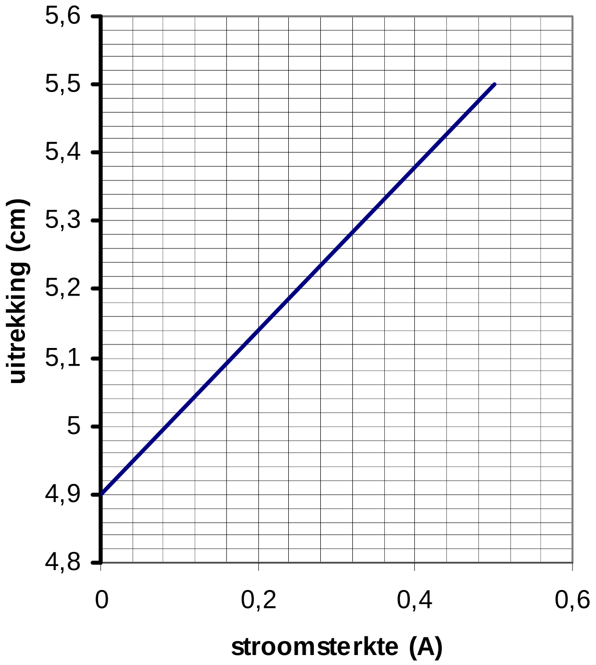
Uitwerking VWO 1973-1

1 We maken gebruik van g = 9,8 m/s².



a Zonder stroom hangt alleen de spoel aan de veer en dat geeft een beginuitrekking van 4,9 cm t.g.v. $F_z = 0{,}250 \times 9{,}8 = 2{,}45$ N.
Er komt een lorentzkracht bij volgens $F_L = BIl$. Deze extra kracht is lineair in de stroomsterkte, vandaar de rechte lijn.

b Een homogeen magnetisch veld is een veld waarin de magnetische inductie overal even sterk is en gelijk gericht.

c De schaal van de veer levert met $F = Cu$ op dat $5 = C \times 0{,}10$ en dus $C = 50$ N/m.
Bij 0,50 A krijg je met
$F_{extra} = C\Delta u = F_L$
$50 \times 0{,}006 = B \times 0{,}50 \times (100 \times 0{,}06)$
$B = 0{,}10$ T

d De magnetische inductie ter plaatse van de onderste draden wijst naar rechts.
De lorentzkracht wijst naar beneden. Volgens de rechterhandregel wijst dan de stroom van ons af en gaat dan via de A-meter naar pool L. Dat is dus de negatieve pool en R de positieve.

e De polariteit van de voeding wisselt periodiek van teken. De spoel wordt dus afwisselend opgetild en naar beneden getrokken. De uitrekking wordt dus afwisselend kleiner en groter.
Als de amplitude van de wisselspanning toeneemt, zal de kracht ook groter zijn en dus de uitrekking van de veer ook sterker fluctueren.
Als de frequentie van de wisselspanning stijgt zal ook de frequentie waarmee de veer uitgerekt en ingedrukt wordt toenemen; in ieder geval onder de resonantiefrequentie.
Wat er dan gebeurt, kun je niet zeggen; mogelijk springt de spoel eruit.
Bij hoge frequenties kan de trage spoel de veranderingen niet volgens en trilt alleen wat op en neer.

f Zie c. C = 50 N/m

g De resonantiefrequentie is de frequentie waarbij de wisselspanning dezelfde frequentie heeft als het massa-veer-systeem.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{C}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{50}{0{,}250}} = 2{,}25\ \text{Hz}$$

2a We gaan vanuit 25 dm³ samenpersen. We hebben dan een onverzadigde damp die zich volgens Boyle gedraagt. Er geldt $pV = C$.
Bij B is de damp verzadigd. Verder samenpersen zogt bij constante druk voor condensatie.
In C is alle damp gecondenseerd. Verdere volumeverkleining is alleen mogelijk met grote druk.

b. Vanuit B, juist verzadigde damp, gaan we de temperatuur verlagen. Niet alleen daalt dan de druk, maar er treedt tevens condensatie op. willen we weer naar de toestand van 'net verzadigde' damp bij die temperatuur dan moeten we het volume vergroten en komen rechts van B uit in A.

