

**Nationale
Natuurkunde Olympiade**

**Eerste ronde
januari 2011**

Beschikbare tijd: 2 klokuren

Lees dit eerst!

OPGAVEN VOOR DE EERSTE RONDE VAN DE NEDERLANDSE NATUURKUNDE OLYMPIADE 2011

Voor je liggen de opgaven van de eerste ronde. Deze toets is gesplitst in twee delen: een deel met 15 meerkeuzevragen en een deel met 4 open vragen.

De totale tijd die je voor het maken van de toets krijgt is 2 uur.

Elke meerkeuzevraag levert bij goede beantwoording **2 punten** op; elke open vraag **5 punten**. Je kunt in totaal dus **50 punten** behalen.

Voor de meerkeuzevragen geldt het volgende:

- ▶ Er is slechts één antwoord goed. Staat volgens jou het goede antwoord er niet bij, kies dan wat er het dichtste bij ligt.
- ▶ Vul je antwoorden in op het bijgevoegde antwoordblad. Uitsluitend dit antwoordblad wordt gebruikt om je score vast te stellen.

Voor de open vragen geldt:

- ▶ Noteer niet uitsluitend antwoorden, maar ook je redeneringen, de formules die je gebruikt hebt en je berekeningen. Ook voor gedeeltelijk uitgewerkte vragen kun je punten krijgen.
- ▶ Maak elke opgave op een **apart blad** en vergeet niet je naam en de naam van je school daarop te noteren.

Je mag van het Binasboek en van een (grafische) rekenmachine gebruikmaken.

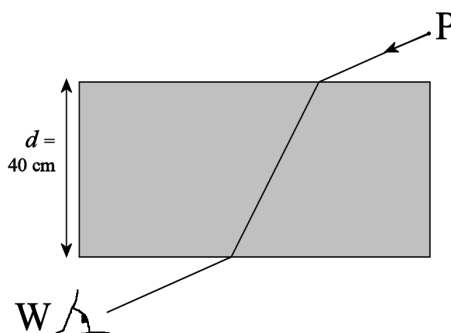
Veel succes!

Deze opgaven zijn samengesteld door: L. Heimeel-Robeer, J. Hoekstra, H. Joosten, H. Jordens, J.E. van der Laan, A.H. Mooldijk, R. Bouwens, D. Hoekzema en G. Munters.

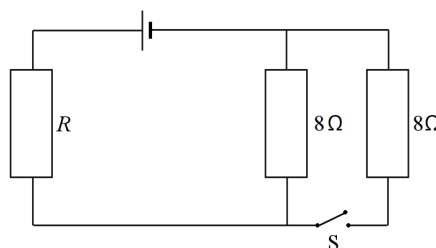
MEERKEUZEVRAGEN

In de volgende vragen is slechts één antwoord goed. Staat volgens jou het goede antwoord er niet bij, kies dan het antwoord dat er volgens jou het dichtst bij ligt.

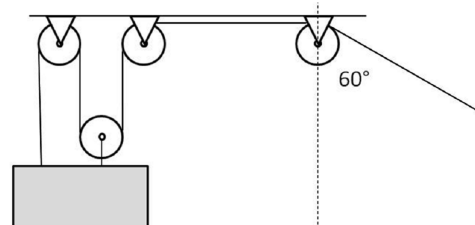
- 1 Een waarnemer W kijkt door een aquarium met een diepte $d = 40$ cm naar punt P .
- ▶ Punt P bevindt zich in werkelijkheid, vanuit de waarnemer gezien,
 - A meer dan 40 cm rechts van waar hij punt P ziet.
 - B minder dan 40 cm rechts van waar hij punt P ziet.
 - C minder dan 40 cm links van waar hij punt P ziet.
 - D meer dan 40 cm links van waar hij punt P ziet.



