

Nationale Natuurkunde Olympiade

Eerste ronde 2015

Beschikbare tijd: 2 klokuren

Lees dit eerst!

OPGAVEN VOOR DE EERSTE RONDE VAN DE NEDERLANDSE NATUURKUNDE OLYMPIADE 2015

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 klokuren.

Elke meerkeuzevraag levert bij goede beantwoording **2 punten** op.

Elke open vraag levert bij goede beantwoording **5 punten** op.

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, volgens jou, het dichtste bij ligt.
- Vul je antwoorden in op het bijgevoegde antwoordenblad. Uitsluitend dit antwoordenblad wordt gebruikt om je score voor de meerkeuzevragen 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**.
- Noteer op **elk blad** je naam en de naam van je school.

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

Veel succes!

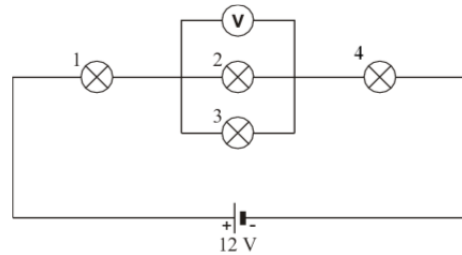
Deze opgaven zijn samengesteld door: Lieke Heimel-Robeer, Jan Hoekstra, Patricia Huisman-Kleinherenbrink, Hans Jordens, Enno van der Laan, Koert van der Lingen, Ad Mooldijk, Freek Pols, Pieter Smeets en Berend Tiesinga.

1 Een voorwerp hangt aan een veer en wordt in trilling gebracht. Er wordt een trillingstijd van 0,50 s gemeten. Daarna hangt men hetzelfde voorwerp aan twee precies zulke veren die onder elkaar hangen. Het voorwerp wordt weer in trilling gebracht.

► Wat is nu de trillingstijd?

- A 0,25 s
- B 0,35 s
- C 0,71 s
- D 1,0 s

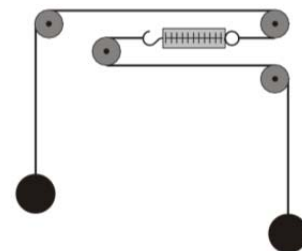
2 In de schakeling hiernaast levert de spanningsbron 12 volt. Alle lampjes zijn van hetzelfde type. De lampjes branden niet. De voltmeter geeft 12 volt aan.



► Welk(e) lampje(s) is (zijn) kapot?

- A lampje 1 of 4
- B lampje 1 en 4
- C lampje 2 of 3
- D lampje 2 en 3

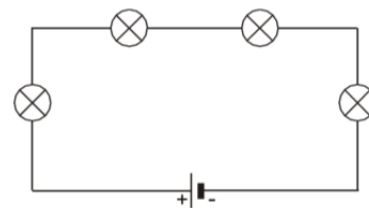
3 Twee gewichten van elk 3,0 N hangen aan een dunne draad die langs verschillende katrollen is geleid, zoals in de figuur hiernaast is weergegeven. In de draad is een veerunster opgenomen. De opstelling is in rust.



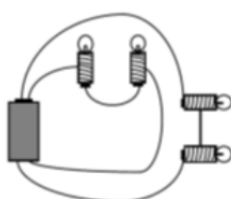
► Welke waarde geeft de veerunster aan?

- A 1,0 N
- B 1,5 N
- C 3,0 N
- D 6,0 N

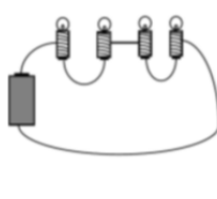
4 Hiernaast staat een schema van een elektrische schakeling weergegeven.



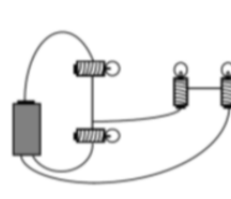
► Welke van de onderstaande circuits geeft het schema weer?



