UNDERVISNINGS
MINISTERIET
STYRELSEN FOR
UNDERVISNING OG KVALITET

Fysik 2016

Råd og vink til den skriftlige prøve
Fysik stx
Maj – juni 2016

Undervisningsministeriet
Styrelsen for Undervisning og Kvalitet

Indhold

1. Indledende bemærkninger

Ved den skriftlige prøve i fysik (stx) sommeren 2016 er der stillet to opgavesæt, som er tilgængelige på Materialeplatformen. Sættene er mærket 1STX161-FYS/A-25052016 og 2STX161-FYS/A- 01062016 og findes på adressen
http://materialeplatform.emu.dk/eksamensopgaver/gym/stx/2016.html .

Sættene vil nedenfor blive behandlet hver for sig, dog med nogle fælles generelle kommentarer.

Opgavekommissionen bag opgavesættene til årets skriftlige prøve i fysik (stx) bestod af Frank Borum, Gert Hansen (formand), Nils Kruse, Randi Larsen og Martin Schmidt. Fagkonsulent Kim Bertelsen har været tilknyttet opgavekommissionen.

Begge opgavesæt indeholdt 15 spørgsmål, herunder opgaver indenfor emnet Fysik i det 21. århundrede, som i år omhandler ”Plasmafysik og fusionsenergi”. I sæt 1 drejer det sig om opgave 6 Alcator C-Mod, mens det i sæt 2 er opgave 5 Plasmaopvarmning. Også i skoleåret 2016-17 er emnet for Fysik i det 21. Århundrede ”Plasmafysik og fusionsenergi”.

2. Censorernes bedømmelse af kvaliteten af årets opgaver

På censormødet diskuterer fysikcensorerne de to sæt som helhed inden karakterfastsættelsen 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 basis 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.

Under rettearbejdet indberetter censorerne deres umiddelbare bedømmelse af et antal besvarelser. Hvert af de 15 spørgsmål tildeles her et pointtal mellem 0 og 10. I år udgør disse indberetninger en stikprøve på ca. 90 % af samtlige besvarelser. Det skal bemærkes, at der ikke er nogen centralt fastsat rettenorm, som fastlægger pointfradraget for bestemte fejltyper.

Pointtallene fra stikprøven kan alt andet lige 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 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 er i det følgende angivet som *elevscore*.

De skriftlige censorer har endvidere vurderet de enkelte spørgsmål på en skala med fem gradueringer: Uegnet spørgsmål (-2), Ringe spørgsmål (-1), Middelgodt (0), Velegnet (+1) og Meget velegnet (+2). Vurderingerne er angivet under de enkelte sæt.

3. Censorernes bemærkninger til besvarelserne af sæt 1

1325 elever var til eksamen i dette sæt. Censorer vurderede jf. skalaen ovenfor i alt 12 spørgsmål i sæt 1 til 1,1 eller derover, mens 3 lå mellem 0,7 og 0,9. Gennemsnittet af censorernes vurdering af sæt 1 er 1,2. Den bedste vurdering fik spørgsmålene 1b (1,6), 5b (1,6) og 7c (1,7), mens 6a (0,7) og 6b (0,7) fik den laveste vurdering.

1. Proptrækker

Spørgsmål 1a (Elevscore: 9,2)
Mange elever anvender ikke fysiske symboler i deres besvarelse, men angiver sammenhængen med en tekst eller i nogle tilfælde blot som en beregning med de opgivne tal.
Der er mange elever, der ikke overvejer nøjagtigheden af resultatet og angiver for mange betydende cifre.

Et eksempel på en god besvarelse:

Beregn vinens densitet.
Vi benytter følgende formel, som angiver en given stofmængdes densitet og volumen:
$m = \rho \cdot V \Leftrightarrow \rho = \frac{m}{V}$

Vi ved at $1\ L = 1 \cdot 10^{-3}\ m^3$, derfor:
$\rho = \frac{0{,}73\ kg}{0{,}75 \cdot 10^{-3}\ m^3} = 973{,}333 \frac{kg}{m^3}$
$\Updownarrow\ \rho \approx 973 \frac{kg}{m^3}$

Det vil sige, at vinens densitet er ca. 973 kg/m^3, hvilket ligger tæt op ad vands densitet ved $20°C$, som vinen tilnærmelsesvist godt kan sammenlignes med.

Resultatet burde dog være angivet med 2 betydende cifre – og uden 'ca.'.

Spørgsmål 1b (Elevscore: 6,8)
En del elever angiver argument for, at det af kraften udførte arbejde ækvivalerer et areal under (*s*, *F*)-kurven – enten ved angivelse af integral eller ved argument ud fra angivelse af formlen $A = F \cdot \Delta s \cdot \cos(\Theta)$. Ved det sidste mangler for det meste en bemærkning om, at kraften skal være konstant, for at formlen gælder, og at man derfor må ty til bestemmelse ved arealet.
Enkelte elever kommenterer direkte, at kraften og strækningen har samme retning, og at arbejdet derfor er positivt. De elever, der i argumentationen benytter $A = F \cdot \Delta s \cdot \cos(\Theta)$, angiver typisk, at vinklen Θ er nul og derved indirekte, at arbejdet er positivt.

Arealbestemmelsen foregår typisk enten ved optælling af tern med bestemmelse af værdien for ét tern, eller ved tilnærmelse gennem firkanter og trekanter.

Typiske fejl er for grov optælling af antal tern og manglende 'ternværdi' – en tern sættes til 1 J.

Et eksempel på en god besvarelse:

Vurdér størrelsen af den gennemsnitlige effekt, hvormed kraften F udfører arbejde på proppen under åbningen af vinen.

Arbejder A som en kraft udfører er givet ved

$$A = \int_{s_1}^{s_2} F(s)\,\mathrm{d}s$$

hvor s_1 og s_2 er arbejdet udført på strækningen fra s_1 til s_2 og $F(s)$ er kraften til strækningen s.

Hvis vi betragter den overstående kurve ser vi at vi her har en graf der viser sammenhængen mellem kraften F og strækningen s. Dvs. at arbejdet udført på proppen må være givet ved arealet under kurven. Da kurven ikke har nogen let genkendelige form, som vi kan beskrive matematisk, vælger vi i stedet at tælle antallet af tern under kurven. Hver tern har størrelsen $25\,\mathrm{N} \cdot 0.0025\,\mathrm{m}$

$$0.0625\ \mathrm{J} \tag{2}$$

Vi tæller på grafen der til at være ca. 117.5 tern.

Dvs. at det samlede arbejde udført på proppen under åbningen af vinen er $117.5 \cdot 0.0625\ \mathrm{J}$

$$7.34375\ \mathrm{J} \tag{3}$$

Den gennemsnitlige effekt P udført på et objekt kan findes ved

$$P = \frac{A}{t}$$

hvor A er arbejdet udført på objektet i tidsrummet t.

Vi indsætter nu de kendte værdier og beregner

$$P = \frac{7.34375\ \mathrm{J}}{2.3\,\mathrm{s}}$$

$$P = 3.192934783\ \mathrm{W} \tag{4}$$

Dvs. at den gennemsnitlige effekt udført på proppen under åbningen med kraften F er 3.2 W.

2. PET-Skanning med ^{13}N

Spørgsmål 2a (Elevscore: 6,0)

En god besvarelse af spørgsmål 2a må indeholde en henvisning til bevarelsessætning for kernereaktioner. Som minimum må nævnes at nukleontal og ladningstal er bevaret. Begge disse tal skal være vist i reaktionsskemaet. Som symbol for protonen må benyttes *p* eller *H*, ikke *P.*

Spørgsmål 2b (Elevscore: 8,2)

Der er tale om et klassisk spørgsmål i fysikopgaver. Volder ikke problemer nu, hvor eleverne bruger solve.

