



**BØRNE- OG  
UNDERVISNINGSMINISTERIET**  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

# **Fysik 2019**

**Råd og vink til den skriftlige prøve**  
**Fysik A htx**  
**Maj 2019**

Undervisningsministeriet  
Styrelsen for Undervisning og Kvalitet  
August 2019

## Indhold

1. Indledende bemærkninger .....	3
2. Censorerens bedømmelse af kvaliteten af årets opgaver .....	4
prognose af pointtal fra censuren .....	4
vurdering af spørgsmålenes egnethed .....	6
3. Censorerens bemærkninger til besvarelserne af årets sæt .....	7
delopgave 1a .....	7
delopgave 1b .....	8
delopgave 2a .....	9
delopgave 2b .....	10
delopgave 2c .....	11
delopgave 3a .....	12
delopgave 3b .....	13
delopgave 3c .....	13
delopgave 4a .....	15
delopgave 4b .....	16
delopgave 4c .....	17
delopgave 5a .....	18
delopgave 5b .....	19
delopgave 5c .....	19
delopgave 5d .....	20
4. Karakterstatistik for den skriftlige prøve 2019 .....	21
5. Afsluttende bemærkninger .....	22

## 1. Indledende bemærkninger

Ved den skriftlige prøve i fysik (htx) sommeren 2019 blev det sidste ordinære opgavesæt efter 2005-ordningen stillet. Sættet er mærket gl-htx191-FYS/A-23052019 og findes på adressen <http://materialeplatform.emu.dk/node/157.html>

Sættets opgaver:

Prøven d. 23. maj 2019	
1a – 1b	<b>Gymnast</b> Tyngdekraft Kraftanalyse
2a – 2c	<b>Emhætte</b> Energi i joule og kWh Idealgasligningen Isobar proces
3a – 3c	<b>Lysmåler</b> Graftegning Spændingsdeling Datahåndtering i regneark
4a – 4c	<b>Helmholtz' spole</b> Højrehåndsregel for spoler Isolér i en formel Induktion i en spole
5a – 5d	<b>Plæneklipper</b> Forholdsregning Vinkelhastighed/vinkelhastighed Rotationsenergi Centripetalkraft

**Opgavekommissionen** bag opgavesættene til årets skriftlige prøve i fysik (htx) bestod af Peter Gross (formand)  
René Lynge Eriksen  
Jeppe Munk Thuesen  
Emil Hartvig  
Søren Peter Møller

### Kontrolløser

Gorm Simonsen

Desuden har fagkonsulent Thomas Brun Kristensen været tilknyttet opgavekommissionen.

Opgavesættet indeholdt 15 spørgsmål.

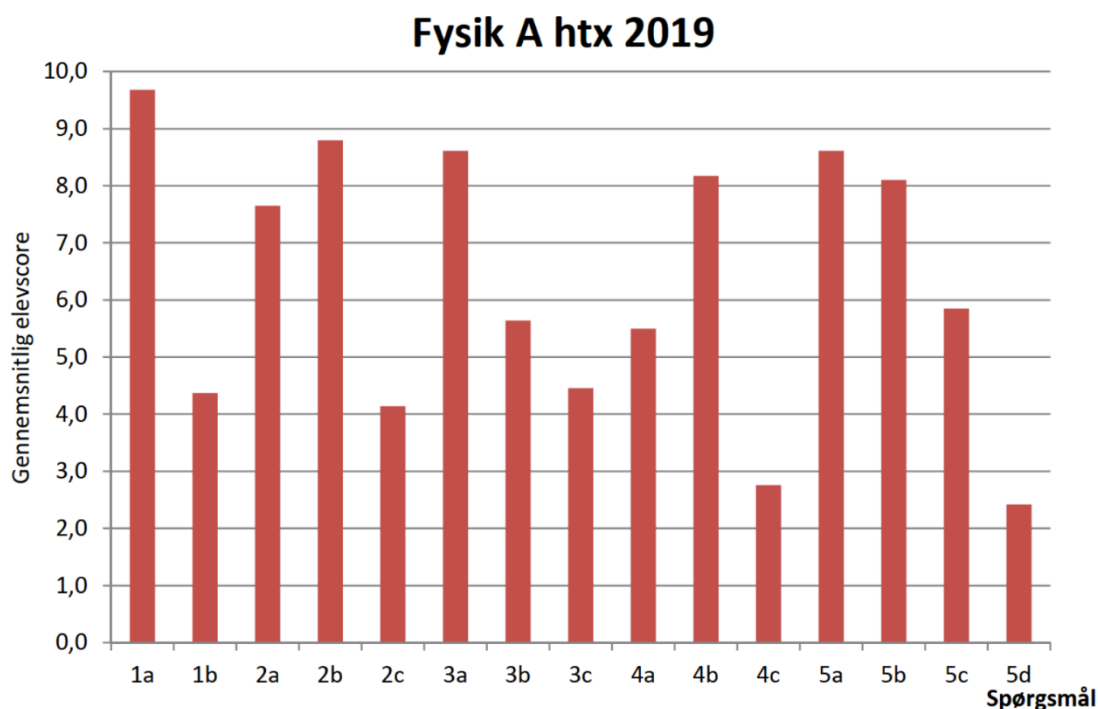
## 2. Censorernes bedømmelse af kvaliteten af årets opgaver

På censormødet diskuterer fysikcensorerne sættet som helhed, inden karakterne fastsættes for de enkelte besvarelser. Hensigten er dels at etablere det bedst mulige grundlag for en ensartet bedømmelse af besvarelserne, dels at rådgive opgavekommissionen med hensyn til det fremtidige arbejde. Drøftelsen sker på baggrund af censorernes indberetning af deres umiddelbare bedømmelse af et antal besvarelser og en samling skriftlige kommentarer til såvel de enkelte spørgsmål som til sættene som helhed.

