. resultatet er "ører" på den omformede formen som ofte må skjæres bort og er derfor uønsket.	Fig. 16.35	
947	386	Select several specific parts in a typical automobile, and identify the sheet metal forming processes described in chapter 16 that can be used to make those parts. Explain your reasoning.	Body panels are obtained through sheetmetal forming and shearing, Frame members (only visible when looked at from underneath) are made by roll forming, Ash trays are made from stamping, combined with shearing, Oil pans are classic examples of deepdrawn parts. Bærebrot: Hydroformet, Bensintank: Dypttrukket		
948	399	Prepare a summary of the types of defects found in sheet-metal forming processes and include brief comments on the reason(s) for each defect.	Examples of defects include (a) fracture, which results from a number of reasons including material defects, poor lubrication, etc; (b) poor surface finish, either from scratching attributed to rough tooling or to material transfer to the tooling or orange peel; and (c) wrinkles, attributed to in-plane compressive stresses during forming. Rifter og sprekker på grunn av for mye bøying. Riving av materialet på grunn av sløv saks som drar materialet ned i mellom klaringen mellom bladene. Dårlig smøring kan føre til materialskade på grunn av for høy temperatur		
949	350, 399	Explain why a metal with a fine-grain micro-structure is better suited for fine blanking than a coarse-grained metal.	A fine-blanking operation can be demanding; the clearances are very low, the tooling is elaborate (including stingers and a lower pressure cushion), and as a result the sheared surface quality is high. The sheared region is well defined and constrained to a small volume. It is beneficial to have many grain boundaries (in the volume that is fracturing) in order to have a more uniform and controlled crack. Sprekkene produsert av skjærspenningene når vi stanser vokser i korn grensen og glidebåndene, på en grovere kornstruktur blir disse kuttene derfor mer ujevne i kantene.		
950	328, 406	What are the Similarities and differences between roll forming, described in Section 16.6, and shape rolling, described in section 13.5?	Consider, for example: (a) Similarities include the use of rollers to control the material flow, the production of parts with constant cross section, and similar production rates. (b) Differences include the mode of deformation (bulk strain vs. bending and stretching of sheet metal), and the magnitude of the associated forces and torques.	Fig. 16.26 Fig. 13.12	

951	390	Fra en 2 mm tykk plate med bruddgrense 400 N/mm2 skal runde brikker med innerdiameter Ø 15 mm og ytterdiameter Ø 30 mm klippes i ett trinn. Regn ut klippekraften.	Beregne total snittarealet som er platetykkelse x total snittlengde. Bruke formel for jevnførende spenning for å regne ut maksimal skjærspenning (bruddgrense / $\sqrt{3}$): Klippekraft er maks. skjærspenning delt med snittareal. Formelen tar da ikke hensyn til friksjon som vil øke klippekraften. Det er også mulig å bruke formel fra lærebok: $F=0,7 \times UTS \times t \times L$. Her erstattes da $1/\sqrt{3}$ altså 0,58 med en litt større faktor på 0,7 for å ta hensyn til nettopp friksjon. I begge tilfellene taes det ikke hensyn til effekter som kommer fra utforming av verktøy (egg for å utnytte kjerv, skråkniv for å unngå å klippe alt samtidig osv.) som vil redusere klippekraften. Dette er altså overslagsberegninger som tar utgangspunkt i en ugunstig verktøyutforming <i>verktøyutforming</i> .	Ex.: 16.1	
952	386	Et problem ved klipping kan være høye avdragskrefter. Hvilke metoder kan vi prøve for å motvirke dette på et slikt verktøy?	Utforming av stansestempel og underverktøy, begge kan skråes for å gi nødvendig frivinkel. Klippespalten, altså klaringen mellom dyne og stempel, kan optimaliseres. Bruk av smøremidler. Materialoptimeringer på både verktøy og emnematerial.		
953		Hvorfor er overkniven i en slag eller guillotine saks stilt skrått i forhold til underkniven?	For å redusere nødvendig klippekraft. Hadde knivene stått parallell til hverandre ville hele lengden blitt klippet samtidig, nå klippes det fortløpende over hele lengden og blir hjulpet av kjerven av den første kontakten mellom kniv og plate som virker i retning av kuttet.	F10 LB24	
954		Hvorfor skal vi ikke kutte runde og firkantete profiler med platesaksen?	Før ikke å ødelegge saksen. Det vil blir hakk i eggen, eventuelt kan bladet brette. Er profilen tykkere en tillat platetykkelse så er profilen mye sterkere, videre får en ikke hjelp av kjerven av den første kontakten mellom kniv og plate som virker i retning av kuttet og som løper foran kuttet og svekker dermed materialet. Så selv 5mm rundstang skal <u>ikke</u> kappes i en platesaks som kan kappe opptil 5mm plater.		
955		Beskriv klippe- og stanseprosessen, og forklar forskjellen.	Klipping består av to verktøyegger som presses mot hverandre med et glippe imellom. Hovedpoenget med klipping er at første kontaktpunkt er nettopp det, ett punkt. Vi får en spenningskonsentrasjon i dette punktet som skaper plastisk deformasjon og vi får en kjerv. Vi bruker denne kjerven som utgangspunkt til å klippe igjennom hele platen. Det er viktig at avstanden mellom eggene ikke er for stor (2-8% av platetykkelsen) fordi da får vi ett bøyemoment i tillegg til skjærkreftene som vil prøve å dra platen inn mellom eggene. Det brukes gjerne lineare klippekanter i for eksempel saks. Ved stansing brukes det ett stempel til å slå/klippe ett hull i platen. Også her har vi to egger som kan ha en ikke linear geometri, gjerne utformet som det hullet som skal lages. Først stukes emnet blir for å oppnå nok spenning for å kunne penetrere overflaten for å danne et skjerv. Deretter begynner klippeprosessen, dvs sprekkveksten som skjer i vinkel rundt 45° på skjære retningen (se korn og glidebånd). Siste fase er avrivning. Ved stansing skiller vi mellom Blanking (vi bruker det som stanses ut, platen er skrap) og Punching (platen er produktet, det som stanses ut er skrap.) Prosessen kan benytte kinetisk energi som er avhengig av hastighet og tyngde på verktøyet (frifallstanse, eksenterstanse osv) eller benytte seg av kraft (hydraulikk, spindelstanse). Da kalles det gjerne en presse, <u>men prosessen – klipping – er den samme både i en presse, en stanse og en saks.</u>		
956		Lag en overslagsberegning for å finne ut hvor stor kraft det kreves for å stanse et Ø50 mm hull i en 2 mm tykk plate (St-52)? Beskriv og diskuter tiltak for å redusere nødvendig kraftbehov.	Først må vi finne hvor stor jamnførendespenning det kreves for å nå bruddgrensen. Siden vi bare har skjærspenning blir uttrykket meget simpelt. $\sigma_j = \sqrt{(\sigma_b^2 + 3\tau^2)} = \sqrt{3} \tau = 520 \text{ N/(mm}^2\text{)}$; $\tau = 520/\sqrt{3} = 300 \text{ N/(mm}^2\text{)}$; Deretter må vi finne kraften som kreves, denne finner vi ved å gange nødvendig spenning med arealet på platen. $F = \tau \cdot A = 300 \text{ N/(mm}^2\text{)} \cdot \pi \cdot 50\text{mm}^2 = 314 \text{ mm}^2 \cdot 300 \text{ N/(mm}^2\text{)} = 94 \text{ kN}$; Formelen tar da ikke hensyn til friksjon som vil øke klippekraften. Det er også mulig å bruke formel fra lærebok: $F=0,7 \times UTS \times t \times L$. Her erstattes da $1/\sqrt{3}$ altså 0,58 med en litt større faktor på 0,7 for å ta hensyn til nettopp friksjon. I begge tilfellene taes det ikke hensyn til effekter som kommer fra utforming av verktøy (egg for å utnytte kjerv, skråkniv for å unngå å klippe alt samtidig osv.) som vil redusere klippekraften. Dette er altså overslagsberegninger som tar utgangspunkt i en ugunstig verktøyutforming.		
957		Fra en 5mm tykk treplate (med bruddgrense lik 30 MPa) skal runde ølbrikker stanses ut med diameter Ø65mm i ett trinn. Regn ut stansekraften.	Kan bruke formel fra boka: $F=0,7 \cdot \sigma_b \cdot t \cdot l = 0,7 \cdot 30\text{MPa} \cdot 5\text{mm} \cdot \pi \cdot 65\text{mm} = 21,4\text{kN}$ som tar hensyn til friksjon. Kan også formel for jevnførende spenning: $\sigma_j = \sqrt{3(\tau_{\text{skjær}})^2}$ med $\sigma_j = \sigma_b = 30\text{MPa}$. Nødvendig skjærspenning blir da: $\tau = 30\text{MPa} / \sqrt{3}$; Og vi får da: $F = (\sigma_b) / \sqrt{3} \cdot t \cdot l = 30\text{MPa} / \sqrt{3} \cdot 5\text{mm} \cdot \pi \cdot 65\text{mm} = 17,8\text{kN}$. Begge to tar utgangspunkt i et butt stanseverktøy som går samtidig i inngrep langs hele stanselinjen. Med enkle tiltak kan denne kreften reduseres.		
958		Hva er hydroforming? Når brukes det? Problematikk ved bruk? Utdyp.	Hydroforming er forming av duktile metaller ved hjelp av væsketrykk. Det brukes høyt trykk for å oppnå en stor omformsgrad, HF brukes derfor i stor grad på materialer med lav flytegrense, for eksempel kobber, aluminium, etc eller som siste trinn i en formeprosess av høyfaste materialer. HF kan gjøres på forskjellige måter for å oppnå ønsket form. Ved tynnplateforming er en metode at platen føres inn over en åpen form (die). Formen lukkes med et kammer på oversiden av platen, kammeret fylles deretter med olje og trykkesett. Oljen presser platen ned i formen. Komprimert olje kan også brukes som mothold ved dyptrekking. Hydroforming har mange bruksområder hvor av noen er som følger. Bilkarosserier i mange nye biler produseres ved bruk av hydroforming, sykkelrammer på aluminiumsykler. Yamaha bruker hydroforming til produksjon av deres saksofoner. Noen problemer som kan oppstå kan være at vi får sprekker på grunn av for høy omforming, dette vil da resultere i trykfall og oljesøl. Hydroforming krever en meget stabil form. Derfor brukes det ofte andre formeprosesser først for å oppnå en tilnærmet form som kan passe inn i den endelige formen. Hydroforming blir på denne måten ofte et siste formingstrinn, spesielt for høyfaste materialer.		
1000		Sponskjæring			
1001	716	Hvor kommer vibrasjoner i en verktøymaskin i fra?	(1) Fra "feil" i selve maskinen inklusive arbeidsstykke (ubalanse, lagerforskyvinger, slitasje, bøyde akslinger, løse deler, unøyaktige tannhjul osv.) (2) Fra "feil" turtall i forhold til de kritiske turtallene til en eller flere maskinkomponenter eller arbeidsstykket. (3) Fra selve bearbeidingsprosessen med rytmisk økende og avtagende krefter (gjørne fra sponbryting).		
1002		Hvilke konsekvenser kan man få pga. vibrasjoner i verktøymaskiner?	Konsekvenser er: Slitasje som reduserer levetiden til maskineriet og i verste fall fører til havari; Sjenerende vibrasjoner og støy til omgivelsen; Høyere energiforbruk; Dårligere produktkvalitet (overflate finish, dimensionelle mål- og form-nøyaktigheten; Løse lagre og komponenter; Chatter marks (Skurestriper - Ofte ønsket men kan også brukes til å lage mønstre).		
1003	580	It has been stated that it is generally undesirable to allow temperatures to rise excessively in machining operations. Explain why.	This is an open-ended problem with a large number of accept answers. The consequences of allowing temperatures to rise to high levels in cutting include: (a) Tool wear will be accelerated due to high temperatures. (b) High temperatures will cause dimensional changes in the workpiece, thus reducing dimensional accuracy. (c) Excessively high temperatures in the cutting zone may induce metallurgical changes and cause thermal damage to the machined surface, thus affecting surface integrity.		
1004		Hvorfor er skjærplanet under sponbryting typisk rundt 45 grader?	Pga. Mohrs spennings sirkel, spon blir laget av skjærkrefter og de er størst ved 45 grader i forhold til kraftretningen. Vinkelen vil også være avhengig av geometrien til eggen.		
1005	571	Explain the possible disadvantages of a machining operation if a discontinuous chip is produced.	The answer is given in Section 21.2.1. Note that: (a) The forces will continuously vary, possibly leading to chatter and all of its drawbacks. (b) Tool life will be reduced. (c) Surface finish may be poor surface. (d) Tolerances may not be accepted.		
1006		Hvorfor er det som regel uønsket med sammenhengende spon?	Det er vanskelig å føre slike spon vekk fra arbeidsstykket. Dette kan føre til avbrudd i produksjonen, skader på overflater og skjær. Dette er et stort sikkerhetsproblem også fordi 80% av varmen må føres vekk gjennom spon.		