Spørgsmål 2c (Elevscore: 6,0)

I opgaven står, at hvert henfald afsætter energien 189 fJ i patienten. Det vil være meget fint, hvis eleven alligevel nævner, at inden for den korte tid af en halv time, må det antages, at der ikke er sket nogen biologisk udskillelse af det indsprøjtede ^{13}N. Resultatet bør angives i J eller mJ, ikke i fx 10^{13}fJ eller lignende, og med tre betydende cifre.

Et eksempel på en god besvarelse:

Opgave 2

c

Fordi Inspire ikke bryder sig om at regne funktioner med enheder på, omskriver jeg alle tider til sekunder, og fjerner enhederne.

Jeg beregner antallet af henfald, som arealet under grafen for aktivitetsfunktionen, i intervallet fra 15 minutter, til 45 minutter.

$$\mathbf{a0}:=1633150000 \blacktriangleright 1633150000$$

$$\mathbf{a}(t):=\mathbf{a0}\cdot\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{597.6}} \blacktriangleright \textit{Udført}$$

$$\int_{900}^{2700} \mathbf{a}(t)\, dt \blacktriangleright 4.34287\text{E}11$$

Dette antal henfald ganger jeg så med den mængde energi der afsættes i patienten per henfald

$$434287000000.\cdot 189\cdot 10^{-15}\cdot \_J \blacktriangleright 0.08208\cdot \_J$$

Altså afsættes der 0.08208· _J i patienten i løbet af de 30 mintter.

3. Skærmfilter

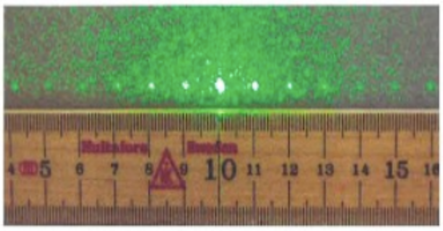
Spørgsmål 3a (Elevscore: 6,2)

Eleven bør aflæse alle datapunkterne til begge sider af nulte ordens spektret på billedet og anvende regression på data med brug af gitterligningen. Der bør også være en skitse af den trekant, der regnes på, i forbindelse med opstillingen af forsøget. Endelig er det en kvalitet, hvis eleven har overvejelser mht. præcision i valget af datapunkter.

Et eksempel på en god besvarelse:

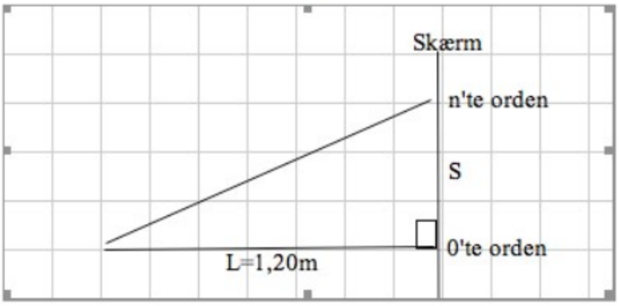
Opgave 3 Skærmfilter

En laser med bølgelængden $\lambda := 532 [\![\mathrm{nm}]\!]$: lyses gennem et skærmfilter(og det fungerer på samme måde som et optisk gitter).
Resultatet af difraktionen på en skærm der er L=120cm væk, ses herunder, med 0'te orden ved 10cm



Da der ifølge gitterligningen gælder, at $\sin(\phi_n) = \frac{\lambda}{d} \cdot n$ vil jeg bestem $\sin(\phi_n)$ for de forskellige synlige ordner og plotte en $(n, \sin(\theta_n))$ graf.

Antager vi, at laseren, er vinkelret på gitteret, og gitteret parallel med skærmen, vil vi få en retvinklet trekant, at regne på, se skitse herunder

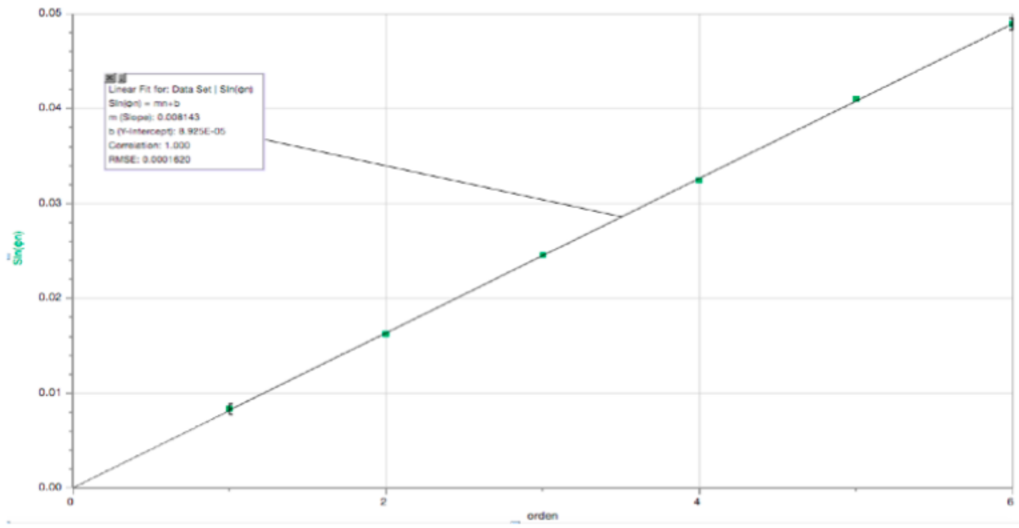


Laver jeg lineær regression(proportional reg) på data, vil hældningskoefficienten være lig $a = \frac{\lambda}{d} \Rightarrow d = \frac{\lambda}{a}$, og jeg kan på den måde bestemme gitterafstanden for skærmfilteret. For at gøre det lidt mere præcist har jeg taget gennemsnittet af afstanden fra 0'te orden til n'te orden, for afstand til højre og venstre. Data ses herunder, hvor $\sin(\phi_n) = \frac{\frac{S_h + S_v}{2}}{\sqrt{L^2 + \left(\frac{S_h + S_v}{2}\right)^2}}$ pga. den retvinklede trekant, skærmen, 0'te orden lysstrålen og n'te ordenslysstrålen laver. Her er S_h hhv. S_v afstanden fra o'te orden til n'te ordens pletten på skærmen hhv til højre og venstre

orden	S_højre (cm)	Sv (cm)	Sin(φn)
1	1.05	0.95	0.008
2	2	1.9	0.016
3	2.85	3.05	0.025
4	3.8	4	0.032
5	4.85	5	0.041
6	5.8	5.95	0.049

Da afstandene til højre og venstre ikke er helt ens, var opstillingen ikke helt perfekt.

Data blev tastet ind i LoggerPro og der blev lavet regression, se herunder



Vi ser at hældningen er $a := 0.008143$:
Hvorfor skærmfilterets gitterkonstant er

$$d := \frac{\lambda}{a} = 65332.18715\ [\![\mathrm{nm}]\!]$$

Altså 65 μm.

4. NTC resistor

Spørgsmål 4a (Elevscore: 8,7)
Flere elever anvender formlen $P = R \cdot I^2$, men der er nogle elever der først beregner spændingsfaldet U ved Ohms 1. lov og derefter benytter $P = U \cdot I$.
Det er god skik altid at angive de bogstavformler først, som benyttes, uanset om der regnes direkte med Joules lov eller først Ohms 1. lov og derpå effektloven.
Der ses i nogle tilfælde fejl i resultaterne pga. præfixfejl, og at der derved optræder en strømstyrke og/eller en effekt, der er helt urimelig, uden at dette kommenteres.

