S2 – dette må du mestre

11.10.26

Laget av KI: snakk med læreren din først

Denne oversikten er laget av KI ut fra tidligere eksamensoppgaver. Den kan ta feil, og den kjenner ikke deg. Læreren din vet best hva *du* bør øve på, så spør læreren først.

Står du helt på bar bakke, eller leser du til privatisteksamen, kan du bruke arket som et utgangspunkt for øvingen.

Denne siden bygger på alle de sju eksamenene i S2 etter den nye læreplanen, fra våren 2023 til våren 2026, og på eksempeloppgavene Utdanningsdirektoratet (UDIR) publiserte 15. oktober 2026 for den nye eksamensordningen (E26). Vi har sortert oppgavene i oppgavetyper og telt hvor ofte hver type har vært med.

- **Karakter 2:** Forbered deg på alt i de grønne boksene. Det er de lette delene av oppgavetypene som er med på (nesten) *hver* eksamen. Du trenger ikke få til alt for å få 2, men jo mer av det du kan, jo tryggere er du.
- **Karakter 4:** Forbered deg i tillegg på de blå boksene. Heller ikke her må du kunne alt for å få 4, men har du forberedt deg på alt, kan du også få 5 eller 6.
- **Øv på:** Under hver oppgavetype står eksamensoppgaver å øve på. QR-koden legger alle eksamensoppgavene av typen inn i *Mine oppgaver* på matematikkoppgaver.no.

Ny eksamensordning fra våren 2027

Fra våren 2027 er det ikke lov med datamaskin på Del 2, bare enkel vitenskapelig kalkulator. Guiden bygger nå også på UDIRs eksempeloppgaver (15. oktober 2026). De viser at oppgaver som før krevde datamaskin, i stor grad er *skrevet om*, ikke tatt ut: Du setter opp likninger, vurderer modeller og regner med formler, kalkulator og tabellen over normalfordelingen. Programmering er fortsatt med, også på Del 2, men på papir.

Oversikt

Oppgavetype	Del	Med på	Karakter 2	Karakter 4
Regne ut integraler	1	7 av 7	✓	✓
Areal og integral fra graf	1 og 2	6 av 7	✓	✓
Aritmetiske og geometriske rekker	1 og 2	6 av 7	✓	✓
Forventningsverdi og varians	1	7 av 7	✓	✓
Normalfordeling	1 og 2	7 av 7	✓	✓
Grensekostnad og enhetskostnad	1 og 2	7 av 7	✓	✓
Programmering og rekursive sammenhenger	1 og 2	7 av 7	✓	✓
Sparing og lån	2	7 av 7	✓	✓
Hypotesetest	1 og 2	7 av 7	✓	✓
Vekstmodeller	2	6 av 7	✓	✓

Oppgavetype	Del	Med på	Karakter 2	Karakter 4
Velge og tolke modeller	2	ny i E26	✓	✓
Pris, etterspørsel og inntekt	2	3 av 7, hel oppgave i E26	✓	✓

Slik er eksamen

Del	Hjelpemidler fra våren 2027
Del 1	Skrivesaker og linjal
Del 2	Egne notater på papir, trykte hjelpemidler og enkel vitenskapelig kalkulator med kvadratrot, logaritmer, sin/cos/tan og standardavvik (ikke grafisk, ikke programmerbar, kan ikke løse likninger)

Del 1 varte i 2 timer fra 2023 til 2025 og ga da 20–22 poeng. I V26 varte Del 1 i 3 timer og ga 30 av 50 poeng. De lette deloppgavene på Del 1 ga rundt 7–16 poeng. Tabellen over standard normalfordeling følger med oppgavesettet, også på Del 1.

Hvor lang tid delene får og hvor mange poeng de gir fra 2027, er ikke kunngjort. Fra 2027 nummereres oppgavene fortløpende gjennom hele settet, så Del 2 starter ikke på oppgave 1. Eksempeloppgavene har mange oppgaver med modellering og programmering, men UDIR skriver at dette ikke skal vektes mer enn før.

Øv med hele eksamenssett

Det viktigste rådet: Gjør hele eksamenssett på tid, *uten* mer hjelp enn du har lov til på eksamen. Ingen løsningsforslag, ingen nettsøk og ingen KI før du er ferdig.