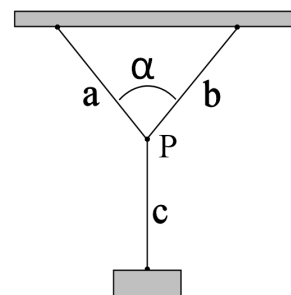
- 2 Na het sluiten van schakelaar S in nevenstaande schakeling levert de spanningsbron een anderhalf maal zo groot vermogen als ervoor.
- ▶ Hoe groot is weerstand R ?
 - A 4Ω
 - B 6Ω
 - C 8Ω
 - D 12Ω



- 3 Een blok hangt aan een koord via een aantal katrollen. Het blok weegt 12 N, de katrollen hebben een verwaarloosbaar gewicht. Je trekt aan het touw onder een hoek van 60° .
- ▶ Hoe hard moet je trekken om het blok omhoog te houden?
 - A 2 N
 - B 3 N
 - C 4 N
 - D 6 N



- 4 We hebben drie even lange touwen a , b en c , die in punt P aan elkaar vast zitten. De touwen a en b zitten vast aan het plafond. Aan touw c hangt een blok.
- ▶ Wat geldt voor de spankrachten in de touwen a en c ?
 - A $F_a < F_c$
 - B $F_a = F_c$
 - C $F_a > F_c$
 - D Dat hangt van hoek α af



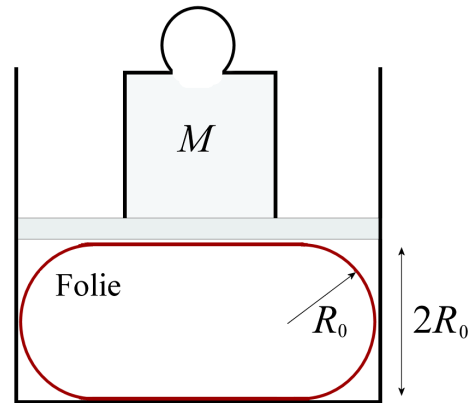
- 5 Een slinger op Aarde slingert met een slingertijd T van 2,0 s.
- ▶ Hoe groot is ongeveer de slingertijd van deze slinger op het oppervlak van een andere planeet, waar de zwaartekracht op een voorwerp tweemaal zo sterk is als op Aarde?
 - A 0,5 s
 - B 1,0 s
 - C 1,4 s
 - D 2,0 s

- 6 Om de veerkracht van een gebogen folie te bepalen gebruikt men de opstelling uit nevenstaande figuur. Voor de veerenergie van het gebogen folie geldt:

$$E_v = \frac{1}{2} \kappa \frac{A}{R_0^2}$$

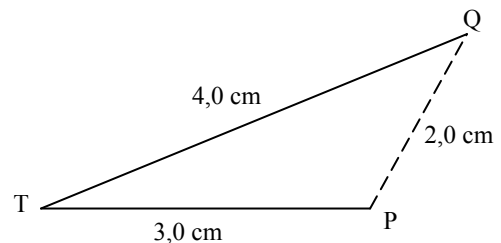
met A de oppervlakte van het folie.

- ▶ De eenheid van κ is:
 - A J
 - B J/m
 - C J/m²
 - D Jm²



- 7 Vanuit trillingsbron T worden cirkelgolven uitgezonden met een golflengte van 2,0 cm. Bekijk de trillingen van de punten P en Q (zie figuur).

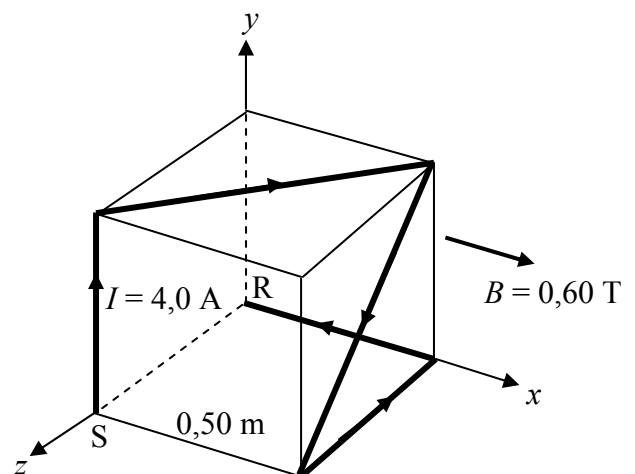
- ▶ Hoe groot is het faseverschil $\varphi_P - \varphi_Q$?
 - A $-\frac{1}{2}$
 - B 0
 - C $\frac{1}{2}$
 - D 1



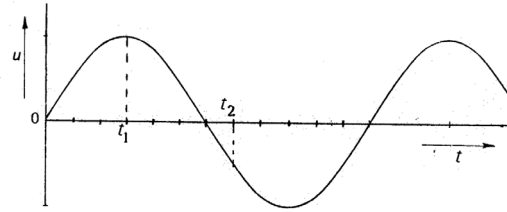
- 8 Een kubus heeft ribben van 0,50 m en bevindt zich in een homogeen magnetisch veld met een magnetische inductie $B = 0,60$ T parallel aan de x -as gericht.