Et eksempel på en god besvarelse:

Den effekt, hvormed der omsættes elektrisk energi i NTC resistoren, beregnes ved $P = R * I^2$:
$R = 25\ k\Omega$
$I = 1{,}9\ mA$

$$P = 25 * 10^3\ \Omega * (1{,}9 * 10^{-3}\ A)^2 = \mathbf{0{,}090\ W}$$

Spørgsmål 4b (Elevscore: 5,2)
Mange elever angiver ikke, at der er tale om en seriekobling af de to resistorer, og at der derfor gælder at $U = U_R + U_{NTC}$ og at strømstyrken gennem de to resistorer er ens $I = I_R = I_{NTC}$.

Typiske fejl er, at det antages, at spændingsfaldet over R er lig det samlede spændingsfald $U = 12{,}0$ V og I beregnes derfor forkert, eller at stømstyrken gennem R_{NTC} antages at være den samme som ved spørgsmål a.

Når flere komponenter er i spil, bør det fremgå klart fx hvilken resistor, der er tale om. Det bør fremgå gennem tekst og gerne med formler/symboler. Desuden ses gerne angivet, at Ohms 1. lov anvendes til bestemmelse af strømstyrken gennem R. Aflæsningen af temperaturen på grafen ud fra R_{NTC} værdien bør ske med rimelig nøjagtighed.

Et eksempel på en god besvarelse: (den aflæste temperatur er dog lidt for stor).

På diagrammet for kredsløbet ses det, at NTC-resitoren er placeret i en serielforbindelse med en anden resistor. Spændingsfaldet over denne resistor beregnes

$$U_{pol} = \mathrm{U_R} + U_{NTC}$$
$$\Leftrightarrow U_R = U_{pol} - U_{NTC} = 12{,}0\ \mathrm{V} - 3{,}5\ \mathrm{V} = 8{,}5\ \mathrm{V}$$

Da spændingsfaldet er kendt, kan strømstyrken gennem resistoren beregnes med Ohms lov

$$U = R \cdot I$$
$$\Leftrightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{8{,}5\ \mathrm{V}}{31\ \mathrm{k\Omega}} = 2{,}7 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{A}$$

Denne strømstyrke er den samme som strømstyrken gennem NTC-resistoren, da disse er serielkoblede. Dermed kan resistansen af NTC-resistoren beregnes med Ohms lov

$$R = \frac{U}{I} = \frac{3{,}5\ \mathrm{V}}{2{,}7 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{A}} = 12{,}8\ \mathrm{k\Omega}$$

På grafen aflæses temperaturen ved 12,8 kΩ til 40 °C

5. E-cigaret

Spørgsmål 5a (Elevscore: 8,9)
Som minimum af forklaring må besvarelser indeholde den/de benyttede formler. Det er god stil at afslutte besvarelsen med en konklusion, hvor resultatet angives i en enhed, der giver mening. I dette tilfælde i minutter og ikke i sekunder.

Et eksempel på en god besvarelse:

A-HVOR LANG TID DER I ALT KAN SUGES, FØR BATTERIET SKAL OPLADES

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{U \cdot q}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta t = \frac{Uq}{P}$$
$$\Delta t = \frac{3{,}7V \cdot 5{,}04 \cdot 10^3 C}{5{,}5W} = \mathbf{3390{,}5\ s \approx 56{,}5\ min}$$

Der kan i alt suges på E-cigaretten i 56,5 minutter før den skal genoplades.

Spørgsmål 5b (Elevscore: 6,0)
I en vurderingsopgave som 5b må eleven antage en realistisk starttemperatur og antage, hvor stor en del af den omsatte energi, der går til opvarmning og fordampning.

Et eksempel på en god besvarelse:

b) Vurdér, hvor meget 1,2-propandiol e-cigaretten kan fordampe pr. sekund.

Det antages her at alt det 1,2-propandiol der opvarmes på, også fordampes. Da effekten i e-cigaretten kendes, så kan følgende udtryk stilles op, da der er tale om effekten over 1 sekund:

$$E_{tilført} = E_{opvarmning} + E_{fordampning} = m \cdot C \cdot \Delta T + m \cdot L_f$$

Det antages at temperaturen på 1,2-propandiol er stuetemperatur $20^o C$:

$$5{,}5J = m \cdot 2{,}51 \frac{J}{g \cdot K} \cdot (187^o C - 20^o C) + m \cdot 711 \frac{J}{g}$$

Denne ligning løses ved brug af TI-Nspires ligningsløser solve:

$$solve\left(5{,}5J = m \cdot 2{,}51 \frac{J}{g \cdot K} \cdot (187^o C - 20^o C) + m \cdot 711 \frac{J}{g}, m\right) => m = 0{,}004867g \approx 4{,}9mg$$

Det er hermed fundet at e-cigaretten kan fordampe omkring 4,9mg 1,2-propandiol pr. sekund. Det faktiske er nok lidt lavere, da det ikke er helt realistisk at det der fordamper er det eneste der bliver varmet op.

6. Alcator C-Mod

Spørgsmål 6a (Elevscore: 9,1)

Den gode elev ved, at der er tale om en torus, opskriver formlen for magnetfeltet i en torus, indsætter værdierne og konkluderer med det rette antal betydende cifre.

Opgaven var let for eleverne med en del småfejl, fx glemte størrelser i formlen – ofte vindingsantallet.

Et eksempel på en god besvarelse:

Der bestemmes størrelsen af det maksimale magnetfelt midt i torussen. Det er oplyst at, torussen har storradius på 0,67 m og 120 vindinger. Den maksimale strømstyrke i vindingerne er 250 kA

($250*10^3$ A). Vi kan således bruge formlen $B = \mu_0 \frac{N*I}{2\pi*r}$, hvor μ_0 er vakuumpermeabiliteten $4\pi*10^{-7}$ $\frac{T*m}{A}$, N er antal vindinger, I er strømstyrken i A og r er afstanden til centrum i torussen i m (storradius). Vi indsætter vores tal og får svaret:

$$B_{maks} = 4\pi * 10^{-7} \frac{T*m}{A} * \frac{120 * 250 * 10^3\ A}{2\pi * 0{,}67\ m} = \mathbf{9{,}0\ T}$$

Størrelsen af det maksimale magnetfelt midt i torussen er på **9,0 T**.

Spørgsmål 6b (Elevscore: 6,9)
Eleven skal aflæse reaktiviteten, opskrive formlen for reaktionsraten, omskrive den vha. argumentet om, at deuterium og helium har samme tætheder, og løse ligningen samt konkludere med det rette antal betydende cifre. Da der ikke var bilag, kræves det ikke, at aflæsningen er vist.

En del elever demonstrerer her en beklagelig mangel på algebraiske færdigheder. Det ses ofte, at $n_1 \cdot n_2$ bliver til $2n$ i stedet for n^2. En faktor $\frac{1}{4}$ kommer ind for tætheden af elektroner.