Når	Gjør dette
14 dager før eksamen	Ett helt eksamenssett på tid
7 dager før eksamen	Et nytt eksamenssett
2 dager før eksamen	Et siste eksamenssett

Skriv ned hvor mange poeng du fikk til uten hjelp hver gang, og se etterpå på oppgavene du ikke klarte. Jobber du jevnt og trutt mellom settene, får du til mer og mer. Bruk oppgavetypene under til å øve på det du ikke fikk til.

Oppgavetyper uten hjelpemidler

Regne ut integraler

Slik ser det ut

Del 1 · med på 7 av 7, alltid som oppgave 1 · 2–4 poeng

«Regn ut integralet $\int_0^1 \left(e^x + 3x^2\right) \mathrm{d}x$» (V23), eller et ubestemt integral der du må bruke variabelskifte eller delvis integrasjon (V24, H24, V25, H25, V26).

Alle oppgavene der du regner ut integraler (8)

Karakter 2

- Kunne grunnreglene: $\int x^r \,\mathrm{d}x = \frac{1}{r+1}x^{r+1} + C$ når $r \neq -1$, $\int e^x \,\mathrm{d}x = e^x + C$ og $\int \frac{1}{x} \,\mathrm{d}x = \ln|x| + C$.
- Regne ut et bestemt integral: finn den antideriverte F og regn ut $F(b) - F(a)$. $\int_0^1 \left(e^x + 3x^2\right) \mathrm{d}x = \left[e^x + x^3\right]_0^1 = (e+1) - (1+0) = e$.
- Huske $+ C$ på et ubestemt integral.

Øv på: Bestemt integral 2, Bestemt integral 3, Integraler S2 v25 (a)

Karakter 4: i tillegg

- Variabelskifte når den deriverte av kjernen står som faktor: Med $u = x^2 + 1$ blir $\int \left(x^2+1\right)^3 \cdot 2x \,\mathrm{d}x = \frac{1}{4}\left(x^2+1\right)^4 + C$.
- Kjenne igjen $\int \frac{u'}{u} \,\mathrm{d}x = \ln|u| + C$, som i $\int \frac{2x-1}{x^2-x-6} \,\mathrm{d}x = \ln\left|x^2 - x - 6\right| + C$ (V25).
- Delvis integrasjon: $\int u \cdot v' \,\mathrm{d}x = u \cdot v - \int u' \cdot v \,\mathrm{d}x$. Da blir $\int x e^x \,\mathrm{d}x = x e^x - e^x + C$.
- Velge rett faktor å derivere: Ved $x^2 \ln x$ deriverer du $\ln x$ og integrerer x^2.

Øv på: Ubestemt integral v24, Ubestemt integral S2 H2025, Ubestemt integral h24, Integraler med substitusjon

Areal og integral fra graf

Slik ser det ut

Del 1, én gang Del 2 · med på 6 av 7 · 2–5 poeng

«Du vet at $f'(x) = \frac{2}{x^2}$ og at grafen til f går gjennom $(2, 2)$. Bestem $f(x)$. Finn arealet av området som er avgrenset av grafene til $g(x) = x$ og $h(x) = -\frac{3}{x} + 4$» (V26).

Alle oppgavene om areal og integral fra graf (7)

Karakter 2

- Finne f når du kjenner f' og ett punkt: $f(x) = -\frac{2}{x} + C$, og $f(2) = 2$ gir $-1 + C = 2$, altså $C = 3$.
- Vite at integralet blir negativt der grafen ligger under x-aksen. $\int_{-1}^{1} \left(x^3 + 2x\right) \mathrm{d}x = 0$ betyr at arealet over og under x-aksen er like store (H23).

Øv på: Antiderivasjon og areal mellom grafer (a), Bestemt integral og areal (a)

Karakter 4: i tillegg

- Finne areal når grafen krysser x-aksen: Del integralet ved nullpunktene og legg sammen arealene uten fortegn.
- Areal mellom to grafer: Finn skjæringspunktene først, og integrer øverste minus nederste graf. For g og h over gir $x = 1$ og $x = 3$ arealet $\int_1^3 \left(4 - \frac{3}{x} - x\right)\mathrm{d}x = 4 - 3\ln 3 \approx 0{,}70$.
- Velge hvilket integraluttrykk som gir det markerte arealet på en figur (H25).
- Bruke en opplysning om arealet til å finne konstanten C (V25), eller løse $\int_{-1}^{x}(3t^2 - 1)\mathrm{d}t = 0$ (H24).