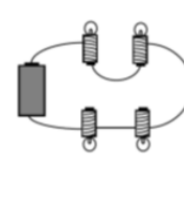
A



B

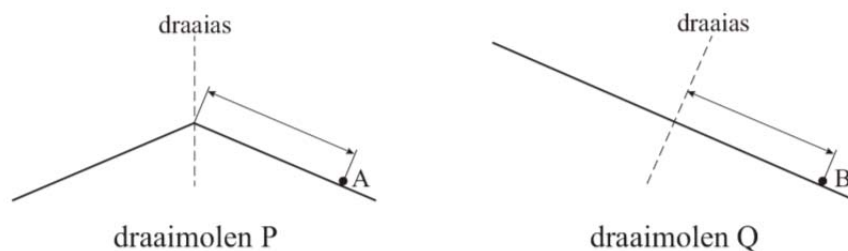


C



D

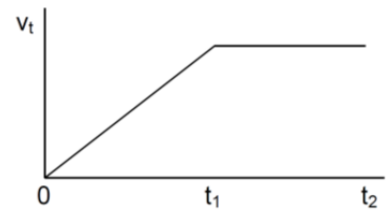
- 5 Twee karren staan klaar voor een duwwedstrijd. De massa van kar 2 is twee keer zo groot als de massa van kar 1. De duwkracht die wordt uitgeoefend op kar 2 is vier keer zo groot als de duwkracht die wordt uitgeoefend op kar 1. De duwkracht op kar 2 wordt de helft van de tijd uitgeoefend als de duwkracht op kar 1. De karren rollen daarna zonder vaart te minderen door. Beide karren starten tegelijkertijd op dezelfde positie en leggen dezelfde afstand af.
- Welke kar zal als eerste de afstand afgelegd hebben?
- A Kar 1
B Kar 2
C Beide komen tegelijk aan.
D Er is te weinig informatie om hier iets over te zeggen.
- 6 Joke maakt een model van de Eiffeltoren op schaal van 1 op 100. Ze gebruikt hetzelfde materiaal als van de Eiffeltoren zelf. De druk die de Eiffeltoren op de grond uitoefent noemen we p_{groot} . De druk van het model van Joke noemen we p_{klein} .
- Wat geldt er voor de verhouding tussen druk p_{groot} en p_{klein} ?
- A $p_{\text{groot}}/p_{\text{klein}} = 1/100$
B $p_{\text{groot}}/p_{\text{klein}} = 1/10$
C $p_{\text{groot}}/p_{\text{klein}} = 10$
D $p_{\text{groot}}/p_{\text{klein}} = 100$
- 7 Twee dezelfde voorwerpen A en B bevinden zich in twee verschillende draaimolens P en Q. Draaimolen P heeft een kegelvormige vloer en draait rond een verticale as die door de top van de kegel gaat. Draaimolen Q heeft een vlakke, scheefstaande vloer en draait rond een as die loodrecht op de molenvloer staat. Zie de figuren hieronder.



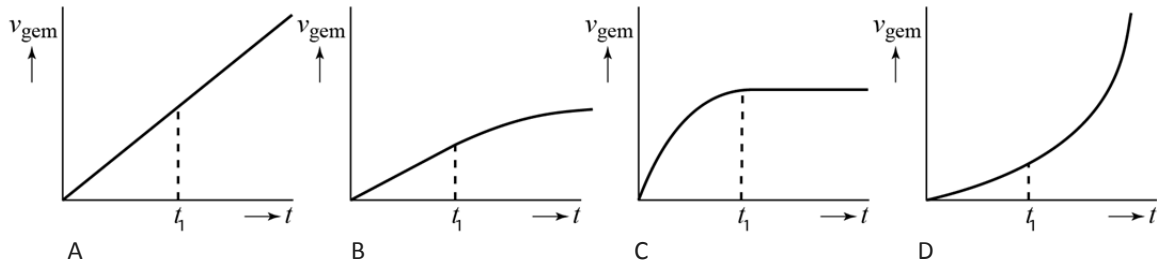
De in de schetsen met pijlen aangegeven afstanden zijn gelijk. De hellingshoeken van de draaimolensbodems met het horizontale vlak zijn gelijk en de draaimolens draaien met **dezelfde hoeksnelheid** rond. A en B gaan tijdens de rit niet schuiven.

