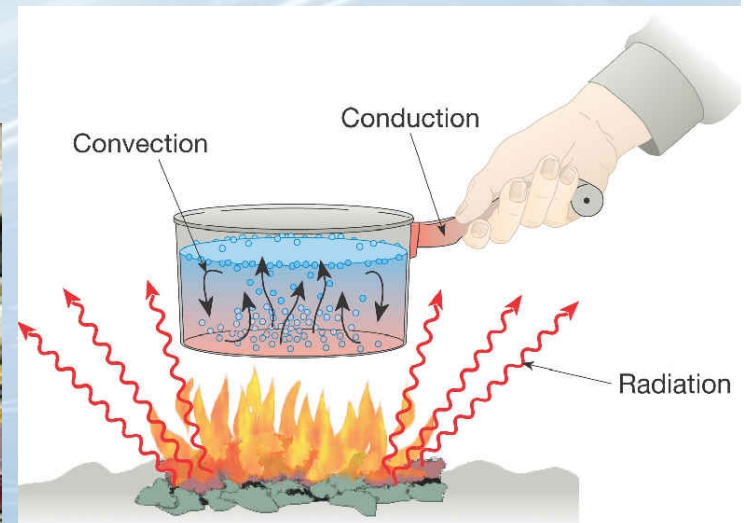
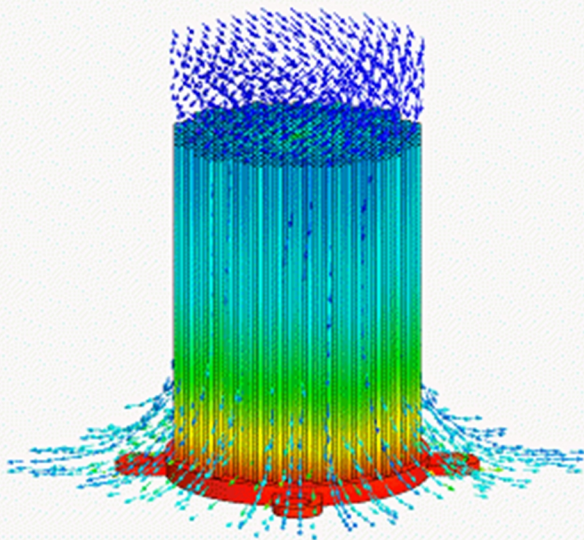


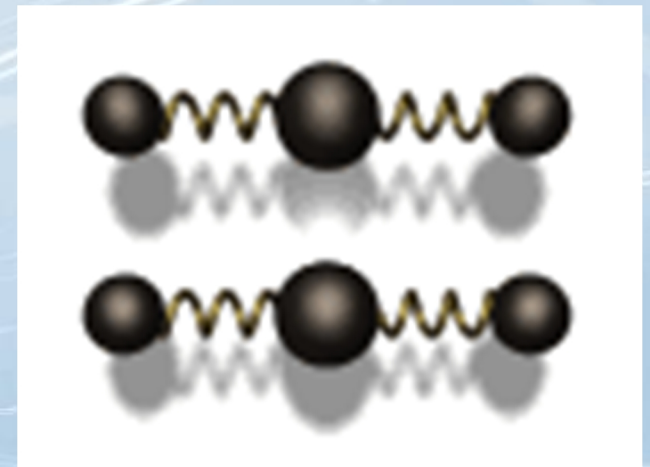
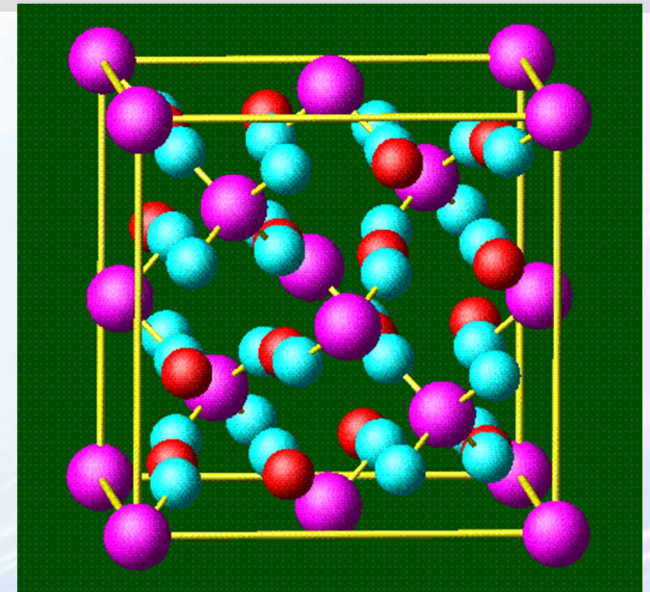
CHƯƠNG 7: TÍNH CHẤT NHIỆT CỦA VẬT LIỆU

GV: NGUYỄN VĂN DŨNG



KHÁI NIỆM

- ✓ Các nguyên tử, phân tử hay ion ở các nút mạng luôn **dao động quanh vị trí cân bằng**. Khi các phần tử này nhận năng lượng sẽ dao động mạnh hơn và **truyền năng lượng** dao động cho các phần tử xung quanh. Sự dao động này tạo thành **sóng âm** với lượng tử của sóng là **phonon**.
- ✓ **Electron tự do** trong kim loại và bán dẫn có thể khuếch tán mang theo năng lượng.