Øv på: Tolkning av integral og areal fra graf, Bestem f ut fra den deriverte, Integral med ukjent grense, Påstand om områder avgrenset av grafer

Aritmetiske og geometriske rekker

Slik ser det ut

Del 1, én gang Del 2 · med på 6 av 7 · 2–6 poeng

«Finn summen av den aritmetiske rekken $3 + 7 + 11 + 15 + \ldots + 399$» og «Bestem kvotienten k for en uendelig geometrisk rekke som konvergerer og som har $a_1 = 12$ og sum $= 18$» (H24).

Alle rekkeoppgavene (8)

Karakter 2

- Aritmetisk rekke: $a_n = a_1 + (n-1)d$ og $s_n = \frac{a_1 + a_n}{2} \cdot n$. I $3 + 7 + \ldots + 399$ er $d = 4$, $399 = 3 + (n-1) \cdot 4$ gir $n = 100$, og summen er $\frac{3+399}{2} \cdot 100 = 20\,100$.
- Uendelig geometrisk rekke: $s = \frac{a_1}{1-k}$ når $-1 < k < 1$. Med $a_1 = 12$ og $s = 18$ blir $1 - k = \frac{12}{18}$, altså $k = \frac{1}{3}$.

Øv på: Uendelig geometrisk rekke, Aritmetiske og geometriske rekker h24 (a og b), S2 H2025 ulike rekker del 1 (a)

Karakter 4: i tillegg

- Konvergensområde når kvotienten inneholder x: Løs $-1 < k(x) < 1$. For $k = \frac{1}{2} - x$ gir det $-\frac{1}{2} < x < \frac{3}{2}$ (H25).
- Avgjøre om en påstand om konvergens stemmer: regn ut k og sjekk om $-1 < k < 1$.
- Sette opp en rekke fra en praktisk situasjon, som en ball som spretter eller et tårn av plater (H25, V26).
- Sette opp en geometrisk rekke selv fra en tekst om stoff som hoper seg opp i kroppen: 7 mg hver dag og 10 % brytes ned gir $k = 0{,}9$ og $s = \frac{7}{1-0{,}9} = 70$ mg (V23).
- Skrive et periodisk desimaltall som en uendelig geometrisk rekke (H24).
- Avgjøre om en rekke gitt ved en rekursiv sammenheng konvergerer: Regn ut de første leddene. Med $a_n = (a_{n-1} - 1)^2$ og $a_1 = 1$ blir leddene $1, 0, 1, 0, \ldots$, så rekken konvergerer ikke. Kan du finne et heltall a_1 som gir en konvergent rekke? (V26, E26)

Øv på: Uendelig rekke med virkestoff fra legemiddel, Aritmetisk rekke, Aritmetisk og geometrisk rekke - treplatetårn, Påstand om sum av rekke, Ukjent program S2 v24, Rekursiv rekke og konvergens E26 (b og c)

Forventningsverdi og varians

Slik ser det ut

Del 1 · med på 7 av 7 · 2–6 poeng

Et spill med en terning med fire sider. «Skriv av tabellen og fyll inn det som mangler. Bestem $E(X)$. Hva forteller dette svaret? Bestem $\text{Var}(X)$» (H25).

Alle oppgavene om forventningsverdi og varians (7)

Karakter 2

- Fylle ut en sannsynlighetsfordeling: Alle sannsynlighetene til sammen er 1.
- Forventningsverdi: $E(X) = \sum x \cdot P(X = x)$. Sett opp en tabell med en rad for $x \cdot P(X = x)$.
- Varians: $\text{Var}(X) = \sum (x - \mu)^2 \cdot P(X = x)$, og $\text{SD}(X) = \sqrt{\text{Var}(X)}$. I H25 er $x = -2, -1, 0, 1$ med sannsynlighet $\frac{1}{4}$ hver. Det gir $E(X) = -0{,}5$ og $\text{Var}(X) = 1{,}25$.
- Binomisk fordeling: $E(X) = np$ og $\text{Var}(X) = np(1-p)$. Med $n = 20$ og $p = 0{,}05$ blir $E(X) = 1$ og $\text{Var}(X) = 0{,}95$ (V26).