Et eksempel på en god besvarelse:

Her bestemmes tætheden af deuterium i plasmaet. Det vides, at plasmaet består af deuterium og ^3He med ens tætheder, og dets temperatur er på 58 MK, hvor reaktionsraten er $6{,}4 \cdot 10^{12}$ $m^{-3}*s^{-1}$. På figuren i opgavesættet vises reaktiviteten i 10^{-27} m^3/s som funktion af temperaturen T i MK for fusion mellem deuterium og ^3He. Vi aflæser reaktiviteten ved en temperatur på 58 MK til at være

på $6{,}0*10^{-27}$ m^3/s. Vi bruger nu formlen $\frac{\Delta n}{\Delta t} = n_1 * n_2 * \overline{\sigma * v_{12}}$, hvor $\frac{\Delta n}{\Delta t}$ er reaktionsraten i $m^{-3}*s^{-1}$, n_1 og n_2 er tætheden for hhv. deuterium og ^3He, og da de er den samme, kan de slås sammen til n^2 ($\frac{\Delta n}{\Delta t} = n^2 * \overline{\sigma v_{12}}$). $\overline{\sigma * v_{12}}$ er så reaktiviteten $6{,}0*10^{-27}$ m^3*s^{-1}. Vi isolerer n til $n = \sqrt{\frac{\frac{\Delta n}{\Delta t}}{\overline{\sigma v_{12}}}}$ og indsætter vores tal:

$$n_{deuterium} = \sqrt{\frac{6{,}4 * 10^{12}\ m^{-3} * s^{-1}}{6{,}0 * 10^{-27}\ m^3 * s^{-1}}} = \mathbf{3{,}3 * 10^{19}\ m^{-3}}$$

Tætheden af deuterium i plasmaet er **$3{,}3*10^{19}$ m^{-3}.**

7. Curiosity

Spørgsmål 7a (Elevscore: 9,4)
Det er et standardspørgsmål med direkte indsætning af to opgivne størrelser for at finde en tredje størrelse i en velkendt formel. Der er typisk et afrundingsproblem for mange elever. Ganske få elever finder på alternative løsninger.

Spørgsmål 7b (Elevscore: 8,3)
Spørgsmålet kan løses ved beregning af forskellen mellem den mekaniske energi beregnet vha. $E_{\text{pot}} = mgh$ og $E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$ i to forskellige højder, da tyngdeaccelerationen er oplyst at være konstant. Nogle få elever anvender formlen for potentiel energi i tyngdefeltet og når til samme

resultat. Den typiske fejl er glemt kvadrering af farten i udtrykket for kinetisk energi. Desuden er der problemer med titalspotenser samt fortegn, herunder glemt parentes.

Spørgsmål 7c (Elevscore: 5,8)
Spørgsmålet består af flere dele. Først skal luftmodstanden bestemmes vha. oplysninger om fart, diameter, formfaktor og luftens densitet. En del af eleverne har vanskeligheder med simple beregninger på geometriske objekter og skelner fx ikke mellem diameter og radius eller identificerer diameter og areal.

4. Censorernes bemærkninger til besvarelserne af sæt 2

588 elever var til eksamen i dette sæt. Censorer vurderede jf. skalaen ovenfor i alt 14 spørgsmål i sæt 2 til 1,0 eller derover, mens et lå på 0,7. Gennemsnittet af censorernes vurdering af sæt 2 er 1,3. Den bedste vurdering fik spørgsmålene 3a (1,8), 5c (1,7) og 6b (1,8), mens 4a (0,7) fik den laveste vurdering.

1. Hot Stone massage

Spørgsmål 1a (Elevscore: 9,2)
Der er tale om en simpel fysisk situation, hvor den velkendte effektformel skal anvendes til at bestemme resistansen. Dette kan enten gøres ved først at finde strømstyrken og så resistansen eller direkte ud fra formlen. Et simpelt spørgsmål, som næsten alle elever kan løse.

Et eksempel på en god besvarelse:

a)
Varmelegemets resistans skal bestemmes, når spændingsfaldet er 230 V.

Det vides, at der er følgende sammenhæng mellem resistansen R, spændingen U og strømstyrken I for en elektrisk komponent:

$$R = \frac{U}{I}$$

U kendes, og I kan udregnes med formlen:
$P = I \cdot U$,
da P kendes:

$$1.20\text{kW} = i \cdot 230\text{V} \Rightarrow i = 5.217391304\ \text{A}$$

R kan nu bestemmes:

$$R := \frac{230\text{V}}{5.217391304\ \text{A}} = 44.08333334\ \Omega$$

Varmelegemets resistans er 44.1 Ω

Spørgsmål 1b (Elevscore: 7,1)

Det er en simpel effektopgave, men nu skal varmekapaciteten af systemet beregnes, og starttemperaturen vurderes. Desuden skal eleven vurdere, om systemet kan antages at være isoleret fra omgivelserne. Dette giver anledning til mange rigtig gode overvejelser. Hvad betyder det, at vandet er koldt? Har sten og vand samme starttemperatur? Er systemet rimeligt isoleret, eller skal man antage en nyttevirkning? Der er således ikke blot ét rigtigt svar, men vurderingerne skal være rimelige for at få fuldt pointtal.

Typiske fejl er en fejlagtig og overflødig omregning mellem celsius- og kelvintemperaturer samt en forkert specifik varmekapacitet.

Et eksempel på en god besvarelse:

b)

Det skal vurderes, hvor lang tid der går, inden vandets og stenenes temperatur er 50 °C.

Den mængde energi Q, der skal til at opvarme stenene og vandet kan udregnes med formlen:

$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$

hvor c er den specifikke varmekapacitet, m er massen og Δt er temperaturændringen.

Det vides, at vands specifikke varmekapacitet er $4.182 \, \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$. Det antages, at begyndelsestemperaturen for vandet er 6 °C, da der står at det er koldt vand.

Nu kan energien Q udregnes:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$
$$\Downarrow$$
$$Q := 9\text{kg} \cdot 4.182 \, \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{degC}} \cdot ((50 - 6) \cdot \text{degC}) = 1.656072000 \; 10^{6} \text{ J}$$

Ligeledes gøres det med stenene, hvor den specifikke varmekapacitet og massen er angivet i opgaven. Det vurderes, at stenene har samme temperatur som omgivelserne, dvs. omkring 20 °C:

$$Q := 3.2\text{kg} \cdot 920 \, \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{degC}} \cdot ((50 - 20) \cdot \text{degC}) = 88320.0 \text{ J}$$

Den samlede mængde energi, der skal til at opvarme både vandet og stenene må være summen af de to udregnede energimængder:

$1.656072000 \; 10^{6} \text{ J} + 88320.0 \text{ J} = 1.744392000 \; 10^{6} \text{ J}$

Nu kan tiden, som det tager for varmelegemet at opvarme vandet og stenene udregnes med formlen:

$\Delta E = P \cdot \Delta t$

hvor ΔE er energienmængden, P er effekten, som varmelegemets har og Δt er tiden. Selvfølgelig vil ikke al energien gå til opvarmning af elementerne, da der vil være et tab til omgivelserne, men dette ses der bort fra:

$1.744392000 \; 10^{6} \text{ J} = 1.2\text{kW} \cdot t \Rightarrow t = 24.22766667 \text{ min}$

Dvs., at varmelegemet skal bruge 24 min. til at opvarme vandet og stenene, hvis der ses bort fra tabet til omgivelserne.

2. Antennegalaksen

Spørgsmål 2a (Elevscore: 8,5)
Et forholdsvis uproblematisk spørgsmål.

