

**Nationale
Natuurkunde Olympiade**

Eerste ronde 2025

Beschikbare tijd: 2 klokuren

Lees dit eerst!

OPGAVEN VOOR DE EERSTE RONDE VAN DE NEDERLANDSE NATUURKUNDE OLYMPIADE 2025

Voor je liggen de opgaven van de eerste ronde. Deze toets bestaat uit 25 vragen.

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

Elke goed beantwoorde vraag levert 2 punten op. In totaal kun je dus **50 punten** behalen.

Je mag van het BiNaSboek, Sciencedata en een (grafische) rekenmachine gebruik maken.

Veel succes!

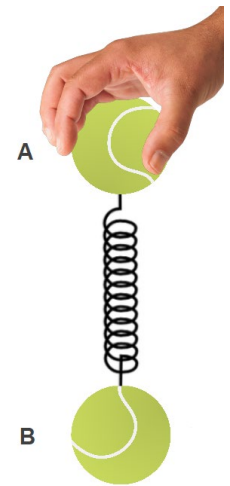
Deze opgaven zijn samengesteld door: Jan Hoekstra, Hans Jordens, Sander Velthuis, Koert van der Lingen, Enno van der Laan, Ad Mooldijk en Norbert van Veen.

Fotoverantwoording:

- 21** shutterstock id 1918669847
- 24** shutterstock id 1220765866
- 25** figuur 1: shutterstock id 2272285485
figuur 2: shutterstock id 2537020897

1 Tennisballen

Dirk heeft twee identieke tennisballen met een veer aan elkaar vastgemaakt. Hij houdt de ballen boven de grond zoals in de figuur hiernaast te zien is. Daarna laat hij bal A los.



- > Welke versnelling krijgt bal A en welke versnelling krijgt bal B op het moment van loslaten?
- A Beide ballen (A en B) krijgen een versnelling g .
 - B Bal A krijgt een versnelling g en bal B 0 ms^{-2} .
 - C Beide ballen versnellen met $0,5 g$.
 - D Bal A krijgt een versnelling $2g$ en bal B 0 ms^{-2} .
 - E Bal A krijgt een versnelling van 0 ms^{-2} en bal B $-0,5 g$.

2 Snaren

Jan heeft twee snaren op een plank gespannen. In die snaren opgewekte golven hebben dezelfde voortplantingssnelheid. Snaar 1 heeft lengte l en snaar 2 is 20 cm langer. Snaar 1 heeft een grondfrequentie f , snaar 2 heeft een grondfrequentie $f/2$.

- > Wat is de golflengte (λ_1) van de trilling in snaar 1?
- A $\lambda_1 = 20 \text{ cm}$
 - B $\lambda_1 = 40 \text{ cm}$
 - C $\lambda_1 = 60 \text{ cm}$
 - D $\lambda_1 = 80 \text{ cm}$

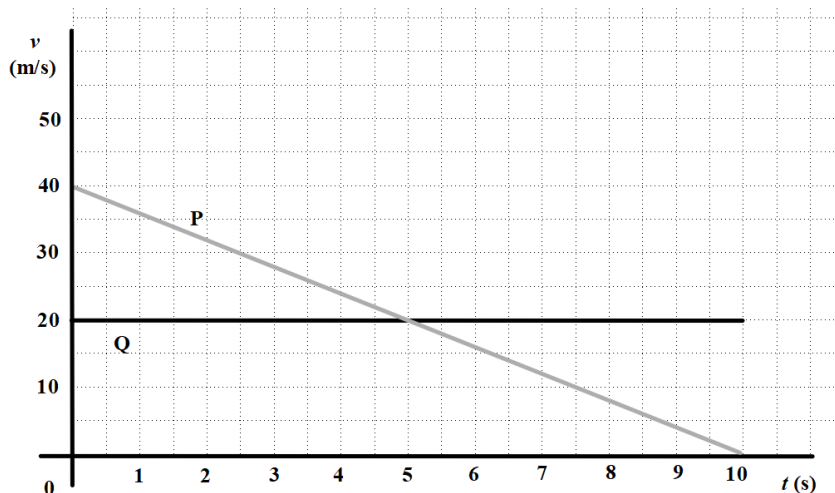
3 Trajectcontrole

Op een snelweg is trajectcontrole. We bekijken een traject van 4,0 km lang. Dat wil zeggen dat er camera's met een onderlinge afstand van 4,0 km zijn opgehangen die de passagetijdstippen van voertuigen registreren. Deze passagetijdstippen worden vervolgens, op grond van kentekenherkenning, omgerekend naar gemiddelde snelheden. De maximale gemiddelde snelheid op deze snelweg is vastgesteld op 100 km/u. Loeke rijdt de eerste helft van het traject 110 km/u. Hij wil geen boete en besluit op de tweede helft van het traject langzamer te gaan rijden.

