Opgave 1

voortentamen natuurkunde 17 juli 2026
Aan deze uitwerking kunnen geen rechten worden ontleend

a) $v = at \Rightarrow v(15) = 0{,}76 \cdot 15 = 11{,}4$ m/s
$v(0) = 0$
$\Delta x = \bar{v} \cdot \Delta t$
$\bar{v} = \frac{1}{2} \cdot 11{,}4 = 5{,}7$ m/s
$\Delta x = 5{,}7 \cdot 15 = 85{,}5$
$\Rightarrow \Delta x = 86$ m (2 cijfers)

b) $F_{w,lucht} = 0{,}85 \cdot v^2 = 0{,}85 \cdot 28^2 = 666{,}40$
$F_{rol} = 50$ N
$F_{tot} = F_{w,lucht} + F_{w,rol} = 666{,}4 + 50 = 716{,}4$ N

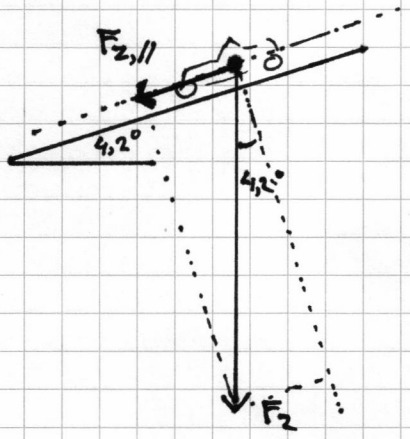
$P = F_{w,tot} \cdot v = 716{,}4 \cdot 28 = 20059{,}2$ W
$W = P \Delta t = 20059{,}2 \cdot 60 = 1{,}2036 \cdot 10^6 \approx 1{,}2 \cdot 10^6$]

c) Het gaat om de arbeid die F_w verricht, deze moet door verbranding v.d. benzine worden geleverd.
85 km/h $\Rightarrow v = 23{,}611$ m/s 110 km/h $= 30{,}5556$ m/s 60 km $= 6{,}0 \cdot 10^4$ m
Het gaat dus om:

$$\frac{W_{85}}{W_{110}} = \frac{F_{t,85} \cdot s}{F_{t,110} \cdot s} = \frac{0{,}85 \cdot (23{,}611)^2 + 50}{0{,}85 (30{,}5556)^2 + 50} = \frac{473{,}8619 + 50}{793{,}5957 + 50} = \frac{523{,}9}{843{,}6} \approx 0{,}62$$

dus er is maar een factor 0,62 aan benzine nodig (een besparing van 38%!)
dus zijn dochter heeft gelijk.

d)



$F_z = m \cdot g = 1700 \cdot 9{,}81 = 1{,}6677 \cdot 10^4$

$F_{z//} = \sin\alpha \cdot F_z = 0{,}07324 \cdot 1{,}6677 \cdot 10^4 = 1221 \approx 1{,}2 \cdot 10^3$

$\sin\alpha = \frac{1}{\sin(4{,}2°)}$

Opgave 2

a) $P = \frac{F}{A}$

$F = ma = (0{,}360 + 0{,}220) \cdot 9{,}81 = 5{,}689\,\text{N}$

$A = \pi (4{,}9 \cdot 10^{-2})^2 = 0{,}007543$

$\Rightarrow P = \frac{5{,}689}{0{,}007543} \approx 754\ \text{Pa}$

b) Botervloot wordt $67 - 21 = 46^\circ$ warmer, deze warmte wordt onttrokken aan het water dat daardoor $85 - 67 = 18^\circ$ afkoelt.