1007	584	It has been noted that tool life can be almost infinite at low cutting speeds. Would you then recommend that all machining be done at low speeds? Explain.	As can be seen in Fig. 21.16, tool life can be almost infinite at very low cutting speeds, but this reason alone would not always justify using low cutting speeds. Low cutting speeds will remove less material in a given time which could be economically undesirable. Lower cutting speeds often also lead to the formation of built-up edge and discontinuous chips. Also, as cutting speed decreases, friction increases and the shear angle decreases, thus generally causing the cutting force to increase. Det er en økonomisk begrunnelse, enn må sette prisen av verktøy og verktøybytte opp mot produksjonseffektiviteten. Med lav kuttehastighet stiger også friksjonen, skjærekraftene øker, det dannes seg lettere en falskt verktøyegg og det blir lettere brudd i sponfraskillingsprosessen (diskontinuerlige spon - må ikke forvekles med spon som brytes i små biter etter at den har dannet seg).	Fig. 21.16	
1008	572	Hva er en løsegg (built up edge) med tanke på sponfraskillende bearbeiding?	Material som fester seg på skjærspissen og er ødeleggende for skjærprosessen. Den lager ny skjærgeometri og brytes av ved tilfeldige tidspunkt, noe som gir en ujevn skjæreprosess og resulterer i en dårlig overflatebeskaffenhet. Om en ikke vil ha et tynt lag som kan forbedre levetiden til skjæret.	Fig. 21.6	
1009	571	How would you expect the cutting force to vary for the case of serrated-chip formation? Explain.	One would expect the cutting force to vary under cutting conditions producing serrated chips. During the continuous-chip formation period, the cutting force would be relatively constant. As this continuous region becomes segmented, the cutting force would rapidly drop to some lower value, and then begin rising again, starting a new region of continuous chip. The whole process is repeated over and over again. Ved dette tilfelle vil man forvente en varierende skjærkraft. Ved tilfelle av sammenhengende spon vil skjærkraften holdes relativt konstant, mens når denne blir taggete vil skjærkraften bli lav for så og bli høy for starten en ny sammenhengende spon (ligner stick-slip effekten). Dette kan skade verktøyet på grunn av hakket bearbeiding samtidig som overflaten på arbeidsstykket kan bli dårligere.		
1010		Hva er resonans og hvordan oppstår dette fenomenet?	Resonans er i fysikken en egenskap et system kan ha til å svinge med maksimal amplitude med en ytre svingningskilde ved en bestemt frekvens. Denne frekvensen kalles systemets egenfrekvens. Når et slikt system påvirkes av ytre periodiske impulser med en frekvens lik eller nær systemets egenfrekvens, vil systemet svinge med høyere amplitude enn ved andre frekvenser.		
1011	601	Why does temperature have such an important effect on cutting-tool performance?	Temperature has a large effect on the life of a cutting tool. (a) Materials become weaker and softer as they become hotter (see Fig. 8.30), hence their wear resistance is reduced. (b) Chemical reactivity generally increases with increasing temperature, thus increasing the wear rate. (c) The effectiveness of cutting fluids can be compromised at excessive temperatures. (d) Because of thermal expansion, workpiece tolerances will be adversely affected.	Fig. 22.1	
1012		Hvilket intervall i forbindelse med kritisk turtall er det anbefalt at man holder seg unna?	A) 0,6-0,9 ganger det kritiske turtallet B) 0,8-1,25 ganger det kritiske turtallet C) 1,2-1,6 ganger det kritiske turtallet	Maskin- deler 1 s.6.8	
1013	653	The helix angle for drills is different for different groups of workpiece materials. Why?	The reasons are to control chip flow through the flutes and to avoid excessive temperature rise, which would adversely affect the drilling operation. These considerations are especially important in drilling thermoplastics, which tend to become gummy. Spiralvinkelen er viktig i fht. å lett evakuere spon ut av borehullet, reduserer skjærekraftene og leder bort varmen. Siste er spesielt viktig ved boring i termoplastiser som lett blir gummiaktig og kan smelte/brenne delvis opp.	Fig. 23.20	
1014		Hva er forskjellen på egenfrekvens og demping?	Egenfrekvensen er frekvensen som legemet har "i seg" pga geometri, innspenning og materialegenskaper som fremkaller resonans. Demping er et mål på hvor raskt en kan senke amplitudesvingningene som legemet vibrerer med så snart den initierende svingningen forsvinner. Jo raskere nedgang i amplitude, jo bedre er dempingen.		
1015	582	A turning operation is being carried out on a long, round bar at a constant depth of cut. Explain what differences, if any, there may be in the machined diameter from one end of the bar to the other. Give reasons for any changes that may occur.	The workpiece diameter can vary from one end of the bar to the other because the cutting tool is expected to wear, depending on workpiece materials, processing parameters, and the effectiveness of the cutting fluid. It can be seen that with excessive flank wear, the diameter of the bar will increase towards the end of the cut. Temperature variations will also affect workpiece diameter. Diameteren kan bli annerledes på grunn av slitasje på verktøyet. Det vil si at verktøyspissen blir mindre og derfor "lenger" vekk fra rotasjonsaksen, arbeidsstykket kan bli svak konisk med økende diameter. Vi kan også få utbøyinger pga. skjærekraftene, alt avhengig av opplagringen. (konisk ved ensidig eller tønneformet ved tosidig opplagring). Også temperatur økning i verktøy og arbeidsstykket kan påvirke diameteren.	Fig. 21.15	
1016	716	Ved vibrasjonsdemping, hvilken form tar mesteparten av energien?	A) Varme (I boken står det at energien blir til friksjon, men denne går til varme.) B) Lyd C) Lys D) Plastisk deformasjon		
1017	669	Describe the relative characteristics of climb milling and up milling and their importance in machining operations.	The answer can be found in Section 24.2.1. Basically, in up (conventional) milling, the maximum chip thickness is at the exit of tooth engagement and, thus, contamination and scale on the workpiece surface does not have a significant effect on tool life. Climb milling has been found to have a lower tendency to chatter, and the downward component of the cutting force holds the workpiece in place. Note, however, that workpiece surface conditions can affect tool wear. Ved Motfresing (den vanligste) så beveger verktøyeggen på fresen seg i motsatt retning som arbeidsstykket. Maks tykkelse på sponet blir da ved enden av kuttet og arbeidstykket løftes opp (oppover fresing). Ved Medfresing beveger verktøyeggen på fresen seg i samme retning som arbeidsstykket. Største spontykkelse blir ved inngrepet og arbeidsstykket presses ned, dette gir økt verktøylevetid og mindre fare for sperring (chatter).		
1018		Hva er Spindle Speed Variation (SSV)?	SSV er en kommando i CNC maskiner som automatisk vil variere turtallet når den vil nærme seg det kritiske turtallet. Maskina vil da veksle mellom å kjøre over og under det kritiske turtallet og kjøre raskt gjennom det når den skifter.		
1019	688	On Circular Saw Blades high-speed-steel cutting teeth are welded to a steel blade. Would you recommend that the whole blade be made of high-speed steel? Explain your reasons.	It is desirable to have a hard, abrasion-resistant tool material (such as HSS or carbide) on the cutting surface and a tough, thermally conductive material in the bulk of the blade. This is an economical method of producing high-quality steel saw blades. To make the whole blade from HSS would be expensive and unnecessary. Nei, stålet som brukes til å lage tennene må være hardt og slitesterkt og dermed sprøtt, mens selve sagbladet må være seig og fleksibel for å unngå ett stort skadepotensiale ved brudd. Det vil i tillegg være unødvendig dyrt.		
1020	716	Describe the adverse effects of vibrations and chatter in machining.	The adverse effects of chatter are discussed in Section 25.4 and are summarized briefly below: • Poor surface finish, as shown in the right central region of Fig. 25.13 on p. 716. • Loss of dimensional accuracy of the workpiece. • Premature tool wear, chipping, and failure, a critical consideration with brittle tool materials, such as ceramics, some carbides, and diamond. • Possible damage to the machine-tool components from excessive vibration and chatter. • Objectionable noise, particularly if it is of high frequency, such as the squeal heard when turning brass on a lathe with a less rigid setup.	Fig. 25.13	
1021	616	Emulsion cutting fluids typically consist of 95% water and 5% soluble oil and chemical additives. Why is the ratio so unbalanced? Is the oil needed at all? Explain.	The makeup of emulsions reflects the fact that machining fluids have, as their primary purpose, the cooling of the cutting zone (water being an excellent coolant). However, the oil is still necessary: it can attach itself to surfaces and provide boundary lubrication, especially if the cutting process is interrupted, as in milling. See also Section 22.12. Vann kjøler godt, er billig og miljøvennlig men er mindre godt egent som smøremiddel og har mindre god vedhet. Dette kan økes ved hjelp av olje og andre additiver.		

1022		Explain the possible reasons that a knife cuts better when it is moved back and forth. Consider factors such as the material being cut, interfacial friction, and the shape and dimensions of the knife.	One obvious effect is that the longitudinal movement of the knife reduces the vertical component of the friction force vector, thus the material being cut is not dragged downward. (Consider, for example, cutting a block of relatively soft cheese with a wide knife and the considerable force required to do so.) Another factor is the roughness of the cutting edge of the knife. No matter how well it is sharpened and how smooth it appears to be, it still has some finite roughness which acts like the cutting teeth of a very fine saw (as can be observed under high magnification). Den mest åpenbare effekten vil være at vi reduserer den aksielle friksjonskraften ved å minke kraften nedover, materiale vil derfor ikke bli dratt bortover. En annen faktor er at overflaten på knivbladet, uansett hvor fint slipt det er, vil ha tagger som fungerer som tenner på en sag.		
1023		Explain the advantages and limitations of producing threads by forming and cutting, respectively.	Thread rolling is described in Section 6.3.5. The main advantages of thread rolling over thread cutting are the speeds involved (thread rolling is a very high-productionrate operation). Also, the fact that the threads undergo extensive cold working will lead to stronger work-hardened threads. Cutting continues to be used for making threads because it is a very versatile operation and much more economical for low production runs (since expensive dies are not required). Note that internal threads also can be rolled, but this is not nearly as common as machining and can be a difficult operation to perform. Ved valsing av gjengene oppstår det kalddeformasjonsherding som gir gjengene økt hardhet og slitasjestyrke samtidig som "fiberne" ikke blir brutt. Ved dreining av gjenger så fjernes material og "fiberne" kuttet. Det oppstår ingen overflateherding samtidig som det oppstår "avfall". Forming av gjenger er veldig effektiv og den dominerende prosessen for masseproduksjon.		
1024	628	Negative rake angles are generally preferred for ceramic, diamond, and cubic boron nitride tools. Why?	Although hard and strong in compression, these materials are brittle and relatively weak in tension. Consequently, negative rake angles, which indicate larger included angle of the tool tip (see, for example, Fig. 21.3 on p. 567) are preferred mainly because of the lower tendency to cause tensile stresses and chipping of the tools. Disse materialene er harde og sprø og tåler mye i trykk men lite i strekk. Ved negativ sponvinkel blir eggen mere butt og dermed mindre utsatt for strekk og dermed fare for brudd.	Fig. 23.4	
1025	571	In modern manufacturing with computer controlled machine tools, which types of metal chips are undesirable and why?	Continuous chips are not desirable because (a) the machines are now mostly untended and operate at high speeds, thus chip generation is at a high rate (see also chip collection systems, p. 647) and (b) continuous chips would entangle on spindles and machine components, and thus severely interfere with the machining operation. Conversely and for that reason, discontinuous chips or segmented chips would be desirable, and indeed are typically produced using chip-breaker features on tools. However, that such chips can lead to vibration and chatter, depending on the workpiece material, processing parameters, and the characteristics of the machine tool. Mens kontinuerlig spondannelse er ønskelig fordi det gir konstante skjærkrefter med lite vibrasjoner er lange sammenhenge spon uønsket. De er vanskelig å få vekk, kan henge seg fast i roterende deler og lett skade overflater og stoppe maskiner (også farlig for operatører ved manuelle maskiner). Disse leder også dårligere bort varmen. I praksis brukes det sponbryter "Chip-breaker" på verktøyet for å bryte sponet i små biter etter at spondannelsen er avsluttet.		
1026	688	Explain why hacksaws are not as productive as band saws.	A band saw has continuous motion, whereas a hacksaw reciprocates. About half of the time, the hacksaw is not producing any chips, and thus it is not as productive.		
1027		Hvilke fordeler og ulemper har sponskjærende bearbeiding i forhold til annen type "formgivende" prosesser?	Fleksibel metode ofte basert på standard verktøy-maskiner, kan raskt komme i gang uten å bruke mye tid til forberedelse; Høy nøyaktighet, god overflatefinhet; Produserer spon som kan/må resirkuleres; Kan være tidkrevende ved store serier. Ved CNC styring og bruk av flerakse maskiner er det i dag også mulig å produsere komplekse konturer. Liten varmepåvirkning og ingen herding gjennom kalddeformasjon.		
1028	566	Lag en skisse som viser de vesentlige vinkler og dimensjoner rund en verktøyegg i aksjon og forklar deres betydning for skjæreplassen.	Fig. 21.3 (rettvinkel/ orthogonal) og Fig. 21.9 (skrå/ oblique).		
1029		Det omsettes mye energi i en dreieprosess. Hvor kommer den i fra og hvilken vei tar den?	Energien kommer fra elektromotoren og omdannes til varme gjennom (1) plastisk deformasjon (2) friksjon mellom verktøy og spon (3) friksjon mellom verktøy og arbeidsstykke. Varmen ledes vekk gjennom spon (80%), verktøy (10%) og arbeidsstykke (10%)		
1030	626	Benevn og forklar noen arbeidsoperasjoner som kan gjennomføres i en dreibenk.	(Dreieing=Turning) se Fig. (a) Plandreieing (facing) (b) Kondreieing (taper turning) (c) Profil/Konturdreieing (contour turning) (d) Formdreieing (form turning) (e) Fasing (chamfering) (f) Avstikking/Avkapping (cutoff) (g) Gjenging (threading) (h) Utboring (boring) (i) Boring, med spiralbor (drilling)	Fig. 23.1 F12 LB61	
1031	613	Gi noen alternative materialer for karbonstål som dreieverktøy.	Her er det viktig å skille mellom "verktøyholder" som må være seig og skjæreeggen som må være hard. For selve eggen i form av for eksempel vendeskjær kan det brukes: HSS - high speed steel; Cast cobalt alloys; Cemented carbides; Coated carbides; Ceramics; HIP - Aluminium oxide; CBN - Cubic boron nitride; Diamond.	Fig. 22.9	
1032	602	Hvilke egenskaper må et verktøymateriale ha og hvordan står disse egenskaper i forhold til hverandre.	Hardt (selv ved høye temperaturer), slitesterkt, reagerer ikke (kjemisk) med materialet som jobbes med.	T 22.6	
1033	609	Hvilken innflytelse har verktøyutviklingen hatt på maskineringsprosessen. Angi noen tallverdier.	1900 - Carbon steel 100%; 1910 - HSS 26%; 1930 - Cemented carbides 6%; 2000 - functionally graded triple-coated 0,5%	Fig. 22.1	
1034	563	Navn og kategoriser noen sponskjærende bearbeidingsprosesser.	Roterende arbeidsstykke - Dreieing; Roterende verktøy - fresing, boring, brotsjing, gjenging; Linear arbeidsbevegelse - Saging, brotsjing; Skjæring med definert verktøyegg - Dreieing; Skjæring uten definert verktøyegg - Sliping. osv. osv.		
1035	566	Forklar hvordan en positiv og en negativ sponvinkel påvirker skjæreforløpet og bearbeidingsøkonomien ved dreieing. Vis med hjelp av figurer hva vi mener med de forskjellige begrepene.	En positiv sponvinkel er det samme som et positivt skjær (eggvinkelen b og klaringsvinkelen a til sammen er mindre enn 90°). Vi bruker positiv sponvinkel ved sponfraskillende bearbeiding av myke materialer. Er materialet hardt, bruker vi negativ sponvinkel. Vi varierer sponvinkelen ut fra materialet vi bearbeider. Ved dreieing i kobber eller andre myke materialer har vi stor sponvinkel. Skjærets geometri påvirker skjæreforløpet. Positiv sponvinkel innebærer en lavere tangentiell skjærkraft. En større positiv sponvinkel oppnås bare på bekostning av klarings- eller eggvinkelen. Om klaringsvinkelen er liten, øker faren for slitasje mellom verktøy og arbeidsstykket, og friksjonskraften kan medføre vibrasjoner. Når sponvinkelen er stor og eggvinkelen er liten, oppnås en skarpere skjæregg som lettere trenger inn i materialet. Samtidig er en skarp egg svak og gir for stor og ujevn slitasje. Figur vil være som på Fig. 21.3.2	Fig. 21.3	
1036	572	Forklar hvordan såkalt løsegg oppstår. Gi eksempel på problemer som løseggdannelsen kan føre til, og gi forslag til hvordan vi kan unngå løseggdannelse.	Spon med løsegg (built-up-edge (BUE) chips) oppstår når material fra arbeidstykket setter seg på skjæret og vi får en større radius på eggen. Den øvre delen av løseggen faller vekk når den blir for stor og ustabil mens den nedre delen, som er mot arbeidsstykket, fordeles tilfeldig på overflaten til delen. Dette endrer dermed på geometrien til delen og reduserer overflatekvalitet. Forslag til å unngå løseggdannelse: høyere skjærehastighet, skjær av mindre av gangen, større sponvinkel, radius på tuppen av eggen reduseres og væske tilføres.	Fig. 21.6	