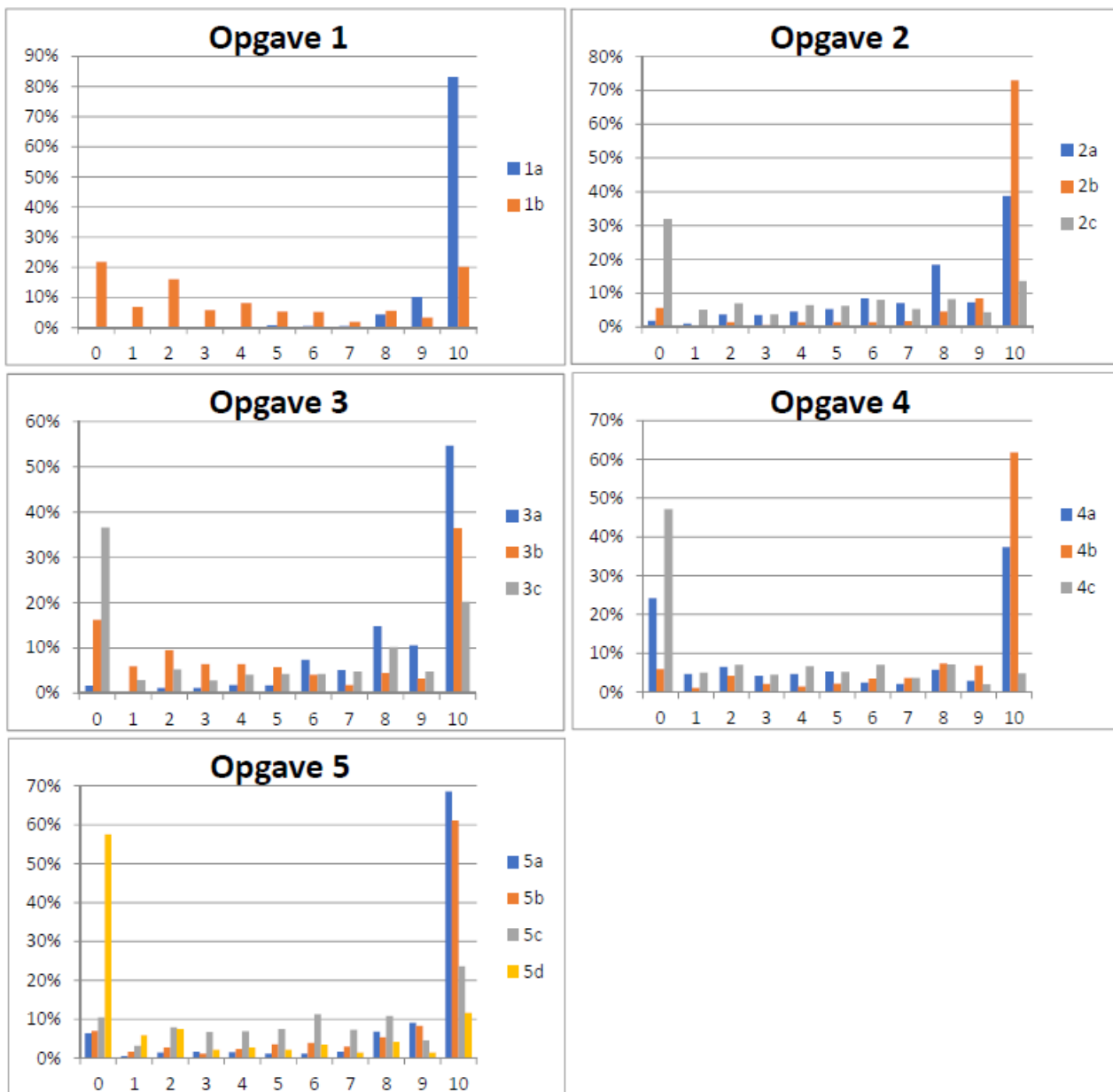
### Prognose af pointtal fra censuren

Under rettetarbejdet indberetter censorerne deres bedømmelse af et antal besvarelser. Besvarelsen af hvert af de 15 spørgsmål tildeles et mellem 0 og 10 point. I år udgør disse indberetninger en stikprøve på cirka 95 % af samtlige besvarelser (1172 eksaminander). Det skal bemærkes, at der ikke er nogen centralt fastsat rettenorm, som fastlægger pointfradraget for bestemte fejltyper.

Pointtallene fra stikprøven kan benyttes til at vurdere sværhedsgraden af de enkelte spørgsmål. Spørgsmål med pointtal 8-10 må således opfattes som umiddelbart lette, pointtal 6-8 svarer til mere sammensatte eller vanskelige spørgsmål, mens spørgsmål med pointtal under 6 kræver, at eksaminanden kan bruge eller opstille mere komplicerede modeller for den foreliggende situation. Pointtallene for denne prognose (se figuren herunder) er i det følgende angivet som elevscore.



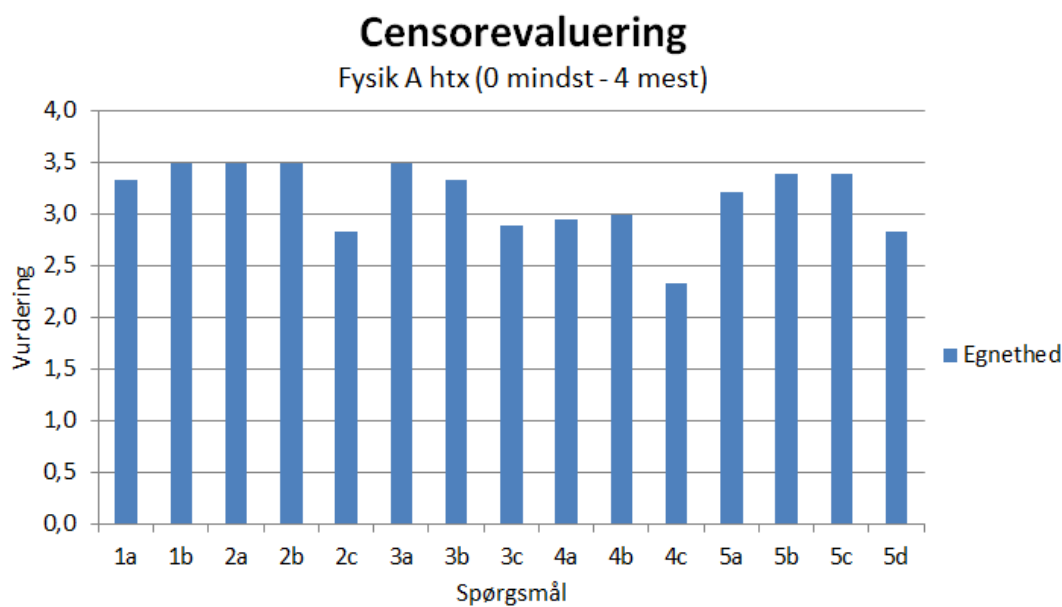
Pointfordelingen for de enkelte spørgsmål er vist på følgende figur, hvor anden akse angiver andelen af de 1172 eksaminander som har scoret et bestemt pointtal (første akse).