Et eksempel på en god besvarelse:

2. Antennegalaksen

a)
Da en lav fotonenergi medfører stor bølgelængde, findes den største bølgelængde ud fra den laveste energi i det opgivne fotonenergiinterval, altså $1{,}6 \cdot 10^{-17}$ J. Jeg ved, at fotonens energi er givet som følgende: $E_{fot} = \frac{h \cdot c}{\lambda}$, hvor bølgelængden findes som følgende, og h er plancks konstant:

$$\lambda = c \cdot \frac{h}{E_{fot}} = 3{,}00 \cdot 10^{8}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot \frac{6{,}62606896 \cdot 10^{-34}\,\mathrm{J{\cdot}s}}{1{,}6 \cdot 10^{-17}\,\mathrm{J}} = 1{,}242388 \cdot 10^{-8}\ \mathrm{m}$$

Altså er den største bølgelængde, som Chandra-teleskopet målet, $1{,}24 \cdot 10^{-8}$ m.

Spørgsmål 2b (Elevscore: 8,3)
Her bør eleverne redegøre for, at z <0,1, og at de derfor kan bruge sammenhængen: $v_0 = c \cdot z$.
Der er to spørgsmål, og nogle elever glemmer at bestemme afstanden til Antennegalaksen.

Et eksempel på en god besvarelse:

b. Med hvilken fart bevæger Antennegalaksen sig væk fra os?
Bestem afstanden til Antennegalaksen.

Jeg finder rødforskydningen ud fra formlen for flugthastigheden for nære galakser for nære galakser:

$$v_0 = c \cdot z$$
$$v_0 = 2{,}99792 \cdot 10^8 \frac{m}{s} \cdot 0{,}005688 = 1705216{,}9 \frac{m}{s} = \underline{\underline{1{,}71 \cdot 10^6 \frac{m}{s}}}$$

Til det andet spørgsmål gør jeg brug af Hubbles lov, hvor hubblekonstanten er fundet i formelsamlingen *"Fysik i overblik - kompendium i fysik"* på side 29:

$$v_0 = H_0 \cdot r \Leftrightarrow r = \frac{v_0}{H_0}$$
$$v_0 = 1705216{,}9 \frac{m}{s} = 1705{,}2169 \frac{km}{s}$$

$$r = \frac{1705{,}2169 \frac{km}{s}}{21{,}7 \frac{km}{s \cdot Mly}} = 78{,}58142\ Mly \approx \underline{\underline{78 \cdot 10^6\ lysår}} = 7{,}38 \cdot 10^{23}\ m$$

el.

$$r = \frac{1705{,}2169 \frac{km}{s}}{71 \frac{\frac{km}{s}}{Mpc}} = 24{,}01714\ Mpc = \underline{\underline{24\ Mpc}} = 7{,}40 \cdot 10^{23}\ m$$

Spørgsmål 2c (Elevscore: 3,8)
Typisk fejl er, at eleverne regner bevægelsen som en jævn cirkelbevægelse. Kun i få tilfælde, som i eksemplet nedenfor, argumenteres der for, at den mekaniske energi er bevaret.
Nogle elever bruger formlen $v_{\text{per}} \cdot r_{\text{per}} = v_{\text{aph}} \cdot r_{\text{aph}}$, men giver ingen begrundelse. Det er ikke helt tilfredsstillende.

Et eksempel på en god besvarelse:

c)
For at beregne teleskopets fart, når den er længst væk fra Jordens centrum, atntages det, at den mekaniske energi er bevaret, fordi teleskopet bevæger sig i et vakuum.
Dvs. at summen af den potentielle og kinetiske energi skal være ens ved mindste afstand til Jordens centrum og længste afstand til Jordens centrum.
Den potentielle energi beregnes ved:

$$E_{pot} = -G \cdot \frac{M_J \cdot m}{r}$$

$G := 6.674 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2} = 6.674000000\ 10^{-11}\ \frac{m^3}{kg\ s^2}$

$M_J := 5.974 \cdot 10^{24} kg = 5.974000000\ 10^{24}\ kg$

Det to potentielle energier beregnes ved de to forskellige afstande:

$E_{potP} := -G \cdot \frac{M_J \cdot m}{r_P} = -1.764180354\ 10^7\ m\ \frac{m^2}{s^2}$

$E_{potA} := -G \cdot \frac{M_J \cdot m}{r_A} = -2.868379568\ 10^6\ m\ \frac{m^2}{s^2}$

Den kinetiske energi beregnes ved:

$E_{kinP} := \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_P^2 = 1.512500000\ 10^7\ m\ \frac{m^2}{s^2}$

Med energierne kendt, kan den kinetiske energi for teleskopet, når den er længst væk, beregnes:

$E_{kinP} + E_{potP} = E_{kinA} + E_{potA}$

Der isoleres for E_{kinA}:

$E_{kinA} := E_{kinP} + E_{potP} - E_{potA} = 3.5157603\ 10^5\ m\ \frac{m^2}{s^2}$

For at bestemme teleskopets fart, anvendes formlen for den kinetiske energi, hvor man løser for farten v:

$v_A := simplify\left(\sqrt{\frac{2 \cdot E_{kinA}}{m}}\right) = 838.541627\ \frac{m}{s}$

Dvs. når teleskopet er længst væk, er dens fart $0,84 \frac{km}{s}$.

3. Meget lille pacemaker

Spørgsmål 3a (Elevscore: 5,9)

Mange elever angiver fejlagtigt spændingsfaldet på 4,0 V over resistoren som spændingsfaldet over hjertet.

Et eksempel på en god besvarelse:

Opg 3 - Meget lille pacemaker

Pacemakeren består af en spændingskilde samt en resistor med resistansen 450 Ω. Når pacemakeren sender et elektrisk signal gennem hjertet, er strømstyrken 8,9 mA.

a) Bestem spændingsfaldet over hjertet, når pacemakeren sender et elektrisk signal gennem hjertet.
Det angives, at spændingsfaldet over spændingskilden er 6,5 V. Da hjertet og resistoren er serieforbundet, så må:

$$U_{samlet} = U_{resistor} + U_{hjerte} \Rightarrow U_{hjerte} = U_{samlet} - U_{resistor}$$

Spændingsfaldet over resistoren beregnes med formlen:

$$U = R \cdot I$$

$$U_{resistor} = 450\ \Omega \cdot 8{,}9\ \text{mA} = 4{,}005\ \text{V}$$

$$U_{hjerte} = 6{,}5\ \text{V} - 4{,}005\ \text{V} = 2{,}495\ \text{V}$$

Konklusion: Når pacemakeren sender et elektrisk signal gennem hjertet, så er spændingsfaldet over hjertet ca. 2,5 V.

Pacemakeren kan i alt levere energien 3,5 kJ til hjertet. Energien bliver afsat i form af små elektriske signaler med varigheden 0,50 ms og med en konstant strømstyrke på 8,9 mA. Hjertet slår i gennemsnit 74 slag pr. minut.

Spørgsmål 3b (Elevscore: 4,9)
Vurderingen af den tid, pacemakeren kan fungere, volder en del vanskeligheder. I den gode besvarelse kommenterer eleven sit resultat. Det er i særlig grad nødvendigt, hvis man får urealistiske resultater som eksempelvis 0,098 minutter eller 18.000 år.