1037	590	Hvilke andre faktorer enn verktøyets neseradius kan vi regne med kommer til å påvirke nøyaktigheten i formen, målene og overflateruheten til deler som er dreid (for eksempel glattdreide sylindriske aksler)? Prøv å systematisere svaret ved å behandle form, mål og overflateruhet hver for seg.	Ting som påvirker resultatet er: (a) Temperatur pga maskinering (b) Restspenninger (c) Metallurgiske forandringer (d) Plastisk deformasjon, tæring og sprekking av overflate. Med tanke på overflateruhet så har løsegg den største effekten, og dette betyr at diamant/ keramiske skjær vil gi bedre overflate siden disse har mindre tendens til løseggdannelse. Feil bruk av verktøy som ikke har en skarp egg, hvis dybden av kuttet ikke er stort nok så vil verktøyet gli på overlaten uten å lage spon og ødelegge overflaten. At verktøyet slites under maskinering gjør at form og mål vil variere gjennom livsløpet til verktøyet (dreining av en aksel vil få litt konus pga slitasjen). At verktøyet ødelegges under maskineringen kan ødelegge form, mål og overflate. Feil i maskina og i oppspenning av emnet vil påvirke mål og form. Feil oppmåling vil kunne gi feil form og mål. Operatørfeil eller programfeil vil kunne føre til feil på form, mål og overflate.	Fig. 21.22	
1038	605	Et vanlig materiale for sponskjærende verktøy, for eksempel vendeskjær til dreieverktøy, er hardmetall. Hva er egentlig hardmetall? Hva kan gjøres for å øke slitestyrken ytterligere?	Hardmetall (carbides) består av en blanding av 90-95% harde partikler (kobolt, nikkel eller en legering av de) og 5-10% bindefase (vanligvis, wolframkarbid (WC) eller titankarbid (TiC) ved pressing og sintering. For å øke slitestyrken ytterligere brukes belegg av f.eks. Titannitritt (TiN), Titankarbid, Titankarbonitrid (TiCN), keramikk (Al2O3). De forskjellige beleggene kan bidra til å redusere friksjon, øke hardhet og redusere slitasje.	F12 LB79	
1040	669	Vis med hjelp av en figur hvordan vi kan påvirke inngrepsforholdene i starten av freseskjærets kontakt med arbeidsstykket. Hvordan påvirker dette levetiden til verktøyet?	Tegn en figur som er lik Fig. 24.5. Her kan vi skille mellom medfresing (climb milling) eller motfresing (conventional milling). Ved medfresing vil freseskjæret begynne der hvor sponet er på sitt tykkeste, og vi får en støtbelastning hver gang et skjær går inn i materialet. På grunn av disse støttene så kreves det god opplagring av verktøy, slark i drivverk (backlash) må fjernes og det kan ikke være harde skall (som glødeskall) på overflaten. Medfresing "trykker" arbeidsstykket nedover og sikrer innspenning. Ved motfresing så griper freseskjæret inn ved det tynneste delen av sponet, dette medfører at inngrep av freseskjæret ikke anhengiger av geometrien av delen eller skall/forurensetning på overflaten. Hvis freseskjærene har en skarp egg så vil denne metoden gi jevn maskinering, men har tendenser til chatter (vibrasjon under maskinering) fordi verktøyeggen vil først ploge før det vil danne seg et spon. Ved motfresing blir arbeidsstykket "trukket" oppover, derfor godt innspenning arbeidstykket viktig. Ved bruk av utstyr (maskin og verktøy) som er stabil og uten slark vil medfresing gi best levetid. Slagene ved første inngrep ved medfresing er da mindre skadelig en plogingen ved førsteinngrep ved motfresing.	Fig. 24.5	
1042	669	Tegn en figur og forklar hva vi mener med motfresing og medfresing. Hva betyr dette for spondannelsen?	Tegn en figur som er lik Fig. 24.5 (a). Ved motfresing (conventional milling) går arbeidstykkets bevegelse og fresens dreieretning motsatt til hverandre ved når tennen går i inngrep. Ved medfresing (climb milling) beveger de seg i samme retning. Spontykkelse under motfresing starter ved 0, det blir altså først plogging frem til bølgen har blitt høy nok til at sponet vil danne seg, den blir da tykket ved slutten av hvert spon. Spondannelse under medfresing er tjukkest ved begynnelsen av hvert spon.	Fig 24.5 F12 LB47	
1043		En vanlig framgangsmåte ved boring til en gitt hulldimensjon er først å forbore med et mindre nøyaktig bor. Nevn to grunner til at vi deler operasjonen opp på en slik måte.	Med et mindre bor vil det være enklere å sentrere etter et startmerke (Kjørnermerke). Dette gjør at boret ikke kommer på feil sted og vil hjelpe det store boret med å finne riktig posisjon. Hvis det mindre boret har en diameter som er større enn tverreggen (chisel edge) til det større boret så vil også det større boret arbeide mye mer effektivt. Dette er på grunn av at det er kun hovedeggene (lip) som faktisk skjærer, mens tverreggen blir bare "tvunget" gjennom materialet, dette medfører mindre slitasje på det store boret.	Fig. 23.20	
1044		"Cutting Fluids" (Kjølevæske): Hvilke typer kjølevæsker har vi? Hvilke grunner er det for bruken av kjølevæsker? Nevn noen problemer ved bruk av kjølevæsker.	Kjølevæsker som brukes er: Oljer, emulsjoner, semisyntetiske og syntetiske. Kjølevæsker brukes til: Å kjøle ned skjæringssonen og med det reduserer materialtemperaturer for å hindre vridding av materialet. Kjølevæsken gjør at verktøyets levetid blir lenger. Den reduserer friksjon og slitasje, og vasker bort sponen som utvikles. Kjølevæsken beskytter også overflatene fra feks. oksidasjon. Problemer: Vanskelig og kostbart å resirkulere og kan skape miljøskader ved uhell. De fleste kjølevæsker består av en blanding av vann og renset olje, for eksempel i forholdet 95% vann og 5 % olje. Vi har forskjellige varianter med mange navn, men i hovedsak brukes det vann, olje og emulsjonsvæsker som er en blanding av vann og olje. Det brukes i hovedsak som navnet sier som kjølevæske, men også som smøring. Dette er for å prøve å lede bort varmen som blir utviklet ved sponfraskillende bearbeiding, hvor optimalt 80% av varmen føres bort av sponet, men vi har fortsatt varmeutvikling på verktøy og arbeidsstykke. Det gir også smøring til verktøy egg og det spyler bort spon som blir liggende, på samme måte som dekkgass ved laser skjæring har flere funksjoner enn å forebygge oksydlag så blåser den også bort røyk og spon. Problematikk rundt kjølevæsker kan være for eksempel korrosjon på arbeidsstykket om det ikke tørkes og rengjøres i etterkant. Vann kan renne ned i maskineri og bli liggende og tørke ut lagre og skape korrosjon inne i maskinen. Ved bruk av oljer er det også snakk om ett biologisk avfall som kan potensielt sett være miljøskadelig.		
1045		Hva kan utseende på spon ved sponfraskillende bearbeiding si oss om kvaliteten på arbeidet som blir utført, og hvordan vil vi at spon skal se ut?	Det kan fortelle oss hvor mye varme som sponet leder vekk fra arbeidsstykket, hvis spon er blått i fargen på grunn av varme kan det tyde på at sponet har ledet vekk mye varme fra arbeidstykket. Vi vil at spon som dannes skal være korte og «spiralformet». Dette både fordi sponet lett skal komme seg vekk fra arbeidstykket mens bearbeidingen foregår og fordi at sponet skal være lettere å håndtere ved gjenvinning. Når vi utfører en sponfraskillende prosess blir det utviklet høye temperaturer på grunn av friksjonen mellom verktøy og arbeidsstykket. Vi bruker kjølevæsker til å redusere varmeutviklingen, men den største delen av varmen ledes bort med sponet. Sponet har mye mindre tverrsnitt enn arbeidsstykket og leder varme derfor mye hurtigere og vi kan derfor bruke sponet til å føre varmen bort fra underlaget. Dette vil si at sponet må ha en ideell form, ved hurtig bearbeiding ønsker vi at sponet skal være i forhold til arbeidsstykket tynne spiralformet flak, dette avhenger av kuttdybde som også påvirker varmeutviklingen. Sponet skal ha en blåfarge når det forlater arbeidsstykket. Det er også en fordel at sponet har denne formen når vi skal videre resirkulere det.		
1046		Hva gjør noen metaller enkle å maskinere? Nevn noen som regnes enkle å maskinere.	Metaller som er enkle å maskinere krever lite kraft for å kuttes, kan kuttes raskt, får en bra overflate, og sliter lite på verktøyet. Aluminium, magnesium, stål med ca. 0,2% karbon, etc. Det er mange parametere som bestemmer hvor godt ett metall lar seg maskinere. Det er flere metoder å bestemme dette og AISI har bestemt flere metoder som baserer seg på overflate, verktøylevetid osv. Enkelt kan vi si at hvor mye materiale motsetter seg plastisk deformasjon og skjærkrefter har stor innvirkning på hvor godt det lar seg maskinere. Dette kan også beskrives som krefter mot verktøyet. Materialer som er godt maskinerbare er aluminium, magnesium, konstruksjonsstål med 0.2% karbon. Dette er relativt bløte materialer i den forstand at de ikke har en veldig hard overflate naturlig. Sensitivitet mot varme er også viktig for å bestemme om ett metall er godt maskinerbart.		
1047		Forklar likheter og forskjeller i forhold til hensyn man må ta når man skal utføre en dreie-operasjon kontra en bore-operasjon? (Tips: Stabilitet, spon).	Likheter: - Minimere verktøyoverheng; - Sørg for tilstrekkelig stivhet i arbeidsstykket (oppspenning); - Bruk maskiner med høy stivhet og høy dempekapasitet; - Når verktøy begynner å vibrere, modifier en eller flere av prosessparametrene, for eksempel verktøygeometri, skjærehastighet, matehastighet, skjærebredde og skjærevæske; - Sørg for tilstrekkelig sponevakuering. Forskjeller: - Når det gjelder boring bør man også tenke på: - Når det er mulig, bør gjennomgående hull i stedet for blinde hull spesifiseres; - Jo større forholdet er mellom lengde og boringsdiameteren, jo vanskeligere er det å holde dimensjonsnøyaktigheten på grunn av avbøying av borstang på grunn av skjærkraften, samt den høyere tendensen til vibrasjon; - Avbrutt indre overflate, slik som indre splines eller radiale hull som går gjennom tykkelsen på delen, bør unngås.		

1048		Forklar likheter og forskjeller i design retningslinjer for å dreie og for å bore? (Explain the similarities and differences in the design guidelines for turning and for boring?)	Similarities: Svar: 1, minimize tool overhang. 2, support the workpiece rigidly. 3, use machine tools with high stiffness and high damping capacity. 4, when tools begin to vibrate and chatter, modify one or more of the process parameters, such as tool geometry, cutting speed, feed rate, depth of cut, and cutting fluid. Differences: Boring should also consider: 1, whenever possible, though holes rather than blind holes should be specified. 2, the greater the length-to-bore-diameter ratio, the more difficult it is to hold dimensions, because of the deflections of the boring bar due to cutting force, as well as the higher tendency for vibration and chatter. 3, interrupted internal surface, such as internal splines or radial holes that go through the thickness of the part, should be avoided. Både dreining og boring er sponfraskillende bearbeidingsmetoder. Begge baserer seg på å lede varme bort fra arbeidsstykket igjennom sponet. Verktøyene er begge avhengig av materialet. Forskjellen er derimot at ved dreining så står verktøy stille mens arbeidsstykket roterer. Det betyr at må ha ett produkt som lar seg rotere uten å skape vibrasjoner. Dreining brukes derfor ofte på sirkulære objekter. Ved boring så roterer verktøyet, vi kan derfor lage hull (som boring hovedsakelig brukes til) i plane overflater. Boret bør angripe overflaten plant da det er helix spissen på boret som gjør kuttet, resten brukes til å drive bort spon. Ved bearbeiding av lange arbeidsstykker er det viktig at det spennes godt fast og eventuelt støttes opp. Ved boring er det viktig at materialet er godt fastspent, ved boring av lang hull må vi bruke veldig rigide bord da defleksjonen øker med lengden på boret.		
1100		Slipe & Alternative bearbeidingsmetoder & Overflater			
1101	737	Hva mener vi med hardhetsgraden til en slipeskive, og hvilken virkning har hardhetsgraden på slipeforløpet?	Hardhetsgraden er et mål for motstandsevnen mot løsbryting av slipekornene. Hvis bindemassen holder sterkt på kornene, sier man at skiven er hard, i motsatt fall bløt. Ved sliping av harde materialer bruker man bløte skiver, hvor slitte slipekorn lettere rives ut og nye korn med skarpe egger kommer i aksjon. Diameter til skiven minker ved sliping da korn enten forsvinner eller slites ned. Det samme skjer ved kantene til slipeverktøyet, dette må det taes hensyn til ved formsliping.		
1102	589	Explain what is meant by surface integrity. Why should we be interested in it?	Whereas surface roughness describes the geometric features of a surface, surface integrity consists of not only the geometric description but also the mechanical and metallurgical properties and characteristics. Surface integrity has a major effect on properties, such as fatigue strength and resistance to corrosion, and hence the service life of a product.		
1103	969	Give the reasons that an originally round specimen in a ring-compression test may become oval after deformation.	The specimen may flow more easily in one direction than another for reasons such as: (a) anisotropy of the workpiece material, (b) the lay of the specimen surfaces, thus affecting frictional characteristics, (c) the lay on the surface of the flat dies employed, (d) uneven lubricant layer over the mating surfaces, and (e) lack of symmetry of the test setup, such as plates that are not parallel.	Fig. 33.6	
1104		Can the temperature rise at a sliding interface exceed the melting point of the metals? Explain.	When the heat generated due to friction and that due to work of plastic deformation exceeds the rate of heat dissipation from the surfaces through conduction and convection, the surfaces will soften and even melt, and the heat input will be dissipated as heat of fusion necessary for changing from a solid to a liquid phase. This heat represents a high amount of energy, thus the surface temperature will not exceed the melting point. Nei, når vi gliir to flater mot hverandre oppstår det friksjon som øker temperaturen. Blir den høy nok blir materialet mer duktilt og mykt og velvis smelte opp i overflaten. Faseovergangen fra fast til flytende krever all energien fra friksjonen slik at temperaturen vil bli konstant til hele faseovergangen er fullført. Og siden friksjonen avtar i flytende tilstand vil også tilført energi avtar og faseovergangen stoppe opp.		
1105	973	List and briefly describe the types of wear encountered in engineering practice.	• Adhesive wear, where material transfer occurs because one material has bonded to the other and relative motion shears the softer material. • Abrasive wear, where a hard asperity plows into a softer material, producing a chip. This can be a two-body or a three-body phenomenon. • Corrosive wear, which occurs when chemical or electrochemical reactions take place, thereby removing material from surfaces. • Fatigue wear, common in bearings and gears, is due to damage associated with cyclic loading, where cracks propagate and cause material loss through spalling. • Erosion, caused by the abrasive action of loose hard particles. • Impact wear, refers to spalling associated with dynamic loading of a surface.	Fig. 33.9	
1106		Why is the abrasive wear resistance of a material a function of its hardness?	Higher hardness indicates greater resistance to penetration, hence less penetration of the abrasive particles or hard protrusions into surfaces, and the grooves produced are not as deep. Thus, abrasive wear is a function of hardness.		
1107	973	We have seen that wear can have detrimental effects on engineering components, tools, dies, etc. Can you visualize situations in which wear could be beneficial? Give some examples.	Consider, for example: (a) running-in periods of machinery, (b) burnishing, involving improvements in surface finish and appearance due to a small amount of controlled wear. (c) using sandpaper to remove splinters from wood, (d) using a scouring pad on cookware to remove dried or burnt food particles. (e) grinding and other manufacturing operations, where fine tolerances and good surface finishes are achieved through basically controlled wear mechanisms. The student is encouraged to think of more examples.	Fig. 33.8	
1108	764	Why are grinding operations necessary for parts that have been machined by other processes?	The grinding operations are necessary for several reasons, as stated in Section 9.1. For example, the hardness and strength of the workpiece may be too high to be machined to final dimensions economically; a better surface finish and dimensional tolerance is needed; or the workpiece is too slender to support machining forces.		
1109	737	Why are there large differences between the specific energies involved in grinding and in machining? Explain.	Specific energies in grinding, as compared to machining, are much higher (see T 26.2 on p. 740) due to: (a) The presence of wear flats, causing high friction. (b) The large negative rake angles of the abrasive grains, whereby the chips formed during grinding undergo higher deformation, and thus require more energy. (c) Size effect, due to very small chips produced (see Example 26.1 on p. 740), has also been discussed as a contributing factor.		
1110	769	Why is preshaping or premachining of parts generally desirable in the advanced machining processes described in chapter 27 - Advanced machining processes? Explain.	This is basically a matter of economics, since large amounts of material may first be removed by other means in less time and at lower cost. Surface finish and dimensional accuracy is not important in these preshaping operations, unless they cause serious substrate damage that cannot be removed by subsequent material removal and finishing processes.		
1111	764	Why does the machining cost increase rapidly as surface finish requirements become finer?	As surface finish requirements become finer, the depth of cut must be decreased, and the grit size must also be decreased. The operation must be carried out carefully using rigid machines, proper control of processing variables, and effective metalworking fluids. These generally lead to longer machining times and thus higher costs.	Fig. 26.37	
1112		Other than cost, is there a reason that a grinding wheel intended for a hard workpiece cannot be used for a softer workpiece? Explain.	Recall that a soft workpiece may load a grinding wheel unless it is specifically intended for use on that material. This would mean that the grinding wheel would need to be dressed and trued more often for efficient grinding.		
1113	744	Define dressing and truing, and describe the difference between them.	These two terms are sometimes confused or difficult to differentiate, since they usually are performed at the same time. As discussed in Section 26.3.3, dressing is the process of conditioning worn grains to expose new and aggressive grains. Truing involves reshaping an out-of-contour, normally round, grinding body.		
1114	761	Explain the reasons why so many different deburring operations have been developed over the years.	There are several deburring operations because of the wide variety of workpiece materials, their characteristics, shapes, surface features, and textures involved. There is also the requirement for different levels of automation in deburring operations.		

