

**European Science and Technology in Action Building
Links with Industry, Schools and Home**

Work Package 3

PROGETTIAMO UNA CASA A BASSO CONSUMO ENERGETICO



**European Science and Technology in Action:
Building Links with Industry, Schools and Home**

Lead partner for deliverable: UNIPA

Version: 1.1 - ITA

The ESTABLISH project has received funding from the European Community's Seventh Programme [FP7/2007-2013] under grant agreement n° 244749
Start Date: 1st January 2010 Duration: 48 months

SOTTO_UNITÀ_4: radiazione termica

VI_4 Percorsi di apprendimento

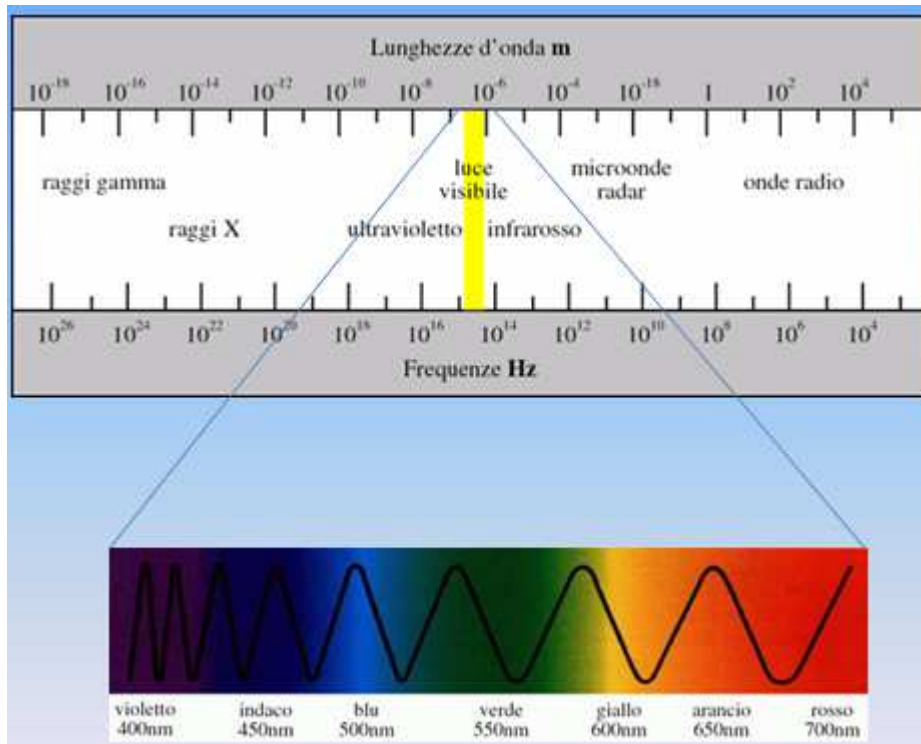
Questa Sotto-Unità studia i trasferimenti di energia dovuti ai fenomeni di irraggiamento e analizza la radiazione termica. A seconda degli argomenti studiati in precedenza dagli studenti della classe dove la Sotto_Unità viene svolta, le attività qui descritte potrebbero richiedere alcuni richiami, o una introduzione completa, dei concetti di base relativi alla radiazione elettromagnetica.

Gli studenti sono, di solito, più abituati a parlare di trasmissione dell'energia termica tramite conduzione, anche a causa della loro esperienza di vita comune. Il concetto fisico di propagazione di energia tramite irraggiamento può essere introdotto alla classe facendo riferimento all'energia che viaggia continuamente dal Sole alla Terra attraverso lo spazio vuoto che separa i due corpi celesti, senza alcun contributo dovuto alla conduzione e alla convezione, che sono fenomeni di trasmissione dell'energia legati alla presenza di un mezzo materiale. Questo esempio introduttivo, sebbene efficace nell'immediato, si rivela spesso insufficiente a supportare una comprensione duratura da parte dello studente del fenomeno dell'irraggiamento, probabilmente perché non è supportato da attività pratiche che possano mettere in condizione lo studente stesso di provare "con le sue mani" cosa significa il trasferimento di energia in assenza di un mezzo materiale tra i due oggetti che si scambiano l'energia stessa. Le attività sperimentali qui proposte, sono pensate per far parte di un percorso di scoperta (Inquiry) finalizzato all'esplorazione pratica della trasmissione di energia tramite irraggiamento.

I concetti principali da richiamate possono essere sintetizzati come segue.