- Wat kan je zeggen van de middelpuntzoekende krachten F_{mpz} die op A en B werken?
- A $F_{\text{mpz,A}} > F_{\text{mpz,B}}$
B $F_{\text{mpz,A}} = F_{\text{mpz,B}}$
C $F_{\text{mpz,A}} < F_{\text{mpz,B}}$
D Daar valt niets over te zeggen omdat de middelpuntzoekende kracht op voorwerp B voortdurend verandert.

- 8 Hiernaast zie je het (v, t) -diagram van de beweging van een voorwerp. Deze beweegt van $t = 0$ tot $t = t_1$ eenparig versneld, en van $t = t_1$ tot $t = t_2$ eenparig. Men bepaalt nu voor alle tijdstippen van de beweging de gemiddelde snelheid tussen $t = 0$ en deze tijdstippen en zet de resultaten uit in een diagram.



- Welk van de 4 hieronder staande diagrammen zal dit opleveren?



- 9 Een waterkoker (230 V; 1,0 kW) brengt in Nederland 0,25 L water van 15 °C in 1,5 minuut aan de kook.

- Hoeveel tijd is ruwweg nodig om met dezelfde waterkoker dezelfde hoeveelheid water van 15 °C in de Verenigde Staten (115 V), onder gelijke atmosferische omstandigheden, aan de kook te brengen?

- A 6 minuten
- B 4,5 minuten
- C 3 minuten
- D 1,5 minuut

- 10 Een knikker rolt langs een schuine baan omlaag vlak langs een aantal metalen pijpen en schampt daarbij de pijpen. Zie de afbeelding. De pijpen hebben dezelfde afmetingen en zijn van hetzelfde materiaal gemaakt. Als een pijp wordt geraakt, klinkt er een toon. De pijpen zijn gemonteerd op gelijke onderlinge afstanden.



- Welke uitspraak is juist?

- A De tonen worden lager en de tijd tussen de tonen blijft gelijk.
- B De tonen worden lager en de tijd tussen de tonen wordt kleiner.
- C De tonen klinken even hoog en de tijd tussen de tonen blijft gelijk.
- D De tonen klinken even hoog en de tijd tussen de tonen wordt kleiner.

- 11 Een apparaat om het zoutgehalte van zeewater te meten zit met een kort touw vast aan een ballon die gevuld is met lucht. De bedoeling van de ballon is, dat het geheel blijft drijven.

Op een dag is iets te weinig lucht in de ballon gedaan, waardoor deze met zijn bovenkant net tegen het oppervlak van de zee zit. We duwen de ballon met het apparaat eraan een stukje verder onder water.

- Wat zal er nu gebeuren met het apparaat en de ballon?
- A Ze zullen naar de zeebodem bewegen.
 - B Ze zullen naar een bepaalde diepte boven de zeebodem bewegen en daar dan blijven.
 - C Ze zullen op de diepte die het gekregen heeft blijven.
 - D Ze komen omhoog en de ballon zal weer net tegen het oppervlak van de zee aan komen.

- 12 Een waterkoker heeft twee verwarmingselementen. Eén zorgt voor langzaam opwarmen van het water in een tijd t_1 . De ander is juist bedoeld voor snel opwarmen van die hoeveelheid water tot dezelfde temperatuur in een tijd t_2 .

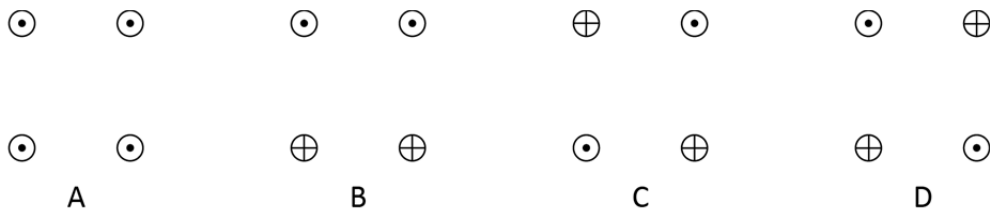
Nu worden beide verwarmingselementen tegelijk gebruikt.