1115		Although grinding can produce a very fine surface finish on a workpiece, is this necessarily an indication of the quality of a part? Explain.	The answer is not necessarily so because surface integrity includes factors in addition to surface finish (which is basically a geometric feature). As stated on p. 964, surface integrity includes several mechanical and metallurgical parameters which, in turn, can have adverse effects on the performance of a ground part, such as its strength, hardness, and fatigue life. You need to define quality first.		
1116	740	Forklar hva som skjer ved spondannelse ved sliping og hvorfor.	Slipekorn med irregulær form er tilfeldig fordelt over slipeverktøyet og fungerer som et skjær. Hvert skjær vil lage egne spon med sterkt variende og typisk veldig negativ sponvinkel. I tillegg oppstår det ploging i materialet, det vil si plastisk deformasjon uten spondannelse. Siden skjæret ikke har en definert frivinkel oppstår det friksjon i kontaktflaten mellom materialet og slipekornet. Og så har vi selvsagt krefter som går med til å lage sponet, og pga de negative sponvinklene får vi store skjærkrefter.	Fig. 26.13	
1117	755	Nevn noen ikke-konvensjonelle bearbeidingsmetoder med sine fordeler, ulemper og anvendelser.	Ikke-konvensjonelle bearbeidingsmetoder er aktuelt ved: bearbeiding av harde/høyst sprø materialer, fleksible/tynne arbeidsstykker, komplisert form, spesielle overflatekrav, arbeidsstykker som ikke tåler høye temperaturer. (1) Ultrasonic Machining (UM,RUM): Passer best for harde/sprø materialer typ. keramikk, karbider, glass, o.l. (2) Chemical Machining (CM): Passende på store flate/bua overflater hvor ikke altfor mye av overflaten skal vekk. Billig utstyr. (3) Electrochemical Machining (ECM, PECM): verktøyene kan være kostbare, bruker mye energi, ingen verktøyslitasje, avvirkningen er uavhengig av materialets mekaniske egenskaper. (4) Electrochemical Grinding (ECG): Tar vekk mer av overflaten enn sliping (5) Electrical-Discharge Machining (EDM): avvirkningen er i stor grad uavhengig av materialets mekaniske egenskaper. (6) High-Energy-Beam Machining (LBM,EBM): dyrt utstyr, varme påvirket område, bruker mye energi, passende til å skjære og lage hull på tynne plater. (7) Water-Jet (WJM): Passende til skjæring av alle typer ikke-metalliske materialer, ingen varme-skade, ikke skadelig for miljøet (kan også brukes til tynne metallplater) Ved ren vannstråleskjæring presses vann under meget høyt trykk, opp mot 4000 bar, gjennom en liten åpning i en dyse av safir eller diamant, slik at det ved utløpet dannes en stiv, sylindrisk vannstråle. (8) Abrasive Water-Jet (AWJM): Ved abrasiv vannstråleskjæring mates strålen, etter å ha passert dysen, med små harde silikatpartikler. Passende til enkeltvis og lagvis skjæring av både metall og ikke-metalliske materialer. (9) Abrasive-Jet Machining (AJM): Allsidig, runder av skarpe kanter, kan forekomme farlig luftbårnepartikler.	F14 LB15	
1118	966	Beskriv aspekter til en overflatestruktur.	(1) Feil eller tilfeldige uregelmessigheter i overflaten som riper, sprekker, fordypninger - kan være startpunkt for utmattingssprekker og korrosjon (Flaws/Defects) (2) Retning til mønsteret, riller i overflaten som kan være spesifikt for bearbeidingsprosessen (Lay/Directionality) (3) Bølger kan komme fra utstyr og prosess. (Waviness) (4) Ruhet: mindre bølger (Roughness) - en snitt verdi mellom topp og bunnpunkter i en overflate.	Fig. 33.2	
1119	966	Hvordan måles de forskjellige aspektene til en overflatestruktur?	(1) Feil og defekter - bruk av Magnetpulver- eller penetrantprøving for synliggjøring, så måling av bredde, dybde og lengde til riper, sprekker osv (2) Bearbeidings- eller rilleretning (lay) måles ved måling av vinkler til bearbeidings "linjer" i forhold til hverandre, (3) Bølger måles ved å måle avstand mellom toppene av "den store bølgen" og høydedifferansen mellom top og dal (4) Ruhet måles på samme måten, nå på "den lille bølgen" Ruheten angis ved hjelp av R_a eller R_q verdiene, og disse finnes ved hjelp av en stylus (tar ikke hensyn til store bølger). Interferometri, skaning og kraftmikroskopi kan brukes i måleprosessen.	Fig. 33.2	
1120	744	Hva mener vi med selvskjerping av en slipekive?	Selvskjerping betyr at det stadig kommer frem nye skarpe "verktøyegger" ved at slipekornene brykker etterhvert som de slites og til slutt rives ut av bindematerialet til skiven slik at bakenforliggende "nye" korn kommer i inngrep. Friability er det engelske ordet som beskriver slipekornenes evnen til å brykke og få ny skjærgeometri. Den selvskjerpende effekten til en slipekive må balanseres med slipekivens slitasje siden mål og geometrinøyaktighet til slipekiven er veldig viktig i noen slipeprosesser (formsliping). Harde slipekiver bruker mye bindemiddel for å holde slipekornene lenger i slipekiven. De brukes til å slipe bløte materialer som krever mindre selvskjerpingssevne. Har skiven for liten selvskjerpingssevne vil ikke ny skjærgeometri lages, prosessen blir lite effektivt og det oppstår høye temperaturer som påvirker arbeidsstykket, slipekorn og bindemiddel negativ.		
1121	784	Hvilken funksjon har gasstrømmen som tilsettes under laserskjæring?	Gasstrømmen fungerer som et dekkgas for unngå uønsket oksidasjon og oksidlag på platen det skjæres i. Den blåser vekk oppsmeltet grunnmateriale og bidra til å fjerne "røyken" som hindrer laserstrålen. En stor del av "røyken" består av grunnmaterialet som fordampes av laserstrålen.		
1123	758	Hva skiller honing fra siselering? Hvilken metode gir den fineste overflateruheten?	Honing er en slipemetode for finbearbeiding av arbeidsstykker. Det dannes altså spon - sponskjærende bearbeiding. Honesteinene er tilpasset materialet og arbeidsstykkets geometri og form. For vanlig stål brukes aluminiumoksid, for metaller, silisiumkarbid, mens for bearbeiding av hardmetall eller glass brukes spesiallegeringer eller diamant. Bevegelsen er frem og tilbake. Siselering er en "lokal" formingsprosess hvor noe av materialet i overflaten "forskyves" med "trykke" verktøy med forskjellige spisser (puns!). Mest brukt for å lage dekorative mønstre i bløte metaller. Chasing utilise the plasticity of metal, forming shapes by degrees. There is no loss of metal in the process, as it is stretched locally and the surface remains continuous. Overflateruhet Honing brukes for å oppnå høy overflate og geometrinøyaktighet som inkluderer de globale målene som rundhet, retthet, bølger men også fin overflateruhet. Jevnhet er et nøkkelord her. Sisselering skal gi et mønster altså ingen jevnhet. Allikevel kan det ved riktig bruk av verktøy og teknikk oppnås lokalt veldig fin overflateruheten. (husk de 4 forskjellige parametrene vi kan måle på en overflate).	Fig. 23.14 F13 LB36 F7 LB67	
1124	761	Hvilke metoder for å fjerne grader kjenner du til?	Avgrading (deburring) gjøres manuelt, mekanisert eller automatisert. Det brukes (1) Fil (2) Kniv (3) Børste (4) Slipemidler (5) Ultralyd, (6) Elektrokjemi (7) Elektroerosjon (8) Sliping ved vibrasjon (9) Sandblåsing (10) Harde partikler i væske (11) Antennen av gass osv.		
1125		List opp hvilke slipemidler det er mest vanlig å bruke i abrasiv maskinering.	Abrasive: - Aluminium oksid (Al2O3). Hardhet 2000-3000; - Silicon carbide (SiC). Hardhet 2100-3000; Superabrasive: - Cubic boron nitride (CBN). Hardhet 4000-5000; - Diamond. Hardhet 7000-8000; (fra s.731); Keramisk bindere: - Mest brukte materialet til slipehjul. - «Grønt» produkt siden det består av krystallisert mineraler og forskjellige typer leire. - Lager slipekiven med å først blande sammen slipematerialet med keramikken og fuktighet, før det så er formet i ønsket for under trykk. Blir så brent ved en temperatur på 1523K for å skape styrke i strukturen. Kjøles så sakte ned for å forhindre sprekker. - Er sterk, stiv, porøs og resistent olje, vann og syre. - Gunstig der hvor kjøle- og kutteveske trengs i direkte kontakt med sliperen for å føre bort støv og varme. - Skjøre så tåler dårlig mekanisk og termisk sjokk. - Fås også med støtteplater i stål for ekstra strukturell støtte under bruk. Resinoid: - Også kaldt organisk slipehjul siden det er organiske forbindelser(karbon). - Mer fleksibel og tøyelig enn keramiske bindere, med mindre hardhet. - Ofte forsterket med fiberglasslag. Brukes hovedsakelig til å begrense splinter hvis slipet går i sunn, ikke for strukturell styrke. Gummi: - Veldig bøyeelig. - Brukes til kuttende prosesser. Metal skiver: - Brukes hovedsakelig til superslipere. - Bare ytterst på skiven der slipekornene er. Resten av slipekivens materiale er basert på andre ønskede egenskaper som stivhet, styrke og dimensjonal stabilitet.		
1126		Hvilken annen egenskap er viktig for slipematerialet, foruten om hardheten?	Her menes det ikke hardheten av slipekornene, men hardheten av materialet som holder kornene sammen. Ved lavere hardhet vil slipekornene raskere slipes vekk, slik at hele tiden kommer frem nye korn som fremdeles har skarpe kanter. Sprøhet (friability) er viktig for slipematerialet, siden dette påvirker hvor små kornene som slipes av er. Dette vil virke som en kvessende effekt og gjøre sliperen skarpere.		

1127		Hvorfor bør man ikke bruke diamant til å overflatebehandle enkelte typer stål? Hvilke materialer bør man heller bruke til overflatebehandling av stål?	Diamant har høy kjemisk affinitet med jern. Dette fører til at når vi når høye temperaturer ved overflatebehandlingen vil diamant reagere med jernet i stålet, slik at de går sammen og danner kjemiske forbindelser. Dette vil ødelegge både arbeidsstykket og bearbeidingsverktøyet. Til overflatebehandling av stål anbefales det å bruke aluminiumsoksid eller kubisk bornitrid. Når man sliper oppstår det mye varme. Denne varmen er nok til at det blir mulig for diamanten i slipeverktøyet og stålet i arbeidsstykket å reagere med hverandre. Når de føres sammen under så høye temperaturer vil de gå sammen å lage kjemiske forbindelser. Den temperaturen som trengs for at de kan reagere er ca. 700°C. Når diamanten blir varm, vil strukturen i den ytterste laget endres, slik at det oppstår en grafittstruktur. Grafittstrukturen har lett for å rives løs fra diamanten. Karbonet som rives løs går sammen med jernet og danner Fe3C, jernkarbid. Denne jernkarbiden finnes vi igjen som klumper i overflaten hos arbeidsstykket, noe som ødelegger ruheten vi prøver å oppnå, samt at det forurensrer materialet. Stålet og grafitten har stor forskjell i spenningspotensial, slik at de har lett for å reagere med hverandre. Når man velger ut rør som skal brukes i badebasseng, vil man unngå å lage de i kobber, siden dette reagerer lett med klor. Dette er det samme prinsippet som grafitten og jernet følger, som gjør at de reagerer. I tillegg til at arbeidsstykket ødelegges av jernkarbidet, vil det bli veldig stor slitasje på verktøyet vi bruker, noen tekster oppgir at det slites 10000 ganger raskere enn materialer med sammenliqnbare hardhet.		
1128		Hva har størst effekt på temperaturen under sliping?	Dybden på kuttet har størst innvirkning på temperaturen, men det er flere ting som har påvirkning på temperaturen under sliping. • Dybden på kuttet; • Diameteren til kuttskiven; • Hastigheten til kuttskiven; • Hardheten til materialet; • Hastigheten til arbeidsstykket; • Hardheten til slipematerialet; • Om man bruker kjølevæsker, og hvilken type av disse man evt bruker		
1129		Nevn noen hensyn som bør tas i designet av deler som skal gjennom slipeprosessen (grinding and abrasive machining processes).	Designen delen at den kan festes fast i den riktige posisjonen. Utsatte arbeidsstykker som er tynne, rette eller hule/rørformet trenger ekstra hensyn. Der hvor det er behov for høy nøyaktighet bør overgangsflater som hull og kiler unngås, siden dette kan skape vibrasjoner og sprekker. Deler til sylindrisk sliping bør balanseres. Lange tynne design bør unngås og fillets bør være størst mulig. Dype hull med smal diameter og hull som ikke er gjennomtrengende bør unngås, siden de er vanskelig å slippe. For at høy nøyaktighet i dimensjoneringen skal opprettholdes bør arbeidsstykket fortrinnsvis være designet så alle slipeprosessene kan gjennomføres uten at den trenges å flyttes på. Delen bør være utformet slik at spon enkelt kan fjernes etter utført arbeid, eventuelt dekke til åpninger etc. slik at sponet ikke faller nedi plasser vi ikke ønsker, eks. sylindere på forbrenningsmotorer ved sliping av topp etc.		
1130		Forklar kort hvordan man bruker ultrasonisk bearbeiding (ultrasonic machining) til overflatebehandling.	Svært små korn, ofte av borkarbid, aluminiumsoksid eller silikonkarbid, blandes med vann. Arbeidsstykket senkes ned i blandingen. Deretter utsettes blandingen for vibrasjoner på 20 KHz som fører til at kornene sendes med høy fart inn i arbeidsstykket. Dette fører til en svært fin overflate på arbeidsstykket.		
1131		Hvordan fungerer en abrasive-jet machine (AJM)?	Den skyter ut tørr luft, nitrogen eller karbondioksid sammen med slipepartikler i veldig høy hastighet. Denne strålen avvirker material. Styring av strålen bestemmer skjæregeometrien.		
1132		Forklar kort om hvordan laserskjæring fungerer.	Laserskjæring fungerer ved at det blir fokusert en optisk energikilde mot overflaten på arbeidsstykke. Strålen bli fokusert på et lite punkt på flaten, som smelter og fordampner materialet kontrollert. Den prosessen blir brukt til å bearbeide flere type metaller og legeringer, men også for ikke metaliske materailer. For at laserskjæring skal være mest mulig optimal må materialet ha en god termisk ledningsevne og lite refleksjon. Når det skjæres i metall brukes det ofte oksygen eller nitrogen som skjæregass. Anvendelsen avgjør om det er oksygen eller nitrogen som er best egnet. Oksygen reagerer eksotermisk (genererer varme) med materialet. Den ekstra varmen som genereres av oksygen gjør det mulig å skjære raskere enn ved bruk av nitrogen. Oksygen brukes mest ved skjæring av ulegert eller lavlegert stål. Men bruk av oksygen gir et oksidlag på snittflaten og dette kan skape problemer. Oksygen er ikke egnet til skjæring av rustfritt stål fordi overflaten mister korrosjonsmotstanden. Aluminiumsoverflater som skjæres med oksygen blir ujevne og hakkete. For å oppnå en oksidfri overflate brukes det nitrogen ved skjæring av slike materialer. Da er nitrogenets renhet helt avgjørende, fordi selv en liten forurensing av oksygen i skjæregassen kan ødelegge korrosjonsmotstanden i rustfritt stål. Sensitive materialer som titan og zirkonium må beskyttes mot oksygen og nitrogen, dvs. luft. Disse materialene skjæres ved bruk av høyrent argon. For å blåse bort slagg og smeltet materiale, mates gassen gjennom et konsentrisk munnstykke.		
1133		Forklar kort hva laserskjæring er, og hvordan det fungerer.	Laserskjæring benytter en optisk laserstråle som blir konsentrert til en meget tynn stråle som varmer opp materialet man vil skjære, til det punktet det enten smeltes, brennes eller fordampes. En gass brukes både som beskyttelsesgas og til å blåse bort det smeltede/ fordampede materialet. Den bidrar også til å fjerne "røyken" som hindrer laserstrålen. Det kan være nitrogen, CO2, helium eller argon. For stål hvor kravet til renhet mtp. oksidasjon er mindre, og hvor man ønsker kjappere skjærehastighet, kan man bruke oksygen som gass. Oksygenet vil da reagere med stålet slik det gjør i en skjærebrenner.		
1134		Hvilke fordeler og ulemper har man med laserskjæring sammenlignet med andre skjæremetoder.	Laserskjæring gir et presist kutt med muligheter for meget små utskjæringer, takket være laserens tynne stråle. Heat affected Zone er liten. Renheten er større enn ved mekanisk skjæring. Presisjonen opprettholdes da laserstrålen ikke slites slik en fres gjør. Laserskjæring er både mer presist og mindre energikrevende enn plasmaskjæring. Ulempe: dyr investering. Laserskjæring er mer presist enn vannjet-kutting også, men kan ikke skjære like tykke emner.		
1135		Forklar hva vi gjør når vi utfører en katodisk beskyttelse.	Metallet som skal beskyttes fungerer som katode i en strømkrets der spenningen oftest oppstår ved kontakt med en påmontert såkalt offeranode som består av et uedlere metall og går langsomt i oppløsning ved levering av strøm.		
1136		Hva er de mest brukte gruppene av slipematerialer, og hvilke materialer er de mest brukt til å slippe / bearbeide?	Aluminium oksider - brukes på karbon stål, jernholdige legeringer, stål legeringer; Silisiumkarbider - brukes på ikke-jernholdige metaller, støpejern, karbider, keramiske materialer, glass og marmor; Kubisk bornitrid - brukes på stål og støpejern over 50 hardhet rockwell, og høytempererte legeringer; Diamant - brukes på keramiske materialer, karbider, og herdet stål hvor diamanten ikke reagerer med karbonet i stålet.		
1137		Hva er vannskjæring? Hva er fordelene og ulempene med denne metoden?	Vannskjæring er en produksjonsmetode der man bruker en konsentrert vannstråle med et høyt trykk får å skjære ut delen. Trykket ligger rundt 400 MPa, men kan ligge så høyt som 1400 MPa. Man designer ønsket del på et 3D-program. I likhet med andre CAM-metoder kan man lage kompliserte deler, som tradisjonelle metoder ikke kan. Vannet gjør at det er en ren prosess som egner seg utmerket for deler til næringsmiddelindustrien, i tillegg til at det er miljøvennlig. Man får ingen «heat affected zone» siden det ikke utvikles varme, og man kan plukke ut delen med hånda med en gang. Det høye trykket og mangel på varme gjør at man får rene kutt. Noen ulemper er at det bråker en del og utstyret er noe kostbart grunnet trykket.		