Øv på: Forventningsverdi og varians fra sannsynlighetsfordeling 2, Sannsynlighet for poengtap ved poengspill, Sannsynlighetsfordeling til brettspill, Binomisk fordeling - billettkontroll (a)

Karakter 4: i tillegg

- Tolke forventningsverdien: $E(X) = -0{,}5$ betyr at du i gjennomsnitt taper et halvt poeng per kast.
- Avgjøre om noe lønner seg: 20 billetter koster 1300 kr, mens forventet bot er $1 \cdot 1470$ kr (V26).
- Finne en ukjent verdi i tabellen når $E(X)$ er kjent (H24).
- Sette opp fordelingen til summen av to trekninger $Y = X_1 + X_2$ med produktsetningen (H23).

Øv på: Varians i diskret sannsynlighetsfordeling, Tunge kuler i kasse, Hildes terningkast

Normalfordeling

Slik ser det ut

Del 1 på fem av settene, Del 2 på to · med på 7 av 7 · 3–8 poeng

«Levetiden X til et tilfeldig valgt batteri er normalfordelt med forventet levetid 500 timer og standardavvik 50 timer. Bestem sannsynligheten for at et tilfeldig valgt batteri vil ha en levetid på mer enn 600 timer» (V23).

Alle oppgavene om normalfordeling (8)

Karakter 2

- Standardisere og slå opp i tabellen: $z = \frac{x-\mu}{\sigma} = \frac{600-500}{50} = 2$, og $P(X > 600) = 1 - P(Z \leq 2) = 1 - 0{,}9772 = 0{,}0228$.
- Vite at du må ta $1 - \ldots$ når du skal finne sannsynligheten for *mer enn*.
- Velge rett graf: Toppen ligger ved μ, og vendepunktene ligger ved $\mu - \sigma$ og $\mu + \sigma$.
- Omtrent 68 % av verdiene ligger mellom $\mu - \sigma$ og $\mu + \sigma$.
- Sannsynligheten for at X ligger *mellom* to verdier: Slå opp begge og trekk fra. Med $\mu = 500$ og $\sigma = 12$ gir $z = -0{,}83$ og $z = 1{,}25$ at $P(490 < X < 515) = 0{,}8944 - 0{,}2033 \approx 0{,}69$ (E26).

Øv på: Levetiden til normalfordelte batterier (a og c), Normalfordelt laks (b), Finn riktig graf for normalfordelingene (a), Normalfordelte vinterdekk (a), Hypotesetest for fyllmengde i kaffeposer (a)

Karakter 4: i tillegg

- Gå baklengs fra en sannsynlighet til en verdi: $P(X < t) = 0{,}242$ gir $z = -0{,}70$ i tabellen, og $t = 500 - 0{,}70 \cdot 50 = 465$ timer (V23).
- Bruke sentralgrensesetningen: Gjennomsnittet $\bar{X}$ av n målinger har $\text{SD}(\bar{X}) = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, og summen S har $\text{SD}(S) = \sqrt{n} \cdot \sigma$.
- Normaltilnærming til binomisk fordeling med $\mu = np$ og $\sigma = \sqrt{np(1-p)}$ (H24).
- Gange sammen sannsynligheter for uavhengige personer eller målinger (V25).

Øv på: Figurer som viser normalfordeling, Hildes terningkast, Normalfordelt hoppkonkurranse, Hypotesetest - vannflasker

Grensekostnad og enhetskostnad

Slik ser det ut

Del 1 på seks av settene, av og til Del 2 · med på 7 av 7 · 2–6 poeng

En graf av en kostnadsfunksjon K med en tangent og en linje gjennom origo. «Bruk figuren til å finne enhetskostnaden og grensekostnaden når det blir produsert 180 enheter» (V25).

