

# ELEVOPGAVER

'Roveren: Et rullende  
kernekræftværk'



## Opgaver

1. Opskriv en energikæde for de energiomdannelser, der sker fra kerneenergien i Plutonium-238 og til roveren er kørt op på toppen af en bakke.
2. Opskriv henfaldsskemaet for Plutonium-238's henfald.
3. Beskriv, hvilke designmæssige udfordringer det ville give, hvis man anvendte et  $\beta$  - eller  $\gamma$  -aktivt materiale i stedet for  $\alpha$  -aktivt.
4. NASA opgiver generatorens effekt til at være 110W ved afsendelse, og at den falder nogle få procent om året.
  - a. Anvend halveringstiden på 87,74 år til at undersøge, hvor meget effekten burde falde pr. år, hvis vi går ud fra, at effekttabet udelukkende skyldes faldet i mængden af plutonium-238 efterhånden, som det henfalder.
5. Beregn, hvor stor mængde kerneenergi, som frigives ved et henfald.
6. Generatoren indeholder ifølge NASA<sup>1</sup> 4,8 kg  $PuO_2$ . Dette svarer til, at massen af Plutonium-238 er 4,2 kg, hvis vi går ud fra, at der anvendes helt rent Plutonium-238.
  - a. Udregn, hvad aktiviteten er i denne mængde materiale.
7. Den frigivne kerneenergi omdannes til varmeenergi ved opbremsning af de udsendte  $\alpha$  -partikler.
  - a. Beregn på baggrund af opgave 5 og 6, med hvilken effekt der genereres varmeenergi i generatoren.
8. Hvad er nyttevirkningen af generatorens omdannelse af kerneenergien til elektrisk energi, hvis den kan levere 110W elektrisk energi?
9. En energiforsyning på 110W kan næppe gøre Perseverance til en racerbil, men det er heller ikke meningen. Perseverances tophastighed på flad og hård jord er  $4,2 \frac{cm}{s}$ .
  - a. Beregn hvilken kinetisk energi, det svarer til, når Perseverance har en masse på omkring 1050 kg. Diskutér hvorvidt en energiforsyning på 110W er tilstrækkeligt til at opnå denne kinetiske energi rimeligt hurtigt.
10. Beregn, hvilken stigning i højde pr. sekund, effekten på 110W kan give, hvis vi går ud fra, at hele effekten bruges til at øge roverens højde.
  - a. Dette er selvfølgelig en grov forenkling, da vi således går ud fra, at nyttevirkningen af motorer er 100%, og at der ingen rullemodstand eller andre modstande er.
11. Diskutér på baggrund af udregningen i opgave 10 roverens evne til at køre op ad bakke.
12. Ud over MMRTG'en indeholder roveren også nogle genopladelige batterier.
  - a. Diskutér, hvad formålet med disse batterier kan være.

---

<sup>1</sup> <https://mars.nasa.gov/mars2020/spacecraft/rover/electrical-power/>