Et eksempel på en god besvarelse, hvor det dog kunne det være ønskeligt, at tiden også blev omregnet til år:

b) Vurdér, hvor lang tid pacemakeren kan levere energi til hjertet.
På grafen i opgaven er det gennemsnitlige spændingsfald for signalet 2,25 V. For at beregne energien i ét signal kan man bruge formlen:

$$E = U \cdot I \cdot t$$

$$E_{slag} = 2{,}25\ \mathrm{V} \cdot 8{,}9\ \mathrm{mA} \cdot 0{,}5\ \mathrm{ms} = 1{,}00125 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{J}$$

Da hjertet slår 74 gange pr. minut, så vil effekten være:

$$P = 1{,}00125 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{J} \cdot 74 \frac{1}{60\ \mathrm{s}} = 1{,}23488 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{W}$$

Samlet energi, som pacemakeren kan levere, er 3,5 kJ, og derfor må pacemakeren fungerer i:

$$t = \frac{3{,}5\ \mathrm{kJ}}{1{,}23488 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{W}} = 2{,}83428 \cdot 10^{8}\ \mathrm{s}$$

Konklusion: Pacemakeren kan levere energi til hjertet i ca. $2{,}83 \cdot 10^{8}$ s

4. Produktion af ^{32}P

Spørgsmål 4a (Elevscore: 5,7)
Typisk fejl, at eleverne anfører en forkert reaktionstype, som de så muligvis skriver ”korrekt” op.

Et eksempel på en god besvarelse:

a) Opskrivning af kerneskema for ^{32}P

Vi slår isotoperne op i DATABOGEN på side 200, og finder antallet af protoner:

$$^{32}_{16}S + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{32}_{15}P + {}^{1}_{1}p$$

Vi ser at ved at afstemme reaktionsskemaet med en proton, forekommer ladningsbevarelse, idet der er 16 elementarladninger på hver side$16 = 15 + 1$ og også nukleontalsbevarelse på hver side $33 = 33$.

Spørgsmål 4b (Elevscore: 7,9)
Udfordringen for eleverne i denne opgave er primært at regne med korrekte enheder for halveringstiden henholdsvis henfaldskonstant, således at aktiviteten beregnes med enheden Bq.

Et eksempel på en god besvarelse:

ved brug af de 2 følgende formlen kan vi finde antallet af ^{32}P kerner:

$A = k \cdot N,\ k = \dfrac{\ln(2)}{T1/2}$ <=>

$N = \dfrac{A}{k}$ <=> $N = \dfrac{A}{\ln(2)/T1/2}$

halveringstiden T1/2 for ^{32}P er fundet i databogen til at være: $T1/2 = 14{,}28$ dage

$N = \dfrac{A}{\ln(2)/T1/2}$ <=> $n = \dfrac{23 \cdot 10^3 \cdot \_s^{-1}}{\dfrac{\ln(2)}{14.28 \cdot \_day}}$ ▸ $n = 4.09397E10$

massen af ^{32}P er fundet i databogen til at være 31,9739068u

dermed er massen af ^{32}P i prøven fundet til:

4.09397E10*kerne* · 31.9739068_amu/kerne ▸ 2.17365E-15 · _kg

altså er massen af ^{32}P i svovlprøven $2{,}2 \cdot 10^{-15}$ kg, når aktiviteten er 23kBq

5. Plasmaopvarmning

Spørgsmål 5a (Elevscore: 8,9)
Dette spørgsmål bliver besvaret korrekt af de fleste elever.

Et eksempel på en god besvarelse:

a)
Vi kan finde strømstyrken ved at benytte formlen for magnetfeltet i centrum af en torus

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} * \frac{N * I}{r} \leftrightarrow I = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \frac{B}{\mu_0 \cdot N} = 2 \cdot \pi \cdot 2{,}863m * \frac{2{,}147T}{1{,}257 * 10^{-6}\ \frac{T * m}{A} * 768} = 40{,}0\ \text{kA}$$

Spørgsmål 5b (Elevscore: 8,4)
En del elever er ikke opmærksomme på, at man skal beregne to ting og mister derved point.

Et eksempel på en god besvarelse:

b)
Den gennemsnitlige kinetiske energi kan beregnes ud fra tilstandsligningen

$$\overline{E}_{kin} = \frac{3}{2} k_B * T = \frac{3}{2} * 1{,}381 * 10^{-23} \frac{J}{K} * 37300000K = 7{,}726695 \cdot 10^{-16} J$$

Deuteriumkernerne har den samme kinetiske energi som elektronerne, men bevæger sig med en meget langsommere fart på grund af deres relative større masse i forhold til elektronerne

$$\overline{v}_D = \sqrt{\frac{2\overline{E}_{kin}}{m_D}} = \sqrt{\frac{2 * 7{,}726695 \cdot 10^{-16} J}{2{,}0141u * 1{,}6605402 * 10^{-27} \frac{kg}{u}}} = 679746 \sqrt{\frac{J}{kg}} = 679746 \frac{m}{s}$$

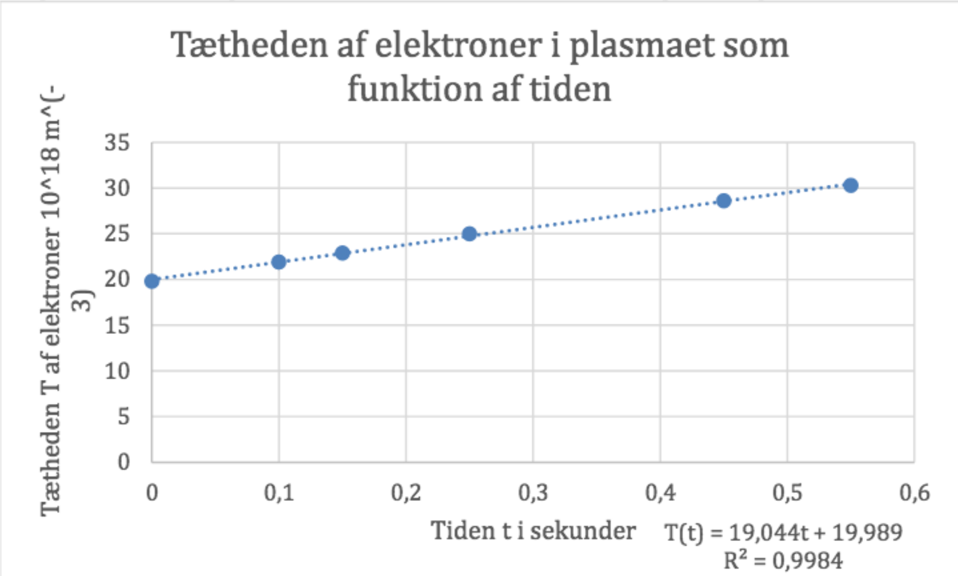
Den gennemsnitlige kinetiske energi er $7{,}73 \cdot 10^{-16}$ J og kernernes hastighed er 680 km/s

Spørgsmål 5c (Elevscore: 4,5)
Spørgsmålet volder en del problemer. De fleste elever laver lineær regression på elektrontætheden som funktion af tiden, og mange identificerer hældningskoefficienten med tilvæksten i tætheden af elektroner og dermed også tilvæksten i tætheden af deuteriumkerner pr. sekund.
En del elever glemmer at argumentere for, at tætheden af elektroner og deuteriumkerner er den samme. En anden typisk fejl er, at elever beregner tætheden efter 1 sekund i stedet for tilvæksten pr. sekund, og endelig er der en del, der glemmer at gange med volumenet eller med faktoren 10^{18}.

Et eksempel på en god besvarelse:

c)

Regression foretages af tabelværdierne via. Excel og der tegnes en tendenslinje



Ud fra udtrykket kan vi se at tætheden af elektroner stiger med omkring $19{,}044 * 10^{18} m^{-3}$ pr. sekund. Sammenhængen er lineær, så vi antager at denne stigning er konstant. Dvs. at hvert sekund stiger antallet af elektroner i plasmaet med $19{,}044 * 10^{18} m^{-3} * 110 m^3 = 2{,}09484 \cdot 10^{21}$ elektroner pr. sekund.

