

## Plášť neviditelnosti



Gymnázium  
Dačice

Každé těleso s teplotou nad 0 K vyzařuje záření a naše tělo není výjimkou. S teplotou 36 °C vyzařujeme nejvíce na vlnové délce:

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T}$$

$\lambda_{max} = 9,38 \mu\text{m}$ , která leží v oblasti IR, kterou termokamera lehce dokáže zachytit.

**Wienův posunovací zákon** nám říká, že maximální energie vyzařována na vlnové délce je závislá na teplotě tělesa.

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T}$$

Kde  $b$  je Wienova konstanta,  $b \approx 0,0029 \text{ m} \cdot \text{K}$

# PLÁŠŤ NEVIDITELNOSTI

Termokamery měří infračervené záření o středně dlouhých a dlouhých vlnových délkách. Lidské tělo vyzařuje také na uvedených energiích, a tak ho můžeme zaznamenat na termokameře. Jsou ale možnosti, jak si vytvořit jistý „plášť neviditelnosti“, abychom se stali nedetekovatelnými pro termokamery?

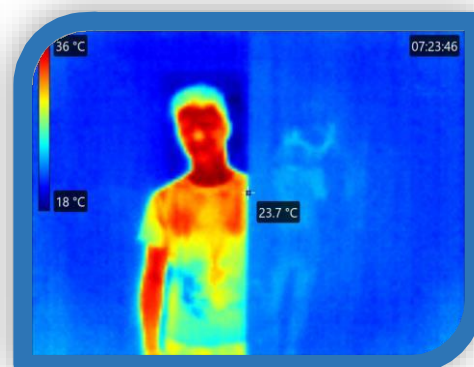
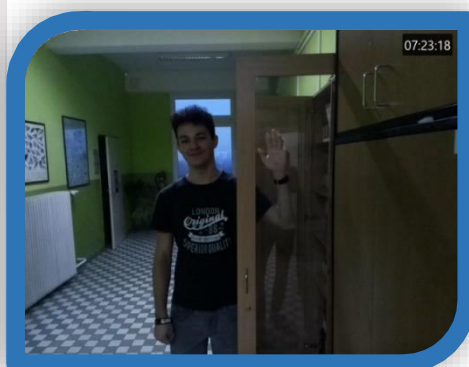
Ano, existují látky, které nám v tom pomůžou, a my se na některé podíváme.

### BUDEME POTŘEBOVAT:

- **SKLO**
- **LABORATORNÍ PLÁŠŤ (BAVLNA)**
- **PLASTOVOU NÁDOBU**
- **TERMOKAMERU**

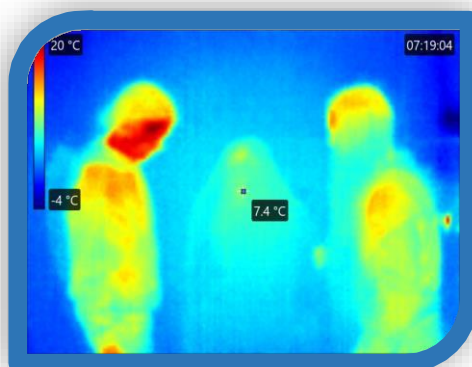
### POSTUP:

**Sklo.** Snímáme termokamerou okem průhledné sklo (okno, skleněný panel) a náš partner se postupně začne přesouvat za sklo. Na termokameře vidíme, že mu postupně mizí část těla.



Můžeme si všimnout, že na druhém obrázku jde vidět na skle odražený pozorovatel s termokamerou.

**Laboratorní plášť z bavlny.** Požádáme svého asistenta, aby si přes sebe přehodil laboratorní plášť. Snímáme termokamerou. Tyto materiály z bavlny zadrží naši tělesnou teplotu a ochrání nás tím před termokamerou. Experiment provádíme co nejrychleji, protože po chvíli začne teplo zvyšovat vnitřní energii pláště – nejvíce tam, kde je dobrý kontakt pláště a asistenta - a my budeme viditelní pro kameru.



Existují přímo vyráběné tepelné fólie, které zabrání velmi vysokému množství unikání našeho tepla. Jsou to tzv. **izotermické fólie** a používají se v různých krizových situacích (šok, úrazy, popáleniny, při první pomoci). Jsou velkými pomocníky pro zamezení tepelných ztrát.

