## Relativistisk energi og impuls

## 1. Klassisk og relativistiske kinetiske energi

**Approksimerende polynomium af 2. grad til gammafaktoren**

Gammafaktoren kan tilnærmes med en parabel, når , dvs. når farten er meget mindre end lysets fart *c*

**Opgave 5**

Vis det grafisk ved at tegne venstre og højre side,

**Klassisk og relativistisk kinetisk energi**

Den relativistiske kinetiske energi fås ved at trække hvileenergien fra totalenergien. Hvileenergi er den energi en genstand har når den er i hvile, eller bedømt fra en observatør, der følger med genstanden. Massen er et mål for energiindholdet af en genstand i hvile. En varm kanonkugle har mere masse end en kold, men massen ændres ikke med kuglens fart.

Læg mærke til, at hvis den kinetiske energi er nul, er den totale energi

## 2. Energi - impulsrelationen

Energi-impulsrelationen

I relativitetsteori kan sammenhængen mellem totalenergi , impuls *p* og hvileenergi

opskrives som Pythagoras sætning

Nedenfor er vist energi og impuls af en partikel, hvor halvdelen af den samlede energi er kinetisk

Et billede, der indeholder linje/række, Font/skrifttype, Kurve, diagram

Automatisk genereret beskrivelse

<https://en.wikipedia.org/wiki/Energy%E2%80%93momentum_relation>

To konsekvenser af relationen

* Hvis partiklens fart er nul, så er partiklens impuls *p* = 0 og så er . Det er den energi partiklen har alene i kraft af sin tilstedeværelse. Partiklens energi, når der er i hvile, eller målt af en der følger med partiklen.
* Hvis partiklens masse er 0, så er , hvilket er sammenhængen mellem energi og impuls for fotoner. *Fotoner har impuls, men ingen masse.*

*Sammenhængen mellem massen en genstand og dens indre energi*

* En varm kop te har større masse end en kold kop te
* En spændt fjeder har større masse end en fjeder, der ikke er spændt
* Et opladet batteri har større masse end et ’fladt’ batteri.

*Fotoner kan have masse, hvis deres samlede impuls er nul*

Betragt to fotoner med den samme energi *E*, der nærmer sig med samme fart. Deres samlede masse vil være givet ved , fordi deres samlede impuls er nul. Hvis fotonerne derimod følges ad, har de ingen masse, fordi energien og impulsen vokser i samme takt

Fotoner der er spæret inde i en boks med reflekterende vægge, bidrager til boksens masse, men hvis fotonerne bevæger sig frit, er de masseløse

Begrundelse for energi-impulsrelationen

Ved subtraktion fås