1138		Nevn noen faktorer det må tas hensyn til med tanke på valg av slipematerialet. (Tenk på egenskaper til slipekorn og bindemiddel).	<p>Slipekorn - Det bør unngås at kornene reagerer med arbeidsstykket. Det må derfor tas hensyn til reaktiviteten mellom materialene. Samhandling mellom slipekorn og arbeidsstykket mht. hardhet, seighet og evne til sprøhetsbrudd. Forbeholdt at slipekornet er hardere enn arbeidsstykket er det ikke nødvendigvis slik at høyest mulig hardhet gir mest egnet slipekorn. Seighet og evne til sprøhetsbrudd vil også påvirke slipeforløpet. Det er gunstig at slipekorn fragmenterer når eggen er slitt ut slik at nye skarpe egger oppstår. Det er også viktig at kornet er tilstrekkelig seigt så det ikke fragmenter for fort og forsvinner. Formen til slipekornet, som bestemmer vinkelen til skjæret, vil påvirke hyppigheten av brudd som oppstår. Slipematerialer har forskjellig form og det er også mulig å binde korn med gitt orientering.</p> <p>Bindemiddel - Egnet struktur (struktur= et mål på porøsiteten) bør etterstrebes. At det er egnet må ses i betraktning av materialet som skal slipes og størrelsen på spon. Det som vil gi den tettest mulig samling av korn uten at det blir for lite klaring og sponoppsamling gir mest egnet struktur. Det må tas hensyn til hardhetsgraden til bindemiddelet både med tanke på hvor fort det ønskes å få fram nye korn og hvorvidt slipemiddelet kan tillates en formforandring. I mange tilfeller vil det være ugunstig at slipemiddelet slites vekk da vil ha en innvirkning på dimensjonsnøyaktigheten.</p>		
1139		Forklar kort stegvis hvordan prosessen ved pulverlakkering foregår. Nevn noen fordeler ved bruk av pulverlakkering.	<p>Pulverlakkering er en 4 stegs prosess: forbehandling, påføring av pulver, smelting og kvalitetskontroll. Forbehandling: Det er avgjørende for resultatet at forbehandling er skikkelig utført, hensikten med forbehandlingen er å fjerne overflaterester og ujevnheter. Det finnes flere forskjellige forbehandlingsmetoder: Sandblåsing, syrebad eller ultrasonisk rensning m.m Forbehandling er avgjørende for levetiden til overflaten, det finnes derfor korrosjonsklasser hvor de forskjellige forbehandlingsmetodene inngår.</p> <p>Påføring av pulver: Etter forbehandling, begynner selve påføringen av pulver. Selve pulveret blir ladet elektrostatisk ved hjelp av sprøyte pistolen mot objektet som er jordet, pulveret fester seg til objektet på grunn av at spenningsforskjellen suger til seg til seg pulverlakkten, spenning er lik over hele objekt flaten, det gjør at pulveret fordeles likt.</p> <p>Smelting/herding: Etter at pulveret er påført flaten til objektet, blir den ført inn i en ovn i 10 til 15 minutter på 200 grader for først å smelte sammen pulverpartikler til et sammenhengende og beskyttende lakksjikt og så for å herde den. Kvalitetskontroll: Etter at herdeprosessen er ferdig, vil det bli foretatt en visuell kontroll og deretter vil man kontrollere at filmtykkelsen er i henhold til spesifikasjonene og at den overflaten har den ønskelige glansen. Noen av fordelene med pulverlakkering er blant annet, at overflater som er pulverlakkert er robuste mot slag, støtt og riper, som kommer av det tykke lakksjiktet. Overflaten tåler også godt vær og vind. Alt i alt så er pulverlakkering gode egenskaper på de fleste områder. Påføring er noe enklere vet at man kan påføre tykkere lag med lakk uten at det renner eller drypper. Pulverlakkering er en relativt billig prosess, blant annet så kan pulveret som ikke treffer flaten brukes om igjen. Dette gjør at prosessen blir mer miljøvennlig og bærekraftig enn flytende lakk.</p>		
1200		Måling			
1201	1008	Explain the difference between direct- and indirect-reading linear measurements.	In direct reading, the measurements are obtained directly from numbers on the measuring instruments, such as a rule, vernier caliper, or micrometer. In indirect reading, the measurements are made using calipers, dividers, and telescoping gages. These instruments do not have numbers on them and their setting is measured subsequently using a direct-measuring instrument. Ved direkteavlesning av en målt lengde leses det av direkte på måleinstrumentet, for eksempel en linjal, mikrometer, vinkelmål. Ved indirekteavlesning av en målt lengde holdes måling og avlesing adskilt. Det brukes for eksempel en målepasser til å ta av et mål som so måles med for eksempel en lineal.		
1202	1010	Beskriv forskjellen mellom (a) absolutt måling, (b) komparativ måling og (c) indikerende måling. Nevn også fordeler, ulemper og anvendelser.	(a) Absolutt måling; måler lengde eller vinkler, kan leses direkte fra en skala, eks linjal, skyvelær og mikrometer. Fleksibel målemetode, begrenset til lengde og vinkler. (b) Komparativ måling; sammenligner måleobjektet med et referanseobjekt, måler altså avvik. Et eksempel er en skålvekt. Nøyaktig målemetode siden det som skal måles, altså avvik, er mye mindre en hele objektet. For å kunne uttale seg om "absolute mål" så trengs det fast referanse. (c) Indirekte måling; her brukes et mål til å angi et annet mål av andre størrelser, for eksempel høydeforskjell gir vinkel. Kan gi oss verdier som ikke er bundet opp mot geometri, men gi oss verdier som kraft, energi og lignende. Forlengelse av en fjær regnes om til kraft osv.	F16 LB6	
1203	966	Hva mener vi med grensebølgelengde i forhold til målenøyaktighet?	Ved bruk av f.eks. et lysmikroskop kan man bare se ned til 400-700 nanometer, mens et atom kan ha en bredde på 1 Å (0,1nm). Det er fordi bølgelengdeegenskapene til lys og elektroner er forskjellige. Lys har mye større bølgelengde enn elektroner og bølgelengden til lys er for stor (dvs. grensebølgelengde) til å klare å trenge helt ned på atomnivå, uavhengig av hvor sterk linse det måtte ha.		
1204		Forklar hva en arbeidsnormal er.	En arbeidsnormal er et referanseobjekt i forhold til en arbeidsoperasjonen. Det er basert på prinsippet for komparativ måling og resultatet er ikke en måleverdi men en "GO - NOGO" verdi. Ved kontroll av for eksempel et sylindrisk boret hull vil arbeidsnormalen ha to ender med forskjellig diameter tilpasset aksepterte toleranser. Går den lille ikke in er hullet for lite - GO, går den store in er hullet for stor - NOGO. Operatøren kan raskt kontrollere uten avlesningsfeil eller unøyaktigheter. Engelsk: Fixed gage	F16 LB12	
1205	1010	Gjør rede for forskjellen mellom indirekte og direkte måling.	Direkte måling er en verdi vi kan måle og lese av direkte uten å måtte ta en mellomregning eller lignende, eks lengde, volum og vinkel. Mens indirekte måling bruker mål for å komme fram til en ny verdi av forskjellig størrelse eller benevning (eks, vekt regnes ut fra volum (direkte målt) ganget med massetetthet og gravitasjon).	F16 LB6	
1206		Velg og beskriv kort et måleinstrument og forklar målemetode og sammenhengene mellom målt og avlest verdi.	f.eks. Skyvelære: Innstillbar måleverkøy som kan brukes til både utvendig og innvendig måling i tillegg til dybde. Absolutt målemetode, dvs målingen leses direkte av på skala og resultatet kommer frem uten matematiske beregninger. Som oftest faller verdien mellom to av strekene på hovedskalaen, derfor brukes det ofte en nonius i tillegg. Et noniussystem består av to skalaer, en fast og en forskyvbar, slik at den relative posisjonen til delestrekene kan sammenlignes. Flytter en nå blikket over på nonius og følger denne utover vil en finne en strek på nonius som stemmer best mulig overens med en tilfeldig strek på hovedskalane. Den aktuelle nonius-verdien blir tillegget til hovedmålet som er avlest på hovedskalaen.	F15 LB16+E424	
1207		Hvilke tre begrep er mest brukt for å beskrive kvaliteten av et måleinstrument, og hva betyr disse?	Presisjon: I hvilken grad måleinstrumentet er i stand til å repetere en måling; Oppløsning: Minste dimensjonsforskjell som kan avleses på instrumentet; Nøyaktighet: Overensstemmelse mellom en måling og riktig verdi.		
1208		Hvilke to ting kan vi måle direkte?	Fart og tid Temperatur og vekt Lengde og vinkel Volum og dato		
1209		Hvilke to begreper brukes for å beskrive kvaliteten på et måleinstrument?	Nøyaktighet og dimensjonering Metrologi og geometri Oppløsning og presisjon Standardisering og måling		

1210		På hvilke måleinstrument kan man direkte avlese en absolutt størrelse?	<p>Manometer, meterstokk og amperemeter</p> <p>Linjaler, skyvelære og mikrometer</p> <p>Målebeger, vekt og målebånd</p> <p>Wattmeter, oscilloskop og multimeter</p>		
1211		Hva er metrologi?	<p>Et studie på meterstokken</p> <p>Vitenskapen om atmosfæren</p> <p>Værvarsling</p> <p>Læren om måling, måleenheter og målemetoder</p>		
1212		Hvilket absoluttmål måler et kvikksølvtermometer?	<p>Termiske spenninger</p> <p>Materialutvidelse</p> <p>Distanse</p> <p>Temperatur</p>		
1213		Hva er nøyaktighet for et måleinstrument?	<p>Overensstemmelse mellom en måling og riktig verdi</p> <p>Hvilken grad instrumentet kan repetere en måling</p> <p>Minste dimensjonsforskjell som kan avleses på instrumentet</p> <p>Justere et instrument til å bli like nøyaktig som standarden</p>		
1214		Hva er presisjon for et måleinstrument?	<p>Overensstemmelse mellom en måling og riktig verdi</p> <p>Hvilken grad instrumentet kan repetere en måling</p> <p>Minste dimensjonsforskjell som kan avleses på instrumentet</p> <p>Justere et instrument til å bli like nøyaktig som standarden</p>		
1215		Hva er oppløsning for et måleinstrument?	<p>Justere et instrument til å bli like nøyaktig som standarden</p> <p>Minste dimensjonsforskjell som kan avleses på instrumentet</p> <p>Overensstemmelse mellom en måling og riktig verdi</p> <p>Hvilken grad instrumentet kan repetere en måling</p>		
1300		DfM - Design for Manufacturing			
1301		Beskriv hva et organ er og hva begrepet brukes til i maskinkonstruksjon.	Et organ oppstår når og hvor funksjonsflater møter hverandre eller på annen måte samvirker. Et organ er en samling funksjonsflater som til sammen muliggjør en funksjon.	F17 LB36	
1302	10	Hva betyr det å bruke Produksjonsprosesser som en variasjonsparameter i konstruksjonsprosessen? Beskriv og forklar noen eksempler.	Ved konstruksjon av en komponent kan en isolere funksjonsflatene som er nødvendig for hovedfunksjonen fra det interne "fyllstoffet" som forbinder funksjonsflatene. Så kan en ved å variere produksjonsprosessen få et stort mangfold av forskjellige løsninger for "fyllstoffet" med identiske funksjonsflater. Det betyr at vi kan få forskjellige design ut fra forskjellige produksjonsprosesser eller kombinasjoner, altså vil en løsning basert på dreining/sveising se annerledes ut enn en løsning basert på støping/skruing. Se eksempel fra henvist forelesning, der produksjonsprosessen er brukt som parameter i en variasjonsprosess hvor funksjonsflatene holdes fast. En rulle med to sylindriske funksjonsflater, en utvendig for en reim og en invendig for en opplagring. Hvordan disse to sylindriske skallene henger sammen bestemmes da av produksjons og sammenføyningsprosessen.	F17 LB38	
1303		Beskriv og forklar noen eksempler for konkrete retningslinjer for komponentutforming med hensyn til den respektive produksjonsprosessen.	Design for støping - slipvinkel, unngå store forskjeller i veggtykkelse, ta hensyn til krymping ved produksjon av støpeformen; Design for boring - unngå at in og utgangsflatene til boret er vinklet i forhold til boreaksen; osv. osv. osv	F18 LB13	
1400		Sammenføyning			
1401	934	Do you think it is acceptet to differentiate brazing and soldering arbitrarily by temperature of application? Comment.	The definition is somewhat arbitrary. The temperature classification differentiates between the filler metals that can be used in the two processes. Note also that, with soldering, thermal distortions are not as critical because of the lower temperatures involved.	F19 LB11	
1402	945	Loctite® is an adhesive used to keep metal bolts from vibrating loose; it basically glues the bolt to the nut once the bolt is inserted in the nut. Explain how this adhesive works.	Loctite® is an anaerobic adhesive (see T 32.4 on p. 945), meaning that it cures in the absence of oxygen, hence it does not solidify in air. Such a situation exists in the interfaces between threaded fasteners and their nuts, as well as pins and sleeves, so that the adhesive can be applied to the threaded fastener and it does not cure until assembled.		
1403	934	List the joining methods that would be suitable for a joint that will encounter high stresses and cyclic (fatigue) loading, and rank the methods in order of preference.	Students should not be limited to the answers given here, but should be encouraged to rely upon their experience and training. However, some of the suitable methods for such loadings are: (a) Riveting is well-suited for such applications, since the rivet can expand upon heading and apply compression to the hole; this can help arrest fatigue cracks. (b) Bolts can be used for such applications; the use of a preload on a nut can lead to stiff joints with good fatigue resistance. (c) Welding can be suitable, so long as the weld and the members are properly sized; fatigue crack propagation through the heat-affected zone is a concern. (d) Brazing can be suitable for such applications, depending on the materials to be brazed. (e) Adhesive bonding can also be suited, as long as the joints are properly designed (see Fig. 12.60 on p. 793). The mechanical properties of the adhesive is an important consideration, as well as the strength of the bond with the workpiece. (f) Combinations of these methods are also suitable, such as combining adhesion with riveting as shown in Fig. 12.60 d on p. 793.		
1404	950	What are the similarities and differences between a bolt and a rivet?	<p>Bolts and rivets are very similar in that two or more components are joined by a mechanical means. Both preload the components to function in highly stressed joints. The main difference is that a bolt uses a thread and can thus be disassembled; a rivet is upset and disassembly requires destruction of the rivet.</p> <p>Bolter og nagler har mye til felles ved at dem sammenfører gjennom en komponent som er forspent. Mens nagler blir plastisk deformert og delvis oppvarmet blir en skrueforbindelse forspent ved hjelp av kilevirkningen i gjengene. Skruer anses som løsbare, nagler som ikke løsbare sammenføyninger. En nagel fyller som regel hullet ut i sin helhet i en pressforbindelse, skruer er ofte mantert i et frihull.</p>		