- > Met welke gemiddelde snelheid moet hij deze tweede helft van het traject rijden, om het gehele traject met een gemiddelde snelheid van 100 km/u af te leggen?
- A 90,0 km/u
 - B 90,2 km/u
 - C 91,7 km/u
 - D 95,0 km/u
 - E 96,4 km/u

4 Twee auto's

Twee auto's rijden op dezelfde weg, dezelfde kant op. Op het tijdstip $t = 0$ s rijden beide auto's precies naast elkaar. Auto P rijdt op het tijdstip $t = 0$ s met een snelheid van 40 m/s en vertraagt eenparig. Auto Q rijdt met een constante snelheid van 20 m/s. Hieronder zijn de (v, t) -diagrammen van beide auto's getekend.

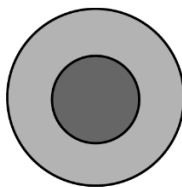
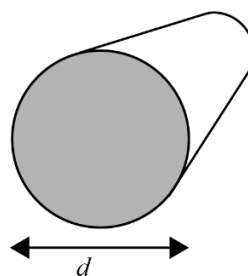


> Welke bewering is waar?

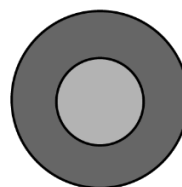
- A Op tijdstip $t = 5,0$ s wordt auto P door auto Q ingehaald.
- B Op tijdstip $t = 5,0$ s ligt auto P 100 m voor op auto Q.
- C Op tijdstip $t = 10,0$ s ligt auto Q 100 m voor op auto P.
- D Op tijdstip $t = 10,0$ s wordt auto P door auto Q ingehaald.

5 Elektriciteitsdraad

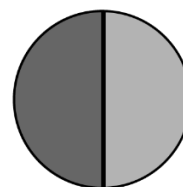
Een elektriciteitsdraad met diameter d en lengte l bestaat uit materiaal met soortelijke weerstand ρ . Een deel van de draad wordt vervangen door een ander materiaal met soortelijke weerstand $\rho/2$. In figuur A is de binnenkant van de draad tot diameter $d/2$ vervangen, in figuur B is de buitenkant van de draad vanaf diameter $d/2$ aan de buitenkant van de draad vervangen, in figuur C is de linkerhelft van de draad vervangen. In de drie gevallen blijft de lengte l hetzelfde.



A



B



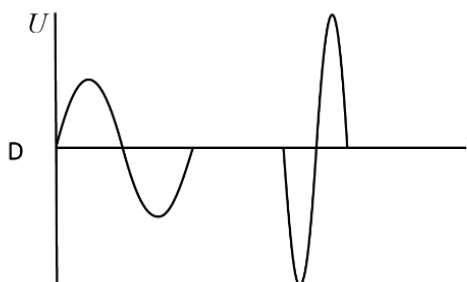
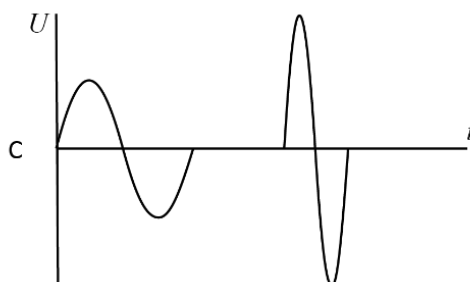
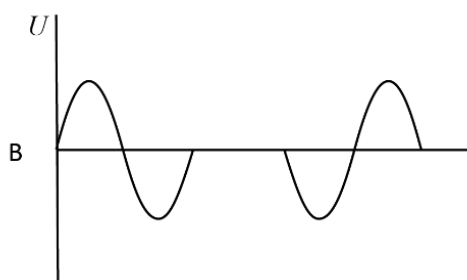
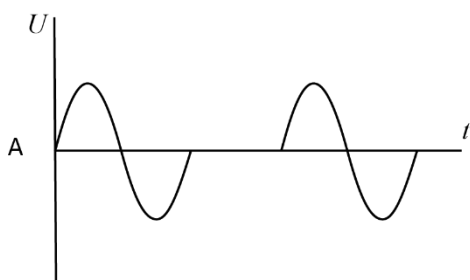
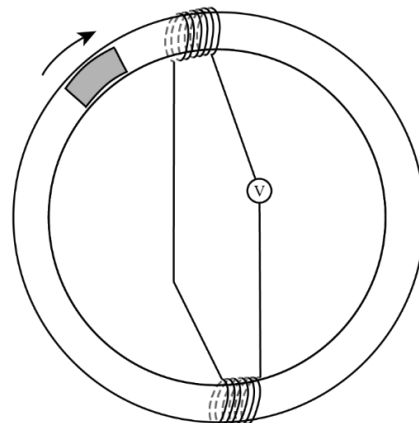
C