Alle oppgavene om grensekostnad og enhetskostnad (8)

Karakter 2

- Grensekostnaden er $K'(x)$: stigningstallet til tangenten i punktet. Tangenten $y = 138x - 9920$ gir $K'(180) = 138$ kr (V25).
- Enhetskostnaden er $E(x) = \frac{K(x)}{x}$: $E(180) = \frac{14\,920}{180} \approx 82{,}89$ kr.
- Tolke $K'(x)$ med ord: Det koster omtrent så mye å lage én enhet til.

Øv på: Grensekostnader og enhetskostnader fra graf (a og b), Enhetskostnader og grensekostnader fra graf v25 (a), Grensekostnader, enhetskostnader og overskudd (a)

Karakter 4: i tillegg

- Laveste enhetskostnad er der $K'(x) = E(x)$, og på grafen der linjen gjennom origo tangerer K. Med $K'(x) = 0{,}6x + 10$ og $E(x) = 0{,}3x + 10 + \frac{3000}{x}$ gir det $0{,}3x = \frac{3000}{x}$, altså $x = 100$ (H24).
- Vise at $E'(x) = 0$ gir $K'(x) = E(x)$ med kvotientregelen (V24).
- Størst overskudd der $I'(x) = K'(x)$. Med fast pris p er $I'(x) = p$, så prisen må være $p = K'(x)$ (V25).
- Tolke $\int_{20}^{30} K'(x)\,\mathrm{d}x = K(30) - K(20)$ som hvor mye mer det koster å lage 30 enn 20 enheter (V25).

Øv på: Grensekostnad og enhetskostnad del 1, Grensekostnader fra graf v23, Vis at enhetskostnad er like grensekostnad ved laveste enhetskostnad, Kostnads- og inntektsfunksjoner - graftolkning, Grenseinntekt og grensekostnad på del 2

Programmering og rekursive sammenhenger

Slik ser det ut

Del 1 på fem av settene, Del 2 på seks · med på 7 av 7 · Del 1: 4 poeng · fra 2027 på papir, både på Del 1 og Del 2

Et kort Python-program med en løkke. «Forklar hva eleven ønsker å regne ut. Hva blir resultatet når programmet kjøres, dersom N settes til 100?» (V23). I E26 skal du også «lage et program som skriver ut de 6 første leddene i rekken», sette ni kodelinjer i riktig rekkefølge og forklare hvordan en simulering endrer seg når du endrer en konstant. UDIR kan også be deg finne feil, endre kode, skrive enkeltlinjer eller lage en algoritme. Du skriver koden på papir, og små syntaksfeil teller lite.

Alle programmeringsoppgavene (11)

Karakter 2

- Si hva hver variabel står for, for eksempel første ledd, differanse eller sum.
- Gå gjennom løkka for hånd to–tre ganger og skriv ned verdiene. Med `a = 3` og `d = 4` legger programmet sammen 3 + 7 + 11 + …, og med `N = 10` skriver det ut 210.
- Si med ord hva programmet skriver ut til slutt.
- Sette kodelinjer i riktig rekkefølge: først startverdiene (`a = 5`, `k = 5`, `n = 10`, `s = 0`), så løkka med innrykk (`print(a)`, `s = s + a`, `a = a * k`), og `print(s)` uten innrykk etter løkka (E26).
- Skrive en kort løkke på papir som bruker en rekursiv sammenheng, som `a = (a - 1)**2` inne i en `for`-løkke (E26).

Øv på: Ukjent program del 1 S2 (a), Ukjente programmer S2 v25, Programmering og normalfordeling - simulering S2 E26 (a), Kodelinjer for geometrisk rekke i riktig rekkefølge, Rekursiv rekke og konvergens E26 (a)

Karakter 4: i tillegg

- Regne ut det programmet regner ut, med en formel: Med `N = 100` er summen $\frac{3+399}{2} \cdot 100 = 20\,100$.
- Kjenne igjen en `while`-løkke som går til summen passerer en grense (V24).
- Finne en rekursiv sammenheng fra en tallfølge: 1, 6, 16, 31, 51 øker med 5, 10, 15, 20, så $P_n = P_{n-1} + 5(n-1)$ (H23).
- Forklare hvordan en simulering endrer seg når du endrer en konstant: Flere simuleringer gjør det mer sannsynlig at programmet skriver ut det utfallet som har størst sannsynlighet. En høyere grense gjør at bare de største verdiene teller, og der har fordelingen med størst standardavvik en fordel (E26).
- Lage en algoritme: Beskriv punktvis de viktigste stegene, hvilke konstanter og variabler du bruker og hvilke beregninger programmet gjør.