- Wat geldt voor de tijd die nodig is om de hoeveelheid water tot dezelfde temperatuur op te warmen?

- A $t = t_1 + t_2$
- B $t = t_1 - t_2$
- C $t = \sqrt{(t_1^2 + t_2^2)}$
- D $t = \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2}$

- 13 Een elektrische stroom door een draad geeft een magnetisch veld rond die draad. Hieronder staan steeds vier draden getekend, waarbij een kruis een stroom weergeeft die het blad ingaat en een punt een stroom die het papier uit komt.

- In welke situatie is het magnetisch veld midden tussen de draden het sterkst?

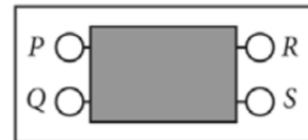


- 14 2,0 gram radioactief thorium vervalt gedurende 72 dagen, waarna er nog maar 0,25 g thorium over is.

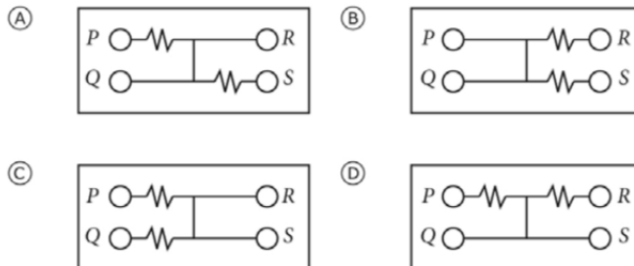
- Hoe groot is de halveringstijd van thorium?

- A 9 dagen
- B 12 dagen
- C 24 dagen
- D 36 dagen

- 15 De figuur hiernaast toont een dichte doos met vier (elektrische) aansluitingen P, Q, R en S. Uit metingen blijkt dat de weerstand tussen P en R twee maal zo groot is als de weerstand tussen P en Q. Hieronder staan vier schakelschema's. Hierin zijn alle weerstanden gelijk.



- Welke schakelschema geldt voor de schakeling in de doos?

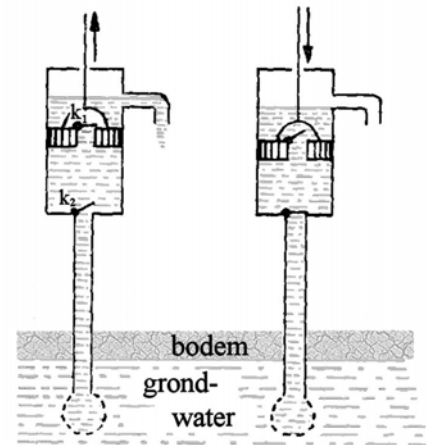


Open vragen

1 De waterpomp

In Afrika is het weinige oppervlaktewater vaak ongeschikt om te drinken. Leila helpt mee met een hulporganisatie die waterputten slaat voor de lokale bevolking.

Het water wordt met een eenvoudige zuigerspomp naar boven gehaald (zie de tekening voor de werking. Let hierbij vooral op de werking van de kleppen). Ga er vanuit dat de snelheid v waarmee de zuiger omhoog en naar beneden gaat steeds constant is. Een volledige slag duurt T seconden. De doorsnede van het zuigeroppervlak is A .



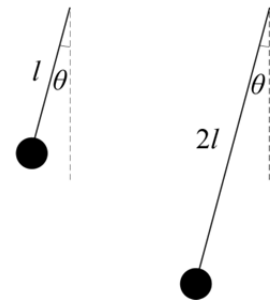
- a. Stel een formule op voor het debiet D , dat is de hoeveelheid water die gemiddeld per seconde wordt opgepompt, uitgedrukt in de gegeven grootheden.

Het komt vaak voor dat men, om het debiet te vergroten, de hefboom over een kleinere afstand (dus een kortere slag) op en neer beweegt.

- b. Leg uit of dit inderdaad een groter debiet geeft.

