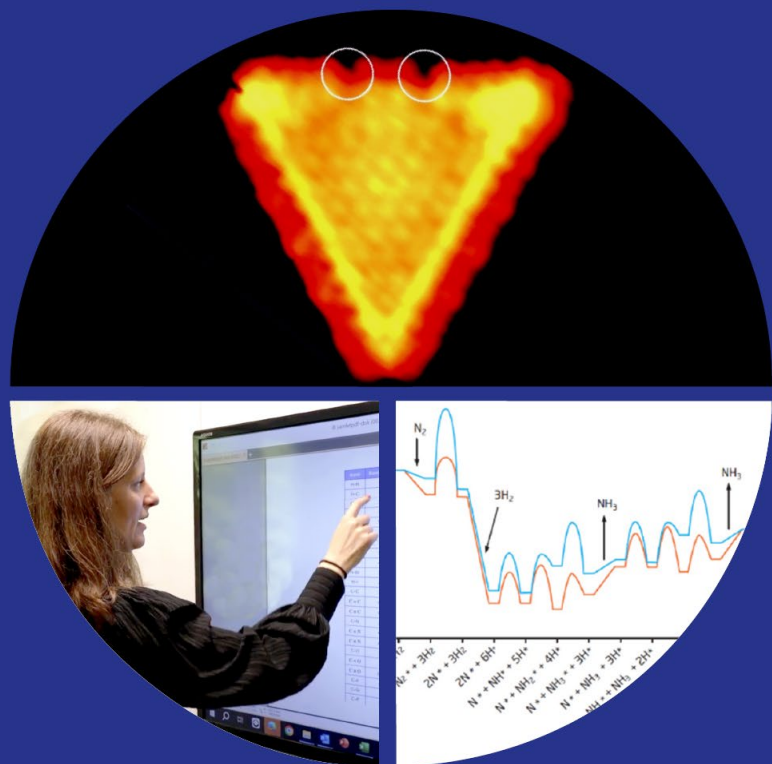


Matematikken og kemien bag Power-to-X hos Topsoe



matematik
i arbejde

UNDERVISNINGS OG PROJEKTMATERIALER TIL FILMEN
MADS LETH (RED), BJØRN GRØN OG OLAV LYNDRUP

Topsoe

Mads Leth
Mikkel Rønne

*Træk virksomhederne ind i undervisningen
November 2025*



matematik
i arbejde

Indholdsfortegnelse

Filmtider:

0. Indledning

1. Ammoniaksyntesen

08:00 & 35:00

2. Katalysatorer, krystaller og nanopartikler

11:30 & 30:00

3. Elektronmikroskopet – at se med elektroner

21:30

4. Lineær algebra og afstemning af kemiske reaktioner

08:00

5. Reaktionskinetik

09:00

6. Teorien bag Arrheniusligningen

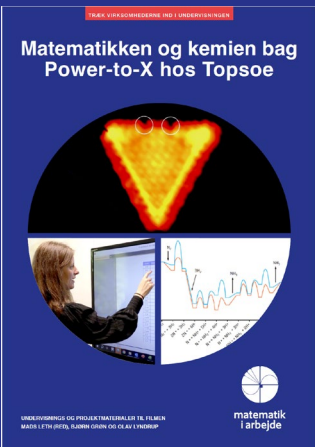
07:50

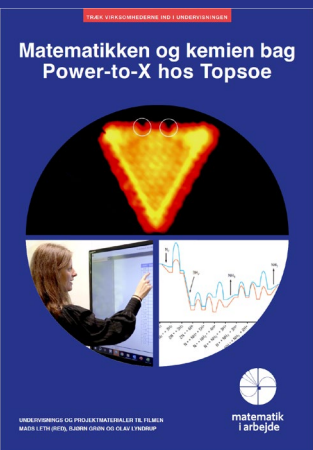
7. Vindenergi, strøm og Nernst-ligningen