Øv på: Ukjent program S2 v24, Ukjent program h23, Rekursiv sammenheng mellom pentagontall, Rekursiv formel og programmering, Programmering av Wiggos spareplan, Programmering og normalfordeling - simulering S2 E26 (b og c)

Oppgavetyper med hjelpemidler

Sparing og lån

Slik ser det ut

Del 2 · med på 7 av 7 · 4–6 poeng

«Anders tok opp et annuitetslån på 150 000 kroner for å kjøpe en bil. Lånet hadde en nedbetalingstid på 36 måneder med én termin per måned. Det hadde en månedlig rentesats på 0,49 prosent. Hva var terminbeløpet?» (V23).

Alle oppgavene om sparing og lån (6)

Karakter 2

- Finne vekstfaktoren: 4 % rente gir $v = 1{,}04$.
- Regne ut terminbeløpet med $L = F \cdot T$, der $F = \dfrac{1 - \frac{1}{v^n}}{v - 1}$. Lån på 357 000 kr over 8 år med 4 % rente gir $T \approx 53\,024$ kr (H25).
- Regne ut sparing med en geometrisk rekke: 27 500 kr satt inn i starten av hvert år i 5 år med 5,4 % rente gir $27\,500 \cdot 1{,}054 \cdot \frac{1{,}054^5 - 1}{0{,}054} \approx 161\,445$ kr ved slutten av det femte året (V26).
- Totale renter er alle terminbeløpene minus lånebeløpet: $8 \cdot 53\,024 - 357\,000 \approx 67\,195$ kr.

Den første deloppgaven er nesten alltid å regne ut et terminbeløp eller en sparesum.

Øv på: Annuitetslån (a), Mathias sine lån for å kjøpe bil (a og c), BSU og annuitetslån - boligkjøp S2 E26

Karakter 4: i tillegg

- Restlånet er nåverdien av terminbeløpene som er igjen. Etter 24 av 36 terminer er restlånet $4555{,}14 \cdot \frac{1 - 1{,}0049^{-12}}{0{,}0049} \approx 52\,960$ kr (V23).
- Finne antall terminer med logaritmer når terminbeløpet er kjent (V24).
- Sparebeløp som vokser med en fast prosent hvert år (V25).
- Skrive rekka med summetegn og forklare hva hvert ledd betyr.

Øv på: Olivias annuitetslån, Oles studielån, Noras sparing og lån

Hypotesetest

Slik ser det ut

Del 2 på fem av settene, Del 1 i V25 og V26 · med på 7 av 7 · 2–6 poeng

«Marte mener hun kan smake om en colatype er Coca-Cola eller Pepsi-Cola.» Hun får riktig i 8 av 10 glass. «Avgjør ved hjelp av hypotesetesting om det er grunnlag for å si at Marte kan gjenkjenne de to colatypene» (V23).

Alle hypotesetestene (7)

Karakter 2

- Sette opp hypotesene: $H_0 : p = 0{,}5$ (hun tipper) og $H_A : p > 0{,}5$ (hun kan smake forskjell).
- Regne ut en binomisk sannsynlighet: $P(X = 6) = \binom{10}{6} \cdot 0{,}5^{10} = \frac{210}{1024} \approx 0{,}205$.
- Si hvilke antakelser du gjør: forsøkene er uavhengige, og sannsynligheten er den samme hver gang.

Øv på: Hypotesetest med smak av cola (a), Hypotesetest om legemiddel (a), Hypotesetest bensin (a), Hypergeometrisk hypotesetest (a)

Karakter 4: i tillegg

- Regne ut p-verdien: $P(X \geq 8) = \frac{45+10+1}{1024} \approx 0{,}055$. Den er større enn 0,05, så vi forkaster ikke H_0.
- Test av et gjennomsnitt: $\text{SD}(\bar{X}) = \frac{2{,}5}{\sqrt{25}} = 0{,}5$, $z = \frac{21-20}{0{,}5} = 2$ og $p = 1 - 0{,}9772 = 0{,}0228 < 0{,}05$, så vi forkaster H_0 (V25).
- Velge rett figur og begrunne valget: Gjennomsnittet av 10 kaffeposer har $\text{SD}(\bar{X}) = \frac{12}{\sqrt{10}} \approx 3{,}79$, ikke 12. Da gir $\bar{x} = 493$ at $z \approx -1{,}84$ og $p \approx 0{,}03 < 0{,}05$, så vi forkaster H_0 (E26).
- Skrive konklusjonen med ord om situasjonen, ikke bare «forkast».