NHIỆT DUNG

- *Nhiệt dung (heat capacity) là nhiệt lượng cần thiết dQ mà vật liệu hấp thụ từ môi trường để tăng nhiệt độ lên một khoảng dT .*
- *Nhiệt dung riêng là nhiệt dung tính cho 1 mol ($J/mol.K$, or $cal/mol.K$) hoặc 1 kg ($J/kg.K$, $cal/g.K$) vật chất.*

$$C = \frac{dQ}{dT}$$

increasing c_p

Material	c_p (J/kg.K) at room T
• <u>Polymers</u>	
Polypropylene	1925
Polyethylene	1850
Polystyrene	1170
Teflon	1050
• <u>Ceramics</u>	
Magnesia (MgO)	940
Alumina (Al ₂ O ₃)	775
Glass	840
• <u>Metals</u>	
Aluminum	900
Steel	486
Tungsten	138
Gold	128

ĐỘ DẪN NHIỆT

Fourier's Law:

Mật độ

dòng nhiệt

(J/m².s)

$$q = -k \frac{dT}{dx}$$

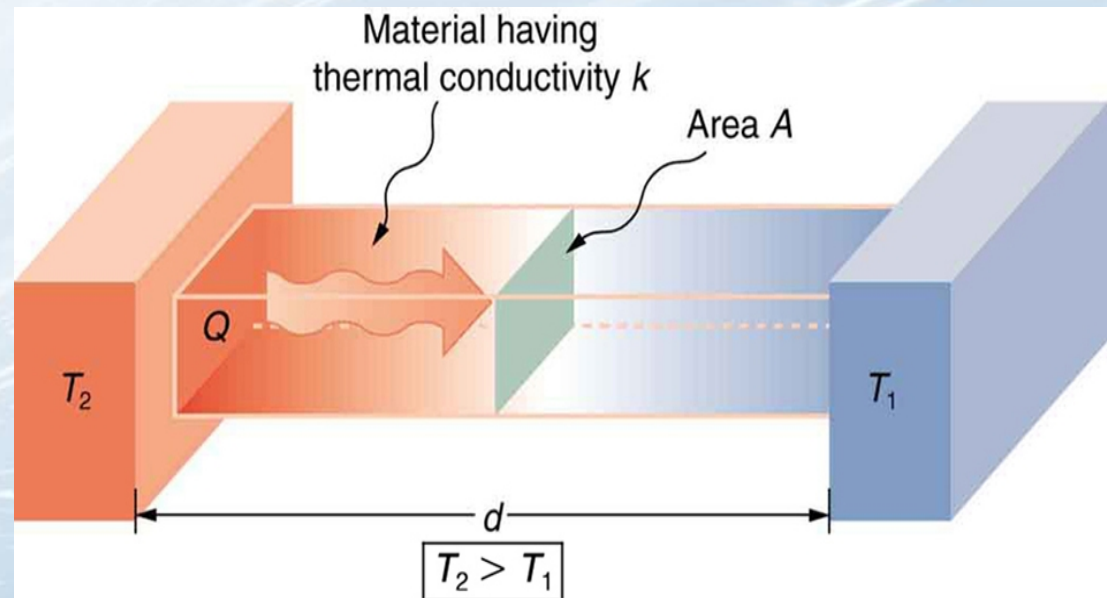
← Gradient nhiệt độ

k = độ dẫn nhiệt (J/m.K.s):

k phụ thuộc vào bản chất của mỗi vật liệu

Độ dẫn nhiệt phụ thuộc vào phonons (do sự dao động của các phần tử ở nút mạng) và do electron.

$$k = k_l + k_e$$



ĐỘ DẪN NHIỆT

Cơ chế dẫn nhiệt

Vật liệu

k (W/m.K)

• Kim loại

Nhôm	247
Thép	52
Vonfram	178
Vàng	315

Chủ yếu là sự di chuyển của các electron tự do

$$k \approx k_e$$

• Gốm sứ

Magnesia (MgO)	38
Alumina (Al ₂ O ₃)	39
Thủy tinh Na	1.7
Silica (cryst. SiO ₂)	1.4