> Zet de draden in volgorde van oplopende weerstand.

6 Magneet door buis

Een cirkelvormige buis staat opgesteld in een verticaal vlak. Aan de boven- en onderkant van deze cirkelvormige buis zitten twee spoelen. De spoelen zijn in serie geschakeld met een spanningsmeter. Een magneet beweegt zonder wrijvingskracht met de klok mee door de buis.

- > Welk diagram geeft de spanning als functie van de tijd juist weer?

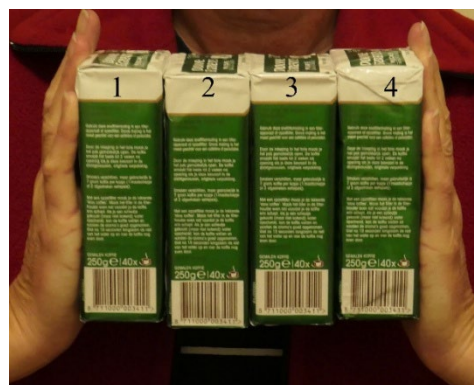


7 Koffiepakken

Een horizontale rij van vier gelijke koffiepakken wordt tegen elkaar gedrukt en opgetild. Beide handen duwen even hard.

- > Wat kun je zeggen over de wrijvingskrachten tussen de pakken 2 en 3?

- A De wrijvingskracht op pak 2 is naar boven gericht en op pak 3 naar beneden.
- B De wrijvingskracht op pak 2 is naar beneden gericht en op pak 3 naar boven.
- C Beide wrijvingskrachten zijn naar boven gericht.
- D Beide wrijvingskrachten zijn naar beneden gericht.
- E Er zijn geen wrijvingskrachten tussen de pakken 2 en 3.



8 Versnellen

Als de som van krachten ($\sum F$) op een voorwerp ongelijk nul is, zal dat voorwerp versnellen.

Bij een experiment (waar met andere eenheden dan N, kg en ms^{-2} wordt gewerkt) vindt Tobias de onderstaande waarden.

Meting	$\sum F$	Massa	Versnelling
1	2	2	6

Een tweede meting wordt gedaan met dezelfde som van krachten maar met een voorwerp van grotere massa. De derde meting met dit zelfde voorwerp met grotere massa maar met een andere som van krachten, vindt Tobias dezelfde versnelling als bij de eerste meting.

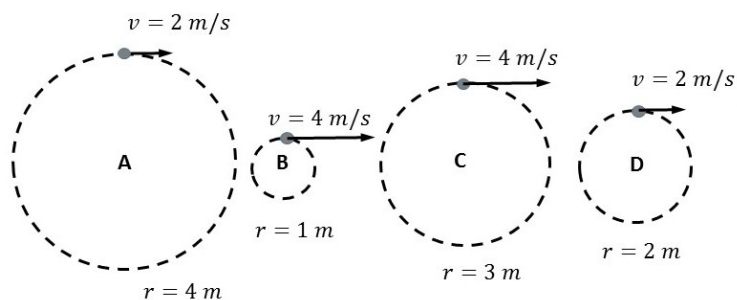
Meting	$\sum F$	Massa	Versnelling
2	2	3	X
3	Y	3	6

> Wat zijn de waarden van X en Y?