Door een koperdraad langs ribben en diagonalen van de kubus loopt een stroom van 4,0 A van beginpunt S naar eindpunt R.

- ▶ Hoe groot is de resulterende lorentzkracht op deze stroomdraad SR?
 - A 1,2 N
 - B 1,7 N
 - C 2,4 N
 - D 5,8 N

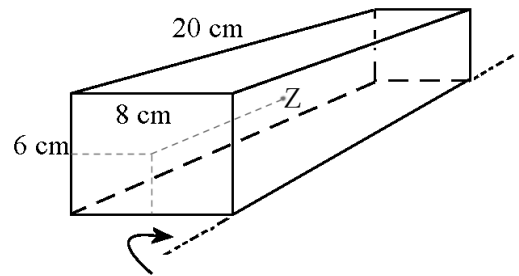


- 9 Een puntmassa trilt harmonisch. In nevenstaand diagram is de uitwijking als functie van de tijd weergegeven. Op $t = t_1$ ondervindt de puntmassa een kracht van $-3,0$ N.



- Dan is op $t = t_2$ de kracht
- A $-1,5$ N
 - B $-1,0$ N
 - C $+1,0$ N
 - D $+1,5$ N

- 10 Een massief blok marmer van 6 bij 8 bij 20 cm³ moet over de langste ribbe gekanteld worden. De dichtheid van marmer is 2,7 g/cm³.



- Hoeveel arbeid moet je spierkracht verrichten om het blok zo ver te kantelen, dat het daarna vanzelf doorrolt en een kwart slag draait?
- A 0,51 J
 - B 0,76 J
 - C 1,02 J
 - D 1,27 J

- 11 Bij ijsscurling wordt aan een zogenaamde steen een beginsnelheid gegeven waarna hij schuivend over het ijs tot stilstand komt. Een bepaalde steen krijgt een beginsnelheid van 2,15 m/s en komt na 23 m tot stilstand. Voor de wrijvingskracht op ijs geldt dat $F_w = n \cdot F_n$, met F_n de normaalkracht en n een constante die van de gladheid van het ijs afhangt.

- Hoe verhoudt zich de (gemiddelde) wrijvingskracht tot de normaalkracht op de steen?
- A $F_w/F_n = 0,005$
 - B $F_w/F_n = 0,01$
 - C $F_w/F_n = 0,05$
 - D $F_w/F_n = 0,1$

- 12 Om de soortelijke warmte van een onbekend metaal te bepalen plaatst Joep een blokje van het metaal met een temperatuur van 20 °C in een goed geïsoleerd vat met water van 100 °C. Na goed roeren is de temperatuur van het geheel gedaald tot 95 °C.

Om de drie genoemde temperaturen te meten, gebruikt Joep een thermometer, waarmee een afleesfout van 0,5 °C gemaakt kan worden.

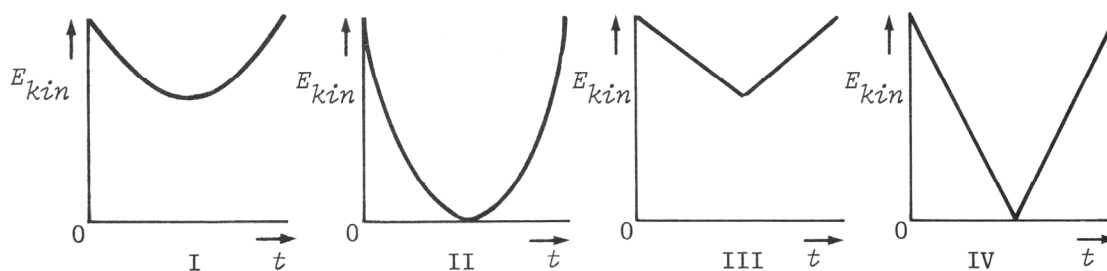
- Hoe groot is de procentuele fout, die door de temperatuurmetingen kan ontstaan in de bepaling van de soortelijke warmte van het onbekende metaal?
- A ongeveer 1 %
 - B ongeveer 5 %
 - C ongeveer 10 %
 - D ongeveer 20 %

13 Een bal valt van grote hoogte en beweegt als gevolg van de luchtweerstand vanaf een bepaald moment eenparig. Op een gegeven moment stuitert de bal op de grond waarbij geen energieverlies optreedt.