Dao động nguyên tử, ion

$$k \approx k_l$$

• Polymer

Polypropylene	0.12
Polyethylene	0.46-0.50
Polystyrene	0.13
Teflon	0.25

Dao động và quay của các chuỗi polymer

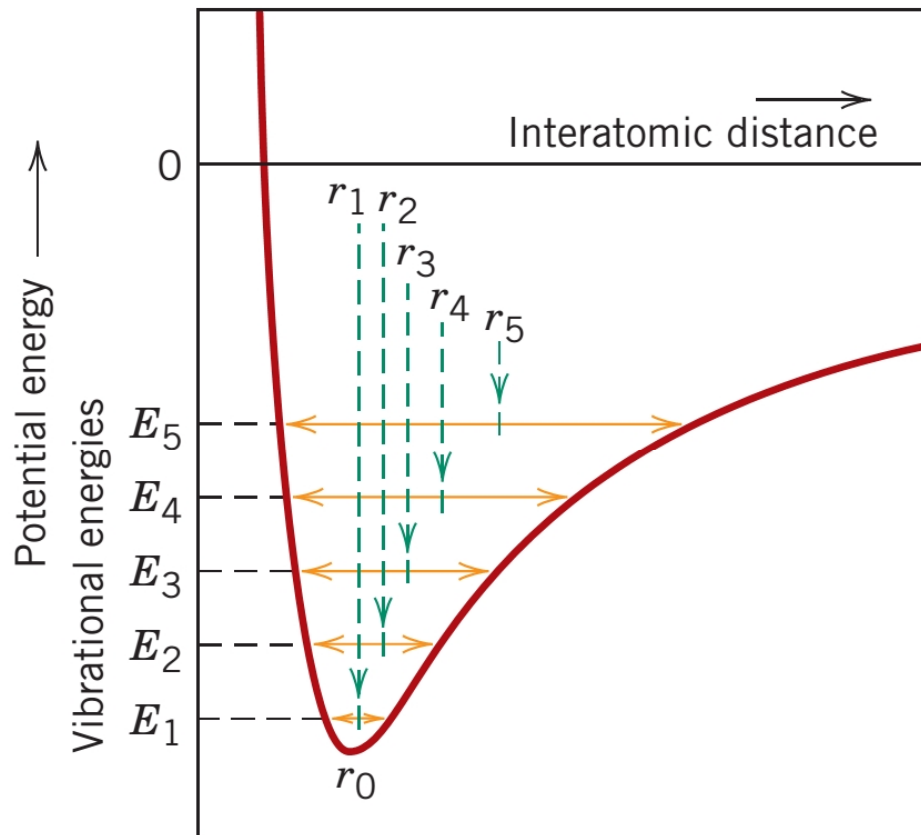
Tăng k

<i>Material</i>	c_p (J/kg·K) ^a	α_l [(°C) ⁻¹ × 10 ⁻⁶] ^b	k (W/m·K) ^c	L [Ω·W/(K) ² × 10 ⁻⁸]
Metals				
Aluminum	900	23.6	247	2.20
Copper	386	17.0	398	2.25
Gold	128	14.2	315	2.50
Iron	448	11.8	80	2.71
Nickel	443	13.3	90	2.08
Silver	235	19.7	428	2.13
Tungsten	138	4.5	178	3.20
1025 Steel	486	12.0	51.9	—
316 Stainless steel	502	16.0	15.9	—
Brass (70Cu–30Zn)	375	20.0	120	—
Kovar (54Fe–29Ni–17Co)	460	5.1	17	2.80
Invar (64Fe–36Ni)	500	1.6	10	2.75
Super Invar (63Fe–32Ni–5Co)	500	0.72	10	2.68
Ceramics				
Alumina (Al ₂ O ₃)	775	7.6	39	—
Magnesia (MgO)	940	13.5 ^d	37.7	—
Spinel (MgAl ₂ O ₄)	790	7.6 ^d	15.0 ^e	—
Fused silica (SiO ₂)	740	0.4	1.4	—
Soda–lime glass	840	9.0	1.7	SV tự nhận xét !!
Borosilicate (Pyrex) glass	850	3.3	1.4	
Polymers				
Polyethylene (high density)	1850	106–198	0.46–0.50	—
Polypropylene	1925	145–180	0.12	—
Polystyrene	1170	90–150	0.13	—
Polytetrafluoroethylene (Teflon)	1050	126–216	0.25	—
Phenol-formaldehyde, phenolic	1590–1760	122	0.15	—
Nylon 6,6	1670	144	0.24	—
Polyisoprene	—	220	0.14	—