Irraggiamento è il nome che si usa comunemente per indicare l'energia elettromagnetica che viaggia attraverso lo spazio. Questa energia può viaggiare molto velocemente (alla velocità della luce, $c = 2.998 \times 10^8$ m/s), anche attraverso il vuoto. Non è necessario alcun materiale perché si abbia irraggiamento. Il fenomeno avviene in molte "forme", tramite la propagazione di ciò che noi chiamiamo luce visibile, radiazione infrarossa (IR), ultravioletta (UV), raggi X, microonde e onde radio. Sebbene tutte queste "forme" abbiano nomi diversi, si tratta sempre della stessa energia elettromagnetica: l'unica differenza è relativa alle differenti frequenze delle onde elettromagnetiche coinvolte nella trasmissione dell'energia, e nella quantità dell'energia stessa che viene trasmessa.

Nell'immagine riportata sotto è possibile vedere uno "spettro" della radiazione elettromagnetica (e.m.) , classificata in termini della "lunghezza d'onda" e della "frequenza".



La radiazione e.m. interagisce con la materia in modo diverso a seconda della sua frequenza, e ciò la rende a noi più diversa, nelle sue varie manifestazioni, di quanto non sia in realtà. In molte situazioni di vita comune osserviamo che i corpi irradiati dalle onde elettromagnetiche acquistano energia termica, che è principalmente trasferita ad essi dalla radiazione infrarossa (IR) e da quella visibile.

Durante lo sviluppo della Sotto_Unità, verrà introdotto l'uso di due nuovi strumenti: il termometro ad infrarossi e la "termocamera".

Il punto di partenza è l'analisi dell'Attività 1_3 della Sotto_Unità_1, che ci ha permesso di evidenziare che la luce può riscaldare le mura dei nostri modelli di casa, e che questo effetto di riscaldamento viene incrementato a seconda che il colore delle mura sia chiaro o scuro.

Il primo problema che dobbiamo affrontare è la costruzione di un "sensore di radiazione elettromagnetica" o "radiometro" (vedere Attività 4_1).

L'Attività 4_2 ci permetterà di studiare l'effetto degli effetti di riscaldamento della radiazione solare su corpi di colore diverso.

L'Attività 4_3 mostrerà che i radiometri da noi costruiti sono utili a rendere evidente la presenza di una radiazione differente da quella visibile e a introdurre la radiazione IR.

Una delle ultime due Attività può essere scelta dal docente a seconda del livello di approfondimento che vuole raggiungere. In particolare, l'Attività 4_4 propone un approccio di tipo Scoperta Aperta (Open Inquiry) all'analisi degli apparati IR (video, immagini, termometri,....). L'Attività 4_5 prevede la visione di un video, nel quale lo stesso esperimento è effettuato in presenza e in assenza di aria, allo scopo di approfondire la conoscenza della radiazione IR.

La tabella seguente riassume le tre attività dal punto di vista del tipo di attività Inquiry e delle “5 E” del Ciclo di Apprendimento.

Attività	Cosa fa lo studente	Tipo di Inquiry	E-emphasis
4_1	Costruzione e uso di un radiometro artigianale	Dimostrazione interattiva	Engage Explore
4_2	Illuminiamo oggetti di colore diverso.	Dimostrazione interattiva Indagine guidata, Indagine mirata	Engage Explore Elaborate
4_3	Irraggiamento da oggetti caldi e freddi	Indagine guidata, Indagine mirata . E' possibile anche svolgere una attività di Indagine aperta	Engage Explore Extend
4_4	Una indagine aperta sulla Termografia Infrarossa	Indagine aperta	Explore Extend Elaborate
4_5	Analisi di esperimenti di raffreddamento in presenza e in assenza di aria (Esperimenti video-registrati)	Dimostrazione interattiva	Explore Extend Elaborate

VII_4 Valutazione

IN PROGRESS

VIII_4 Attività di apprendimento per gli studenti

Attività 4_1: Costruzione e uso di un radiometro artigianale
Il problema:
Come può la radiazione elettromagnetica riscaldare un corpo? In che modo tale riscaldamento è legato alle proprietà del corpo?
Obiettivi di apprendimento:
Lo scopo di questa attività è quello di mostrare che l'energia si trasmette tramite la radiazione e.m., allo stesso modo dei fenomeni di conduzione e convezione, tra una sorgente di radiazione e un radiometro artigianale.
Materiali:
Si costruiscono tre radiometri artigianali e si svolgono le attività sperimentali tramite il seguente materiale: <ul style="list-style-type: none"> N. 3 sottili fogli di alluminio (ottenuti, ad esempio, tagliando delle lattine di “Pepsi

Cola”);

- N. 3 sensori di temperatura di superficie, interfacciati con un PC;
- N. 1 lampada alogena (400 W)
- N. 1 filtro per luce visibile (fatto da due strati sovrapposti di pellicola a colori impressionata alla luce solare e sviluppata. La pellicola è poi fissata ad un supporto di plastica trasparente (crilex)).