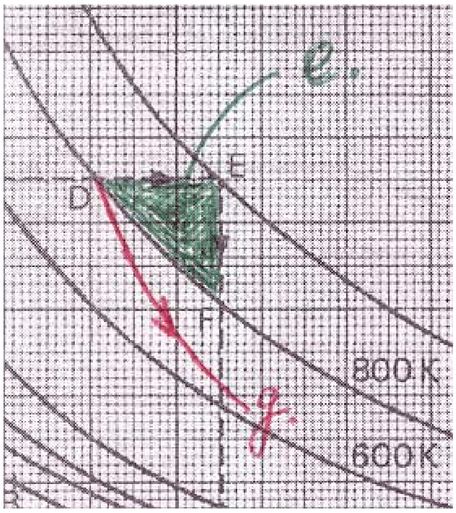
c. Voor E: $pV = nRT$
$65 \cdot 10^5 \times 13 \cdot 10^{-3} = n \times 8{,}3 \times 1000$
$n = 10{,}2$ mol
Door narekenen kun je vaststellen dat E en F niet horen bij de temperaturen 800 K en 600 K, maar 1000 K en 800 K. Bij constant volume moet immers $p/T = C$.

d Je hebt een ideaal gas nodig om de formule te mogen gebruiken. Hoe hoger de temperatuur, des te beter is de benadering van een ideaal gas.
De afleesfout in de druk wordt groter bij kleine drukken en grote volumina: het horizontalere einde van de hyperbolen en de afleesfout in het volume wordt groter bij kleine volumina en grote druk.
Kies dus voor een hoge hyperbool en in het midden ergens: punt E.

e. De verrichte arbeid is de oppervlakte binnen de 'driehoek' DEF.
We tellen 4,5 × 25 hokjes (mm²);
1 hokje is $1 \cdot 10^5 \times 0{,}2 \cdot 10^{-3} = 0{,}2 \cdot 10^2 = 20$ J.
$4{,}5 \times 25 \times 20 = 2250$ J = 2,3 kJ
Deze arbeid is positief omdat de arbeid bij DE positief ($\Delta V > 0$) is en groter dan bij FD, waarbij de arbeid negatief is vanwege $\Delta V < 0$.

f $c_{V,\,\text{ethaan}} = 1{,}4 \cdot 10^3$ J/(kg K) ; De molaire massa van ethaan, C_2H_6, is $2 \times 12 + 6 \times 1 = 30$ g
$m = 10{,}2 \times 30 = 306$ g
$Q = m\, c\, \Delta T = 0{,}306 \times 1{,}4 \cdot 10^3 \times 200 = 86$ kJ.

g Bij adiabatische expansie neemt de temperatuur af en verlaten we dus de isobaar naar beneden.



3a Na ruim 6 flitstijden is de cilinder pas 1× rond gegaan, terwijl al veel meer dan een omtrek van $2\pi r$ = 12,6 cm afgelegd is langs de baan.

b Bij de verticale start is er geen normaalkracht en dus ook geen wrijvingskracht die langs het cilinderoppervlak werkt en de rotatie veroorzaakt.

c De horizontale verplaatsing in een flitstijd is constant.

d Van B tot de laatste foto daalt de cilinder 72 cm in een vrije val en dus met $s = \frac{1}{2} gt^2$ krijgen we $0{,}72 = \frac{1}{2} \times 9{,}8 \times t^2$ en t = 0,38 s. Dat zijn ook 10 flitstijden. De tijd tussen twee flitsen is dus 0,038 s ofwel per seconde 1/0,038 = 26 flitsen.

e We beginnen met de eerste flits na het verlaten van de goot.
De horizontale verplaatsing tot de laatste flits is 75 cm en de bijbehorende tijd 9/27 s.

$$v_x = \frac{x}{t} = 0{,}75 \times \frac{27}{9} = 2{,}25 \text{ m/s}.$$

Na 4 flitstijden lijkt de cilinder twee en een halve slag gedraaid te zijn en dus 5π rad in 4/27 s.