1405		Beskriv og forklar de tre vesentlige prinsippene bak sammenføyningsmetodene. Angi eksempler med fordeler og ulemper.	(1) Kraft generert ved hjelp av egenvekt, kile, passning, gjenger osv i kombinasjon med friksjon sikrer mot forskyving i skilleplanet. Er ofte løsbart men kan også utføres ikke løsbart. Et lodd som ligger på et skråplan og som holder seg selv fast pga egenvekt og friksjon. (2) Form forhindrer at komponenter beveger seg relativt til hverandre. Utvendig tilpasset geometri som ved aksel/nav, nut/fjær, stift/boring osv. Er ofte løsbart men kan også utføres ikke løsbart. Festingen baserer seg på at en form eller geometri setter noe i "lås". Festerne må også settes inn på en måte, så da ligger det innebygt at denne festemetoden har en belastningsretning som blir svakere enn de andre (feks "snap" forbindelser). Et lodd som ligger på et skråplan inntil en kant. (3) Material , eks sveising, lodding og liming. Her er det indre krefter i materialene som forhindrer relativbevegelse. Anses som regel som ikke løsbar men kan også utføres som løsbar (post-it; myklodding osv.) Et lodd som ligger på et skråplan hvor friksjonen økes drastisk ved hjelp av lim/loddematerial eller ved å "forene" lodd og skråplan gjennom oppsmelting - sveising.	F19 LB9	
1406		Hva er forskjellen mellom en kjervstift og en bolt. Beskriv noen anvendelser med fordeler og ulemper.	En stift er hovedsakelig basert på Form og kan ta opp sjærkrefter i skilleplanet. En passtift vil også kunne ta opp krefter i lengderetning avhengig av passningen (utdragskrefter). En kjervstift har langsgående kjerv som vil gjøre det lettere å presse stiften in også når passningen er "egentlig" for trang, kjervene vi "skjære" seg in og gi rom for "overskytende" material. Den vil dermed sitte bedre fast også i forhold til rotasjon av stiften. En vanlig bolt montert i et frihull er basert på Kraft generert av gjengeprofilen som gjør det mulig å klemme delene sammen mellom hode/mutter eller mutter/mutter og dermed forhindre forskyving i skilleplanet.	F19 LB21	
1407		Hva er forskjellen mellom en passbolt og en vanlig bolt. Beskriv noen anvendelser med fordeler og ulemper.	En passbolt (Form) brukes for å forhindre at to komponenter forskyver seg i skjærretning. Bolten har en passform som gjør at det er selve boltens form som forhindrer forskyving. Bolten utsettes for skjærkrefter i skilleplanet. Forspenningen i en vanlig bolt montert i et frihull genererer en normalkraft (kraft) mellom flatene som sammen med friksjonen forhindrer en forskyving i skilleplanet. Bolten utsettes for strekk. I praksis vil det være kombinasjoner mellom kraft og form. En passbolt kan også klemme sammen delene (Kraft) og hullene kan legge seg inntil en vanlig bolt (Form). Viktig her er at det er skjærkrefter. Når en vanlig bolt belastes i lengderetning er det formen til hode og mutter som holder delene sammen. Passbolt kan tar opp større skjærkrefter men krever en passning og stor nøyaktighet ved bruk av flere samtidig, den kan også brukes til å "line opp" komponenter i forhold til hverandre. Vanlig bolt i frihull tolererer større unøyaktighet og er billigere.	F19 LB23	
1408	951	Hvilke prinsipper brukes i snap-forbindelser? Gi noen eksempler.	Snap-forbindelser er basert på sammenføyningsmetode "form". Et fjærbelastet formelement (hook) spretter i et formtilpasset hullrom (complement) og det er "formen" som opptar kraften. Fjærelementet og belastningen forhindrer at "snappen" går ut av låsen igjen. Det finnes både demonterbare og ikke-demonterbare snap-forbindelser. Eksempler: lister til ledninger, vinduer, deksler osv. Snap-forbindelser er ofte "usynlig" og dermed vanskelig å forstå og dermed åpne.	Fig. 32.19	
1409		Gi noen eksempler på bruken av nagler i moderne produksjon.	Tynnveggete skrog - fly, tog, bil osv.; Sammenføynig av forskjellige materialer - bremseband på bremsestader osv.; Fikseringselement for å holde limte komponenter i forhold til hverandre inntil limet er utherdet; Dekorative anvendelser - vesker, undertøy osv.; Anvendelser hvor en ønsker en glatt overflate - belter osv.	F19 LB38	
1410	949	Hvordan kan vi sikre en bolteforbindelse? Gi flere alternative og nevne fordeler og ulemper.	Låsemutter (god mot vibrasjon), anaerob festevæske (loctite), tetteskiver, dekk-kapper, splintpinner, låseplate/ låseblikk, syng, splittpinner, sikringspinner/ sikkerhetsnåler, låse gjenger med deformasjon eks hamring. Låsemutterer, tetteskiver, er enkle å åpne og sikrer ikke like godt som de forskjellige splintene, låseplatene og syng som igjen er vanskeligere å åpne. Et annet viktig aspekt er mulighet for visuell kontroll ved bruk av splinter, syng osv. Er tråden fortsatt på er alt i orden. http://samarbeidforsikkerhet.no/files/8e7ca996-60a5-44a4-9e79-fe61406da3e6.pdf http://www.tingstad.no/upload_images/CACAED21032345BAA520348B99656DD8C.pdf	F19 LB32	
1411		What is the difference between a bolt and a screw? Do you have corresponding terms in your language?	The distinction between a bolt and a screw is usually unclear and misunderstood. Bolts are for the assembly of two unthreaded components, with the aid of a nut. Screws in contrast are used with components, at least one of which contains its own internal thread, which even may be formed by the installation of the screw itself. Neither of my languages supports that distinction, the term "screw" is used for both, with or without a nut. The term "bolt" is sometimes used for a bolt or for other elements (unthreaded cylindrical shaft secured by a slotted spring pin, stud or standing bolt, and so on). "Bolt" har utvendige gjenger og trenger en mutter med innvendige gjenger til å sammenføre to deler uten gjenger. "Screw" har utvendige gjenger og bruker gjenger i delene som skal sammenføres. Ved mye eller tynne materialer kan de innvendige gjengene lages av selve "screw", for eksempel treskruer. "Screw" bruker ingen mutter. På norsk brukes ordet skruer for begge anvendelser.		
1412		Bruk nagling / klinking som et eksempel for å forklare kategorisering av sammenføyningsmetoder. Nevn noen anvendelsesområder for nagling.	Som de fleste sammenføyningsmetoder bruker også nagling en kombinasjon av "Kraft" og "Form". Det må skilles mellom belastning i (1) lengderetning - strekk i nageln og (2) tverretning - skjærkrefter. (1) Hodet på begge endene av nageln er "formen" som opptar kraft i lengderetning. Når nageln presses in i hullet oppstår det en pressforbindelse (aksling/nav), denne presspasningen kan ta opp uttrekkskrefter i lengderetning, nageln trenger da ingen hode. Begge kan kombineres ved for eksempel å utføre hull konisk i mot hverandre og smin nageln in i disse. (2) Naglens "form" vil legge seg inntil borhull og på denne måten låse platene i skjærretning. Det er da naglens tverrsnittsareal og skjærfasthet som er dimensjonerende. I tillegg kommer forspenningen i lengderetning som presser sammen platene og dermed gir en normalkraft som sammen med firkjonskoeffisienten gir en kraft i skjærretning. Nagling/klinking er en ikke løsbar sammenføyningsteknikk, dvs at naglen som er basert på en permanent formingsprosess må ødelegges for å løsne forbindelsen. Anvendelser for nagling: Tradisjonelt for all slags stålkonstruksjoner (ship, bruer, høyhus osv.) før sveising "material" fikk sitt gjennombrudd. I dag brukt på fly skrog, bil karosseri osv., steder der sveising ikke er ønskelig eller mulig (forskjellige materialer, tynne plater, lim som hovedsammenføyning med nagle som fiksering inntil limet er størket osv.)	F19 LB27	
1413		Beskriv kort hvordan en krympeforbindelse blir til.	En krympeforbindelse utnytter elastisiteten i materialet, komponenter settes in i hverandre uten at det er tilstrekkelig med plass. Dimensjonsforskjellen generer da en spennkraft som gir nødvendig holdekraft mellom delene. Å sette sammen slike deler kan gjøres ved oppvarming/avkjøling eller ved å presse delene sammen. Nav/aksling er vanlige eksempler som da produseres med et "pressmonn" (diameter aksel er litt større enn boringen i nav/ring). Men også ikke runde deler sammenføres slikt.		

1414		<p>På hvilke prinsipper er inndelingen av sammenføyninger basert på? (ifølge Forelesning nr. 16) Nevn noen eksempler for hver hovedgruppe / prinsipp.</p>	<p>Sammenføyninger jobber på tre prinsipper. Form, kraft og materiale. Form baserer seg på formen til de to delene som skal settes sammen. Vi kan se for oss en kule som ligger på ett skråplan, vanligvis vil denne trille ned skråplanet, men vi har plassert en kloss foran kulen som hindrer den relative bevegelsen. Eksempler er skruer, kiler (passfjærer), stifter, snap-forbindelser; Ved bruk av "Kraft" så er det nettopp kraften som hindrer hindrer en relativ bevegelsen. Igjen ser vi på kulen på skråplanet, denne gangen er det ingen kloss som holder den på plass, men kulen veier så mye at friksjonskreftene mellom underlaget og kulen holder den på plass. Eksempler er skruer, kileforbindelser, tvinger, spikre, krympeforbindelser som gir tilstrekkelig med klemmkraft for å utnytte friksjon. - Ved bruk av "materiale" er det indre krefter i materialet som hindrer relativbevegelse. Se for deg at vi limer/sveiser kulen fast til skråplanet. Eksempler er sveising, lodding, liming;</p> <p>Det fleste sammenføyningene er kombinasjoner av disse tre grunnprinsippene. En spiker som belastes med aksial strekk er basert på kraft. Treverket klemmer på spikeren som sammen med friksjonen mellom spiker og treverk forhindrer at den blir trukket ut. Blir sammenføyningen belastet i 90 grader til aksen så er det form som vil virker.</p> <p>I tillegg kan det skilles mellom løsbare og ikke løsbare forbindelser, altså løsbar uten at elemetene blir skadet eller forringet. En spiker faller under "ikke løsbart" siden denne forbindelsen forringes for hver gang spikeren blir trukket ut og slått inn igjen. En skrueforbindelse er da løsbart, altså altså skrues sammen "uendelig" mange ganger.</p>		
1415		<p>Hva brukes flussmiddel (Fluxes) til ved lodding og hva må en passe på ved konstruksjon av en loddefuge?</p>	<p>Først kan vi definere lodding. Lodding er en material sammenføyning som bruker et tilsettingsmateriale som <u>ikke</u> er lik grunnmaterialet. Eller grunnmateriale når disse er forskjellige, noe som er en viktig fordel ved lodding, altså sammenføyning av forskjellige materialer, men hvert av dem må kunne passe sammen med tilsettingsmaterialet som har lavere smeltetemperatur enn grunnmateriale. (Ved sveising vil sveisefugen består (mer eller mindre) av det samme materialet som grunnmaterialet og det kan sveies enten med eller uten tilsettingsmateriale). Fordelen med lodding (og sveising) er fullstendig kontakt i fugen, noe som gjør dette godt egnet til elektrisk ledende forbindelser (både signal og effektoverføring).</p> <p>Flussmiddel forbedrer loddeevnen ved å reduserer oksidasjon og overflatespenninger. Fugen mellom delene må være en trang spalte slik at smeltet tilsett materiale blir trukket inn i denne ved kapillarvirkning. God temperaturkontroll er viktig for ikke å ødelegge flussmiddelet.</p> <p>Det skilles mellom myk- og hardlodding (eller slag- sveise-lodding osv.) Det er smeltetemperaturen til tilsettingsmaterialet som skiller. Myklodding bruker gjerne tinn og bly, hardlodding over 450 grader med kobber-sink legering, eller en kobber-sink-sølv legering.</p>		
1416		<p>Hvordan sammenfører/fester man glass til noe annet enn glass?</p>	<p>Det brukes hovedsakelig hovedprinsippene "Form" og "Material", oftest i kombinasjon. Lim (material) er mest brukt, gjerne i kombinasjon med formelementer for å fiksere glasset under herding av limet og for å unngå at limfugen utsettes for uheldige belastninger (peel og siging). Det er viktig at flatene er godt forbehandlet i tråd med limprodusentens anvisninger for å sikre god vedheft (Rensing, sliping, priming osv).</p>		
1417		<p>To plater er sammenføyd i en "single lap joint", begge 1 mm tykke og 25 mm bred av 5052-O Aluminium. Skjøten er utsatt for en strekkraft på 4000 N. Lag en overslagsberegning for å finne ut hvor langt vi må lime platene innpå hverandre hvis vi bruker et anaerobt lim? Beskriv noen effekter som kan blir kritisk for denne sammenføyningen og gi noen forslag om å gjøre sammenføyningen bedre.</p>	<p>Bruddgrense lim Sut = 17,5 MPa finnes i tabell 32.3 på side 944; F = 4000 N ; A=F/S_ut =(4000 N)/(17,5*10^{-6}) Pa)=2,29*10^{-4} m² (2,29*10^{-4} m²)/0,025m=9,143*10^{-3} m=9,14 mm; Lengden på limeoverflaten blir altså minimum 9,14mm. Regnestykket er basert på nominelle spenninger og tar ikke hensyn til spenningsstoppene i endene hvor vi finner ikke samstemte deformasjoner. Figur 32.12 på side 949 viser flere alternative utforminger for å oppnå samstemte deformasjoner.</p>		
1418		<p>Hva er den viktigste forskjellen på 'Brazing' og 'Soldering'? (Bløtlodding og hardlodding)</p>	<p>Brazing er tannregulering, mens soldering er tull. Forurensning i "loden". Geometri og utforming av arbeidsstykket. Temperatur og valg av "loddemateriell". (Bløtlodding utføres ved temperaurer under ca 450 grader, mens hard lodding over. Bedre styrke ved hardlodding.)</p>		
1419		<p>Hva brukes flussmiddel til ved lodding? (Fluxes)</p>	<p>Forvarming av arbeidsstykket. Åpne gitterstrukturen til arbeidsstykket. Forbedre loddeevnen, og reduserer blant annet oksidasjon. Bryte ned overflatespenninger og oksydlag.</p>		
1420		<p>Press- og krympeforbindelser er innenfor hvilken type sammenføyning?</p>	<p>Kraft Form Material Skrusammenføyning</p>		
1421		<p>Hva er ikke en mekanisk innfesting?</p>	<p>Skruer Lodding Falsing (seam) Nagler (rivets)</p>		
1500		<p>DfA - Design for Assembly</p>			
1501	1094	<p>Describe the concept of design for assembly. Why is it now an important factor in manufacturing?</p>	<p>Design for assembly (DFA) calls for the number of parts to be minimized, easy alignment of parts, snap fits instead of bolts/screws and more. It is now seen as an important factor in manufacturing because of the need to reduce assembly costs and, in manual assembly, making assembly easier for a person or, in high-speed automated assembly, requiring less orientation of the part.</p>		
1502		<p>Beskriv og forklar de 4 hovedelementene som inngår i en monteringsanalyse.</p>	<p>[I] Hvor god er produktstrukturen egnet til montering. (1. Antall komponenter; 2. Antall festartikler; 3. Basiskomponent (Alt annet bygger på den); 4. Reposisjonering av basiskomponenten; 5. Effektiv monteringsrekkefølge). Hvor godt er enkeltkomponentene tilpasset monteringsprosessen i forhold til å [II] hente (6. Egnet til henting; 7. Egnet til en gitt henteteknikk); [III] håndtere (8. Symmetri om "endene"; 9. Rotasjonssymmetri om aksene de monteres; 10. Ikke-symmetriske komponenter med tydelig asymmetri); [IV] forbinde (11. Rettlinjede bevegelser; 12. Avgraderinger og føringer; 13. God tilgjengeligheten).</p>	F19 LB60	