## Vurdering af spørgsmålenes egnethed

De skriftlige censorer har endvidere vurderet egnetheden af de enkelte spørgsmål på en skala med fem gradueringer: Uegnet spørgsmål (0), Ringe spørgsmål (1), Middelgodt (2), Velegnet (3) og Meget velegnet (4).

Her er censorernes vurdering (18 besvarelser). Gennemsnittet af censorernes vurdering af sættets spørgsmål er 3,2.



Spørgsmål	1a	1b	2a	2b	2c	3a	3b	3c	4a	4b	4c	5a	5b	5c	5d
Vurdering (0-4)	3,3	3,5	3,5	3,5	2,8	3,5	3,3	2,9	2,9	3,0	2,3	3,2	3,4	3,4	2,8

Censorerne vurderede, jf. skalaen ovenfor, 10 af sættets 15 spørgsmål til 3 eller derover. Den bedste vurdering fik spørgsmålene 1b, 2a, 2b og 3a (en score på 3,5), mens spørgsmål 2c, 5d og 4c fik den laveste vurdering.

### 3. Censorernes bemærkninger til besvarelserne af årets sæt

Censorerne har skriftligt kommenteret elevernes besvarelse af de enkelte delspørgsmål. Disse kommentarer følger nedenfor. Derudover har censorerne udvalgt eksemplariske besvarelser, som ikke nødvendigvis er perfekte, men som dog viser hvorledes man på en tilfredsstillende måde kan besvare spørgsmålet.

#### Delopgave 1a

Bestem gymnastens masse.


#### Censorernes bemærkninger:

- God **nem** opgave at komme i gang med.
- En del elever får ikke **vurderet** om massen er realistisk.

#### Eksempel på besvarelse:

a)  
Opgaven går ud på at bestemme massen af en gymnast, der påvirkes af en tyngdekraft på 619 N.

Herunder ses en skitse af problemstillingen:



Tyngdekraft  $F_t = 619 \text{ N}$   
Masse  $m = ?$

Givne data:  
Tyngdekraft  $F_t = 619 \text{ N}$

Tyngdekraften på et objekt er generelt givet som  $F_t = m \cdot g$ . Da tyngdeaccelerationen er kendt til at være  $9.82 \text{ N/kg}$ , kan massen isoleres og udregnes.

$$F_t = m \cdot g$$
$$\Downarrow$$
$$m = \frac{F_t}{g}$$
$$\Downarrow$$
$$m = \frac{619 \text{ N}}{9.82 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = \underline{63.03462322 \text{ kg}} \approx \underline{63.0 \text{ kg}}$$

Gymnasten vejer altså  $63.0 \text{ kg}$ . Dette lyder som en rimelig vægt for en gymnast.

## Delopgave 1b

Bestem størrelsen af snorkraften i hver af snorene.

### Censorerens bemærkninger:

- Visse elever bruger alt **for meget** plads på at forklare beregninger på trekanten.
- Få elever tegner et **kraftdiagram**. Dem der gør, klarer oftest opgaven godt.
- Der savnes en sluttelig **vurdering** af om kraften er større eller mindre end halvdelen af tyngdekraften.
- Overraskende mange elever opfatter snorkræfterne som **lodrette**.

### Eksempel på besvarelse:

Udover at have lavet en skitse, har eleven foretaget følgende beregninger

b)

$c$  er hypotenusen i den retvinklede trekant, der dannes.

$b$  er den lange katete.

$a$  er den korte katete.

$c = 300 \text{ cm}$

$$b = \frac{174 \text{ cm} - 50 \text{ cm}}{2} = 62 \text{ cm}$$

Først bestemmes vinklen  $A$  i toppen gennem sinus ud fra længderne:

$$\sin(A) = \frac{a}{c} \Leftrightarrow$$

$$A = \sin^{-1}\left(\frac{62 \text{ cm}}{300 \text{ cm}}\right) \Leftrightarrow$$

$$A = 11,93^\circ$$

Den lange katete  $b$  må for hver ring holde halvdelen af gymnastens tyngdekraft, da tyngdekraften virker lodret ned og det antages at ringene holder lige meget. Snorkraften findes derfor ved at benytte cosinus til at finde længden for hypotenusen  $c$ , som i det her tilfælde er kraften.

$$\cos(A) = \frac{b}{c} \Leftrightarrow$$

$$c = \frac{b}{\cos(A)} \Leftrightarrow$$

$$F_{snor} = c = \frac{\frac{619}{2} \text{ N}}{\cos(11,93)}$$

$$\underline{\underline{F_{snor} = 316 \text{ N}}}$$

Det giver god mening, at den samlede snorkraft vil blive en anelse større end gymnastens tyngdekraft, da det er en forholdsvis lille vinkel.



## Delopgave 2a

---

Bestem emhættens forventede årlige energiforbrug i kWh.

### Censorernes bemærkninger:

- Mange glemmer at der er 2 LED-pærer
- Flere får omregnet forkert til kWh

### Eksempel på besvarelse:

Først regnes det daglige energiforbrug for emhætten. Dernæst ganges det med 365 for, at få energien for et helt år. Energien regnes således:

$$E = P \cdot t$$

Siden den efterspurgte enhed er timer, bliver tidsenheden i timer frem for sekunder.

Energien udregnes således:

$$E_{\text{dagsforbrug}} = P_{\text{maskine}} \cdot t_{\text{maskine}} + P_{\text{lys}} \cdot t_{\text{lys}}$$

Der sættes tal ind (energien fra lamperne er ganget med to, da der er to lamper):

$$E_{\text{dagsforbrug}} = 130 \text{ W} \cdot 0,75 \text{ timer} + 2 \cdot (3 \text{ W} \cdot 6 \text{ timer}) = 0,134 \text{ kWh}$$

Der ganges nu med 365 for, at få et års forbrug:

$$E_{\text{år}} = 365 \cdot E_{\text{dagsforbrug}} = 365 \cdot 0,134 \text{ kWh} = 48,7 \text{ kWh}$$

Dermed er det årlig energiforbrug estimeret til at være 48,7 kWh

## Delopgave 2b

---

Vis, at der suges ca. 9,9 mol luft ud hvert sekund.

### Censorernes bemærkninger:

- Mangler enhed på tid
- Mange angiver ikke det endelige resultat som mol/s

### Eksempel på besvarelse:

Det vides at emhætten kan suge  $860 \text{ m}^3$  luft ud hver time, samt at luftens temperatur er  $22^\circ\text{C}$ , og dens tryk er  $101,3 \text{ kPa}$ .

