

Varma nanostrukturer ger elektricitet

Termoelektricitet kan komma att spela stor roll i vår framtida energiförsörjning och i steget mot ett mer hållbart samhälle. Termoelektriska element som använder sig av nanostrukturer eller enskilda molekyler spås vara lösningen för att tekniken ska komma att slå igenom på stort.

I ett vanligt förbränningskraftverk ger bränslet ifrån sig värmeenergi när det brinner som i sin tur kokar vatten. Vattenånga driver en turbin och en generator som genererar el. Processen fungerar bra men är omständlig.

I en termoelektrisk generator slipper man den omständliga processen med att koka vatten och driva en turbin. Här omvandlas istället värmen direkt till elektricitet! Dessa komponenter kan i princip göras hur små som helst och innehåller inga rörliga delar vilket gör dem väldigt hållbara.

Detta låter ju fantastiskt, så varför används de inte idag? Svaret är att de används. I viss mån, t.ex. i rymdfarkoster eller till kylning av elektriska komponenter. Men i dagsläget ger de helt enkelt inte tillräckligt med elektrisk effekt för att användas i kraftverk.

Trots mycket forskning har vi inte hittat ett material som är tillräckligt bra för att tekniken ska få ett genombrott. Nu ställs hoppet till nanotekniken. Tack vare kvantfysikens udda beteende kan material på nanometerstorlek uppnå aldrig tidigare skådad termoelektrisk prestanda. Speciellt kvantprickar kan uppnå väldigt hög effektivitet. En kvantprick är en bit material som är så litet att elektroner i materialet stängs in av osynliga väggar i alla riktningar. För att skapa en kvantprick behöver materialet vara mindre än 100 nm i alla riktningar.

Innan vi kan få termoelektriska komponenter som använder sig av kvantprickar ute på marknaden måste förståelsen för hur de fungerar öka. Sedan måste en massproduktion av dessa komponenter förverkligas. Detta arbete bidrar till det första av dessa två hinder.

I och med att elektronerna i en kvantprick inte kan röra sig fritt kan en ensam prick inte generera någon ström. Men om kvantpricken placeras nära två metalliska kontakter kan elektroner tunnla mellan kontakterna och pricken och då kan en ström flyta genom den. Tunnling är ett kvantmekaniskt fenomen där elektroner kan hoppa igenom de osynliga väggar som innesluter kvantpricken. Något liknande finns inte i vår makroskopiska värld.

Tunnlingen och Coulombkraften som finns mellan elektroner som stängs inne i ett så litet utrymme gör att strömmen som en kvantprick genererar via den termoelektriska effekten blir komplicerad att räkna ut. I arbetet visar jag att det går att bestämma temperaturerna i kontakterna som kopplar till kvantpricken genom att mäta strömmen som kvantpricken genererar när den utsätts för en temperaturskillnad. I arbetet undersöks även hur kontakternas dimensioner påverkar kvantprickens ledningsförmåga samt hur ett magnetfält kan påverka den termoelektriska strömmen. Alla dessa saker kan användas för att karakterisera kvantprickar och att bättre förstå deras termoelektriska egenskaper.