Suggerimenti per l'uso:

Procedura di costruzione dei radiometri:

Le lattine sono tagliate, in modo da ottenere tre lastrine di alluminio di uguale superficie ($4 \times 7 \text{ cm}^2$). Una delle lastrine è dipinta, in una delle sue facce di nero, un'altra è dipinta di bianco e la terza è lasciata nel suo colore naturale (alluminio). Alla parte centrale della faccia non dipinta di ciascuna lastrina è applicato l'elemento sensibile di uno dei sensori di temperatura di superficie, in modo che rimanga fissato tramite un pezzo di scotch. Ogni lastrina è, poi, applicata ad un supporto di polistirolo. La ragione dietro l'aver dipinto una delle lastrine di nero e un'altra di bianco è basata sull'esperienza di vita quotidiana che vede gli oggetti di colore scuro raggiungere una maggiore temperatura superficiale quando sono irradiati dalla radiazione solare rispetto a quelli di colore più chiaro.



Radiometro artigianale



Lampada alogena

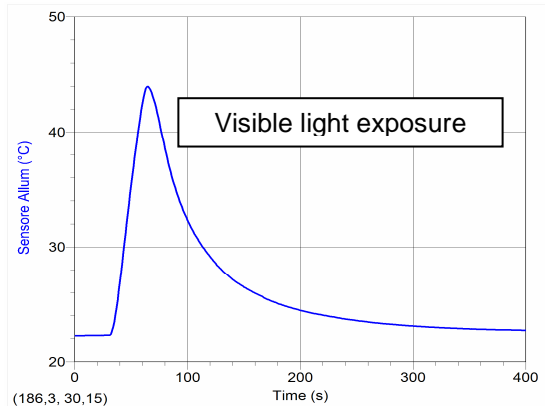


Filtro per luce visibile

Prima attività sperimentale (svolta dal docente)

Il radiometro fatto con la lastrina non colorata è esposto alla luce della lampada alogena, ad una distanza di 25 cm dalla sorgente luminosa.

La lampada è accesa per 30 secondi e poi spenta e rimossa. La temperatura del radiometro viene registrata in funzione del tempo. Come si vede dal grafico riportato accanto, essa aumenta fino ad un valore Massimo e dopo inizia a diminuire.



Possibili domande:

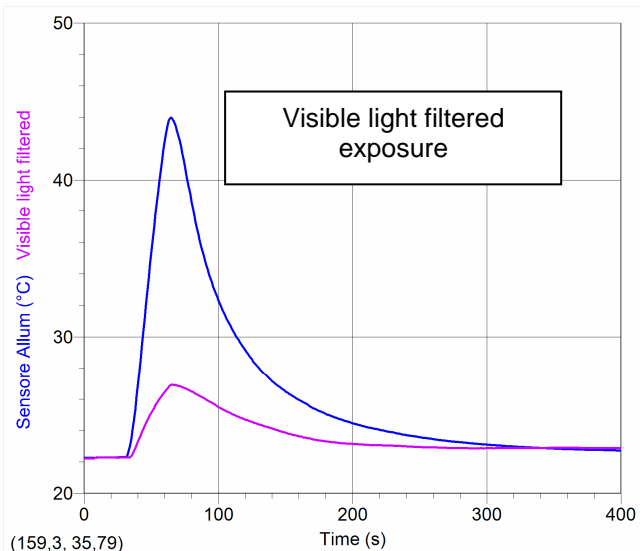
- Prima domanda: "perché la temperatura superficiale del radiometro aumenta?"
- Seconda domanda: "qual è il meccanismo principale di trasferimento di energia durante l'esperimento?"
- Terza domanda: noi sappiamo che l'energia potrebbe raggiungere la superficie del radiometro tramite conduzione attraverso l'aria. Ma quale meccanismo è più rilevante in questo caso? Come sarebbe possibile discriminare i vari meccanismi?

Per rispondere alle domande il docente può ripetere l'esperimento usando anche un termometro tradizionale (non illuminato), che verrà usato per misurare la temperatura dell'aria circostante. Si misura, dapprima, la temperatura dell'aria tra la lampada, ancora spenta e il radiometro. Quindi si accende la luce, si aspetta per 30 secondi, in modo che la luce possa illuminare il radiometro nelle stesse condizioni della misura precedente, e la lampada viene, quindi, spenta (e rimossa). Tramite il termometro si cerca ora di misurare la temperatura dell'aria tra la posizione originaria della lampada e il radiometro. Si troverà che non c'è alcuna variazione significativa della temperatura dell'aria rispetto al valore misurato in precedenza, prima di accendere la luce.