Nu kan idealgasligningen bruges til at udregne stofmængden der suges ud hver time.

$$pV = nRT$$

$n$  isoleres

$$n = \frac{pV}{RT}$$

$$n = \frac{101,3 \text{ kPa} \cdot 860 \text{ m}^3}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (22 + 273,15) \text{ K}} = 35520 \frac{\text{mol}}{\text{time}}$$

Dette omdannes nu til mol pr. Sekund ved at dividere med 3600

$$n = 9,9 \frac{\text{mol}}{\text{sekund}}$$

Dermed suger emhætten 9,9 mol luft ud hvert sekund.

## Delopgave 2c

Bestem den ekstra varmeeffekt, boligen skal tilføres for at holde temperaturen indendørs på 22 °C, når emhætten kører med fuld effekt.

### Censorernes bemærkninger:

- Eleverne bruger  $c_{mV}$  og ikke  $c_{mp}$
- Nogle elever bruger en tilfældig specifik varmekapacitet
- Nogle elever har bestemt Carnot nyttevirkningen
- Muligvis driller ordet varmeeffekt eleverne. Der bruges både ordet varmeeffekt og effekt i spørgsmålet.

### Eksempel på besvarelse:

$$Q = n \cdot c_{mp} \cdot \Delta T$$

Der antages i denne formel, at trykket er konstant. Det gøres på baggrund af, at trykket indenfor og udenfor er ca. 1 atm. Fra forrige opgave vides det, at den luft, der suges ud er hvert sekund, svarer til 9,9 mol.

Temperaturforskellen kan konverteres direkte fra celsius til K, da en enhed på celsiuskalaen er det samme som på Kelvinskalaen. Dermed:

$$\Delta T = 22^\circ\text{C} - (-5^\circ\text{C}) = 27^\circ\text{C} = 27 \text{ K}$$

$c_{mp}$ -værdien findes i Orbit A. Tør luft har en  $c_{mp}$ -værdi på  $29,1 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ . Luften antages til at være tør, da der ikke er opgivet andet i opgaven. Der sættes tal ind i formlen:

$$Q = 9,9 \text{ mol} \cdot 29,1 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 27 \text{ K} \approx 7,78 \text{ kJ}$$

Nu laves omregningen til effekt for forståelsens skyld:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{7,78 \text{ kJ}}{1 \text{ s}} = 7,78 \text{ kW}$$

Dermed er varmeeffekten ca. 7,78 kW.

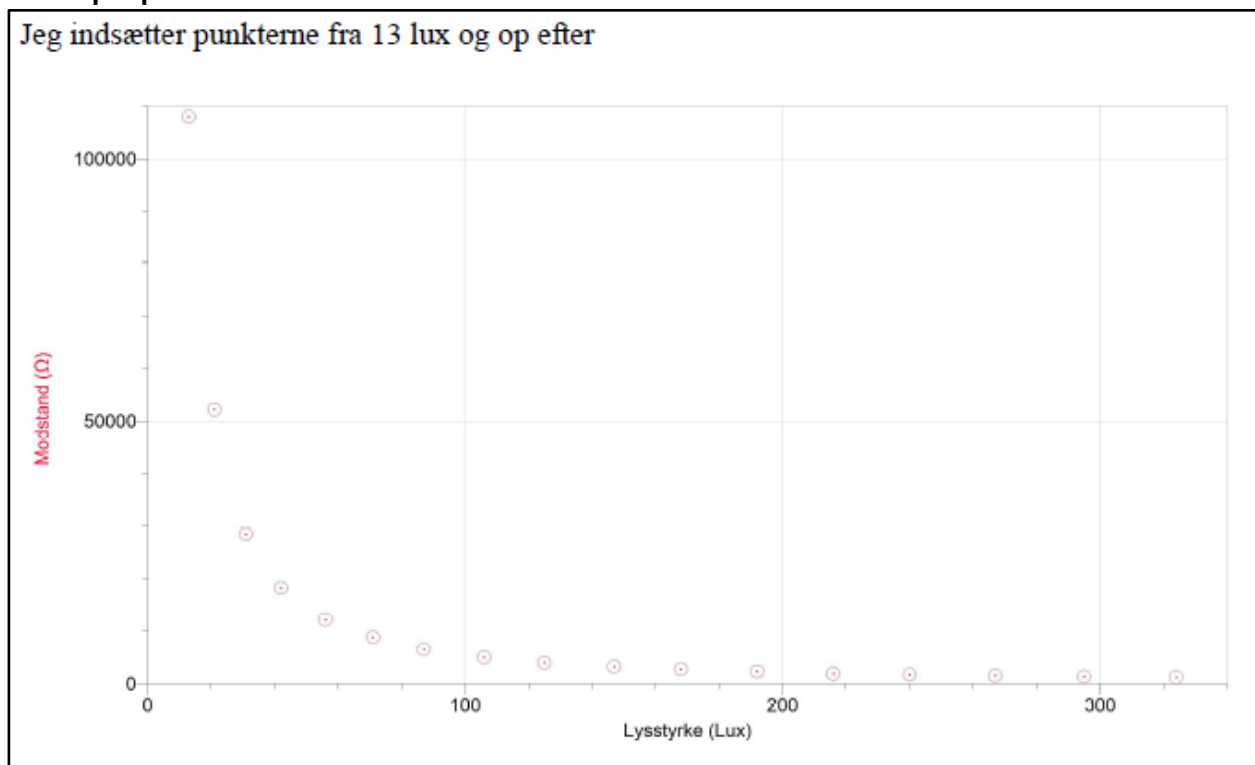
## Delopgave 3a

Lav en graf, der viser resistansen som funktion af lysstyrken fra 13 lux og opefter.

### Censorerens bemærkninger:

- Langt hovedparten tegner en OK graf. Enkelte elever bytter om på akserne
- En del elever (20%) tegner et punkt-plot i stedet for en graf
- En del elever undlader at skrive betegnelser og enheder på akserne
- Excel er her et velegnet værktøj til graftegning.
- De elever der benytter Maple til at tegne graferne klarer sig gennemgående dårligst.
- Den eksemplariske opgave er løst når eleven får plottet grafen med det korrekte datasæt. Ved indtegning af grafer bør det understreges, at der skal angives hvad der er på akserne (fysisk størrelse og enhed).

### Eksempel på besvarelse:



## Delopgave 3b

---

Hvad viser voltmeteret, når lysstyrken er 324 lux?