► Hoe groot is de versnelling van de bal vlak nadat deze gestuiterd heeft?

- A g omhoog
- B g omlaag
- C $2g$ omhoog
- D $2g$ omlaag

14 Een kogel wordt omhoog geschoten onder een hoek van 45° met de horizon. Tijdens de vlucht geldt de wet van behoud van mechanische energie (mechanische energie is kinetische energie en zwaarte-energie opgeteld).



► De kinetische energie als functie van de tijd wordt het beste weergegeven in:

- A Diagram I
- B Diagram II
- C Diagram III
- D Diagram IV

15 Je hebt twee identieke bakjes A en B met beide dezelfde hoeveelheid water van 90°C . In bakje A doe je een blokje lood van 30 g van 20°C . Je wacht op temperaturevenwicht en verwijdert dan het blokje lood. De temperatuur blijkt 68°C te zijn.

In bakje B doe je een blokje lood van 10 g van 20°C . Je wacht weer op temperaturevenwicht en verwijdert dan het blokje lood. Dit herhaal je nog twee keer met een blokje lood met een massa van 10 g en een temperatuur van 20°C .

Warmte-uitwisseling met de omgeving sluiten we uit.

► Wat kun je nu zeggen over de temperatuur van bakje B nadat de blokjes erin gedompeld zijn geweest?

- A Die is lager dan 68°C
- B Die is precies 68°C
- C Die is hoger dan 68°C
- D Dat is op grond van deze gegevens niet te bepalen.

OPEN VRAGEN

1 Klaslokaal

In een klaslokaal met afmetingen van $7,8 \times 9,2 \times 2,8 \text{ m}^3$ bevindt zich lucht van $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Doordat 30 leerlingen met elk een gemiddeld volume van 72 L binnenkomen, wordt $2,6 \text{ kg}$ van deze lucht uit het lokaal verdrongen. Omdat de leerlingen gemiddeld per persoon 80 W aan warmte aan de lucht afstaan, stroomt er ook daarna nog lucht door de kieren van ramen en deuren naar buiten.

- Bereken hoeveel minuten het duurt voordat nog eens $2,6 \text{ kg}$ lucht is weggestroomd. Verwaarloos daarbij de warmte-uitwisseling met de omgeving van het lokaal, evenals het volume en de temperatuurstijging van alle voorwerpen in het lokaal.

2 Nederlandsche Bank

De Nederlandsche Bank bewaart goudstaven met afmetingen van $200 \times 80 \times 45 \text{ mm}^3$. De malafide leverancier Otto Plichter levert ook 'goudstaven' met dezelfde afmetingen. Alle buitenwanden zijn van goud en hebben dikte d . De holte binnen deze wanden is echter gevuld met lood.

Het volume V in mm^3 van het lood hangt met de dikte d in mm samen volgens:

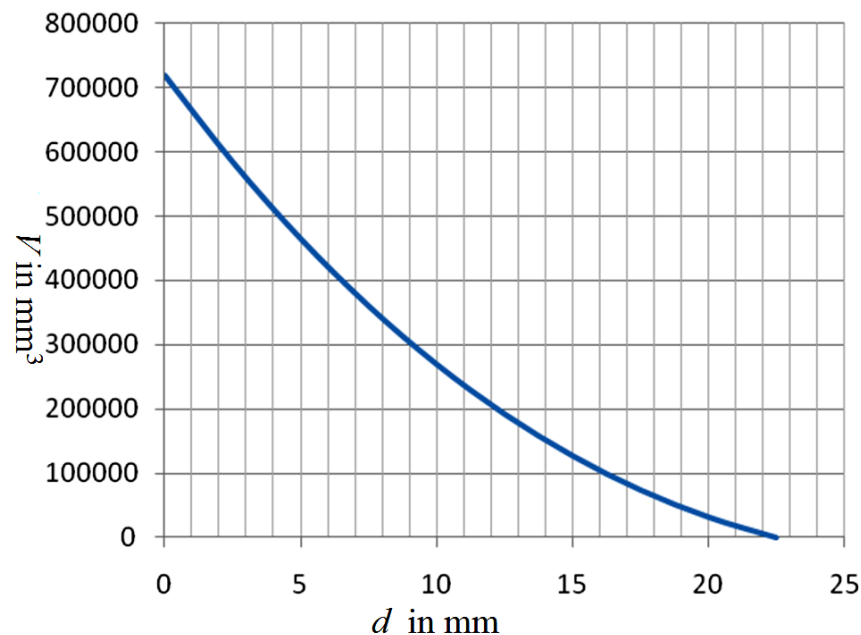
$$V = -8d^3 + 1300d^2 - 57200d + 720000$$