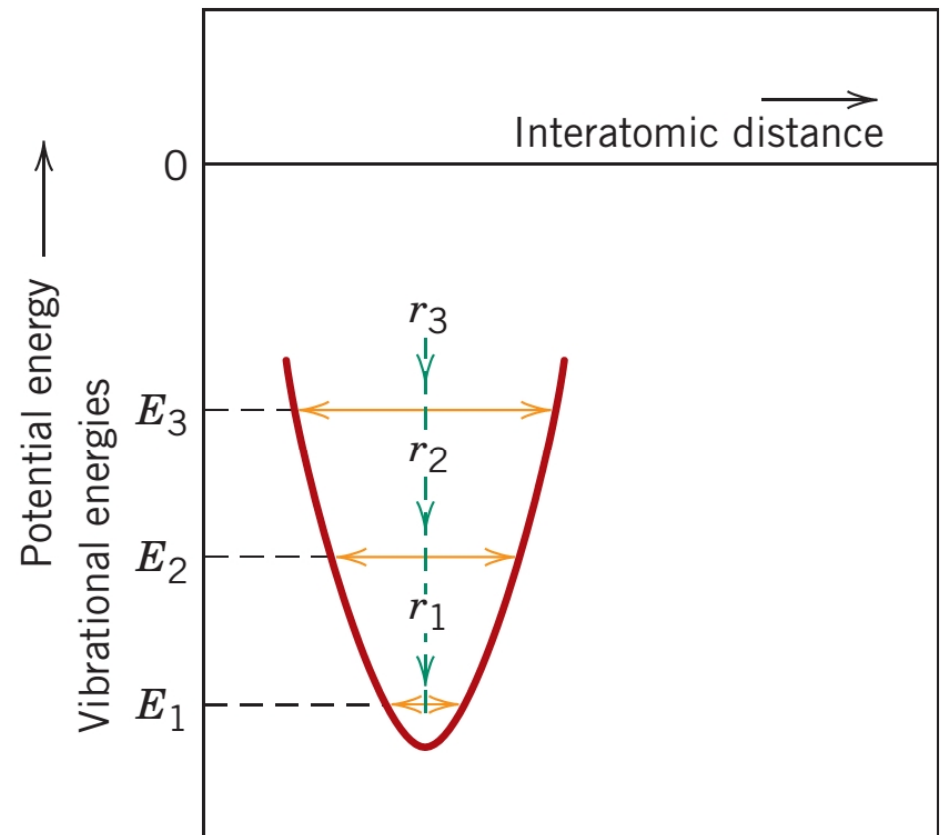
GIÃN NỞ NHIỆT

Hầu hết chất rắn đều giãn nở khi gia nhiệt và co lại khi làm lạnh.

*Nguyên nhân được giải thích theo đường cong thế năng **không đối xứng** theo khoảng cách các nguyên tử.*



(a)



(b)

GIÃN NỞ NHIỆT

Sự giãn nở này có thể biểu diễn theo biểu thức sau:

$$\frac{l_f - l_0}{l_0} = \alpha_l (T_f - T_0)$$



$$\frac{\Delta l}{l_0} = \alpha_l \Delta T$$

l_f – chiều dài ở nhiệt độ T_f

l_0 – chiều dài ở nhiệt độ T_0

α_l – hệ số nở dài

ΔV – biến đổi thể tích mẫu khi nhiệt độ thay đổi ΔT

α_v – hệ số giãn nở thể tích, tính gần đúng: $\alpha_v \approx 3\alpha_l$

Polymer có hệ số giãn nở nhiệt khá lớn do cấu trúc gấp khúc

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \alpha_v \Delta T$$

GIÃN NỞ NHIỆT

- Một dây kim loại Cu dài 15 m được làm lạnh từ 40 °C xuống -9 °C. Biết $\alpha_l = 16,5 \cdot 10^{-6} (\text{°C})^{-1}$, tính sự thay đổi chiều dài của dây Cu?

Giải:

$$\Delta l = \alpha_l l_0 \Delta T = [16.5 \times 10^{-6} (1/\text{°C})](15 \text{ m})[(-9\text{°C}) - 40\text{°C}]$$