### Censorerens bemærkninger:

- Forklaringerne er generelt gode
- Opgaven er ikke svær, men en hyppig fejl er at eleverne kun benytter den ene af de 2 modstande når de udregner strømstyrken.
- Nogle elever benytter formlen for en spændingsdeler direkte.

### Eksempel på besvarelse:

**b) Hvad viser voltmeteret, når lysstyrken er 324 lux?**

Ses der på figur 3.2 i opgavesættet, kan det ses at modstandene står i en seriekobling. I en seriekobling er strømstyrken konstant hele vejen igennem. Strømstyrken bestemmes ud fra ohms lov:

$$U = R \cdot I$$

hvor  $R$  er den samlede modstand i kredsløbet, også kaldet erstatningsresistansen. Erstatningsresistansen i en seriekobling bestemmes som summen af de enkelte resistanser:

$$R_{total} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Når lysstyrken er 324 lux, vil resistansen i  $R_1$  være 1200. Dette giver så en samlet resistans på 1700. Da forsyningsspændingen er givet til 11 V, kan strømstyrken nu findes til den givne lysstyrke:

$$11 \text{ V} = 1700 \Omega \cdot I \Leftrightarrow I = \frac{11 \text{ V}}{1700 \Omega} = 0,00647058823529 \text{ A}$$

Voltmeteret måler kun spændingsfaldet over  $R_2$ , som har en resistans på 500  $\Omega$ . Da strømstyrken er konstant hele vejen, kan voltmeterspændingen bestemmes:

$$U = R_2 \cdot I = 500 \Omega \cdot 0,00647 \text{ A} = 3,235 \text{ V}$$

**Når lysstyrken er 324 lux, vil voltmeteret altså vise en spændingen svarende til 3,235 V.**

## Delopgave 3c

---

Indtegn voltmeterspændingen som funktion af lysstyrken i et koordinatsystem, og vurder om voltmeterspændingen med god tilnærmelse er proportional med lysstyrken.

### Censorerens bemærkninger:

- Størstedelen af fejlene her skyldes følgefejl fra opgave b.
- Mange elever glemmer at forklare hvordan de er kommet frem til voltmeterspændingen
- Næsten ingen elever er opmærksomme på at proportionalitet ikke er det samme som lineær sammenhæng.
- De fleste elever finder en tendenslinie af typen  $y=a \cdot x+b$ , men da b-værdien er meget tæt på 0, kan den jo med rimelighed påvise proportionalitet.
- Ca. halvdelen af de elever som får en ret linie benytter  $R^2$  værdien i deres argumentation.

- Den eksemplariske besvarelse sker, når eleven laver et lineært plot, hvortil der knyttes en redegørelse for databehandlingen bag det nye datasæt.
- Til sidst forventes det at eleven laver en vurdering af plottets linearitet hvilket oplagt kan gøres vha. R-kvadrat.

### Eksempel på besvarelse:

Voltmeterspændingen,  $U_{m\grave{a}l}$ , kan beregnes ved hjælp af den ovenfor opstillede udtryk. Ved at beregne voltmeterspændingen for alle de sammenhørende værdier for lysstyrke og resistans i den lysfølsomme modstand, kan der fremstilles et plot til vurdering af den formodede proportionalitet.

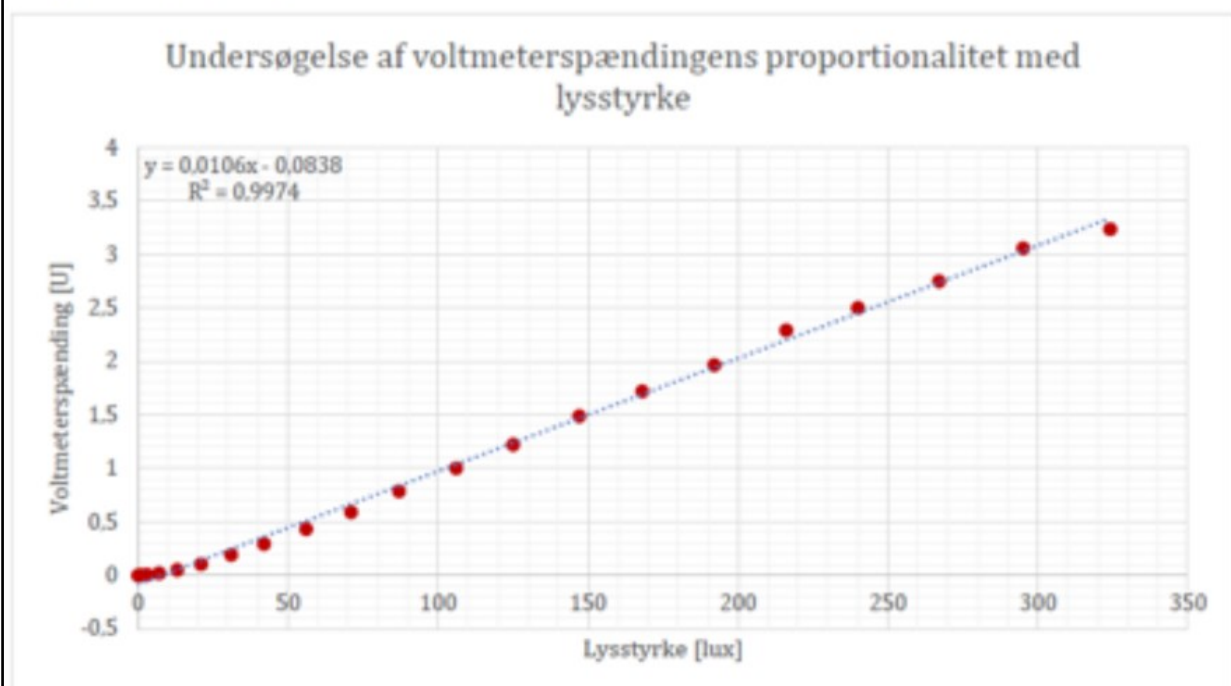
Altså anvendes følgende udtryk, hvor  $U_{m\grave{a}l}$  er voltmeterspændingen og  $R_{m\grave{a}l}$  er den målte resistans ved en given lysstyrke, til at fremstille en graf:

$$U_{m\grave{a}l} = 11,0 \text{ V} - 1200 \Omega \cdot \frac{11,0 \text{ V}}{R_{m\grave{a}l} + 500 \Omega}$$

Konstanterne i udtrykket er naturligvis specifikke for netop dette elektriske kredsløb.

Grafen opstilles vha. Excel.

Figur 3.3 viser undersøgelsen af proportionaliteten, mens tabel 3.2 viser de plottede data. Af figur 3.4 fremgår den i Excel anvendte formelkommando.