9 Middelpuntzoekende kracht

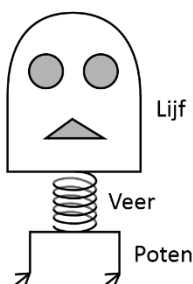
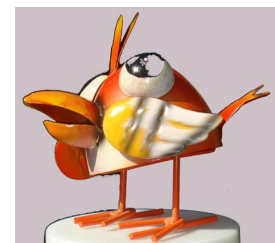
Jasmijn laat een massa m op vier verschillende manieren een eenparige cirkelbeweging uitvoeren.

> Zet deze situaties op volgorde van de middelpuntzoekende kracht. Begin met de kleinste kracht.



10 Tuinvogeltje

Het tuinvogeltje hiernaast bestaat uit drie delen: ten eerste het uit twee poten bestaande onderstel, vervolgens het lijf en tenslotte een spiraalveer (met verwaarloosbare massa) die deze beide delen met elkaar verbindt. Deze veer zorgt ervoor dat het lijf kan gaan trillen als het geheel in de wind staat. Hieronder zie je dit schetsmatig weergegeven.

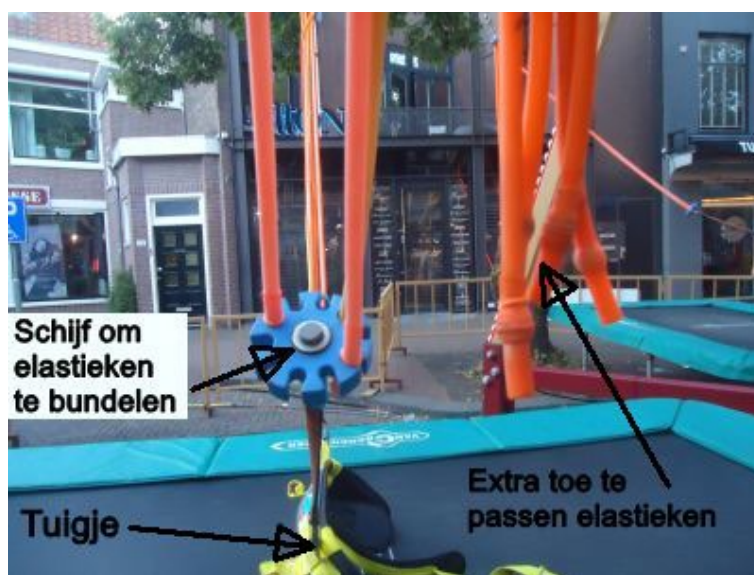


Steven bestudeert 2 situaties. Ten eerste die waarbij het vogeltje gewoon op zijn poten staat. Dan blijkt het lijf te kunnen gaan trillen met een frequentie van 9,5 Hz. Ten tweede die waarbij het vogeltje op zijn lijf ligt en zijn poten omhoog steken. Dan blijken de poten te kunnen gaan trillen met een frequentie van 14 Hz.

- > Wat is de waarde van de breuk $m_{\text{poten}}/m_{\text{lijf}}$? (Dus het quotiënt van de massa van de poten en de massa van het lijf.)
 - A 0,46
 - B 0,6
 - C 1,5
 - D 2,2

11 Trampoline

Bij een trampoline op de kermis kunnen kinderen, vastgegespt in een tuigje ($m_{\text{tuigje}} = 6,0 \text{ kg}$) dat aan twee bundels elastieken is opgehangen, op en neer springen, zich daarbij beneden afzettend op een trampoline. Ze maken daarbij sprongen van meerdere meters hoog. De bedoeling is dat de kinderen bij deze bewegingen een trillingstijd krijgen van omstreeks 1,7 à 2,3 seconde, maar dat komt niet heel precies. Omdat de trillingstijd van deze kinderen direct samenhangt met hun massa, moet de trillingstijd regelbaar zijn. Daarom maakt men gebruik van twee BUNDELS elastieken. Zo'n bundel bestaat uit minimaal 1 en maximaal 10 elastieken, waarbij dit aantal door de beheerders van de zaak snel kan worden aangepast. In het oorspronkelijke ontwerp is men uitgegaan van twee bundels, elk bestaande uit 2 elastieken. Een aan deze bundels hangende totale massa van 14,0 kg kreeg een trillingstijd van 2,0 s.



- > Bereken uit hoeveel elastieken elke bundel moet bestaan als een kind met een massa van 36 kg gebruik gaat maken van deze attractie.