Binas 10: soortelijke warmte van porselein $c_{por} = 0{,}8 \cdot 10^3\ \text{J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$

$\Delta T_{bv} \cdot c_{por} \cdot m_{bv} = \Delta T_{water} \cdot c_{water} \cdot m_{water} \Rightarrow$

$m_{water} = \frac{\Delta T_{bv} \cdot c_{por} \cdot m_{bv}}{\Delta T_{water} \cdot c_{water}} = \frac{46 \cdot 0{,}8 \cdot 10^3 \cdot 0{,}360}{18 \cdot 4{,}18 \cdot 10^3} = 0{,}176\,\text{kg} (\approx 176\ \text{gram})$

Binas 11: soortelijke warmte water $c_w = 4{,}18\,10^3\ \text{J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$.

c) $\frac{P_1}{T_2} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{T_2}{T_1} P_1 = \frac{67+273}{21+273} \cdot 1{,}01 \cdot 10^5 = 1{,}1680 \cdot 10^5$

$\approx 1{,}2 \cdot 10^5\ \text{Pa}$

$\frac{336}{294} = 1{,}142$

Opgave 3

a) $E_z + E_k$ is constant
in perigeum is E_z het kleinst
} in perigeum moet dan E_k het grootste zijn

b) $h_{gem} = \frac{1}{2}(h_a + h_p) = \frac{1}{2}(1{,}85\cdot10^5 + 2{,}25\cdot10^5) = 1{,}2175\cdot10^6\ m$ } $r_A + h_{gem} = 7{,}5885\cdot10^6\ m$

Binas 31: $r_{Aarde} = 6{,}371\cdot10^6\ m$

Binas 31: $M_{aarde} = 5{,}972\cdot10^{24}\ kg$

$$F_z = F_{mpz} \Rightarrow \frac{GmM_a}{(r_A+h_{gem})^2} = \frac{mv^2}{(r_A+h_{gem})} \Rightarrow v^2 = \frac{GM_A}{(r_A+h_{gem})} = \frac{6{,}6730\cdot10^{-11}\cdot5{,}972\cdot10^{24}}{7{,}5885\cdot10^6}$$

$$\Rightarrow v^2 = 5{,}2521\cdot10^7 \Rightarrow v = 7{,}2472\cdot10^3\ m/s$$

$$T = \frac{2\pi(r_A+h_{gem})}{v} = \frac{2\pi\cdot7{,}5885\cdot10^6}{7{,}2472\cdot10^3} = 6{,}5791\cdot10^3\ s \approx 6{,}6\,10^3\ s\ (\hat{=} 1{,}8\ uur)$$

c) Aan te tonen is dat de afname van E_k naar nul (ongeveer) overeenkomt met de toename in zwaarte energie van Orion t.o.v. de aarde.

$$\Delta E_k = \tfrac{1}{2}mv^2 = \tfrac{1}{2}\,2{,}65\cdot10^4\,(1{,}09\cdot10^4)^2 = 1{,}5742\,10^{12}\ J$$

$$\Delta E_G = \left(-\frac{GmM_A}{r_m}\right) - \left(-\frac{GmM}{r_a+h_p}\right) = GmM\left(\frac{1}{r_a+h_p} - \frac{1}{r_m}\right) \Rightarrow$$

Binas 31: $r_m = 384{,}4\cdot10^6\ m$

$r_a + h_p = 6{,}371\cdot10^6 + 1{,}85\cdot10^5 = 6{,}556\cdot10^6\ m$

$$\Rightarrow 6{,}6730\cdot10^{-11}\cdot2{,}65\cdot10^4\cdot5{,}972\cdot10^{24}\left(\underbrace{\frac{1}{1{,}5253\cdot10^6}}_{2{,}6015\cdot10^{-9}} - \underbrace{\frac{1}{3{,}84{,}4\cdot10^6}}_{1{,}5253\cdot10^{-7}}\right) = 1{,}5835\cdot10^{12}\ J$$