01:00

8. Statistik og strømafbrydelser i Europa

01:00



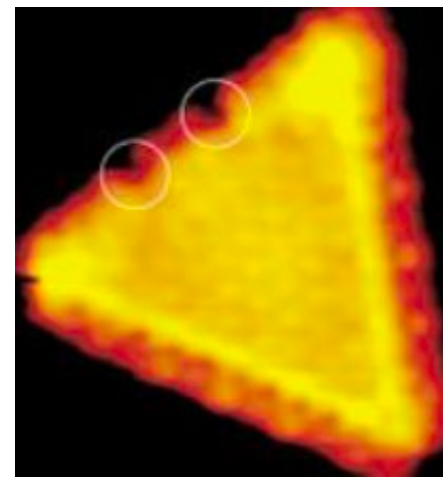


Forløb: Katalysators geometri

Kapitel 2.1 og 2.2 i undervisningsmaterialerne

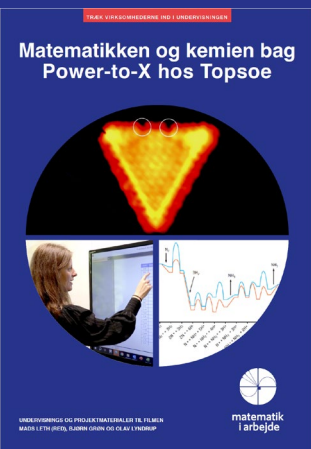
Basal geometri, areal- og rumfangsbetragtninger (C- eller B-niveau)

Filmen: 11:30 og 30:00



- Regulære polyedre
- Rumfang, overfladeareal og kantlængde af terninger
- Trikline, monokline og hexagonale strukturer (SRP-emne?!)





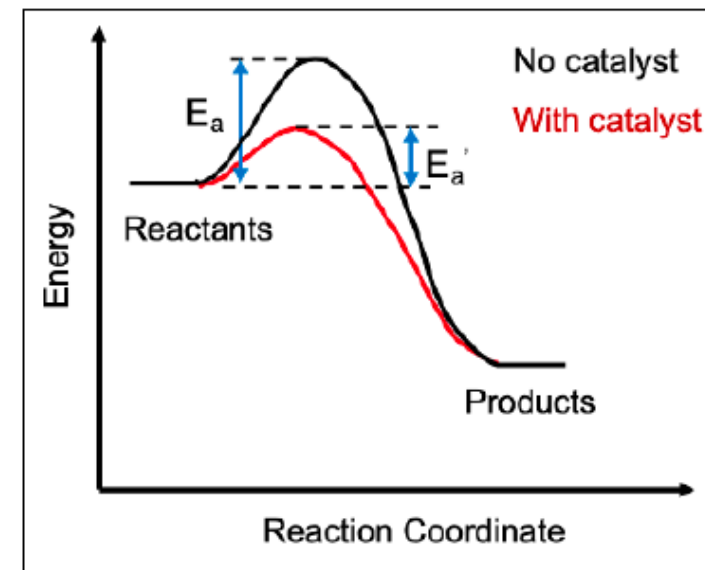
Forløb: Bindingsregnskab og katalyse

Kapitel 1.2, 1.3 og 1.4 i undervisningsmaterialerne

”Regning”, idéen bag katalyse (evt. tværfagligt forløb med kemi C)

Filmen: 11:30 og 14:30

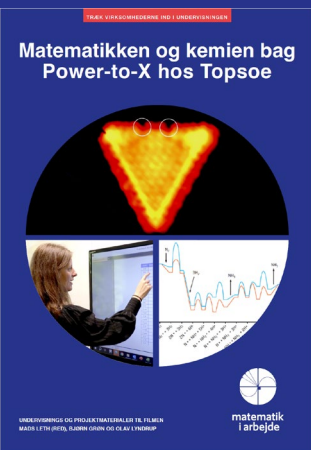
Single Bonds				Multiple Bonds			
H—H	432	N—H	391	I—I	149	C = C	614
H—F	565	N—N	160	I—Cl	208	C ≡ C	839
H—Cl	427	N—F	272	I—Br	175	O = O	495
H—Br	363	N—Cl	200			C = O*	745
H—I	295	N—Br	243	S—H	347	C ≡ O	1072
		N—O	201	S—F	327	N = O	607
C—H	413	O—H	467	S—Cl	253	N = N	418
C—C	347	O—O	146	S—Br	218	N ≡ N	941



- Bindingsenergi
- Energiregnskaber ved bindings- brud og –dannelse
- Effekten af katalyse



matematik
i arbejde



Forløb: Elektronmikroskopet og kvantemekanik

Kapitel 3 i undervisningsmaterialerne

(A-niveau, formeludledninger, algebra, differentialregning, integralregning (evt. tværfagligt forløb med fysik A el. B)).