12 Schommel

Een schommel met daarop een kind wordt op verschillende tijdstippen door twee verschillende personen (A en B) vanuit de evenwichtsstand even ver naar achteren getrokken en daar vanuit stilstand losgelaten.

A gebruikt daarbij een voortdurend horizontaal gerichte kracht.

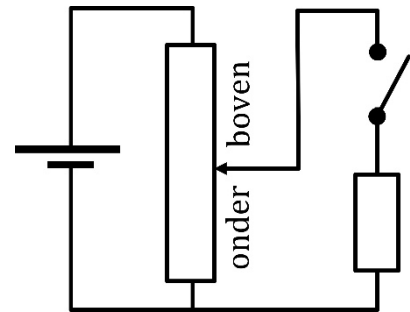
B richt zijn trekkraft zó, dat deze voortdurend loodrecht op de ophangtouwen van de schommel staat.

- > Wie van de twee heeft bij dit naar achteren trekken de meeste arbeid verricht?
 - A Persoon A
 - B Persoon B
 - C Maakt niet uit, beiden evenveel
 - D Valt niets over te zeggen: het is niet bekend of ze de schommel even snel naar achteren trekken

13 Schuifweerstand

In de schakeling hiernaast hebben de twee delen van de schuifweerstand de namen *onder* en *boven* gekregen.

Als de schakelaar op UIT staat wordt er nog steeds een bepaald elektrisch vermogen in de schuifweerstand omgezet. Als de schuif van de schuifweerstand zich niet in één van de twee uiterste standen bevindt vind je dat vermogen terug in de twee delen van de schuifweerstand: P_{boven} en P_{onder} .



- > Wat gebeurt er met deze vermogens als de schakelaar op AAN wordt gezet?
 - A P_{boven} neemt toe en P_{onder} neemt toe
 - B P_{boven} neemt toe en P_{onder} neemt af
 - C P_{boven} neemt toe en P_{onder} blijft gelijk
 - D P_{boven} neemt af en P_{onder} neemt toe
 - E P_{boven} neemt af en P_{onder} neemt af
 - F P_{boven} neemt af en P_{onder} blijft gelijk

14 Pan met water

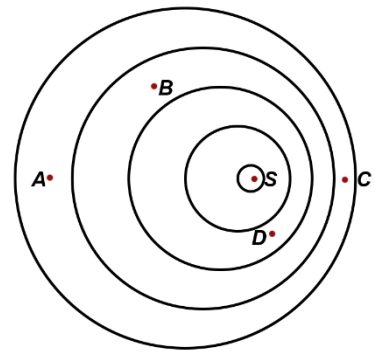
Gegeven: De soortelijke warmte van water is $4,2 \text{ kJ}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$.

Men verwarmt een pan met $1,0 \text{ kg}$ water van $20 \text{ }^\circ\text{C}$ op een aardgasbrander. Op het moment dat er door verbranding van aardgas 60 kJ aan warmte is vrijgekomen, is de temperatuur van het water gestegen tot $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

- > Welk percentage van de vrijgekomen warmte is opgenomen door het water?
 - A 10%
 - B 35%
 - C 49%
 - D 65%

15 Trillend voorwerp

Een klein trillend voorwerp *S* beweegt over stilstaand water. In het plaatje zie je het ontstane golfpatroon op één bepaald tijdstip.

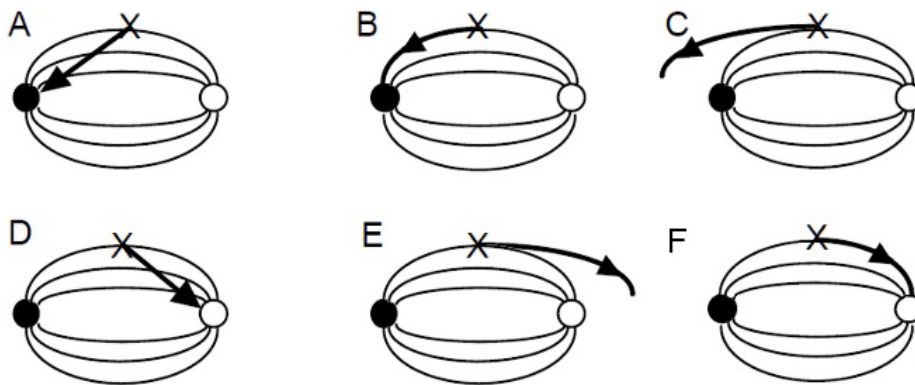


- > Zet de punten *A*, *B*, *C* en *D* op volgorde van steeds grotere golflengte.