$1{,}499\cdot10^{-7}$

dus is ΔE_k ($1{,}57\cdot10^{12}$ J) is inderdaad gelijk aan ΔE_g ($1{,}58\cdot10^{12}$ J) (ongeveer)

d) In 18 min neemt v toe van $1{,}06\cdot10^4$ m/s naar $1{,}093\cdot10^4$ m/s

$$\Delta E_k = \tfrac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = \tfrac{1}{2}\cdot2{,}65\cdot10^4\left((1{,}093\cdot10^4)^2 - (1{,}06\cdot10^4)^2\right) = 9{,}4140\cdot10^{10}\ J$$

Deze energietoename moet worden geleverd door de motor

e) Brandstof levert: $2{,}0\cdot10^3\cdot1{,}3\cdot10^7 = 2{,}6\cdot10^{10}\ J$

$E_k = \tfrac{1}{2}mv^2 = \tfrac{1}{2}\,2{,}0\cdot10^3\cdot(4{,}4\cdot10^3)^2 = 1{,}9360\cdot10^{10}\ J$

} $\eta = \frac{1{,}9360\cdot10^{10}}{2{,}6\cdot10^{10}} = 0{,}7446 \approx 0{,}74$

dat is 74%

Opgave 4

a) De naderende auto ontvangt door het Dopplereffect een hogere frequentie (auto beweegt naar bron)
De auto kaatst deze frequentie terug maar beweegt tegelijkertijd naar de waarnemer toe → frequentie wordt nog hoger

b) $c = \lambda f_0 \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f_0} = \frac{3{,}00 \cdot 10^8}{24{,}0 \cdot 10^9} = 1{,}25 \cdot 10^{-2}\ m \quad (= 1{,}25\ cm)$

c) Bepaal periode v.d. zweving door de duur van meer dan één 'trilling' te bepalen, kies bijvoorbeeld 2,5 perioden: $\Delta t = 0{,}525\ ms$
dus $T_{zw} = \frac{0{,}525 \cdot 10^{-3}}{2{,}5} = 0{,}21\ ms = 2{,}1 \cdot 10^{-4}\ s \Rightarrow f_{zw} = \frac{1}{2{,}1 \cdot 10^{-4}} = 4{,}761 \cdot 10^3\ Hz$

$\Delta f = \frac{2v}{c} \cdot f_0 \Rightarrow v = \frac{\Delta f \cdot c}{2 \cdot f_0} = \frac{f_{zw} \cdot c}{2 \cdot f_0} = \frac{4{,}761 \cdot 10^3 \cdot 3{,}00 \cdot 10^8}{2 \cdot 24{,}0 \cdot 10^9} = 29{,}76\ m/s$

$29{,}76\ m/s \Rightarrow \frac{29.76 \cdot 3600}{1000} \approx 107\ km/h$

d) stel $v = 80\ km/h \Rightarrow v = 22{,}22\ m/s \Rightarrow \Delta f = \left(\frac{2 \cdot 22.22}{3{,}00 \cdot 10^8}\right) \cdot 24{,}0 \cdot 10^9 = 3555{,}5\ Hz$

stel $v = 81\ km/h \Rightarrow v = 22{,}500\ m/s \Rightarrow \Delta f = \left(\frac{2 \cdot 2350}{3{,}00 \cdot 10^8}\right) \cdot 24{,}0 \cdot 10^9 = 3600{,}0\ Hz$

afronden op 2 cijfers: $v_{80} \rightarrow f = 3{,}6 \cdot 10^3\ Hz$ } geen verschil
$v_{81} \rightarrow f = 3{,}6 \cdot 10^3\ Hz$ }

afronden op 3 cijfers: $v_{80} \rightarrow f = 3{,}56 \cdot 10^3\ Hz$ } nu wel onderscheid te maken
$v_{81} \rightarrow f = 3{,}60 \cdot 10^3\ Hz$ }

Opgave 5

a) $^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$ (Binas 21)

β^-

b) 1 gr C bevat $1{,}2 \cdot 10^{-16}$ massa% dus $1{,}2 \cdot 10^{-16} \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3} = 1{,}2\,10^{-15}$ kg ^{14}C
(% , gr-kg)