1503	1094	Hva er faren ved stor fokus på design for assembly? Hvordan kan denne faren håndteres?	Suboptimalisering på et aspekt som går på bekostning av de andre elementene. Helhetlig syn på hele produktets livsløp ved å integrere alle interessentene langs hele livsløpet.		
1504	1092	Name some applications for which you would not use a vibratory feeder. Explain why vibratory feeding is not appropriate for these applications.	Vibratory feeders are not suited for large and heavy parts as they use vibration and gravity to orientate and feed the parts. Excessiv vibration to move large and heavy parts can cause damage to either the part, the parts in contact with each other or the vibratory feeder. Other reasons are: brittle, sticky or wobbling parts, parts that will scratch each other, parts that will nest into each other, "noisy" parts, not tolerating vibration (explosives or other reasons).	Fig. 37.32	
1505		Hva kan du gjøre for å gjøre en konstruksjon godt tilpasset til montasje? Beskriv kort hovedstrukturen med de 13 elementene som inngår i en monteringsanalyse.	Oppnå en god produktstruktur Produktkonsept 1. Lav antall komponenter; 2. Lav antall festeartikler; 3. Bruk av basiskomponent (Alt annet bygger på den); 4. Unngå reposisjonering av basiskomponenten; 5. Ha en effektiv monteringsrekkefølge. Oppnå gode enkelt-komponenter som er tilpasset Monteringsprosessen Hente 6. Egnet til henting; 7. Egnet til en gitt henteteknikk; Håndtere 8. Ha symmetri om "endene"; 9. Ha rotasjonssymmetri om aksene de monteres; 10. Ved ikke-symmetriske komponenter sikre tydelig asymmetri; Forbinde 11. Sikre rettlinjede bevegelser; 12. Ha avgradering og føringer; 13. Sikre god tilgjengelighet.		
1600		Automatisering & CAM - Computer Aided Manufacturing & DM - Direct Manufacturing			
1601	1059	Describe the differences between mechanization and automation. Give several specific examples for each.	Utgangspunkt for begge to er manuelt arbeid, altså kraft, energi og styring kommer fra "meneske hånd". Mekanisering betyr å ta i bruk tekniske innretninger som kan overføre eller omforme kraft og energi - for eks. en vindmølle, men styringen gjøres fortsatt "manuelt". Ved automatisering kombineres mekanisering med mer eller mindre "selvstendig" styring av arbeidsprosessen enten fast programert (urverk), utbyttbar programert (hullkort, software) eller adaptiv (intelligent logikk). Eksempel: manuell vaskemaskin og vaskemaskin som er styrt med urverk eller datastyrt, symaskinen med mulig automatisert føring av nål og stoff, manuelt styrte verkstedmaskiner (eks dreiebenk, fres osv) og NC eller CNC styrte maskiner.	F20LB23	
1602	869	Are there activities in manufacturing operations that cannot be automated? Explain, and give specific examples.	Automation is based on a predefined set of rules and a limited amount of selv-learning and selv-reasoning. Activities requiring "unforeseen" actions cannot be automated. E.g. certain aspects of testing of products, a machine is predictable and will follow only what it is programmed to do whilst a human has the ability to notice and analyze. Automatisering er basert på forutbestemte retningslinjer og har en sterkt begrenset evne til selvlering. Tilpassete reaksjoner på uforutsette hendelser er vanskelig å automatisere.		
1603	1065	Explain the difference between hard and soft automation. Why are they named as such?	In hard automation (fixed-position automation), the production machines are designed to produce a standardized product whilst in soft automation (flexible automation/programmable automation) there is greater flexibility through computer control of the machine and its functions by various software programs. I "hard" automatisering er den fysiske oppbyggingen, altså de "harde" komponentene av maskiner og utstyr skreddersydd til bestemte oppgaver og produkter. Forandring av operasjoner og produkter krever en fysisk tilpassing og/eller ombygging. I "soft" automatisering brukes des utstyr med et bredt og universelt anvendelsesområde som kan utføre mange forskjellige operasjoner med meget begrenset ombygging, kanskje bare utskifting av et verktøy som maskina kan utføre selv. Her er det bare forandringer i styringsprogrammet som trengs å forandres og tilpasses.		
1604	1070	Describe the principles of numerical control of machines. What factors led to the need for and development of numerical control? Name some typical applications of NC.	Principles of NC: (1) Data input: The numerical information is read and stored in computer memory. (2) Data processing: The programs are read into the machine control unit for processing, (3) Data output: The information is translated into commands to the servomotor, which then moves the machine to specific positions. NC machines are capable of producing parts repeatedly and accurately by simply loading different programmes. Typical applications can be repeatedly drilling holes, turning parts and so on. Numerisk styrte maskiner er maskiner som blir styrt elektronisk etter et på forhånd utviklet program. Det vil si at maskinen kan arbeide automatisk etter et program som forteller hvor maskinen skal bevege seg på arbeidsstykket, hvilke spindelturtall den skal ha, matingshastighet og lignende ved hjelp av tall (numerisk). Programmet ligger i dag på en datamaskin, altså en mikroprosessorstyring som gir nye muligheter fremfor eksempel et hullbånd. • lagre ett eller flere NC-program i styringens hukommelse; • å gjøre rettinger i programmet som var i hukommelsen til maskinen for så å kjøre videre, mens på tidligere styringer måtte det utvikles et nytt program for hver gang en ønsket å gjøre en retting • gjøre bruk av datamaskinens regnekapasitet til å beregne punkter i programmet; • automatisk måling og korrigering av verktøyets mål; • mulighet til å legge inn i styringen maskinens posisjoneringsfeil, som for eksempel kompensasjon for dødgang i kraftoverføringsmekanismene, slik at denne blir kompensert (opphevet) automatisk under bearbeidingen.	Fig. 37.7	
1605	1071	Describe the principles of open-loop and closed loop control circuits.	I et open-loop system så blir signal sendt fra konroller til motor, men posisjon eller nøyaktigheten til systemet blir ikke kontrollert, vi kjører systemet "blind". Stoler på at for eksempel antall sekunder motoren går gir alltid samme antall omdreininger og dermed samme posisjon (helt uavhengig av for eksempel batterispenning). I et closed-loop system så har vi feedback fra sensorer om posisjon og lignende, og systemet stopper først når sensorene gir de ønskede verdiene (stopper når riktig posisjon er kvittert).	Fig. 37.8	
1606	1073	List and explain the advantages of computer-aided NC programming.	Most NC today is computer (or computerized) numerical control (CNC) in which computers play an integral part of the control. By interpreting the information from the systems of computer-aided design (CAD) and computer-aided manufacturing (CAM), the commands needed to operate a particular machine is extracted by use of a post processor, and then loaded into the CNC machines for production. Early NC programming was a large improvement that gave the machine operator the possibility to easily and manually program the onboard computer, to modify the programs directly, prepare them for different parts, and store them. The computer itself was small, with large memory, increasing flexibility, accuracy and versatility. The challenge was to extract path coordinates manually from 2D drawings with very little interpretation help. Programmet ligger i dag på en datamaskin, altså en mikroprosessorstyring som gir nye muligheter fremfor eksempel et hullbånd. • lagre ett eller flere NC-program i styringens hukommelse; • å gjøre rettinger i programmet som var i hukommelsen til maskinen for så å kjøre videre, mens på tidligere styringer måtte det utvikles et nytt program for hver gang en ønsket å gjøre en retting • gjøre bruk av datamaskinens regnekapasitet til å beregne punkter i programmet; • automatisk måling og korrigering av verktøyets mål; • mulighet til å legge inn i styringen maskinens posisjoneringsfeil, som for eksempel kompensasjon for dødgang i kraftoverføring-smekanismene, slik at denne blir kompensert (opphevet) automatisk under bearbeidingen.		

1607	1074	Describe the principle and the purposes of adaptiv control. Give some examples of present applications in manufacturing and comment on other areas that you think can be implemented.	Principles of AC: (1) Determining the operating conditions of the process, including measures of performance. (2) Configuring the process control in response to the operating conditions. Large changes in the operating conditions can lead to a switch in control strategy. (3) Continue to monitor the operation, making further changes in the controller as needed. Applications in manufacturing is important in situations where workpiece dimensions and quality are not uniform f.ex. poor casting or improperly heat-treated parts. Adaptiv kontroll gjør at maskinen selvstendig kan tilpasse seg forandringer i rammebetingelser på bakgrunn av innbygde sensorer og bruk av matematiske sammenhenger mellom forskjellige styringsstørrelser. Ta for eksempel ett fly, etter hvert som flyet flyr vil det miste masse fordi det forbrenner bensinen. Kontrollsystemet vil da måle brenn-tid og -intensitet og beregne ut i fra det drivstofforbruket og dermed flyets resterende samlende masse og tilpasse nødvendig pådrag for å holde for eksemple hastigheten konstant. En dreiebenk kan måle forandringer i skjærekraft og trekke ut i fra det slutninger om verktøyeeggens tilstand og justere selvstendig verktøyholderens posisjon for å sikre at den slitte verktøyeeggen forblir i samme posisjon for å sikre konstand dreiediameter.		
1608	1081	Describe situations in which the shape and size of the work envelope of a robot can be critical.	(1) It can be critical for the operation if it requires more and/or other space than the work envelope provides. It can be too small, and therefore it is not possible to reach all of the necessary points. There can be blind spots that cannot be reached because of the design of the arm and so on. (2) It can be critical for the environment. The work envelope may collide with the work-envelope of other robots, machinery, objects or people. Arbeidsområdet til roboten kan komme i konflikt med vegger, søyler osv av verkstedet, andre maskiner eller roboter og ikke minst områder hvor det ferdes menesker. Arbeidsområdet til roboten kan være for begrenset både i størrelse og bevegelsesmønsteret i forhold til å utføre nødvendige operasjoner.	Fig. 37.21	
1609	1081	What is an anthropomorphic robot? What are its applications? Explain.	Anthropomorphic means "humanlike" that can be in shape or other attributes. Ultimately anthropomorphic robots are used if some of those humanlike capabilities in shape, action or behaviour are necessary for performing human-like tasks. Robots can be equipped with a variety of sensors with visual and tactile capabilities allowing it to observe and evaluate its immediate enviornment and path. Those robots can make appropriate decisions, solving complex operations with the help of powerful computers. Generally, anthropomorphic robots would do jobs that require "humanlike" capabilities but are too dangerous or too demanding for the ordinary person. Such as working in harmful enviornments (radiation, gasses etc). They can also be put to practice in places where "human" recognition is necessary, receptionist or personal assistance. Suitable when the three D's (dull, dirty an dangerous) and the three H's (hot, heavy and hazardous) are present.		
1610		Gi noen eksempler på enkle systemer brukt i gamle dager som er basert på "feedback control".	Cornelius Drebbels rugemaskin som hadde en kvikksølvtermostat som styrte temperaturen. Greske og romerske vannklokker hadde vannstrømning som ble styrt av fløter-ventiler, Vannbøtter som vipper når de er fylt opp med vann. Vindmøller som stiller seg automatisk etter vinden vha ent haleror. Farten til dampmotorer ble regulert av en sentrifugalregulator. https://en.wikipedia.org/wiki/Feedback . Vindror på seilbåter.	F20 LB26	
1611		Hva er forskjellen mellom en elektronisk og en elektromekanisk vaskemaskin. Nevn noen fordeler og ulemper.	En elektromekanisk vaskemaskin har et styringssystem som er en kombinasjon av elektroniske og mekaniske elementer. F.eks. et mekanisk urverk drevet av en synkronmotor med et sett av styreskiver som betjener elektriske mikrobrytere for forskjellige funksjoner og hendelsesforløp. Det er mulig å skifte ut styreskivene og dermed programmet men som regel er disse "fastprogrammet". Tradisjonelt har fordelene vært lavere kostnader og større robusthet men utviklingen har løpt ifra disse fordelene. Fullelektronisk og datastyrt styring tilbyr idag det samme og gir i tillegg lett utbyttable programmer med mulighet for flere funksjoner, bedre fleksibilitet og økt miniaturisering.	F20 LB31	
1612		Hva er forskjellen mellom elektronikk med fastkoblede logikk og med integrerte kretser? Nevn fordeler og ulemper.	Fastkoblede logikk - hard wired, altså "bare" hardware - er et system hvor elektroniske komponenter som gir funksjoner som timer, bryter, teller og lignende er oppkoblet på en sånn måte at de følger en bestemt logikk. Skal dette logikksystemet "omprogrameres" må også det fysiske oppsettet forandres. Mens i logikksystemer med integrerte kretser (feks PLS) - soft wired, altså en kombinasjon mellom hard- og software - blir signalene styrt av en programmerbar krets. Programmet og dermed logikksystemet og funksjonaliteten kan forandres ved å forandre kodingen i kretsen uten å forandre på noe fysisk. Fordelen med integrerte kretser er at systemet får mye mer fleksibilitet. Tradisjonelt har denne fleksibiliteten medført også at prisen og kompleksiteten har økt, men utviklingen har løpt ifra disse ulempene.	F20 LB33	
1613		Hva er forskjellen mellom regulering og styring i produksjonsprosesser. Gi noen anvendelses eksempler.	Styring har vi når vi mangler tilbakemelding fra prosessen (det vi ønsker å styre). I produksjonsprosesser er det ofte posisjonsstyring vi snakker om. Eggen til et dreiestål styres langs en predefinert rute, er ruten feil kan stålet kolliderer med chuksen. Posisjonsstyring er ofte brukt i diskontinuerlig produksjonsprosesser med predefinerte prosessstrinn (ferdigvarer, klær, møbler osv). Regulering har vi når vi får tilbakemelding fra prosessen (det vi ønsker å regulere). En reguleringsprosess er basert på å sammenligne målt prosessverdi (PV) med ønsket verdi (SV) og treffe tiltak for å redusere avviket gjennom pådraget. Regulering er veldig mye brukt til å holde kontinuerlige produksjonsprosesser stabil (Råvarer, olje og gass, kjemisk industri, farmasi) f.eks. temperaturreguleringen, vi skrur på og av varmen basert på temperaturen vi leser av på termometerets skala og ønsket verdi.	F20 LB40	
1614	1061	Nevn hovedområdene for automatisering i produksjonen og gi noen konkrete eksempler for hvert område.	(a) Produksjonsplanlegging (b) Materialhåndtering før, mellom, i og etter de forskjellige trinnene i produksjonen. Både kontinuerlig med transportbånd, vibrasjonsmater osv og diskontinuerlig med robotergriper, AGV - Automated guided vehicle (f.eks trallene på st. Olav) osv. (c) Bearbeidingsprosesser; maskinering, sliping, smiing, kaldestrudering, støping, plastikkforming, lakkering osv. (d) Verktøyhåndtering. veksle bearbeidingsverktøy i et maskineringssenter mellom prosessstrinn, bytte ut skadet verktøy osv. (e) Inspeksjon; deler blir fortløpende kontrollert under produksjonen for defekter, dimensjonell nøyaktighet, overflatebeskaffenhet, vekt osv. (f) Sammensetting og sammenføyning; deler blir automatisk satt sammen til komponenter og til slutt det ferdige produktet. (g) Pakking, emballering og distribusjon.		
1615	1078	Hvordan definerer du en industrirobot?	Definisjonen til en industrirobot er en reprogramerbar multifunksjonell manipulator for materialer, deler, verktøy eller andre gjenstander etter programerte bevegelser og prosesser i tre eller flere akser. Viktig skille mellom en robot og en automat er fleksibiliteten. En automat er optimalisert til å gjennomføre en eller få tett beslektede prosesser, mens en robot har en bredere funksjonalitet som øker antall anvendelser.		
1616	535	Nevn hovedanvendelsesområder for additiv tilvirkning og gi noen eksempler for hvert område.	AMT - CAD driven, tool-less realization of prototypes, tools and parts: Rapid Prototyping (RP) - Building physical models and prototypes; Rapid Tooling (RT) Building tools, molds and mold inserts; Rapid Manufacturing (RM) Building end-user parts;		