16 Elektrisch veld en elektron

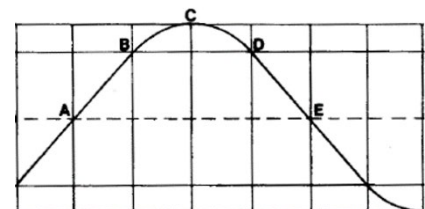
Je ziet zes tekeningen met een elektrisch veld tussen twee tegengestelde ladingen. De positieve lading wordt voorgesteld door het zwarte cirkeltje en de negatieve lading door het witte cirkeltje. Een elektron wordt losgelaten in punt *X* en krijgt een grote versnelling door het elektrische veld.

- > Welke van de tekeningen geeft de baan van het elektron het beste weer?



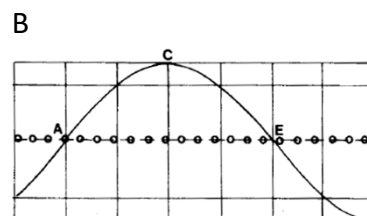
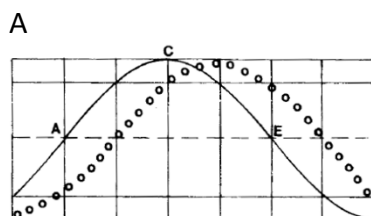
17 Lopende transversale golven

Vanaf het beginpunt van een koord, dat harmonisch trilt, plant zich door dit koord een naar rechts lopende golf voort. Van een deel van het koord is de stand op een bepaald moment in de figuur hiernaast getekend. De streeplijn geeft de stand van het koord in rust weer.

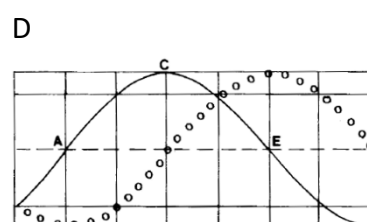
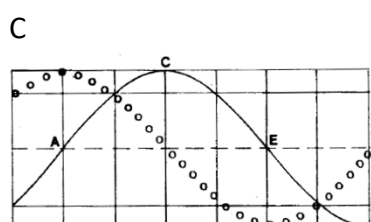


$\frac{1}{4}$ trillingstijd later heeft het koord een andere stand.

- > In welke van de figuren is deze nieuwe stand het beste getekend?



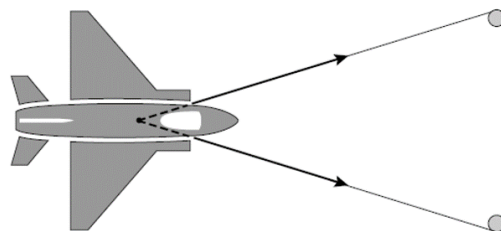
— = gegeven stand.
 = nieuwe stand.



18 Weggeschoten vliegtuigje

Je kunt een modelvliegtuigje met een elastiek wegschieten, zie de figuur. De in de figuur getekende spankrachten zijn elk 20 N.

- > Hoe groot is de totale kracht die de elastiekjes op het vliegtuigje uitoefenen op het moment van het loslaten van het vliegtuigje?



- A Minder dan 20 N
- B 20 N
- C Tussen 20 N en 40 N
- D 40 N
- E Meer dan 40 N

19 Planeten

De omlooptijd van de aarde in haar baan om de zon bedraagt 1 jaar.

Stel dat we de aarde denkbeeldig zouden vervangen door een planeet met een twee maal zo grote massa als die van de aarde.

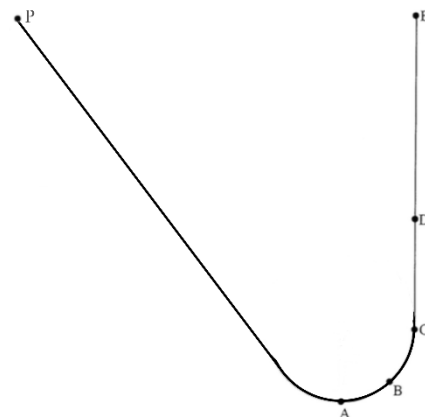
- > Hoe zou de omlooptijd van deze (denkbeeldige) planeet zich verhouden tot de omlooptijd van de aarde?