Er zijn dan $\frac{1{,}2 \cdot 10^{-15}}{2{,}33 \cdot 10^{-26}} = 5{,}1502 \cdot 10^{10}$ ^{14}C-atomen

Binas 25: $t_{1/2} = 5730$ jaar $\rightarrow 5730 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 1{,}8070 \cdot 10^{11}$ s (of 1 jaar = 365,25 dag $\Rightarrow t_{1/2} = 1{,}8080 \cdot 10^{11}$ s)

$A = \frac{\ln 2}{1{,}8070 \cdot 10^{11}} \cdot 5{,}1502 \cdot 10^{10} = 1{,}9756 \cdot 10^{-1}$ Bq $\rightarrow$ per minuut

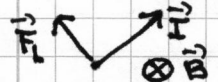
per minuut: $60 \times 1{,}9756 \cdot 10^{-1} = 1{,}1853\,10^{1} \approx 12$ vervalreacties per minuut

c) nodig $1{,}5 \cdot 10^{4}$ vervalreacties in 24 uur
1 gr levert 12 vervalreacties per minuut $\Rightarrow$
1 gr levert $12 \times 60 \times 24 = 1{,}728 \cdot 10^{4}$ v.v. reacties per 24 uur.
Stel er is x gram nodig dan:
$x = 1{,}728 \cdot 10^{4} \cdot 0{,}15 = 1{,}5 \cdot 10^{4} \Rightarrow x = \frac{1{,}5 \cdot 10^{4}}{1{,}728 \cdot 10^{4} \cdot 0{,}15} = 5{,}7870 \approx 5{,}8$ gram

Opgave 6

a) $qV = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qV}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-19} \cdot 38 \cdot 10^3}{2{,}33 \cdot 10^{-26}}} = \sqrt{5{,}219 \cdot 10^{11}} \approx 7{,}22 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

b) de richting v. d. elektrische stroom I is tegengesteld aan de richting van v



$\vec{B}$ wijst papier in ($\vec{F}_L = \vec{I} \times \vec{B}$)

gebruik bijvoorbeeld linkerhandregel

c) $\left.\begin{array}{l} F_L = Bqv \\ F_{mpz} = \frac{mv^2}{r} \end{array}\right\} Bqv = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow B = \frac{mv}{qr} = \frac{2{,}33 \cdot 10^{-26} \cdot 2{,}45 \cdot 10^6}{1{,}60 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}35} = \frac{5{,}71 \cdot 10^{-20}}{5{,}60 \cdot 10^{-20}} = 1{,}02 \approx 1{,}0 \text{ T}$

d) $\left.\begin{array}{l} F_{el} = qE_{el} \\ F_{mpz} = \frac{mv^2}{r} \\ F_{el} = F \end{array}\right\} qE_{el} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow E_{el} = \frac{mv^2}{qr}$

$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow mv^2 = 2E_k$

$\left.\begin{array}{l} E_{el} = \frac{mv^2}{qr} \\ mv^2 = 2E_k \end{array}\right\} E_{el} = \frac{2E_k}{qr}$

e) $E_{el} = \frac{U}{d} \Rightarrow U = E_{el} \cdot d$

(1) $\rightarrow E_{el} = \frac{2E_k}{qr}$

$\left.\begin{array}{l} U = E_{el} \cdot d \\ E_{el} = \frac{2E_k}{qr} \end{array}\right\} U = \frac{2E_k \cdot d}{qr} = \frac{2 \cdot 6{,}993 \cdot 10^{-14} \cdot 0{,}03}{1{,}60 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}35} = 6{,}901 \cdot 10^4$

$\approx 6{,}9 \cdot 10^4 \text{ V} \; (= 69 \text{ kV})$

$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 2{,}33 \cdot 10^{-26} \cdot (2{,}45 \cdot 10^6)^2 = 6{,}993 \cdot 10^{-14}$