$$\Delta l = 0.012 \text{ m} = -12 \text{ mm}$$

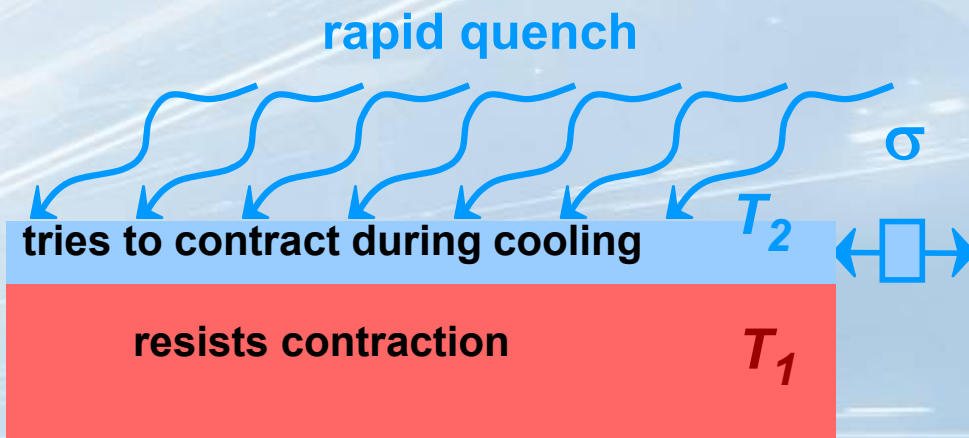
ỨNG SUẤT CỦA VẬT LIỆU

- **Ứng suất bên trong:** khi thay đổi nhiệt độ, vật liệu co giãn sinh ra ứng suất nội. Thay đổi nhiệt độ từ lạnh đến nóng (T_0 đến T_f)

$$\sigma = E\alpha_l(T_0 - T_f) = E\alpha_l\Delta T$$

E – modul đàn hồi

- **Ứng suất bề mặt:** khi vật liệu tiếp xúc với môi trường nóng lạnh khác nhau, đặc biệt khi vật liệu dẫn nhiệt kém



HIỆN TƯỢNG SHOCK NHIỆT

- Khi vật liệu tiếp xúc với môi trường nóng lạnh đột ngột. Nếu vật liệu **dẫn nhiệt kém**, sẽ tạo **ứng suất bề mặt lớn**, gây **nứt nẻ hay vỡ vụn** (hiện tượng **Shock nhiệt**).

Ví dụ: gốm sứ, thủy tinh bị nung nóng nhanh.

- Khả năng chịu được sự nứt nẻ hay vỡ vụn gọi là **độ bền Shock nhiệt** TSR (Thermal Shock resistance):

