

## Projekt 8.3. Nedbrydning af rusmidler

---

*Dette projekt lægger op til et samarbejde med biologi eller idræt, men kan også gennemføres som et projekt i matematik, hvor fokus er at studerer forskellen på lineære og eksponentielle vækstmodeller.*

*Projektet er inspireret af Sundhedsstyrelsens store rapport om rusmidler, der findes [her](#). Mange af de konkrete informationer i projektet er hentet fra denne rapport.*

*Hvis man gennemfører projektet i et samarbejde, kan der inddrages meget mere materiale fra rapporten og af biologi eller idræt opstilles en række arbejdsspørgsmål til eleverne ud fra dette.*

---

(Bemærk: Dette projekt er identisk med projekt 4.2. Det er også placeret her, fordi vi her har fået redskaber til at håndtere de sidste udfordrende opgaver, hvor der anvendes stykkevis definerede funktioner. Du kan [her](#) finde en fil med løsninger til de forskellige opgaver.

## Nedbrydning af rusmidler

### Indledning

Nervesystemet inddeles traditionelt i tre hoveddele nemlig hjernen, rygmarven og det **perifere nervesystem**. Hjernen og rygmarven kaldes tilsammen for **centralnervesystemet**.

De stoffer, der virker på centralnervesystemet, kan groft inddeles i tre hovedgrupper: Den første gruppe er *neuroleptika* – medicinske præparater, der bruges i behandlingen af psykiske sygdomme.

Den anden gruppe er *bedøvelsesmidler*, der bruges ved operationer.

Den tredje – og i denne sammenhæng mest interessante gruppe – er *rusmidlerne*.

Det specielle ved *rusmidlerne* er, at vi indtager disse stoffer frivilligt, selv om de kan have en skadelig virkning på vores organisme. Dette hænger bl.a. sammen med, at vi bliver psykisk afhængige af rusmidlerne. Den psykiske afhængighed, som rusmidlerne kan fremkalde, indtræder efter regelmæssig brug i kortere eller længere tid.

Begrebet psykisk afhængighed skal forstås således, at man efter ophør med indtagelsen af stoffet har en udtalt trang til at fortsætte stofindtagelsen, selv om man godt ved, at et fortsat misbrug kan have vidtrækkende negative konsekvenser. Dette er f.eks. tilfældet hos mange alkoholafhængige, der på trods af en truende social nedtur med tab af både job, familie og helbred alligevel fortsætter drikkeriet. De kan simpelt hen ikke lade være.

Sundhedsstyrelsens rapport om rusmidler giver en god oplysning om bl.a. nedbrydning af rusmidler:

### Alkohol

Alkohol er, sammenlignet med alle andre rusmidler, noget helt specielt.

For det første er alkoholmolekylet lille og kan derfor let passere biologiske membraner.

For det andet kan alkohol, som tidligere nævnt, blandes med både fedt og vand. Dette har betydning, når alkohol skal passere gennem fedtlaget i cellemembranerne. Det gælder nemlig, at jo lettere et stof opløses i fedt, jo lettere trænger det gennem cellemembranerne. Alkoholen vil desuden, pga. sin høje blandbarhed med vand, fordele sig i alt det vand, som er i kroppen (kroppens vandfase), hvilket svarer til ca. 60 % af vores vægt.

For det tredje er der det specielle ved alkohol, at der skal indtages relativt store mængder af stoffet for at opnå en ruspåvirkning. De fleste vil f.eks. føle sig påvirket af fem øl, hvilket svarer til ca. 60 gram rent alkohol. Indtagelse af 60 gram amfetamin, heroin, eller kokain ville være dødeligt.

Ved en hashrus indtages f.eks. 10 mg af det rusfremkaldende stof cannabinol, hvilket i vægtenheder svarer til, at der skal indtages 6.000 gange mere alkohol end hash for at blive påvirket.