Filmen: 21:30

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m_0 \cdot eV}}$$



$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot eV \cdot m_0 \cdot \left(1 + \frac{eV}{2m_0c^2}\right)}}$$

- de Broglies formel for bølgelængde (udledning)
- Den specielle relativitetsteori, lysets "tøven"
- Einsteins to aksiomer og "absurde" konsekvenser deraf
- Relativistisk udgave af de Broglies formel for bølgelængde

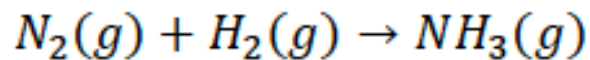
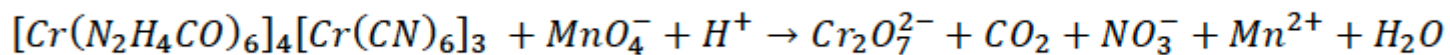


Forløb: Lineær algebra og afstemning af reaktioner

Kapitel 4 i undervisningsmaterialerne

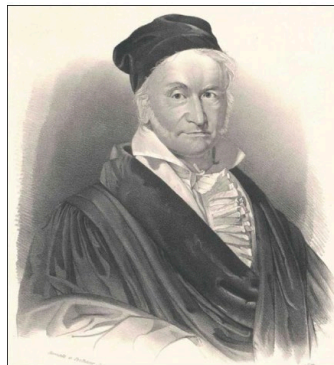
(A-niveau, lineær algebra, matricer, Gauss-elimination)

Filmen: 21:30



$$\begin{bmatrix} 2 & 0 & -1 \\ 0 & 2 & -3 \end{bmatrix} \cdot \vec{x} = \vec{0}$$

hexaureachrom(III)hexacyanochromat(II)



$$\begin{bmatrix} 7 & 0 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 66 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 96 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2 \\ 42 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 24 & 4 & 0 & -7 & -2 & -3 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 2 & 0 & 1 & -2 & 0 \end{bmatrix}$$

- n ligninger med m ubekendte
- Opstilling af matrixligninger. Gauss-elimination
- Skæring mellem planer i rummet
- Afstemning af "verdens sværeste reaktionsligning"

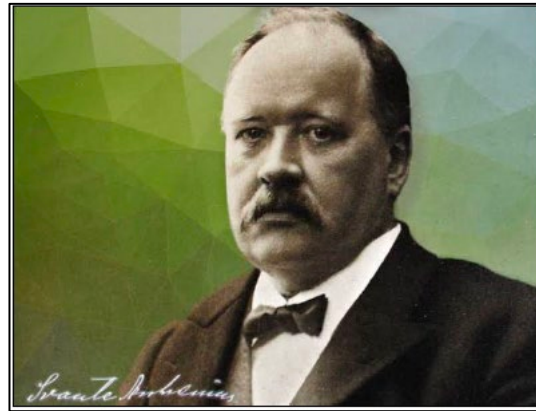


Forløb: Reaktionshastighed og differentialligninger

Kapitel 5 i undervisningsmaterialerne

(A-niveau, differentialligninger, f.eks. separation af variable)

Filmen: 09:00

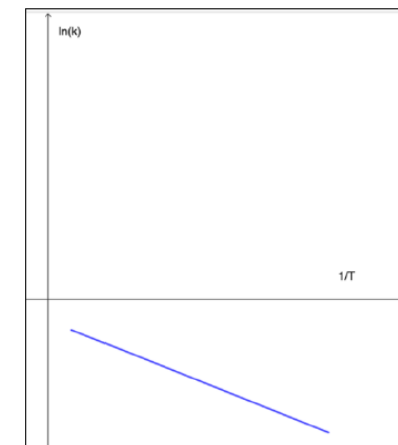


$$v = -\frac{d[A]}{dt} = k \cdot [A]^0$$

$$v = -\frac{d[A]}{dt} = k \cdot [A]$$

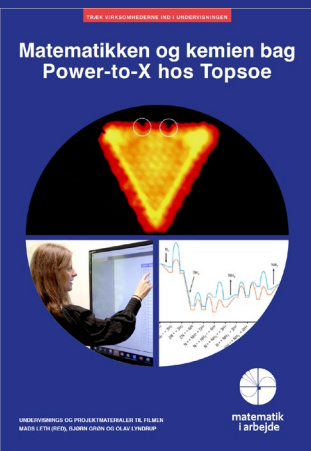
$$v = -\frac{d[A]}{dt} = k \cdot [A]^2$$

