

Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

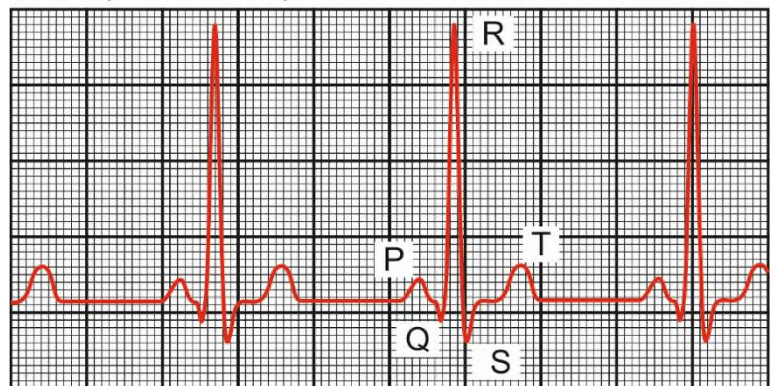
**Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!  
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.**

**Opgave 1**

De samentrekking van de hartspier wordt veroorzaakt door elektrische spanningen. Die spanningen kunnen geregistreerd worden als functie van de tijd. Zo'n registratie wordt een elektrocardiogram (ECG) genoemd. Een ECG verschaft inzicht in het functioneren van het hart.

In nevenstaande afbeelding is een ECG van een hart weergegeven van een gezond volwassen mens. Dit ECG is door een pen geschreven op een papierstrook die van rechts naar links beweegt. Op de papierstrook loopt de tijd als dus van links naar rechts. De letters P, Q, R, S en T geven karakteristieke punten van het ECG aan. De

40 mm/s    20 mm/mV



spanningspiek QRS heeft tot gevolg dat de hartkamers zich samentrekken. Daardoor stroomt het bloed de slagaders in. In het ECG is een trilling weergegeven waarbij de begripfen fase en gereduceerde fase net zo zijn gedefinieerd als bij een harmonische trilling.

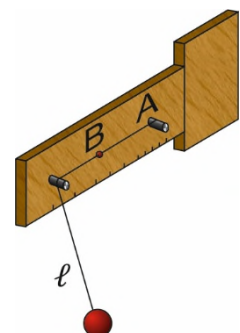
- a) **Leg uit** waaruit blijkt dat de trilling niet harmonisch is.
- b) **Bepaal** de frequentie van de hartslag.

**Opgave 2**

In nevenstaande afbeelding is een polsfrequentiemeter volgens het ontwerp van Galileï weergegeven.

Door aan knop A te draaien, kan de slingerlengte  $\ell$  worden veranderd, zodat het ritme van de slinger gelijk wordt aan het ritme van de polsslag. Het knoepje B loopt langs een geijkte schaal.

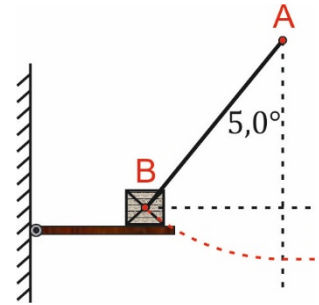
- a) **Bereken** de slingerlengte als B bij 50 slagen per minuut staat.
- b) **Bereken** hoeveel je B opzij moet schuiven als je wilt instellen op 100 slagen per minuut.



### Opgave 3

Een massa van 1,5 kg is opgehangen aan een touw AB met een lengte van 2,5 m.

Men wil met de opstelling, zoals deze hiernaast is afgebeeld, slingerbewegingen bestuderen. Men wil men de massa heel gecontroleerd op tijdstip  $t = 0,0$  s vanuit steeds dezelfde hoogte loslaten. Daartoe plaatst men de massa op een plankje. Dit plankje kan op commando van een computer naar beneden wegklappen, waardoor de slingerbeweging start.



Voordat het experiment start ligt de massa in rust op het plankje. De spankracht in het touw AB bedraagt dan 10,0 N.

a) **Bereken** de wrijvingskracht die het plankje op het blokje uitoefent.

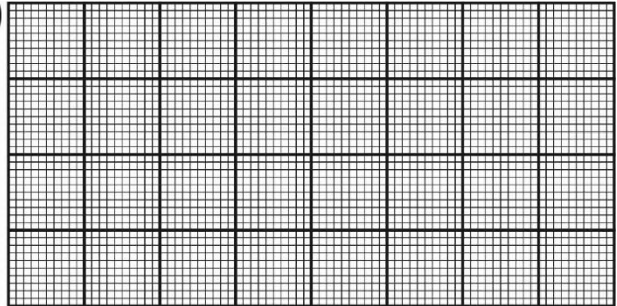
Op tijdstip  $t = 0$  s klappt het plankje omlaag.

b) **Bereken** de snelheid waarmee massa B door de evenwichtstand gaat.

c) **Bereken** hoelang het duurt voordat massa B voor de tweede keer de evenwichtstand passeert.

d) **Teken**, in nevenstaande afbeelding, onder elkaar het  $(u,t)$ - en het  $(v,t)$ -diagram voor deze beweging. Geef twee trillingstijden weer op de tijd-as.

$u$  (m)



$v$  (m/s)