- A Deze wordt 4 maal zo klein.
- B Deze wordt 2 maal zo klein.
- C Deze blijft gelijk.
- D Deze wordt 2 maal zo groot.
- E Deze wordt 4 maal zo groot.

20 Glijdende steen

Een steen glijdt vanaf het beginpunt P vanuit stilstand wrijvingsloos langs een hellende rechte goot die uitmondt in een cirkelvormig gedeelte naar beneden. Het cirkelvormige gedeelte eindigt in punt C. Daar verlaat de steen de goot om vervolgens verticaal omhoog te bewegen tot het punt E.

In de figuur zijn de punten A t/m E getekend. Geef bij elk punt aan wat er met de grootte van de snelheid en de versnelling van de steen in de richting van de baan aan de hand is. Je hebt voor de grootte van de snelheid de keuze uit: Neemt toe / Neemt af / Is op een maximum / Is op een minimum. Voor de versnelling in de richting van de baan heb je de keuze uit 0, < g of g .



- > Geef bij elk punt in de tabel de voor dat punt behorende mogelijkheden.

Punt	Snelheid	Versnelling
A		
B		
C		
D		
E		

21 Battle rope

Een battle rope bestaat uit twee dikke touwen die als fitness hulpmiddel wordt gebruikt. Een sporter maakt lopende golven in twee koorden door met de armen op en neer te bewegen. Zie de figuur.



De sporter in de figuur heeft een lengte van 1,8 m. In 4,0 seconde gaat elk van zijn armen 14 keer op en neer.

> Bepaal de golfsnelheid in een koord.

- A $2,5 \text{ ms}^{-1}$
- B $5,0 \text{ ms}^{-1}$
- C 10 ms^{-1}
- D 20 ms^{-1}

22 Orgelpijp

Een orgelpijp wordt met lucht gevuld en aangeblazen. De orgelpijp brengt hierdoor een grondtoon voort met een frequentie van 147 Hz. Vervolgens wordt de orgelpijp gevuld en aangeblazen met CO_2 . De temperatuur is in beide gevallen 273 K.

> De grondtoon van deze orgelpijp is nu:

- A 115 Hz
- B 147 Hz
- C 188 Hz
- D 585 Hz

23 Formule

Robert vindt een spiekbriefje met daarop een handgeschreven formule. Hij herkent dat het om de grootheden v van snelheid, p van druk en ρ van dichtheid gaat, maar kan de exponent van de snelheid niet lezen. Hij schrijft op:

$$v^\alpha = p^{3/2} \rho^{-3/2}$$

- > Wat is de waarde van α ?

24 Startkabels

Een auto met een lege accu kan niet meer starten. Een andere auto kan dan helpen. De volle accu van de hulpauto wordt met twee startkabels verbonden met de lege accu. Zie de figuur.



Goedkope startkabels zijn gemaakt van een aluminium geleider met een doorsnede van 16 mm^2 . Ze kunnen twee accu's met elkaar verbinden met een onderlinge afstand van 3,5 m. De stroomsterkte in de startkabels is $2,0 \cdot 10^2 \text{ A}$ en er wordt gedurende 60 s een startstroom geleverd.

- > Bereken de warmte die in totaal in de startkabels ontstaat.
 - A $2,4 \cdot 10^2 \text{ J}$
 - B $4,7 \cdot 10^2 \text{ J}$
 - C $14 \cdot 10^3 \text{ J}$
 - D $28 \cdot 10^3 \text{ J}$

25 Veldaccu

Piloten van modelvliegtuigen hebben op het vliegveld geen stopcontact bij de hand. Ze laden de vliegaccu's van modelvliegtuigen daarom op met de energie uit een grote veldaccu. Op de veldaccu zit het label van figuur 1. Op de vliegaccu zit het label van figuur 2.

figuur 1 Veldaccu



figuur 2 Vliegaccu



- > Bereken hoe vaak de modelvlieger zijn vliegaccu volledig kan opladen als begonnen wordt met een volgeladen veldaccu.
 - A 14 keer
 - B 23 keer
 - C 37 keer
 - D 43 keer