

# Antwoordmodel natuurkunde olympiade 2005 eerste ronde

15 gesloten vragen: 2 punten per juist antwoord.

1	B	4	A	7	C	10	C	13	D
2	C	5	C	8	C	11	A	14	C
3	A	6	C	9	D	12	A	15	B

4 open vragen: maximumscore per vraag 5

## 1. Verkeersvliegtuig

Ten eerste dient men zich te realiseren dat het geluid achter het vliegtuig gehoord wordt en dat daarom de onderste grafiek die van het geluid is.

[1]

Uit de grafiek zijn twee belangrijke momenten te halen:

Het moment waarop het vliegtuig passeert (hoek = 0 graden), dan wordt het geluid onder een hoek  $\alpha = 36^\circ$  gehoord. Als  $v$  de snelheid van het vliegtuig is en  $v_{\text{gel}}$  de geluidssnelheid,

$$\text{dan geldt: } \sin(36^\circ) = \frac{v}{v_{\text{gel}}} = \frac{v}{340} \text{ zodat } v = 200 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \left(720 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right).$$

[2]

Uit het moment ( $t = 14,0 \text{ s}$ ) waarop het geluid loodrecht boven de waarnemer is, volgt de kortste afstand tot de waarnemer:

$$\text{afstand} = 340 \cdot (14,0 - 5,0) = 3,1 \cdot 10^3 \text{ m} = (3,1 \text{ km})$$

[2]

## 2. Looping

Omdat er geen wrijvingskracht werkt, geldt:  $E_z[\text{in P}] = E_z + E_k[\text{in Q}]$ .

$$\text{Dus: } mg \cdot 5R = mg \cdot R + \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v^2 = 8gR$$

[1]

De normaalkracht  $F_n$  in Q is gelijk aan de middelpuntzoekende kracht  $F_{\text{mpz}}$ .

Er werkt in Q een horizontale kracht naar het middelpunt ter grootte van

[2]

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{m \cdot 8gR}{R} = 8mg$$

Voorts werkt er nog een verticaal omlaag gerichte zwaartekracht  $F_z = mg$  en deze twee krachten leveren samen de resulterende kracht

$$F_{\text{res}} = \sqrt{(8mg)^2 + (mg)^2} = \sqrt{65} \cdot mg = 8,1 \cdot mg.$$

[2]

### 3. Tas aan het stuur

Trillingstijd van de tas ( $l = 60$  cm):  $T = 2\pi\sqrt{l/g}$  ( $= 1,55$  s) [1]

trapfrequentie is dus  $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{g/l}$  ( $= 1/1,55 = 0,64$  Hz) [1]

overbrengingsverhouding is  $N = 1: 2,4$

frequentie achterwiel is dus  $f_a = Nf$  ( $= 2,4 / 1,55 = 1,54$  Hz) [1]

$R = 0,35$  m

Snelheid is dus  $v = 2\pi Rf_a = NR\sqrt{g/l}$   $= 3,4$  m/s ( $12,2$  km/h) met [2]

een marge van  $0,5$  m/s.

### 4. Druppel in buis

De temperatuur blijft gelijk, dus de wet van Boyle geldt voor de linkerkant en voor de rechterkant.

Links was de druk  $p$  en wordt met de versnelling  $a$ . Rechts was de druk  $p$  en wordt deze  $p_r$ .

De druppel wordt door het drukverschil  $\Delta p = p_l - p_r$  tegengehouden als hij een afstand  $s$  naar links is gegaan.

$$p_0V_0 = p_1V_1 \rightarrow p_1 \cdot A(x-s) = p \cdot Ax \rightarrow p_1 = \frac{px}{x-s} \text{ en analoog } p_r = \frac{pz}{z+s} \quad [2]$$

het drukverschil uitwerken levert dan op:

$$\frac{\Delta p}{p} = \frac{x}{x-s} - \frac{z}{z+s} = \frac{s(x+z)}{(x-s)(z+s)} \quad [1]$$

De druppel moet een drukverschil krijgen van  $\Delta p = \frac{F}{A} = \frac{ma}{A} = 0,96 \text{ N/cm}^2$

Invullen van de gegevens en uitwerken levert een tweedegraadsvergelijking van  $s$  op:

$$s^2 + 302,5s - 200 = 0$$

Dit uitwerken levert op  $s = 0,66$  cm en voor de nieuwe  $x = 20 - 0,66 = 19,3$  cm. [2]