$$TSR \cong \frac{\sigma_f k}{E \alpha_l}$$

σ_f – ứng suất chống nứt

E – modul đàn hồi

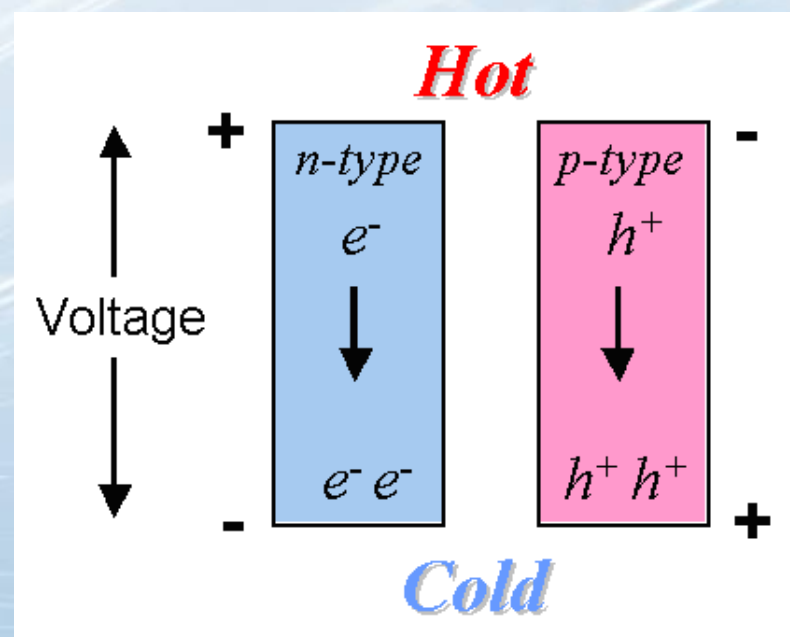
k – hệ số dẫn nhiệt

α_l – hệ số nở dài

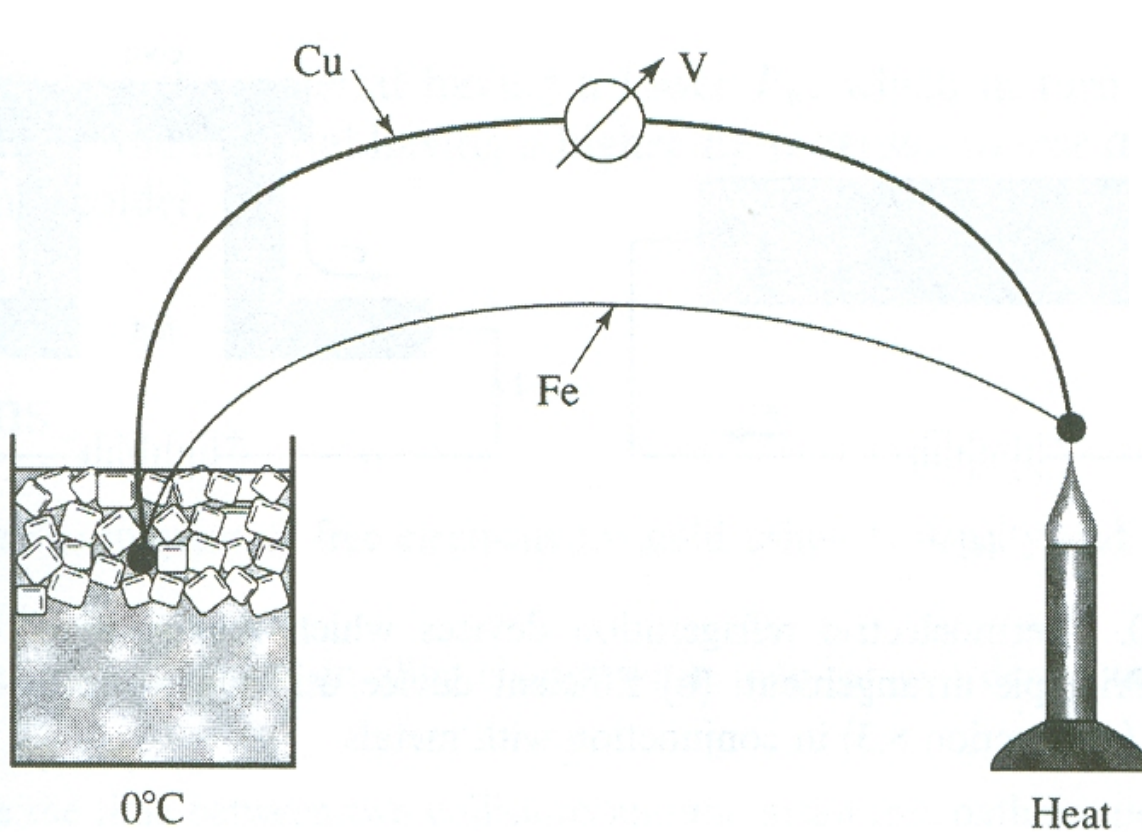


TÍNH CHẤT NHIỆT ĐIỆN

- Với 2 kim loại khác nhau tiếp xúc với nhau, sẽ tạo thành lớp điện tích kép gọi là thế tiếp xúc.
 - Với 1 dây kim loại, đầu tiếp xúc với nhiệt độ thấp (đầu lạnh) sẽ có ít điện tử hơn đầu tiếp xúc với nhiệt độ cao (đầu nóng).
- Điện tử sẽ di chuyển từ đầu tiếp xúc với nhiệt độ cao sang nhiệt độ thấp.
- Với chất bán dẫn loại p và n cũng hình thành dòng điện khi 2 đầu tiếp xúc với 2 môi trường có nhiệt độ khác nhau.



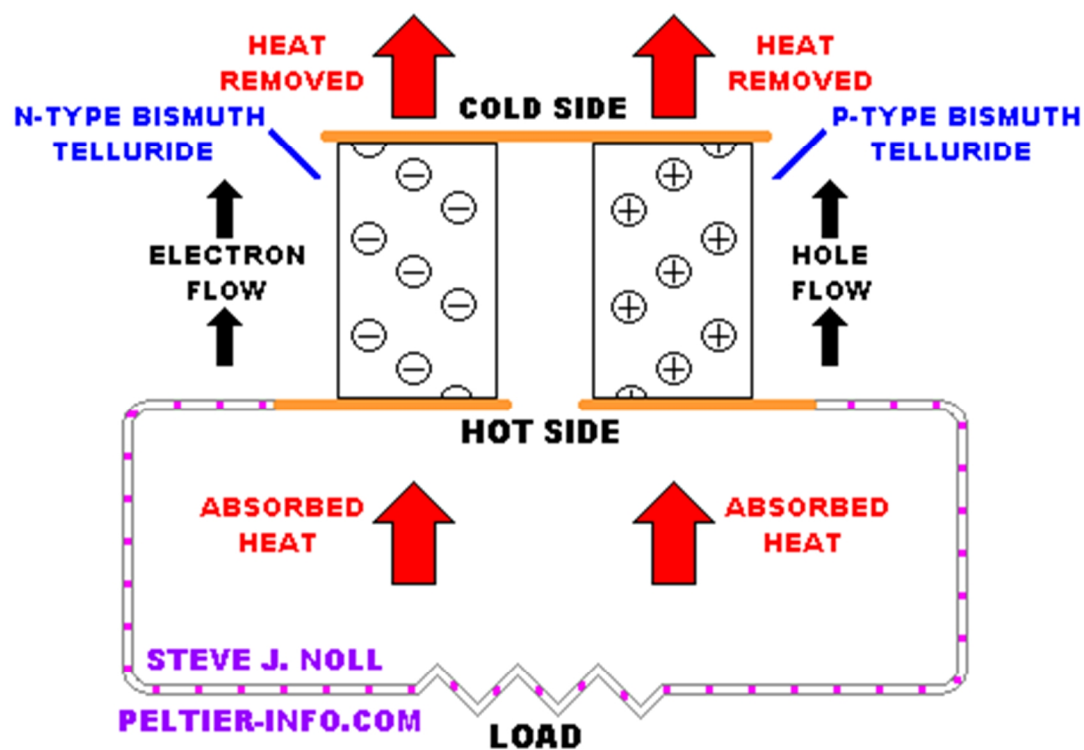
HIỆU ỨNG SEEBECK



Nối 2 dây dẫn khác nhau thành mạch kín, sau đó nhúng 2 điểm nối vào hai môi trường có nhiệt độ khác nhau, xuất hiện dòng điện trong mạch (hiệu ứng Seebeck)