Deuteriumkerner består af både én proton og én neutron, samt én enkelt elektron i elektronskyen. Dvs. at én ioniseret kerne betyder én tilføjet elektron til plasmaet. Det betyder at antallet af deuteriumkerner der er blevet udsendt svarer til stigningen af elektroner i plasmaet pr. sekund.

Massen af deuterium der tilføres pr. sekund er således $m = 2{,}09484 \cdot 10^{21} * \left(2{,}0141u * 1{,}6605402 * 10^{-27} \frac{kg}{u}\right) = 7{,}00618 \cdot 10^{-6} \cdot kg = 7{,}0\, mg$

<u>Der tilføres altså 7,0 mg deuterium pr. sekund.</u>

6. Skihop

Spørgsmål 6a (Elevscore: 9,3)

Et uproblematisk spørgsmål, men der kan opstå fejl for de elever, som ikke regner med enheder. De opdager derfor ikke, at de har glemt fx at omregne km/h til m/s.

Spørgsmål 6b (Elevscore: 5,1)

Kraftanalyse er fortsat ikke nemt for eleverne. En typisk fejl er, at retning af den resulterende kraft tegnes fremad. Enkelte elever skriver fejlagtigt direkte, at kraften må pege fremad, eftersom bevægelsen er fremadrettet.

Ved en god besvarelse skal der redegøres for både længde og retning af kraft-vektorerne. Anvendelse af trigonometriske beregninger eller måling på tegnede kraft-parallelogrammer er ligeværdige besvarelser.

Et eksempel på en god besvarelse:

Vi har, at tre kæfter på virker skihopperen: tyngdekraften og luftmodstandens 2 komponenter.

Jeg beregner tyngdekraften:

$$F_t = g \cdot m = 9{,}82 \cdot \frac{m}{s^2} \cdot 65kg \approx 638{,}3\ N$$

Altså er tyngdekraften ca. lig 0,64kN

Jeg aflæser (tilnærmelsesvist) de to andre kræfter på grafen ud fra x=60:

$$F_1 = 250N + \frac{6}{10} \cdot 50N = 280\ N$$

$$F_2 = 300N + \frac{3}{10} \cdot 50N = 315\ N$$

Jeg indtegner kræfterne på bilaget(vi har, at F_t påvirker lodret nedad, F_1 vandret modsat bevægelsesretningen og F_2 lodret opad):

Jeg beregner den resulterende kraft vha. vektorer, hvor jeg indsætter et normalt xy-koordinatsystem i den røde prik på bilaget.

$$F_{res} = F_t + F_1 + F_2 = \binom{0}{-640N} + \binom{280N}{0} + \binom{0}{315N} = \binom{280\ N}{-325\ N}$$

Jeg beregner størrelsen af den resulterende kraft:

$$F_{res} = \left|\binom{280\ N}{-325\ N}\right| \approx 428{,}9814\ N$$

Altså er størrelsen af den resulterende kraft ca. lig 0,43kN i den vandrette afstand 60m fra start.

Retningen af den resulterende kraft i den vandrette afstand 60 m fra start indtegnes på bilaget vha. vores vektorudtryk for den resulterende kraft.

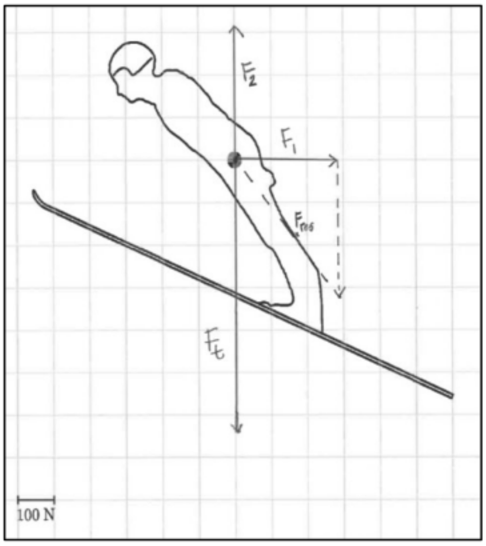
Jeg beregner den vinkel, som den resulterende kraft danner med vandret:

$$\tan v = \frac{modstående}{hosliggende} = \frac{-325\ N}{280\ N}$$

$\Updownarrow$ *Ligningen løses for v vha. CAS-værktøjet WordMat.*

$$v = -49{,}25384$$

Altså danner den resulterende kraft og vandret en vinkel på ca. $49°$ i urets retning.



7. Ishockey

Spørgsmål 7a (Elevscore: 3,9)
Det essentielle i denne opgave er, at gnidning mellem puck og is forårsager, at pucken mister kinetisk energi fra den ene ende af banen til den anden. Som model kan det antages, at den resulterende kraft er lig gnidningskraften.

Der skal derfor tildeles værdier for banens længde og gnidningskoefficient mellem puck og is.
Når der tildeles en værdi for banes længde forventes det, at dette sker ud fra opgavens billede, idet der som reference for længdeenheden vælges noget 'kendt' fra billedet. Mange elever undlader at gøre dette og, ofte gættes på en længde.
Det forventes, at gnidningskoefficienten mellem puck og is tildeles en realistisk værdi. Ofte vurderes denne for høj af eleverne.
Elever tildeler ofte puckens masse en værdi for at kunne beregne, og denne masse forventes så at have en realistisk værdi. Dog er det ikke nødvendigt, at massen tildeles en værdi, idet denne ikke har nogen betydning for resultatet.
Eleverne opdager typisk ikke dette, idet de laver 'trinvise beregninger' i CAS værktøjet.
Ud fra en antagelse om, at den resulterende kraft er gnidningskraften $F_{\text{gnidning}} = \mu \cdot F_{\text{N}} = \mu \cdot m \cdot g$ kan begyndelsesfarten beregnes ved én af følgende to ækvivalente måder. Enten ved brug af konstant accelereret bevægelse $v - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot (s - s_0)$, hvor $m \cdot a = -F_{\text{gnidning}}$. Eller ved brug af arbejdssætningen $\Delta E_{\text{kin}} = A_{\text{gnidning}}$, hvor $A_{\text{gnidning}} = -F_{\text{gnidning}} \cdot \Delta s$
I begge tilfælde har massen ingen betydning.

Nogle elever giver et gæt på, hvor lang tid pucken er om at bevæge sig fra den ene ende af banen til den anden. En sådan tid er ikke fysisk begrundet ud fra billedet eller situationen og anses derfor ikke for en rimelig tildeling.

Et eksempel på en god besvarelse:

Jeg antager at banen er vandret og jævn og at der ikke er nogen luftmodstand. Pucken vejer 300 g, og banen er 60 meter lang. Gnidningskoefficienten mellem pucken og isen er 0,01.

Jeg finder normalkraften.

$300\cdot \_gm\cdot \_g \blacktriangleright 2.942\cdot \_N$

Jeg finder gnidningskraften.

$2.942\cdot \_N\cdot 0.01 \blacktriangleright 0.02942\cdot \_N$

Jeg finder energien, der skal til for at skubbe pucken 60 meter.

$0.02942\cdot \_N\cdot 60\cdot \_m \blacktriangleright 1.7652\cdot \_J$

Jeg finder puckens fart med den kinetiske energi $1.7652\cdot \_J$.

$$\text{solve}\left(1.7652\cdot \_J=\frac{1}{2}\cdot 300\cdot \_gm\cdot v^2,v\right) \blacktriangleright v=-3.43045\cdot \frac{\_m}{\_s} \text{ or } v=3.43045\cdot \frac{\_m}{\_s}$$

Pucken skal derfor have en begyndelsesfart på 3,43 m/s for at nå fra den ene til den anden ende af banen.