Øv på: Normalfordelte vinterdekk, Hypotesetest - vannflasker, Hypotesetester om komponenter som er defekte, Hypotesetest for fyllmengde i kaffeposer

Vekstmodeller

Slik ser det ut

Del 2 · med på 6 av 7 · 4–6 poeng

«Funksjonen $f(t) = \frac{700}{1+20e^{-0{,}12t}}$ er en god modell for antallet enheter butikken har solgt av produktet per uke. Når økte salget raskest, ifølge modellen, og hvor mye økte salget da?» (V24).

Alle oppgavene om vekstmodeller (5)

Karakter 2

- Kjenne igjen den logistiske modellen $f(t) = \frac{B}{1+ae^{-kt}}$. B er bæreevnen, den øvre grensen modellen nærmer seg, og startverdien er $f(0) = \frac{B}{1+a}$.
- Veksten er raskest når $f(t) = \frac{B}{2}$, altså halvveis opp til bæreevnen. For modellen over er bæreevnen 700 enheter, så salget øker raskest når det er 350 enheter per uke.
- Finne når det skjer: $\frac{700}{1+20e^{-0{,}12t}} = 350$ gir $20e^{-0{,}12t} = 1$ og $t = \frac{\ln 20}{0{,}12} \approx 25$ uker.

Øv på: Logistisk vekst for et produkt (a), Marcos logistiske løpetrening (b)

Karakter 4: i tillegg

- Den største vekstfarten er $\frac{kB}{4}$. For modellen over: $\frac{0{,}12 \cdot 700}{4} = 21$ enheter per uke.
- Løse $B(t) = c$ for en verdi c med logaritmer: $\frac{1\,700\,000}{1+500e^{-0{,}07t}} = 1\,000\,000$ gir $e^{-0{,}07t} = 0{,}0014$ og $t \approx 94$ uker (V25).
- Derivere eksponentialfunksjoner med kjerneregelen og tolke $f'(t)$ som vekstfart med enhet (V26).
- Løse $f(t) = g(t)$ for to eksponentialmodeller med logaritmer: $2{,}2e^{0{,}1t+0{,}4} = 1{,}2e^{0{,}2t-0{,}2}$ gir $e^{0{,}1t-0{,}6} = \frac{2{,}2}{1{,}2}$ og $t = 10\left(\ln\frac{11}{6} + 0{,}6\right) \approx 12{,}1$ dager (E26).

Øv på: Logistisk salg av brannvarslingssystemer, Bakteriekulturer - eksponentialvekst S2 E26, Marcos logistiske løpetrening, Logistisk modell for raketthastighet S2 E26 (b)

Velge og tolke modeller

Slik ser det ut

Del 2 · ny i E26 · erstatter oppgavene der du lagde en modell med regresjon

En tabell over farten til en rakett og tre modeller, $V_1(t) = \frac{224}{1+27e^{-0{,}048t}}$, $V_2(t) = 8{,}1e^{0{,}023t}$ og $V_3(t) = \frac{182}{1+24e^{-0{,}05t}}$. «Hvilken av modellene beskriver sammenhengen mellom tid og fart best? Begrunn svaret med minst to argumenter» (E26).

Karakter 2

- Sjekke modellene mot tabellen: Sett inn noen tider og sammenlign med målingene. V_3 kan aldri bli større enn 182, men farten er 218,2 m/s etter 150 sekunder.
- Gi minst to argumenter, for eksempel at verdiene passer med tabellen *og* at formen passer: En eksponentiell modell som V_2 vokser uten grense, mens en logistisk modell flater ut.
- Vite forskjellen på å *tegne* og å *skissere* en graf: Tegner du, skal grafen være noenlunde nøyaktig med tall på aksene. Skisserer du, skal de viktigste egenskapene og punktene komme tydelig fram.