HIỆU ỨNG SEEBECK

ONE SEEBECK DEVICE "COUPLE" CONSISTS OF ONE N-TYPE AND ONE P-TYPE SEMICONDUCTOR PELLET

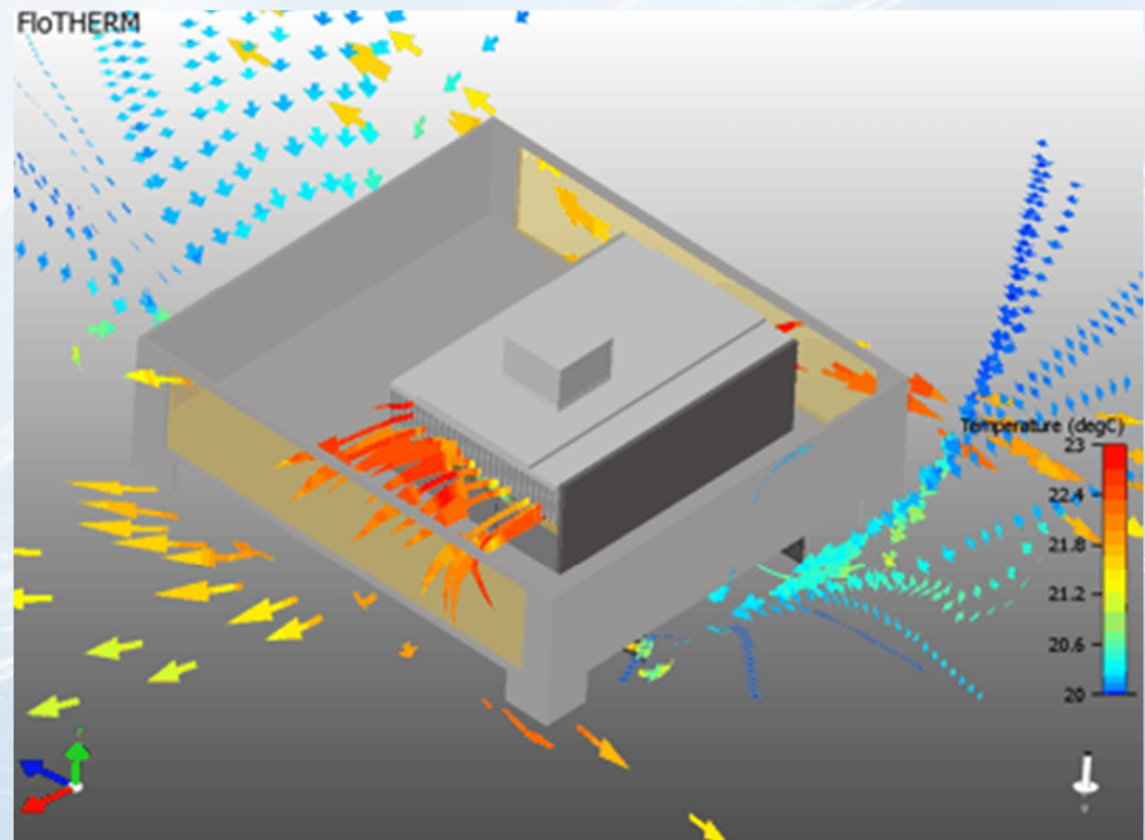
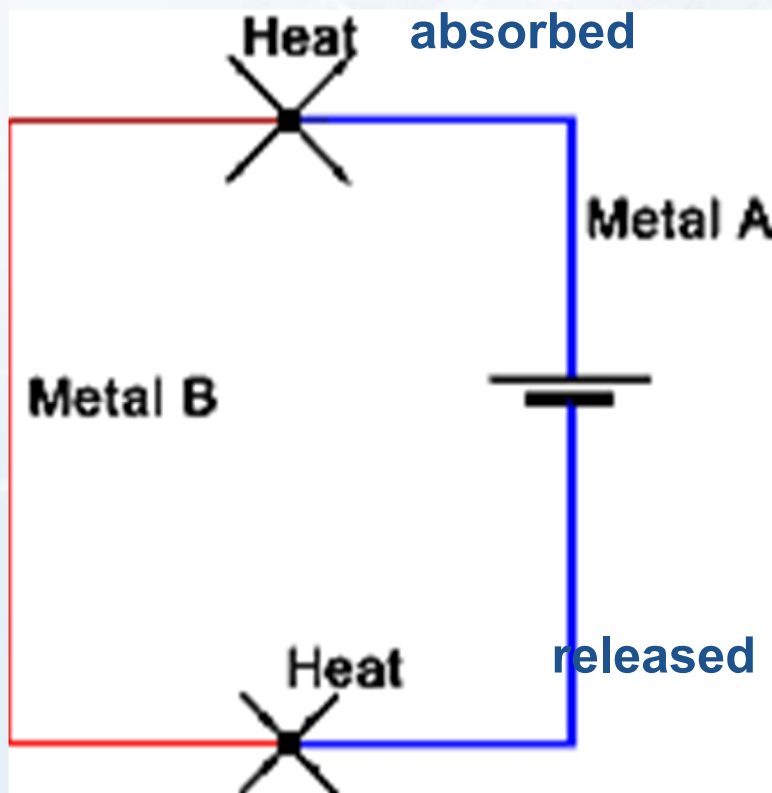