Figur 3.3: Undersøgelse af formodet proportionalitet mellem aflæst voltmeterspænding og lysstyrke. Der er for undersøgelsens skyld tilføjet en lineær tendenslinje

## Delopgave 4a

Forklar, hvilken vej B-feltet peger i punktet P.

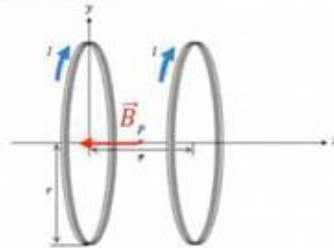
### Censorernes bemærkninger:

- En god besvarelse bør indeholde en henvisning til højrehåndsreglen/tommelfingerreglen som klart beskriver, hvordan eleven tænker.

### Eksempel på besvarelse:

Vi forestiller os en situation, hvor en spole betragtes oppefra, således at hullet i midten peger mod sig. Såfremt der løber en strøm i gennem spolen *med uret*, så peger magnetfeltet *væk fra* sig. Løber strømmen omvendt *mod uret*, så peger magnetfeltet *mod* sig.

Vi vil betragte helmoltspolen fra den retning, hvor spoleerne fremgår at køre med uret. Fra dette synspunkt, så vil magnetfeltet i P pege væk fra os. På skitsen vil dette svare til, at magnetfeltet peger "ret mod venstre" - altså parallelt med x-aksen imod aksens negative ende, som illustreret herunder:



**Altså vil B-feltet i punktet P jævnfør givne skitse pege parallelt med x-aksen mod venstre.**

## Delopgave 4b

Hvad skal strømstyrken indstilles til, hvis man ønsker en magnetisk fluxtæthed på 2,00 mT?

### Censorernes bemærkninger:

- Nævnte formel skal være med. Når  $I$  er isoleret, skal både tal og enheder indsættes. Svaret skal afrundes, opgives i korrekte enheder og kommenteres.

### Eksempel på besvarelse:

Vi har givet følgende udtryk for magnetfeltets styrke  $B$ :

$$B = \frac{8}{5 \cdot \sqrt{5}} \cdot \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{r}$$

Vi har ligeledes givet antal vindinger  $N$  og radius  $r$ , samt vi kan slå vakuumpermeabiliteten  $\mu_0$  op i Orbit A (Holck et. al., 2009, p. 126) til at være lig ca.  $1,257 \cdot 10^{-6} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ :

$$N := 124 : r := 14,8 \text{ cm} : \mu_0 := 1,257 \cdot 10^{-6} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}} :$$

Vi sætter den magnetiske fluxtæthed  $B$  lig 2,00 mT:

$$B := 2,00 \text{ mT} :$$

Vi løser nu udtrykket for den magnetiske fluxtæthed for strømstyrken  $I$ , som resulterer i en magnetisk fluxtæthed på 2,00 mT:

$$I := \text{solve} \left( B = \frac{8}{5 \cdot \sqrt{5}} \cdot \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{r}, I \right) = 2,653992968 \text{ A}$$

Vi afrunder denne strømstyrken til tre betydende cifre, da alle anvendte værdier var opgivet i dette:

$$I \approx 2,65 \text{ A}$$

Dette facit vurderes at virke rimeligt, da det er en realistisk praktisk strømstyrke.

**Altså kræver det en strømstyrke på ca. 2,65 ampere, hvis den magnetiske fluxtæthed i punktet P skal være 2,00 millitesla.**



## Delopgave 4c

Bestem maksimalværdien af den inducerede spænding over målespolen.

### Censorerens bemærkninger:

- En svær opgave, som stiller krav om at kunne induktionsloven, differentiere og have styr på forskriften for en vekselstrømsfunktion

### Eksempel på besvarelse:

Strømstyrken igennem Helmholtz spolerne har en amplitude på 2A og en frekvens på 50Hz. Dette betyder at strømstyrken som funktion af tiden kan beskrives således med en sinus funktion:

$$I(t) = I_{maks} \cdot \sin(f \cdot 2\pi \cdot t) = 2A \cdot \sin(50Hz \cdot 2\pi \cdot t)$$

Vi kan indsætte dette i formelen for fluxtæthed for at få fluxtætheden i punktet P som funktion af tiden:

$$B(t) = \frac{8}{5 \cdot \sqrt{5}} \cdot \mu_0 \cdot \frac{N \cdot 2A \cdot \sin(50Hz \cdot 2\pi \cdot t)}{0,148m}$$

Siden målespolen er lille antager jeg at den magnetiske fluxtæthed er den samme over hele tværsnitsarealet af spolen, Siden målespolen er placeret på punktet P kan funktionen for fluxtætheden dermed ændres til en funktion for magnetisk flux over målespolen således:

$$A \cdot B(t) = \Phi_B(t) = 3,14 \cdot 10^{-4}m^2 \cdot \frac{8}{5 \cdot \sqrt{5}} \cdot \mu_0 \cdot \frac{N \cdot 2A \cdot \sin(50Hz \cdot 2\pi \cdot t)}{0,148m}$$

Herfra kan induktionsloven benyttes:

$$U_{ind} \cong -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

Induktionsloven kan bruges til at finde en funktion for den inducerede strøm. Dette gøres i CAS værktøjet nspire

Definerer funktion for magnetisk fluxtæthed

$$\varphi(t) = 3,14 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{8}{5 \cdot \sqrt{5}} \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{124 \cdot 2 \cdot \sin(100 \cdot \pi \cdot t)}{0,148} \rightarrow \text{Udført}$$

Ganger  
med  $N_2$

Differentiere for at få funktion for spændingen

$$u(t) = 80 \cdot \frac{d}{dt}(\varphi(t)) \rightarrow u(t) = -0,011891 \cdot \cos(314,159 \cdot t)$$

(bemærk jeg ganger med 80 i udledningen af  $u(t)$ , fordi målespolen har 80 vindinger)

Udregner maksimal spænding

$$u(0,01) \rightarrow 0,011891$$

$$U_{maks} = \underline{\underline{0,012V}}$$

Så lige ved dette toppunkt er spændingen positiv. Så den maksimale spænding i den lille målespole er 0,012V. Dette virker som en lav spænding, men magnetfeltet af Helmholtz spolen dækker et langt større areal end blot målespolen. Efter at have lavet opgaven har jeg opdaget at der findes en standard formel for maksimal induceret spænding:

$$U_{maks} = 2\pi \cdot f \cdot B_{maks} \cdot A \cdot N_2$$

Ved brug af denne formel fik jeg ligeledes 0,012V. så 0,012V virker helt klart til at være rigtigt.