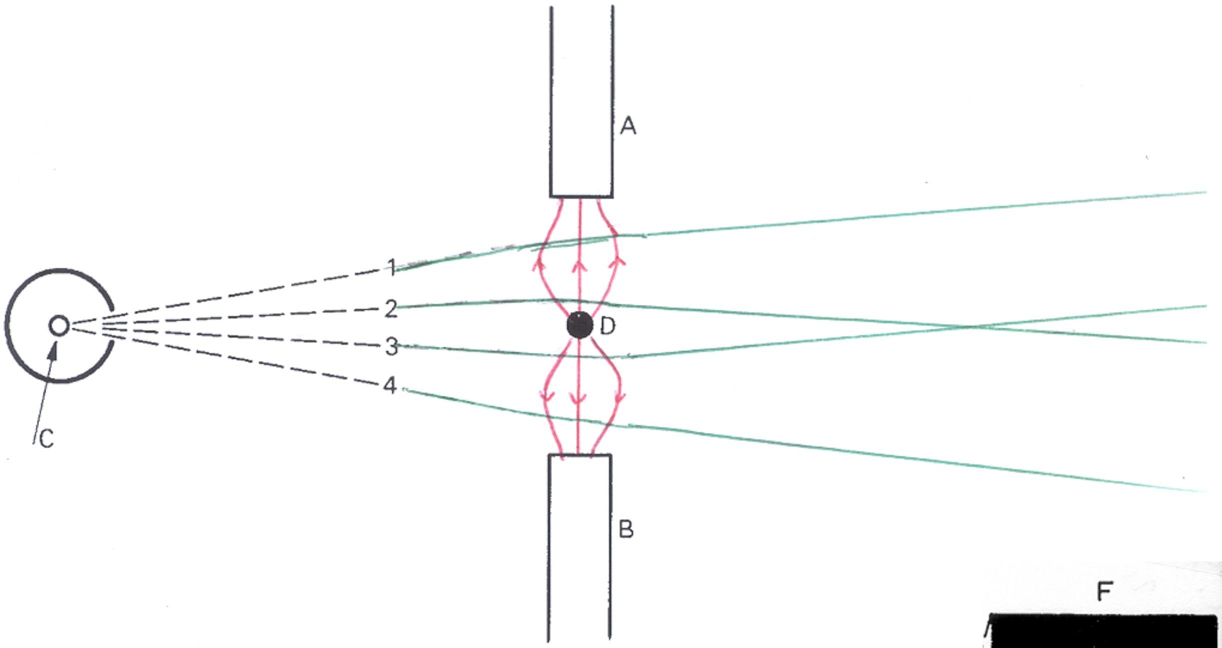
$$\omega = \frac{\varphi}{t} = 5\pi \times \frac{27}{4} = 106 \text{ rad/s}$$

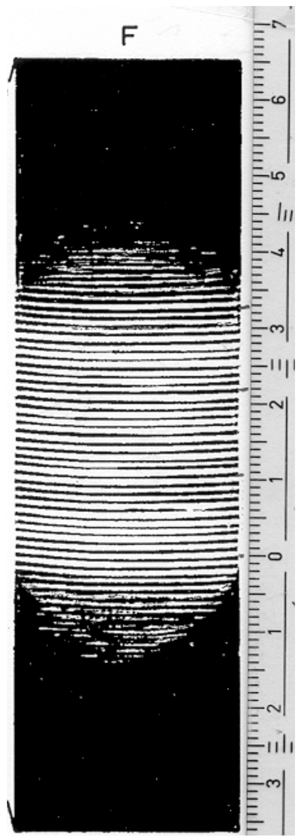
f De translatie-energie = $\frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 0{,}060 \times 2{,}25^2 = 0{,}152$ J
De rotatie-energie = $\frac{1}{2} I\omega^2 = \frac{1}{2} \times (\frac{1}{2} mr^2) \times \omega^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 0{,}060 \times 0{,}020^2 \times 106^2 = 0{,}067$ J
Samen 0,22 J

g Bij de start van de beweging slipt de cilinder en de wrijving gaat hem aan het draaien brengen. Tijdens dat op gang komen van de rotatie verricht de wrijvingskracht negatieve arbeid. Daarbij raakt de cilinder mechanische energie kwijt in de vorm van warmte.

4a De veldlijnen staan loodrecht op de geleiders A, B en D en hun verloop moet symmetrisch zijn.
De richting van de veldlijnen is van de + pool D naar de geaarde platen A en B.

b De elektronen worden in het veld in de richting van D getrokken. Buiten het veld gaan ze rechtdoor.





c Om schaakproblemen door kopiëren te vermijden hebben we een stukje geodriehoek mee afgedrukt.
De breedte van 30 intervallen op de afdruk is 33 mm.
De afstand x tussen twee maxima is $\dfrac{33\cdot 10^{-3}}{30\times 3000} = 3{,}67\cdot 10^{-7}$ m

d De afstand tussen de twee denkbeeldige bronnen $d = 0{,}1\cdot 10^{-3}$ m.
De afstand van die bronnen tot F: $L = 4{,}0$ m
Door de grote afstand van bronnen tot F mag je gebruik maken van de benadering: $\dfrac{\lambda}{d} = \dfrac{x}{L} \Rightarrow \dfrac{\lambda}{0{,}1\cdot 10^{-3}} = \dfrac{3{,}67\cdot 10^{-7}}{4{,}0} \Rightarrow \lambda = 9{,}2\cdot 10^{-12}$ m .

e $$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} = \frac{6{,}6\cdot 10^{-34}}{\sqrt{2\times 9{,}1\cdot 10^{-31}\times(20\times 1{,}6\cdot 10^{-16})}} = 8{,}65\cdot 10^{-12}\text{ m}$$
Je kunt natuurlijk ook eerst de snelheid uitrekenen met $E_k = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow$
$v = 8{,}40\cdot 10^7$ m/s.
De golflengte $8{,}7\cdot 10^{-12}$ m verschilt 6% van het resultaat van vraag d.