- Reaktionshastighed og hastighedsudtryk
- 0., 1. og 2. ordens reaktioner
- Halveringstider
- Arrheniusligningen



Et Arrhenius-plot



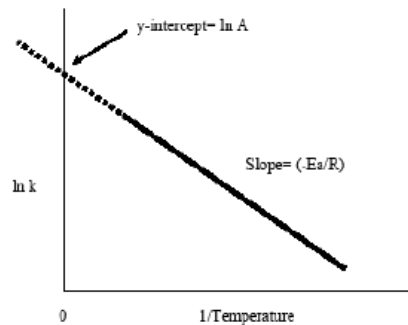


Forløb: Arrhenius og Boltzmann

Kapitel 6 i undervisningsmaterialerne

(A-niveau, algebra, differentialregning, sandsynlighedsregning)

Filmen: 07:50



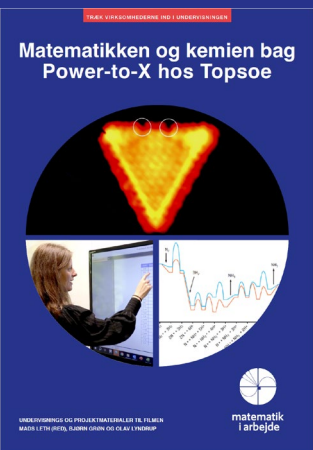
$$k = A \cdot \exp\left(-\frac{E_a}{R \cdot T}\right)$$

$$A = N_A \cdot (r_A + r_B)^2 \cdot \sqrt{\frac{8 \cdot \pi \cdot k_B \cdot T}{\mu_{AB}}}$$

- Teoretisk udledning af Arrheniusligningen!
- Kollisionsteori
- Idealgasligningen
- Sandsynlighedsfordelinger, Boltzmannfordelingen
- Arrheniusligningen



matematik
i arbejde

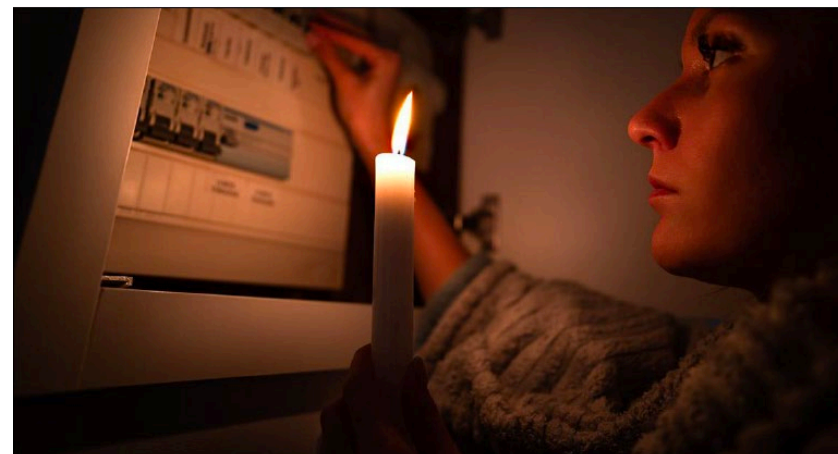


Forløb: Statistik og strømafbrydelser i Europa

Kapitel 8 i undervisningsmaterialerne

(B-niveau, binomialfordelingen)

Filmen: 01:00



C366			
	A		
1	DNS Calculated (MW)		
2	514,8656		
3	328		
4	400		
5	432		
6	0		
7	2,690909091		
8	480		
9	4872		
10	344,5168		
11	150,4		
12	5		
13	480		
14	0		

- Er energiforsyningen i Europa stabil?
- Statistik på Excelfil
- Binomialsandsynligheder
- Binomialtest



matematik
i arbejde