1617	540	Hva er additiv tilvirkning? Beskriv prosessen med fordeler og ulemper.	Additiv tilvirkning er fellesbetegnelse for teknikker som bygger objekter i fast materiale med utgangspunkt i en tredimensjonal digital modell. Arbeidet utføres av en 3D-printer. Prosessen skiller seg radikalt fra bearbeidingsprosesser som fjerner material for å oppnå ønsket form (dreining, fresing, sliping, klipping osv). I sin enkleste form skjer 3D-printing ved at materiale ekstruderes i varm tilstand gjennom en dyse og fester seg på overflaten lag for lag. I mer avanserte printere brukes pulver eller tråd som smeltes før det treffer overflaten. Et annet prinsipp er at materiale legges på fra et pulverbad eller bad av flytende stoff. En lang rekke materialtyper har vist seg anvendelige for additiv tilvirkning: ulike polymerer og plaststoffer, metaller, legeringer, keramer og kompositter, næringsstoffer og biologisk materiale. 3D-printing har vist seg å kunne framstille komponenter med en indre og ytre geometrisk kompleksitet som er umulig å lage ved hjelp av tradisjonelle bearbeidingsmetoder. Fordeler er mulig kompleksitet, rask og billig fremstilling av modeller eller produkter med lav stykktall osv.. Ulemper er høye kostnader for utstyr og fortsatt store begrensninger i materialeegenskaper.		
1618	538	Beskriv noen prosesser som brukes for additiv tilvirkning.	(a) Stereolitografi; En laser herder lagvis flytende fotopolymer på en nedsenkbar platform i et bad av flytende polymer. Ikke herdet polymer kan gjenbrukes. Det trengs rensing/vasking av delen etterpå, samt en ekstra herding med UV-stråling får å få optimal styrke. Gir tynne lag med fin overflate. (b) Polyjet; Bruker også fotopolymerer, men uten veskebad. Her er printerhodet en dyse for flytende polymer som herdes øyeblikkelig ved hjelp av UV-lamper. Ingen etterherding eller vasking/rensing av delen. Gir tynne lag med fin overflate. (c) Fused-deposition modeling (FDM); Her blir termoplast matet gjennom en oppvarmet printerhode hvor termoplasten smelter for så å stivne igjen etter å ha blitt printet. Gir tykkere lag, så ved krav til overkvalitet må delene etterbehandles. (d) Selective laser sintering; Her brukes en laser til å smelte overflaten av pulverkorn som da sveises sammen (pulveret kan feks være polymerer, metall, keramikk, epoxy). Pulveret strykes lagvis over en platform som kan senkes eller heises. Pulveret som ikke smeltes fungerer som støtte og kan gjenvinnes. (e) Elektron-stråle smelting (EBM); her brukes en elektronstråle for å smelte metallpulverkorn til fullstendig kompakte deler. Vanligst med titan eller cobolt krom pulver. Utføres i vakuum. (f) Three-dimensional printing; Her bygges delen opp ved at et bindemiddel printes på et pulver (metaller eller ikke-metalliske), pulveret strykes lagvis som ved selektiv laser sintring. Delene kan være porøse og svake avhengig av limet som brukes.	T 20.1	
1619		Hva er CNC Maskiner og hva er fordeler og ulemper ved bruk av disse?	Fordeler: 1. CNC machines can be used continuously 24 hours a day, 365 days a year and only need to be switched off for occasional maintenance. 2. CNC machines are programmed with a design which can then be manufactured hundreds or even thousands of times. Each manufactured product will be exactly the same. 3. Less skilled/trained people can operate CNCs unlike manual lathes / milling machines etc., which need skilled engineers. 4. CNC machines can be programmed by advanced design software such as Pro/DESKTOP®, enabling the manufacture of products that cannot be made by manual mashines, even those used by skilled designers / engineers. 5. One person can supervise many CNC machines as once they are programmed they can usually be left to work by themselves. Sometimes only the cutting tools need replacing occasionally. Ulemper: 1. CNC machines are more expensive than manually operated machines, although costs are slowly coming down. 2. The CNC machine operator only needs basic training and skills, enough to supervise several machines. In years gone by, engineers needed years of training to operate centre lathes, milling machines and other manually operated machines. This means many of the old skills are been lost. CNC - Computer numerical control - altså datamaskinbasert numerisk styring. Ofte brukt innefor feltet sponfraskillende bearbeiding, altså dreining, freseing, boring osv. Men CNC er ikke knyttet bare til disse. Kjernen er måten maskinene er styrt på og ikke hvilke operasjoner dem utfører. Så det er et mangfold av maskiner og prosesser som er i dag CNC-styrt. I kjøvannet av denne styringsmåten har det føllt med en rekke andre elementer som i dag gjerne knyttes sammen med CNC som for eksempel automatisert verktøyveksel, inn- og opp-spenning, osv. Disse i kombinasjon med hverandre fører til at slike maskiner kan jobbe døgnet rundt da de ikke trenger en operatør etter de er satt i gang. En annen fordel til CNC maskinering er at antall akser som kan styres samtidig er mye større enn ved manuell styring og dermed er det mulig å lage former og profiler på en enkel måte som hadde vært meget krevende å få til ellers. Som regel er CNC programmene basert på en en 3-D datamodel. Prisen til slike maskiner har etterhvert synket drastisk. En ulempe er at operatøren kan miste forholdet til bearbeidingprosessen med alle sine parameter. Ved manuell bearbeiding er det lettere å få tilbakemelding. Ved CNC styring må alt være definert på forhånd.		
1620		Industriroboter kan inndeles i 5 grunntyper basert på type ledd og leddkonfigurasjoner (Basic Type Fig. 37.20) Nevn og kort beskriv / tegne disse grunntypene.	• Kartesisk arm - 3 linear ledd, gjerne x,y,z; • Sylinderkoordinat-arm - rotasjonsledd og 2 linearledd; • Kulekoordinat-arm - 2 rotasjonsledd og 1 linearledd; • Articulated atropomorf-arm - 3 og flere rotasjonsledd; • SCARA (Selectively Compliant Assembly Robot Arm) - 2 rotasjonsledd med samme akseretning og 1 linearledd.		
1621		Vi bruker ofte roboter i situasjoner som er beskrevet som de tre D-er og de tre H-er. (på engelsk) Hva står disse for?	De tre D-er: Dull, dirty, dangerous; De tre H-er: Hot, heavy, hazardous.		
1622		Hva er viktig når vi skal designe gripesystemer som skal klemme/holde ulike komponenter?	De ulike delene må holdes med stor nok kraft til å utføre ønsket arbeid, uten at det oppstår uønskede deformasjoner på delen som blir holdt. Festemekanismen må også kunne stå imot eventuelle normal- og skjærkrefter som den blir utsatt for. Presisjon er også viktig, da det ofte er nødvendig at neste del er plassert akkurat i samme posisjon som den forrige. Hvis det utføres arbeid som danner spon, partikler eller lignende, må dette tas i betraktning når neste del skal holdes. Hvis deler med ulik form skal holdes med samme griper, må griperen tilpasses med riktige dimensjoner, overflater og kraft, slik at man unngår deformasjoner og skader. Man må også passe på at festemekanismen ikke kolliderer med skjæreverktøy eller lignende.		
1623		Ved sammenkobling av deler brukes ofte skruer, bolter og mutre. Er dette gunstig eller ugunstig ved bruk av industriroboter?	Roboter har generelt problemer med å posisjonere skruer og mutre i forhold til motparten og få dem til å entre gjengene. Når dette først er gjort kan roboter godt brukes til veldig kontrollert stramming. Unntaket er selvgjengende skruer som ofte brukes i mykere materialer, for eksempel plastikk eller tre.		
1624		Hvilke hovedtyper industrielle roboter har vi?	Translatorisk, roterende og gripende Kartesisk, Sylindrisk, sfærisk og svingbar Sveiserroboter, monteringsroboter og serveringsroboter Det finnes utallige hovedtyper		

1625		Hvorfor bruker ikke monteringsroboter så ofte bolter og skruforbindelser?	Gjengenes fasthet reguleres av inntaket Gjengegeometrien er sånn at den krever forsiktighet Riktig moment er vanskelig å programmere Det handler hovedsaklig om kostnader		
1626		Hva er numerisk kontroll (NC)?	Kodet instruks som styrer en maskin en maskin som styres ved hjelp av en datamaskin maskinlæring ved hjelp av programmering et lovverk som hindrer patenttyveri		
1700		Lean Manufacturing			
1701		Hva er lean produksjon?	Lean = Slank på norsk; Søken for å øke produktivitet og kvalitet og redusere kostnader ved å bekjempe tap eller sløsing kontinuerlig og systematisk.		
1702		Hvilke 4 konkurransefortrinn sikter Lean produksjon seg in på?	• Bedre – imøtekomme konsekvent kundebehov, tilfredstillelse og service; • Billigere – lavere produksjonskostnader, høyere profitt-margin; • Raskere – Kortere produktutviklingstid og leveringstid (produksjonstid); • Mer fleksibilitet – justere raskt til skiftende markedsbegov og varierende kundepreferanser.		
1703		Beskriv de 3 grunnprinsippene i «Lean Thinking»?	1.) Fokuserer på å redusere all sløsing , dvs. alt som ikke tilfører verdi til kunde med produksjon, produkt, eller prosess; 2.) Skap et system for å gjennomføre små men stadige forbedringer (kontinuerlig forbedring) i alle områder og i alle former, og streb for å beholde forbedringene; 3.) Få frem problemer (istedenfor å skjule problemer), og deretter iverksetter tiltak for å løse problemene, redusere kostnader øke kvalitetsnivået ved produkter eller tjenester.		
1704		Beskriv de 5 elementene i sirkelen av «Lean Strategi»	Spesifiser verdier fra kundens ståsted; - Kartlegg verdistrømmen identifiser kilder til sløsing; - Skap flyt (Eliminer sløsing, reduser variasjon, fjern flaskehals, balanser arbeidsmengde, forenkling); - Skap smidighet og fleksibilitet (Produser etter faktisk etterspørsel, Just-in-time (JIT) "pull" system. - Så begynner runden igjen, Lean er en endeløs reise og ikke en hendelse, et kappløp uten mållinje!		
1705		Hva gjør en verdistrømsanalyse (Value Stream Mapping, VSM)?	Verdistrømanalyse hjelper oss til å se trinnene og aktiviteter i en prosess, samt flyten av materiale, informasjon og mennesker gjennom prosessen. Dette hjelper oss å se hvor verdier skapes og hvor sløsing finnes.		
1706		En verdistrømsanalyse skiller mellom 3 typer aktiviteter, hvilke?	Verdiskapende aktiviteter gir verdi for kunden (Gir verdi for kunden, skaper høyre salg og inntekt for selskapet); - Nødvendige ikke-verdiskapende aktiviteter (Bør reduseres så mye som mulig); - Unødvendige ikke-verdiskapende aktiviteter (Bør fjernes eller reduseres så mye som mulig).		
1708		List opp de 8 kilder til sløsing (Muda) i produksjon	Alt som skape hindring i produksjonsprosessen: 1. Defect (Vrakproduksjon); 2. Overproduction (Overproduksjon); 3. Waiting (Venting); 4. Non-value-added processing (Ekstra bearbeiding); 5. Transportation (Unødvendig håndtering); 6. Inventory (Unødvendig lagerhold & varer i arbeid, VIA); 7. Motion (Bevegelser); 8. Employees untapped potential (Medarbeidernes utnyttet potensiale).		
1709		Hva er omstillingstid (Set up or Changeover time) og hvordan fordeler den seg typisk?	Omstillingstid = Tiden fra produksjon av siste feilfrie produkt i en serie til start av første feilfrie produkt i neste serie: Fire deler av en typisk omstillingsoperasjon 1. Ta frem, rengjøre, sette tilbake (30%); 2. Demontere, montere (5%); 3. Måling, innstilling, kalibrering (15%); 4. Oppkjøring til første gode produkt og til full hastighet (50%).		
1710		Hva er 5S i forhold til en lean arbeidsplass?	5S er en metode med referanse til en liste av fem japanske ord, som oversatt starter med bokstaven S. 5S er en filosofi og en måte å organisere og administrere arbeidsplassen og arbeidsflyten med den hensikt å forbedre effektiviteten ved å eliminere sløsing, forbedre flyt og redusere overflødig prosessering. Målet er at alle til enhver tid vet hvor alt er og ikke bruker tid på å lete. Det skal være raskt å se at noe mangler fra sin dediserte plass. - Fase 1 – Sortere : Gjennomgå alt verktøy, materiell, utstyr, mm. på arbeidsplassen og beholde kun det nødvendige. Alt annet kastes eller lagres et annet sted. Fase 2 – Systematisere : Fokuserer på effektivitet ved å organisere verktøy, materiell og utstyr på en slik måte at arbeidsflyten blir mest mulig effektiv ved å ha alt utstyr på riktig plass der det trengs. Fase 3 – Skinne : Systematisk rydding slik at alt utstyr blir satt tilbake på sin opprinnelige plass etter bruk. Dette skal være en del av de daglige rutine og ikke basert på skippertak med rydding når det er blitt rotete. Fase 4 – Standardisere : Standardisere arbeidsoppgaver og rutiner slik at enhver vet eksakt hva eget ansvarsområde er. Fase 5 – Sikre : Vedlikeholde og forbedre standarder og rutiner. Straks de foregående 4S-er er innført, blir de den normale arbeidsformen. Det skal sikres at fokus beholdes og at en ikke skir tilbake til gamle arbeidsformer.		
1711		Nevn og forklar noen måter å forbedre utnyttelsen av tiden på i forbindelse med tilvirkning.	(a) effektivisering av selve tilvirkningsprosessen - større mating, større omformgrad osv; (b) Utføre flere steg samtidig - bruk av flere parallelle stanseverktøy, støpe i tre-formasjon i stedet for enkeltvis (c) Redusere ventetid mellom prosesstrinn - redusere antall ompenninger, (d) Utnytte ventetid effektiv - palletsystemer som gjør det mulig å forberede neste emne mens verktøymaskina er aktiv (e) Redusere "sløsing" - fjerner unødvendige deler eller prosesstrinn, unngå vrak (f) osv. osv.		
1712		På Grilstad produserer de ett produkt om dagen, f.eks. pepperoni den ene dagen og Jubelsalami den neste. Hva er fordelene?	Dette er i all hovedsak for å spare penger. Ved å produsere kun et produkt i løpet av en dag kan de holde et høyt produksjonsvolum med få maskiner, og redusere mengden tid brukt på renhold. Hadde man produsert flere produkter i løpet av samme dag hadde man enten måtte hatt flere maskiner, eller vasket maskinene mellom vær batch, og da brukt fryktelig mye av verdifull produksjonstid på dette. Ved å produsere på måten de gjør maksimerer de effektiviteten de kan få ut av lite produksjonsutstyr, og dermed sparer mye penger.		
1713		På Grilstad produserer de ett produkt om dagen, f.eks. Pepperoni den ene dagen og Jubelsalami den neste. Hva er ulempene?	Ulempene kammer av batchstørelsen som da er en dagsproduksjon. Dette øker gjennomløpstiden for en bestilling. Bestiller en kunde pølser av begge sorter kan dem ikke leveres før tidligst på andre dagen. En slik ufleksibel batchstørrelse kan også føre til mer lagerhold eller overproduksjon.		
1714		Hva er fordelene med å produsere 1 lang pølse i stedet for 2 korte?	A) Du bruker mindre tarm å stappe pølsene i. B) Du får mindre svinn. (ja, to skalker i stedet for fire) C) Det tar mindre tid D) Det er ingen fordeler, det er derimot bedre å lage 2 korte		
1715		Hva går Poka Yoke prinsippet ut på?	Poka Yoke er japansk og betyr feilsikring (avoid «yokeru» human mistakes «poka»). Vi har to typer: Forebygging og oppdagelse. Forebygging går ut på å hindre at feil oppstår, mens oppdagelse går på å finne feil som er gjort eller kommer til å skje. I en prosess situasjon ønsker vi å ha et design som gjør det vanskelig eller umulig for at en menneskelig feil skal inntreffe. Ett eksempel på poka yoke er for eksempel en manuell bil som ikke vil starte uten at man trår inn clutchen når den står i gir.		

