



Månadens problem – NOVEMBER 2020



Underhållsarbete vid LHC. Bildkälla: CERN (bild tagen från <https://home.cern/science/accelerators/large-hadron-collider>)

LHC (Large Hadron Collider) vid CERN utanför Genève är världens största accelerators för protoner. LHC har en omkrets på 27 km. Protonerna accelereras till en rörelseenergi på 7 TeV (per proton). De samlas ihop till en smal stråle som är 16 mikrometer bred.¹ Enligt en artikel på TechWorld den 23 december 2009 (<https://techworld.idg.se/2.2524/1.281720/andra-gangen-gillt-for-lhc>) så motsvarar rörelseenergin för protonstrålen rörelseenergin för ett tåg (400 ton) som rör sig med hastigheten 150 km/h.

- (a) Uppskatta hur många protoner som finns i strålen.
- (b) Beräkna hastigheten för en proton både med en klassisk och en relativistisk beräkning. Här kan du använda att $\sqrt{1-x} \approx 1 - \frac{x}{2}$ för små x .
- (c) Hur lång tid tar det för protonerna att röra sig ett varv? Svara både med tiden enligt en observatör på CERN och med protonens tid.

¹I själva verket är strålen pulsad, och består av 2 808 “paket”.

Om det skulle bli något fel med strålen så skulle strålen förstöra stora delar av LHC, ungefär som om ett tåg krockat med anläggningen. Därför är det viktigt att strålen kan stanna på ett ordnat sätt. Detta görs genom att "dumpa" strålen i ett fast material.

Antag att strålen går rakt fram i ett grafitblock och att den avger sin energi genom att värma och smälta grafiten som den passerar.

(d) Uppskatta hur långt protonspåret i grafitblocket blir. (Du kommer att få ett väldigt långt hål med den här beräkningen. På CERN gör man därför så att man sprider ut strålen så att den blir mycket bredare än 16 mikrometer.)



I början av 2020 uppgaderades strål-dump-systemet vid LHC. Bildkälla: CERN (bild tagen från <https://home.cern/news/news/accelerators/l2-report-consolidation-lhcs-external-beam-dumps>)