2 Slingeren

Twee bollen van gelijke massa hangen aan dunne draden. De lengte van de draad van de lange slinger is twee maal de lengte van de draad van de korte slinger. We trekken de bol van de korte slinger opzij tot deze een hoogte h_{kort} ten opzichte van de onderste stand heeft en laten hem dan los. Nu willen we de lange slinger met dezelfde snelheid door de onderste stand laten bewegen.



- a. Leg uit op welke hoogte h_{lang} je dan de bol van de lange slinger moet loslaten, uitgedrukt in h_{kort} .

Daarna laten we de bollen los onder een gelijke hoek θ . Bij de korte slinger passeert de bol de onderste stand met snelheid v_{kort} .

- b. Bepaal met welke snelheid v_{lang} de bol van de lange slinger de onderste stand passeert, uitgedrukt in v_{kort} .

3 Railgun

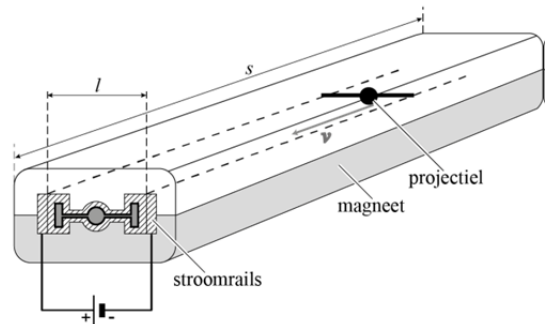
De Amerikaanse marine heeft volgens eigen zeggen een nieuw wereldrecord gevestigd met een elektromagnetische railgun. Een railgun lanceert een projectiel gebruikmakend van een grote stroomsterkte en een sterk magnetisch veld. Het Office of Naval Research (ONR) wist met succes een projectiel van 22 kg af te schieten met een energie van 33 megajoule. Een schot met een dergelijke hoeveelheid energie kan in



FOTO: Technisch weekblad

potentie een snelheid van mach 5 (5 keer de geluidssnelheid) behalen, aldus het ONR. Het doel van het ONR is een railgun te ontwikkelen die geïnstalleerd kan worden op Amerikaanse marineschepen.

In de figuur hiernaast is schematisch een railgun weergegeven. Deze bestaat uit twee rails, waarlangs het projectiel (in de richting van de toeschouwer) kan bewegen. Door de rails en het projectiel loopt een grote stroom. De spanningsbron tussen de twee rails is aangegeven.



De lengte s van de rails is 2,5 meter en de afstand l tussen de rails is 20 cm.

Tussen de rails bevindt zich een magnetisch veld met een sterkte van 10 T. We verwaarlozen in deze opgave de weerstandskrachten.

- Toon aan dat de gegeven waarden voor de snelheid en de energie van het projectiel met elkaar in overeenstemming zijn.
- Bepaal de richting van het magneetveld tussen de rails.
- Bereken de grootte van de stroomsterkte die door het projectiel loopt.

4 95 verdiepingen in 43 seconden

De Japanse industriegigant Hitachi gaat 's werelds snelste lift installeren in de CTF Guangzhou. Dat is een financieel kantoor van 530 m hoog dat in aanbouw is in Guangzhou (China). Hitachi claimt dat de lift, gebouwd in een schacht van 440 m lang, straks in 43 seconden naar de 95e verdieping beweegt en daarbij een maximale snelheid van 72 km/h haalt. Dat is flink meer dan de huidige recordhouder van Toshiba, die in de Taiwanese wolkenkrabber Taipei 101 'slechts' 61 km/h haalt.

Bij een lift met zo'n opmerkelijke topsnelheid is het interessant om na te gaan welke versnelling er nodig zal zijn om deze snelheid te bereiken.

De versnelling bij versnellen en afremmen is te schatten uit bovenstaande gegevens. Om de schatting te maken moet je één of meer aannames doen. Neem aan dat het versnellen en vertragen eenparig versneld gebeurt en dat bij versnellen en vertragen de grootte van de versnelling gelijk is.

- Maak een schatting van de versnelling.

Tip: Schets een (v,t) -diagram van de beweging met bovenstaande aannames.