Øv på: Logistisk modell for raketthastighet S2 E26 (a)

Karakter 4: i tillegg

- Finne asymptotene til en logistisk modell og si hva de betyr: V_1 har den horisontale asymptoten $y = 224$, så farten nærmer seg 224 m/s, men blir aldri større (E26).
- Forklare hvordan C og k i $L(t) = \frac{C}{1+e^{-kt}}$ må endres for at grafen skal bli lik en annen graf: C er den øvre grensen, og k bestemmer hvor bratt grafen stiger (E26).
- Løse en ulikhet fra en graf: Grafen til V' skjærer $y = 2$ i $t = 45{,}4$ og $t = 91{,}9$, så $V'(t) > 2$ når $45{,}4 < t < 91{,}9$. Farten øker da med mer enn 2 m/s hvert sekund (E26).
- Sette opp likningen eller ulikheten når du ikke kan løse den med kalkulator.

Øv på: Logistisk modell for raketthastighet S2 E26 (c og d), Logistisk funksjon med glidere for C og k

Pris, etterspørsel og inntekt

Slik ser det ut

Del 2 · med på 3 av 7 · én til tre deloppgaver til 2 poeng inne i en større oppgave, og en hel oppgave i E26

«Etterspørselen etter varen er gitt ved $E(p) = 300e^{-0{,}01p}$. Regn ut $E(30)$. Gi en praktisk tolkning av svaret» (H24). I E26 er hele oppgaven om etterspørselen $E(p) = 480 - 0{,}1p^2$: inntekt, kostnad som funksjon av prisen og størst overskudd.

Alle oppgavene om pris og etterspørsel (3)

Karakter 2

- Regne ut og tolke etterspørselen: $E(30) = 300e^{-0{,}3} \approx 222$, så det selges omtrent 222 enheter når prisen er 30 kr.
- Inntekt er pris ganger antall: $I(p) = p \cdot E(p)$.
- Finne prisen som gir størst inntekt: $I(p) = p\left(480 - 0{,}1p^2\right) = 480p - 0{,}1p^3$ gir $I'(p) = 480 - 0{,}3p^2 = 0$, altså $p = 40$ kr (E26).

Øv på: Etterspørsel av vare, Inntekt, kostnader og salgsprognose S2 E26 (a), Inntekt, kostnader og salgsprognose (a)

Karakter 4: i tillegg

- Sette funksjoner sammen: Kostnaden som funksjon av prisen er $k(p) = K(E(p)) = 27\left(480 - 0{,}1p^2\right) + 1000 = 13\,960 - 2{,}7p^2$ (E26).
- Finne størst overskudd: $O(p) = I(p) - k(p)$, og $O'(p) = 480 - 0{,}3p^2 + 5{,}4p = 0$ gir $p = 50$ kr og $O(50) = 4290$ kr. Sjekk også endepunktene: $O(10) < 0$ og $O(60) = 2960$ (E26).

Øv på: Modell for etterspørsel av vare, Inntekt, kostnader og salgsprognose S2 E26 (b og c)

Dette kan du hoppe over

Disse har vært med, men kan ikke gjøres uten datamaskin, eller er så sjeldne eller vanskelige at tiden er bedre brukt på oppgavetypene over:

- Regresjon i GeoGebra for å lage en modell fra en tabell (krever datamaskin). Du må i stedet kunne vurdere og tilpasse modeller, se «Velge og tolke modeller».
- Å finne renten i et lån når terminbeløpet er kjent (krever CAS eller regneark)
- Å *løse* integrallikninger med vekstmodeller, som å finne når det samlede salget passerer 2000 enheter (krever CAS). Du skal likevel kunne *sette opp* likningen eller ulikheten, for UDIR skriver at du kan bli bedt om det i oppgaver du før løste digitalt.
- Å *kjøre* simuleringer og andre programmer. Å skrive, lese og forklare dem på papir er fortsatt med, også på Del 2.
- Delbrøkoppspalting (har ikke vært krevd på eksamen)
- Bevis med uendelige rekker, som at en rekke blir $\ln 2$ (V25) eller forventningsverdien som en rekke (H25)