THERE MUST BE A TEMPERATURE DIFFERENCE BETWEEN THE HOT AND COLD SIDES FOR POWER TO BE GENERATED

Ứng dụng làm máy phát điện

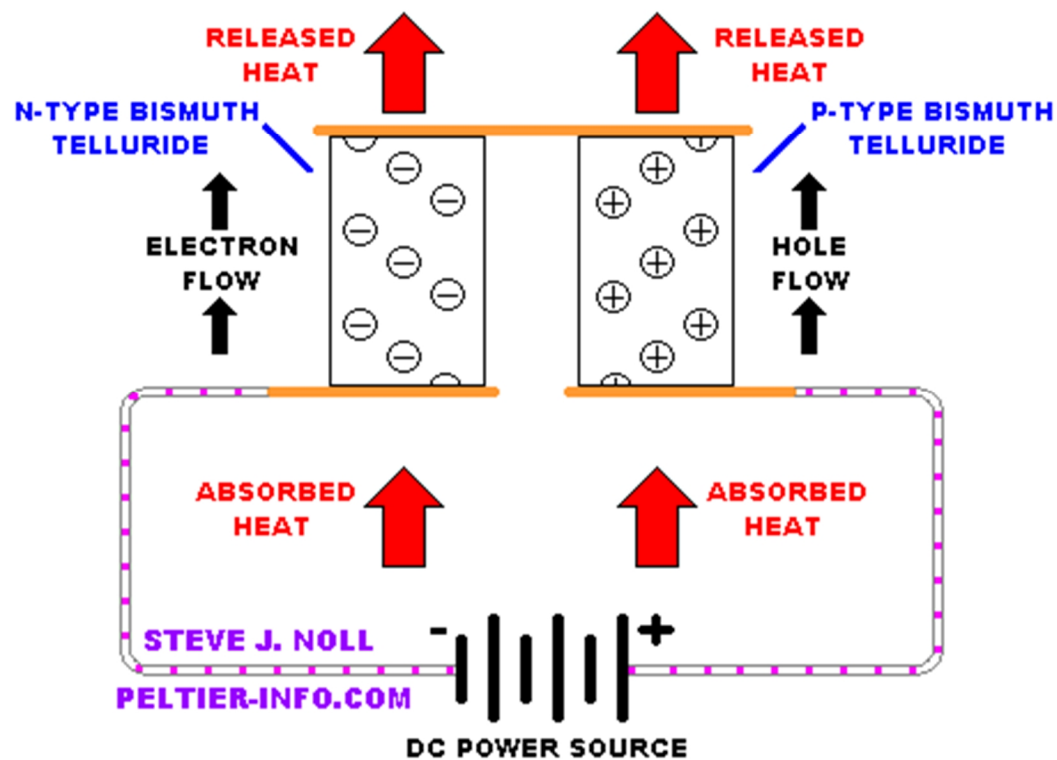
HIỆU ỨNG PELTIER

Khi có dòng điện đi qua mạch kín tạo bởi 2 kim loại, dựa trên chiều dòng điện, tại 2 mối nối: một là thu nhiệt và một là tỏa nhiệt, gọi là hiệu ứng Peltier.



HIỆU ỨNG TOMSON

ONE PELTIER DEVICE "COUPLE" CONSISTS OF ONE N-TYPE AND ONE P-TYPE SEMICONDUCTOR PELLET



THE CHARGE CARRIERS, NEGATIVE ELECTRONS AND POSITIVE HOLES, TRANSPORT THE HEAT.

Ứng dụng trong thiết bị làm lạnh