## Delopgave 5a

Bestem massen af det lange blad og massen af det korte blad.

### Censorerens bemærkninger:

- Dette spørgsmål besvares rigtigt af rigtig mange eksaminander. Ved forkert besvarelse er en typisk fejl

$$m_{kort} := m_{kniv} \cdot \frac{l_{kort}}{l_{lang}} = 678.723 \text{ gm}$$

i stedet for

$$m_{kort} := m_{kniv} \cdot \frac{l_{lang}}{l_{sum}} = 680.263 \text{ gm}$$

- Mange elever vælger en lidt mere kompliceret løsningsvej vha. areal- eller volumenberegning (sidstnævnte med selvvalgt højde på bladene), men kommer godt i mål med det. Enkelte elever bruger densiteten for stål.

### Eksempel på besvarelse:

Eftersom begge blade er lige tykke kan man ved at bestemme deres arealer, og hvor meget de udgør af det samlede areal, bestemme hvor meget masse hvert af bladene har:

$$A_{Kort} := 29 \text{ cm} \cdot 5 \text{ cm} \quad 145 \text{ cm}^2 \quad (5.1.1)$$
$$A_{Lang} := 47 \text{ cm} \cdot 5 \text{ cm} \quad 235 \text{ cm}^2 \quad (5.1.2)$$
$$A_{Total} := A_{Kort} + A_{Lang} \quad 380 \text{ cm}^2 \quad (5.1.3)$$

Med det totale areal bestemt, findes nu den procentvise størrelse af de to areal, ud af det samlede areal:

$$P_{Kort} := \frac{A_{Kort}}{A_{Total}} \quad 38.16\% \quad (5.1.4)$$
$$P_{Lang} := \frac{A_{Lang}}{A_{Total}} \quad 61.84\% \quad (5.1.5)$$

Hvorefter der til slut kan findes de respektive masser af det korte og det lange blad, ved at tage produktet af deres procentvise størrelse og bladene samlede masse:

$$m_{Total} := 1100 \text{ g} \quad 1100 \text{ g} \quad (5.1.6)$$
$$m_{Kort} := m_{Total} \cdot P_{Kort} \quad 419.73684 \text{ g} \quad (5.1.7)$$
$$m_{Lang} := m_{Total} \cdot P_{Lang} \quad 680.26316 \text{ g} \quad (5.1.8)$$

Dermed er massen af det korte blad bestemt til at være: **420 g** og masse af det lange til at være **680 g**, når der afrundes til to betydende cifre. Resultater der virker realistiske når der ses på at, det lange blad er lidt under to tredjedele længere end det korte, og det ligledes vejer lidt under to tredjedele mere end det korte blad.

## Delopgave 5b

Hvilken fart har spidsen af det lange blad?

### Censorernes bemærkninger:

- Forholdsvis mange elever vælger forkerte løsningsveje, f.eks.

$$v = 2 \pi \cdot r \cdot \omega$$

eller

$$I \cdot \omega = m \cdot r^2 \cdot \frac{v}{r}$$

### Eksempel på besvarelse:

Farten af det lange blads spids kan findes ud fra definitionen på vinkelhastighed,  $\omega = \frac{v}{r}$ , da både vinkelhastigheden og længden af det lange blad er kendt, hvorfra radius nemt kan udledes:

$$L_{Lang} := 47 \text{ cm} \qquad 47 \text{ cm} \qquad (5.2.1)$$
$$r_{Lang} := \frac{L_{Lang}}{2} \qquad 23.50 \text{ cm} \qquad (5.2.2)$$
$$\omega := 370 \text{ s}^{-1} \qquad 370 \frac{1}{\text{s}} \qquad (5.2.3)$$
$$v_{Spids} := \omega \cdot r_{Lang} \qquad 86.95 \frac{\text{m}}{\text{s}} \qquad (5.2.4)$$

Hvilket, når der afrundes til to betydende cifre, resulterer i at bladets spids har en hastighed på:  $87 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Denne hastighed virker høj, men når det tages i betragtning at en plænklipper snurrer meget hurtigt rundt, og at hastigheden ved spidserne på de lange blade er den højeste, virker det som et realsitsk bud.

## Delopgave 5c

Bestem en tilnærmet værdi for knivens rotationsenergi, og forklar hvilke tilnærmelser du gør.

### Censorernes bemærkninger:

- Nogle elever beregner inertimomentet for en skive med radius svarende til radius af det lange blad. Når bladene bliver betragtet som homogene stænger, indgår nogle gange kun det lange blad i udregningen og der ses bort fra de lille blade.

- Meget få elever argumenterer for antagelser - hvorvidt bladet kan betragtes som enten homogen stang eller homogen plade.

### Eksempel på besvarelse:

Jeg antager at det er to homogene plader hvor jeg finder inertimomentet igennem pladens centrum. Ved hjælp af formlen  $I_0 = \frac{1}{12} \cdot m \cdot (a^2 + b^2)$  for at kunne bruge den formel bliver jeg dog nød til at antage at bladene er lige i spidserne, og ikke skrå som det ses på billedet. Desuden har bladet nogle buk, som jeg også vælger at se bort fra.

$$I_{0lang} := \frac{1}{12} \cdot m_{lang} \cdot (l_{lang}^2 + b^2) = 0.01266423246 \text{ kg m}^2$$

$$I_{0kort} := \frac{1}{12} \cdot m_{kort} \cdot (l_{kort}^2 + b^2) = 0.003029100878 \text{ kg m}^2$$

Det lægges så sammen for at finde hele knivens inertimoment

$$I_{0total} := I_{0kort} + I_{0lang} = 156.9333334 \text{ kg cm}^2$$

Inertimomentet af hele kniven er derved  $156.9 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2$  det bruger jeg i formlen  $\frac{1}{2} \cdot I_0 \cdot \omega^2$

$$E_{rot} := \frac{1}{2} \cdot I_{0total} \cdot \omega^2 = 1074.208667 \text{ J}$$

Dermed er knivens rotations energi 1074.2J

### Delopgave 5d

Med hvor stor en vandret kraft vil kniven påvirke den roterende aksel på grund af denne ubalance?

#### Censorernes bemærkninger:

- For mange elever er det svært at se, at centripetalkraften skal beregnes. Nogle elever beregner tyngdekraften.