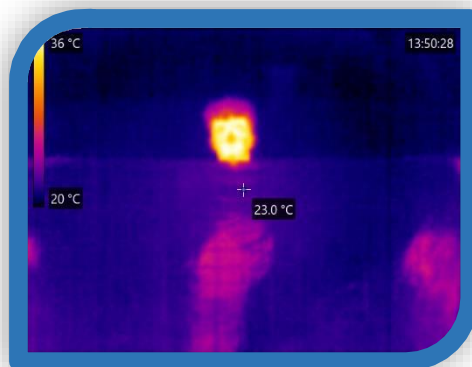
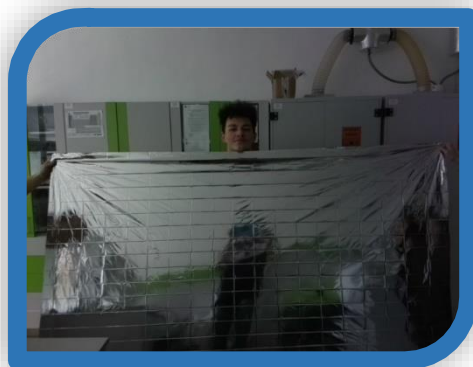
Je také povinnou součástí autolékárničky. Zde ji můžete najít při provádění experimentu.

Jak světlo reaguje s látkou závisí hlavně na přicházející vlnové délce a na struktuře materiálu. Vlnová délka je závislá na energii záření:

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

Kde  $h$  je Planckova konstanta  $h \approx 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ , kde  $c$  je rychlost světla ve vakuu a  $\lambda$  je vlnová délka záření.

Elektrony v materiálu mohou pohltit pouze určitá kvanta energie a tím se rozhodne další cesta elektronu.



Ukázka izotermické fólie. Veškeré tepelné záření, které kamera znázorní na fólii je pouhým odrazem – od hlavy (v prvním případě) a od kameramana (v případě druhém). Jinak skutečně velice pomáhá pro zamezení tepelných ztrát.

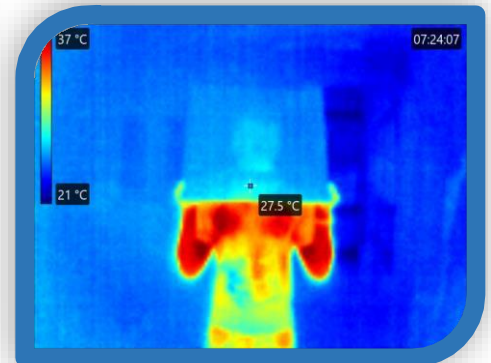
Závěrem můžeme říci, že nejlépe sklo a izotermická fólie pohltily energii záření a my jsme se stali pro termokameru neviditelní. Různé materiály měly různé emisivity – fólie velice nízkou.

Od jaké teploty začne látka vyzařovat nejvíce červené světlo o vlnové délce 700 nm?

Opět využijeme Wienova zákona.

A vypočítáme, že teplota má hodnotu 3 870 °C.

**Plastová nádoba.** Asistent si na hlavu dá plastovou nádobu a snímáme termokamerou. Zmizí mu hlava. I plast tedy nepropouští na začátku měření, avšak podobně jako u lab. pláště, tak po chvíli začne teplo našeho těla pronikat a my ho dokážeme zachytit.



Doba fungování naší obrany trvá v závislosti na typu použitého plastu.

#### A proč tělesa, mimo jiné i naše tělo, září?

Vysvětlujeme si to, pro nás, velmi rychlými vibracemi molekul v látce (mohou to být změny délky vazby, kývavé, kroutivé, nůžkové pohyby...), kterými dochází ke změně pozic elektrickým dipólů.

Čím je látka teplejší, tím rychleji molekuly kmitají. Rychlé vibrace znamenají vyšší frekvenci (nižší vlnovou délku), a tak i vyšší energii:

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

Pokud bychom měli objekt běžné pokojové teploty, tak bude vyzařovat v oblasti infračervené, a tak jeho záření okem nezachytíme. Při zahřívání (dodáváme energii) se frekvence molekul zvyšuje a od určité vysoké teploty bychom začali vidět objekt rudě zářit (viditelné spektrum).