5. Generelle bemærkninger til besvarelserne

Eksaminandernes forklaring

Til et fyldestgørende svar på et spørgsmål hører en forklarende tekst, som gør rede for tankegangen bag løsningen, og herunder de relevante antagelser, som eksaminanden har gjort sig med den valgte model. I simple problemstillinger skal man som minimum angive en formel, hvor man forklarer, hvad bogstaverne står for. Så skal de kendte værdier med enheder indsættes og facit beregnes. Til slut skrives en konklusion med svaret på det stillede spørgsmål og med facit afrundet til det korrekte antal betydende cifre.

Nogle eksaminander kopierer opgavens formulering ind i besvarelsen. Det er der absolut ingen grund til.

Brug af illustrationer

Når der er vedlagt et bilag til en opgave, er det hensigtsmæssigt at udnytte dette i besvarelsen. Som f.eks. i opgaven med proptrækkeren, hvor arealet under grafen skal bestemmes. Eleverne skal opfordres til at benytte bilaget til at vise, hvordan de bestemmer dette areal.

I de opgaver, hvor man skal aflæse en værdi på en graf, kan man opfordre eleverne til at kopiere grafen ind i besvarelsen og vise, hvordan de har aflæst værdien.

I åbne opgaver, hvor eleverne skal tildele værdier til relevante størrelser, kan billedet til opgaven ofte bruges til at måle på og dermed hjælpe eleverne til at finde passende værdier og en begrundelse for disse værdier.

I nogle opgaver skal eleverne tegne en figur i deres besvarelse. F.eks. kan de med fordel tegne kræfterne på rumsonden i opgave 7 (sæt 1). Hvis eleverne laver deres besvarelse i et CAS-værktøj, skal eleverne være fortrolige med, hvordan de kan tegne figurer.

Brugen af CAS-værktøjer
Brugen af CAS-værktøj er meget udbredt og erfaringen viser, at det er en stor fordel for de fleste elever at gøre dette. Blandt andet fordi disse værktøjer kan regne med enheder, og det forebygger fejl, hvis eleverne bruger denne facilitet. Mange, der ikke bruger denne facilitet, angiver forkerte enheder, f.eks. på vinens densitet i opgave 1 (sæt 1). Og hvis resultatet på en beregning giver en forkert enhed, så viser det, at der må være en fejl i beregningen.

Som nævnt i de foregående år er der også faldgruber og ting, der driller i forbindelse med brugen af computere og CAS-værktøjer. Men i år ser det ud til, at de fleste elever undgår disse, formodentlig fordi de har brugt deres CAS-værktøj siden 1.g og derfor er blevet fortrolige med det. Eleverne skal opfordres til altid at vurdere, om et resultat virker rimeligt.

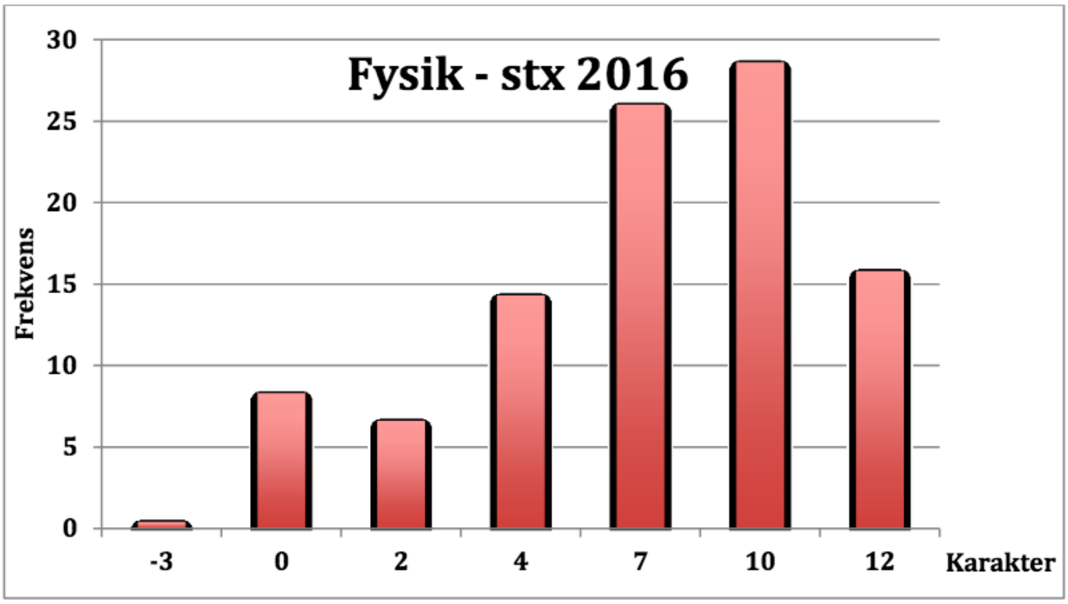
I forbindelse med Maple er det vigtigt, at eleverne kender og bruger kommandoen ”Expand All Sections” under menupunktet ”View” -> ”Sections” inden udskrift til printer eller pdf. Dette gøres for at sikre, at alle opgaverne er synlige i besvarelsen.

6. Statistik

På censormødet foretages en opgørelse af resultaterne, som er sammenfattet i nedenstående statistik på basis af holdene i det almene gymnasium. I alt var 1325 eksaminander til prøve i sæt 1 mens 588 eksaminander var til prøve i sæt 2.

Karakterer	**-3**	**00**	**02**	**4**	**7**	**10**	**12**	**I alt**
Antal	7	159	127	273	498	547	302	1913
Frekvenser	0,4	8,3	6,6	14,3	26,0	28,6	15,8	100

Karaktergennemsnittet blev 7,27.



Som i de tidligere år var karaktergennemsnittet højere for drengene end for pigerne. Karaktererne opdelt på køn er kun kendt fra karakterprognosen, hvor drengene i gennemsnit fik 7,3, mens pigerne i gennemsnit fik 6,5.

Sæt 1

Karakterer	**-3**	**00**	**02**	**4**	**7**	**10**	**12**	**I alt**
Antal	5	106	84	168	328	403	231	1325
Frekvenser	0,4	8,0	6,3	12,7	24,8	30,4	17,4	100

Karaktergennemsnittet for disse eksaminander blev 7,49.

Sæt 2

Karakterer	**-3**	**00**	**02**	**4**	**7**	**10**	**12**	**I alt**
Antal	2	53	43	105	170	144	71	588
Frekvenser	0,3	9,0	7,3	17,9	28,9	24,5	12,1	100

Karaktergennemsnittet for disse eksaminander blev 6,77.

7. Afsluttende bemærkninger

Der har i ni år været afholdt skriftlig prøve efter 2005-ordningen, og opgavesæt efter 2010 findes på emu'ens *Materialeplatformen*: http://materialeplatform.emu.dk/eksamensopgaver/. Der bruges uni-login.

Fysiklærerne på skolen opfordres til at samarbejde om opgavedimensionen i undervisningen. Erfaringerne fra den skriftlige prøve på A-niveau kan med fordel blive inddraget på faggruppens møder. En stor andel af eleverne har fysik A på et løftehold fra B- til A-niveau, og grundlaget for elevernes evne til problemløsning til den afsluttende prøve må derfor etableres ved rimelige mængder opgaveregning *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.

Kim Bertelsen
Fagkonsulent