### Eksempel på besvarelse:

Jeg beregner hvor stor centripetal kraften påvirker det gram som blev siddende i den modsatte side. det gør jeg ved formlen  $F_{cen} := -m \cdot \omega^2 \cdot r$

$$m := 1 \text{ g} :$$

$$F_{cen} := -m \cdot \omega^2 \cdot r = -32.17150000 \text{ N}$$

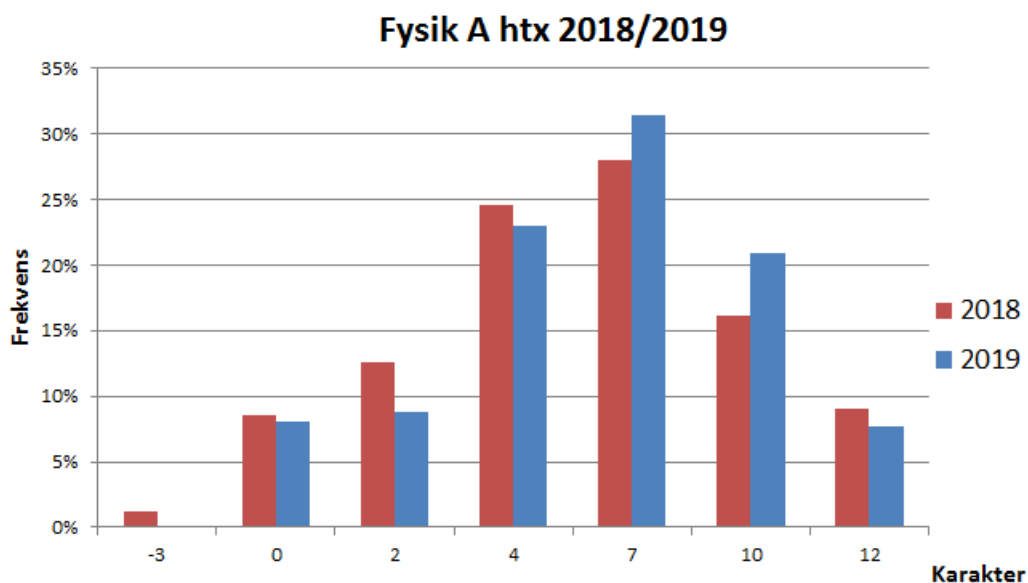
Kniven vil påvirke akslen med 32.2N

#### 4. Karakterstatistik for den skriftlige prøve 2019

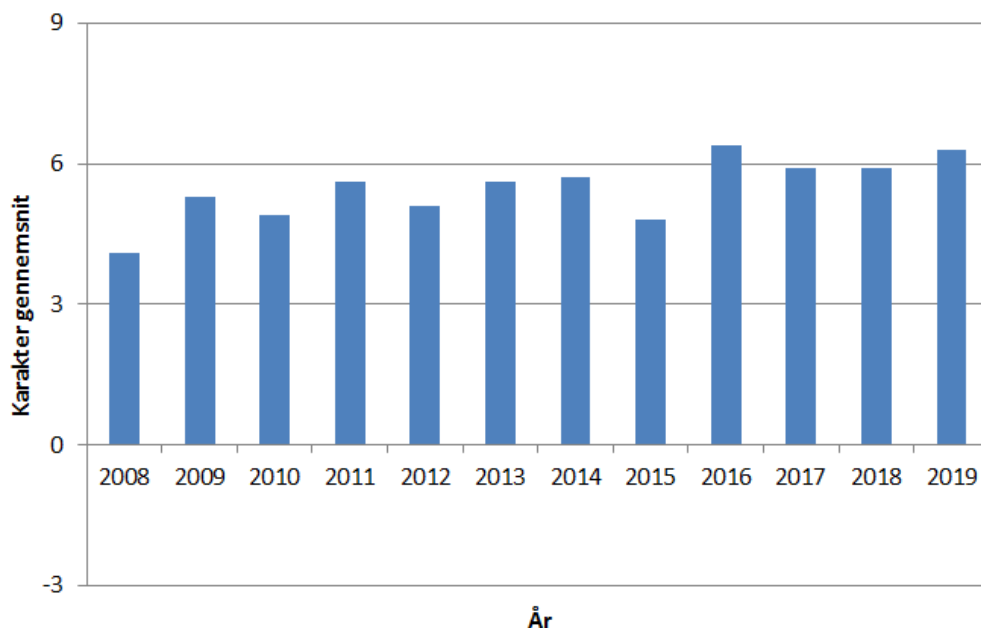
På censormødet fastsættes karaktererne og de indtastes i netprøver. På baggrund af disse data fra Netprøver.dk er der gennemført en statistisk opgørelse som viser at karaktergennemsnittet blev 6,3, hvilket er en lille forbedring i forhold til sidste år. Gennemsnittet af de beståede karakterer var 6,87. I alt var 1217 eksaminander til prøve, hvoraf 8 % fik en ikke bestået karakter. Resultaterne er sammenfattet i nedenstående statistik:

Karakterer	-3	0	2	4	7	10	12	I alt
Antal	2	98	107	280	382	255	93	1217
Frekvenser	0%	8%	9%	23%	31%	21%	8%	100%

Statistikken herunder viser, hvordan de samlede prøvekarakterer for 2018-2019 fordeler sig på de enkelte karakterer.



## Fysik A, htx - skr. eksamen



Resultaterne placerer sig tæt på tidligere års prøveresultater, men der ses dog en tendens til svagt stigende karakterer ved den skriftlige eksamen.

### 5. Afsluttende bemærkninger

Der har i 12 år været afholdt skriftlig prøve efter 2005-ordningen, og opgavesæt efter 2010 findes på emu'ens Materialeplatformen: <http://materialeplatform.emu.dk/eksamensopgaver/>. Lærere kan opnå adgang ved hjælp af Uni-login.

Fysiklærerne på skolen opfordres til at samarbejde om opgavedimensionen i undervisningen på såvel B som A-niveau. Erfaringerne fra den skriftlige prøve på A-niveau kan med fordel blive inddraget på faggruppens møder. De elever, der får fysik A gennem opgradering af fysik B, må hjælpes til et godt grundlag for problemløsning ved at arbejde med rimelige mængder opgaver allerede i fysik B-undervisningen. På den enkelte skole anbefales det, at arbejdet med undervisningen på fagets højeste niveau koordineres, så de indhøstede positive og negative erfaringer gives videre, når den ene lærer afløser den anden.

Thomas Brun Kristensen  
Fagkonsulent

Søren P. Møller  
Medlem af opgavekommissionen