For det fjerde og sidste, så skaffer kroppen sig af med ca. 8 gram alkohol pr. time. Dermed bliver vi i stand til rimelig præcist at beregne, hvor lang tid der går, inden en given alkoholmængde er ude af kroppen. En viden politiet benytter, når de skal beregne, hvilken promille en bilist havde på det tidspunkt vedkommende blev stoppet.

Projekter: Kapitel 8. Projekt 8.3. Nedbrydning af rusmidler

**Øvelse 1. Beregning af mængden af alkohol.**

En almindelig øl indeholder 33 cl og har en alkoholprocent på 4,6 %.

En almindelig flaske rødvin indeholder 75 cl og har en alkoholprocent på 13 %.

En flaske whisky indeholder 75 cl og har en alkoholprocent på 42 %.

1 l (liter) svarer til 100 cl (centiliter) og i rumfang til 1000 cm<sup>3</sup>.

1 cl (centiliter) er i rumfang lig med 10 cm<sup>3</sup> (kubikcentimeter).

Ved 20°C er vægtylde af alkohol er 0,7873 g/cm<sup>3</sup>.

1. Hvor mange cm<sup>3</sup> rent alkohol er der i en øl?
2. Hvor mange gram ren alkohol er der i en øl?
3. Hvor mange gram ren alkohol og er der i en almindelig flaske rødvin?
4. Hvor mange gram ren alkohol og er der i en flaske whisky?

**Øvelse 2. Beregning af promillen.**

Over et kvarter har en mand og en kvinde drukket noget øl, svarende til at de begge har indtaget 24 gram rent alkohol.

Lad os antage manden vejer 78 kg og kvinden vejer 60 kg.

Alkohol fordeler sig i kroppens vand. Dette udgør ca. 68% af legemsvægten hos mænd og ca. 55% hos kvinder.

1. Hvor mange kg vand rummer manden og kvinden? Omregn antal kg til antal g.
2. Vi antager alkoholen fordeler sig jævnt i alt vandet i kroppen. Hvor mange gram alkohol per gram vand har manden og kvinden i kroppen?
3. Promille betyder tusindedele. Hvor stor en promille alkohol har manden og kvinden?
4. Find på nettet oplysninger om promillegrænser for at køre bil i Danmark, Tyskland og Sverrig.

**Øvelse 3. Nedbrydning af alkohol**

1. En person indtager hurtigt efter hinanden 5 øl med en alkoholprocent på 4%. (Vi regner her med vægtprocent, dvs. at det er 4% af øllens vægt, der er alkohol). Hvor mange gram alkohol har personen så i kroppen?
2. Normale personer forbrænder alkohol med en hastighed på ca. 8 gram i timen (uafhængigt af mængden af alkohol i blodet). Hvor meget alkohol har personen fra (a) tilbage i kroppen efter 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 og 10 timer? Lav en tabel.
3. Tegn en graf, der viser, hvordan mængden af alkohol i kroppen afhænger af antallet af timer siden indtagelsen af de 5 øl.
4. Indfør passende variable og opstil en formel, der angiver, hvordan mængden af alkohol i kroppen afhænger af antallet af timer siden indtagelsen af de 5 øl.
5. Hvor længe går der, før personen ikke har noget alkohol tilbage i kroppen?
6. En anden person indtager én øl til at starte med og derefter én øl hver halve time (i en hurtig slurk). Tegn en graf, der viser, hvordan mængden af alkohol i kroppen på denne person afhænger af antallet af timer, siden indtagelsen begyndte.

**Hash**

Det stof, der gør én skæv, når man ryger hash, hedder *tetra-hydro-cannabinol (THC)* og kommer fra hamplanten. En vigtig kemisk egenskab ved stoffet er, at det er meget fedtopløseligt. I ren form er THC en olie, som planten beskytter sine blade og blomster med for at undgå udtørring. Den høje fedtopløselighed betyder, at store mængder THC let optages og deponeres i kroppens fedtvæv.