- a. Leid dit af.

De nulpunten van een derde-gradsfunctie zijn niet gemakkelijk analytisch te vinden, maar voor bovenstaande functie is aan de hand van de probleemstelling in te zien dat hij gelijk is aan 0 voor $d = 22,5 \text{ mm}$.

- b. Leg dit uit.

In onderstaande grafiek is V uitgezet tegen d .



De massa van een 'goudstaaf' van O. Plichter is $10,0 \text{ kg}$.

- Bepaal d .

3 Trommel

Leïla bespeelt graag vreemde muziekinstrumenten. Op een dag besluit ze de tabla (Arabische trommel) te gaan bespelen. Voor een goed geluid is het belangrijk dat de trommel op de juiste spanning wordt gebracht.



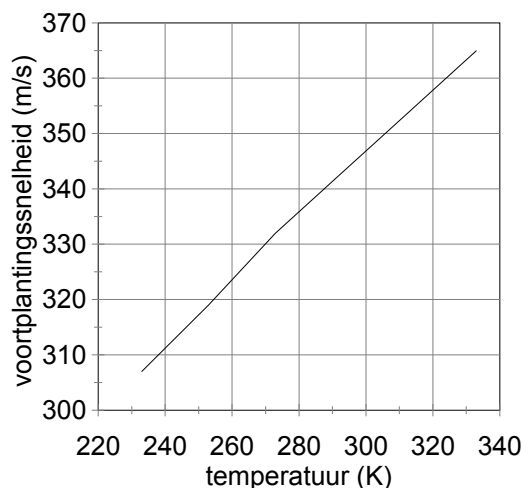
Als er op de trommel wordt geslagen, ontstaat er een staande golf in het trommelvel. Ga er vanuit dat de trommel precies in het midden wordt aangeslagen en dat alleen de grondtoon wordt geproduceerd. Daarbij bevindt zich in het midden een buik en aan de randen een knoop(lijn). De toonhoogte wordt bepaald door de diameter D van het trommelvel en de voortplantingssnelheid v van de golven. De voortplantingssnelheid v hangt alleen af van de oppervlaktespanning σ (N/m) en de massadichtheid ρ (kg/m²) van het trommelvel volgens $v = c \cdot \sigma^a \cdot \rho^b$ met a , b en c constanten, die geen eenheid hebben.

- a. Bepaal a en b op grond van een eenhedenbeschouwing.

De frequentie van de grondtoon is gelijk aan $f = 265$ Hz voor $D = 0,20$ m, $\sigma = 2,8 \cdot 10^2$ N/m en $\rho = 2,5 \cdot 10^{-2}$ kg/m².

- b. Bereken c .

Om de klank te versterken bestaat de trommel uit een kokervormig lichaam: de ketel. Deze is van boven afgesloten met het trommelvel en aan de onderkant open. Als de trommel goed is afgestemd ontstaat er bij de grondtoon een staande golf in de ketel. De lengte van de ketel is 32,5 cm. In het diagram is de voortplantingssnelheid van geluid in lucht gegeven als functie van de temperatuur.



- c. Bepaal bij welke temperatuur de trommel bij de grondtoon zo hard mogelijk klinkt.

4 Voorwerp bij lens

Een voorwerp staat op een afstand van 15 cm voor een lens. Achter de lens is een scherp beeld van het voorwerp op een scherm zichtbaar. Het voorwerp wordt nu 3,0 cm naar de lens toegeschoven. Als het scherm vervolgens naar achteren wordt verschoven, is opnieuw een scherp beeld van het voorwerp te zien. Dit tweede beeld is 1,6 maal zo groot als het eerste beeld.

- Bereken de brandpuntsafstand van de lens.