I hjernen binder THC sig især til hjerneceller i områder som *hippocampus*, *lillehjernen* og den *frontale cortex*. Hippocampus har en vigtig rolle for evnen til at indlære nyt stof. En lammelse af dette center betyder derfor reduceret indlæring. Den frontale cortex har betydning for følelseslivet, og derfor ændres ens følelser under hashrusen. Endelig er der lillehjernen, hvis funktion er koordinering af muskelbevægelser. THC virker her ved at gøre muskelbevægelserne upræcise og langsomme.

Hash udskilles af kroppen på en helt anden måde end alkohol, nemlig således at der udskilles en bestemt %-del af det tilbageværende stof pr tidsenhed. Det giver en eksponentielt aftagende kurve over mængden af aktivt stof, der er tilbage, hvor alkohol udskilles efter en lineær kurve. Det aktive stof i Hash, Cannabinol har en halveringstid på to til tre dage, hvilket er meget lang tid i forhold til andre rusmidler. Grunden til den lange halveringstid er, at THC så at sige gemmer sig i kroppens fedt. Efter indtagelse stiger koncentrationen hurtigt i blodet. En del trænger ind i CNS, men hovedparten bliver optaget i kroppens fedtvæv. Herfra afgives det kun langsomt tilbage til blodet. Dette er forklaringen på, at man hos hashrygere selv efter flere måneder kan måle THC i blodet.

Den lange halveringstid for THC kan være vigtig viden for sportsfolk, fordi stoffet står på dopinglisten. Man kan således flere uger efter indtagelse af hash blive diskvalificeret ved sportsstævner. Hash virker ikke præstationsfremmende som andre dopingstoffer – tværtimod hæmmes lillehjernens koordination af muskelbevægelser. Sportsfolk kan simpelthen ikke yde toppræstationer under en hashrus, hvilket den enkelte hurtigt vil erfare.

**Øvelse 4. Andre rusmidler**

Find på nettet eller på anden vis ud af hvad halveringstiden er for rusmidler som kokain, amfetamin og heroin.

**Øvelse 5. Nedbrydning af andre rusmidler**

For alle andre rusmidler end alkohol gælder som omtalt, at man i løbet af et fast tidsrum nedbryder en vis procentdel af rusmidlet. Dette betyder, at mængden af rusmidlet i kroppen aftager eksponentielt med tiden. Betegnes mængden af rusmidlet i kroppen med  $M$  og tiden efter indtagelse med  $t$ , så har vi altså

$$M = M_0 \cdot a^t,$$

hvor  $M_0$  er mængden af rusmidlet i kroppen lige efter indtagelse, og  $a$  er en konstant, der afhænger af det pågældende rusmiddel. Da mængden aftager med tiden, vil  $a < 1$ .

For et vist rusmiddel oplyses det, at  $a = 0,95$  (når tiden måles i timer). En person indtager 3 mg af rusmidlet.

1. Hvor meget af rusmidlet har personen tilbage i kroppen efter 1, 2, 5, 12, 24 og 100 timer.
2. Tegn en graf, der viser, hvordan mængden af rusmidlet i kroppen afhænger af antallet af timer siden indtagelsen.
3. Bestem halveringstiden for rusmidlet.

**Øvelse 6. Nedbrydning af THC (det aktive stof i hash).**

En person indtager 12 mg THC. THC har en halveringstid på ca. 3 døgn.

1. Hvor meget THC har personen tilbage i kroppen efter 3, 6, 9, 12, 15 døgn? Opstil en tabel.
2. Benyt halveringstiden til at bestemme konstanten  $a$  i udtrykket  $M = M_0 \cdot a^t$  (når tiden måles i døgn).
3. Tegn en graf, der viser hvordan mængden af THC i kroppen afhænger af antallet af døgn siden indtagelsen.
4. Hvor længe går der, før mængden af THC i kroppen er faldet til 0,1 mg?
5. Hvad sker der, hvis personen indtager 12 mg THC hver tredje dag? Tegn en graf. Kan du begrunde varet ved at inddrage halveringstiden i din argumentation?