NOTA:

Se non si osserva alcuna variazione della temperatura dell'aria nella zona compresa tra la lampada e il radiometro, vuol dire che il trasferimento di energia tra la lampada e il radiometro non può essere dovuto a processi di conduzione o di convezione nell'aria. La forma dominante di trasmissione dell'energia è, quindi, differente, ed è da imputare all'irraggiamento della lampada.

- **Quarta domanda:** l'aumento di temperatura di un oggetto esposto alla luce solare è un fenomeno ben conosciuto. Sappiamo già che la luce solare si propaga attraverso lo spazio vuoto che separa il Sole dalla Terra e riscalda l'atmosfera terrestre e gli oggetti sulla superficie del pianeta. Cosa succederebbe se eliminassimo la componente visibile della luce emessa dalla lampada?



Allo scopo di studiare meglio la trasmissione di energia tramite irraggiamento, l'insegnante può ripetere l'esperimento di cui alla prima attività sperimentale, frapponendo un filtro per luce visibile tra la lampada alogena e la piastra del radiometro. Dal grafico riportato a lato (traccia viola), è evidente che, anche in questo caso, la temperatura della piastra aumenta, anche in assenza totale di trasmissione di luce visibile.

L'aumento di temperature, e il successivo raffreddamento, vengono registrati in funzione del tempo e confrontati con ciò che si era ottenuto in presenza di trasmissione di luce visibile. Il valore massimo di temperatura ottenuta è certamente inferiore rispetto a quello precedente, ma ancora perfettamente misurabile.

Domanda:

“In questo caso, non vi è trasmissione di luce visibile. Cosa trasmette, allora, l'energia?”

Il docente può invitare degli studenti a verificare la presenza di questa “radiazione invisibile”, mettendo la mano tra il radiometro e il filtro.

“Quando la lampada è accesa, non è possibile vedere alcuna luce che si trasmette oltre il filtro, ma è possibile, invece, “sentire” una sensazione di calore sulla mano. Quando la lampada viene spenta, la sensazione di caldo immediatamente scompare”.

Attività 4_2: illuminiamo oggetti di diverso colore

Il problema:

L'aumento di temperature di oggetti esposti alla luce solare è un fenomeno ben noto. Cosa succede ad oggetti che sono identici, tranne che per il colore?

Obiettivi di apprendimento:

- Analizzare differenti aspetti dell'assorbimento di energia in corpi di colore diverso.
- Fare uso delle evidenze sperimentali per analizzare e risolvere problemi di vita quotidiana.
- Progettare e sviluppare uno studio sperimentale controllandone le variabili.

Materiali:

- I materiali preparati per l'Attività 4_1

Suggerimenti per l'uso:

I tre radiometri artigianali preparati in precedenza sono posti ad uguali distanza rispetto alla lampada (25 cm) (vedere Fig. 4_2a). La lampada è accesa e i radiometri sono illuminati contemporaneamente per 30 secondi. La lampada è, quindi, spenta e rimossa. Il grafico riportato sotto (Fig. 4_2b) mostra che il sensore dipinto di nero raggiunge la temperatura più alta, quello dipinto di bianco la temperatura più bassa e quello di colore alluminio un valore intermedio di temperatura rispetto ai due precedenti. Il docente può guidare gli studenti a comprendere che il radiometro dipinto di nero è il più sensibile alle variazioni di temperatura superficiale indotte dalla trasmissione di luce perché è quello più capace di assorbire energia rispetto a quelli di colore alluminio e bianco, che sono entrambi interessati da fenomeni di riflessione della radiazione incidente. .



Figura 4_2a)

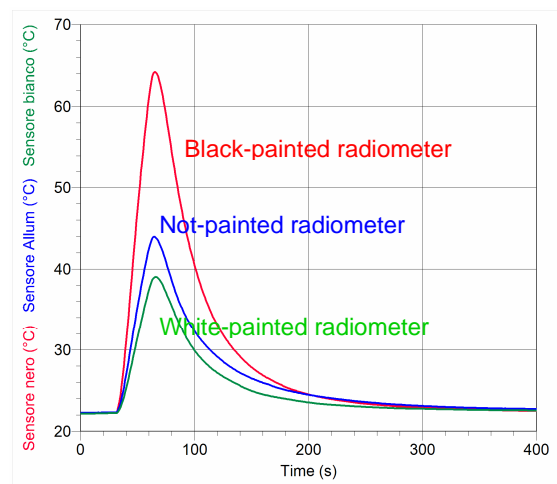


Figura 4_2b)

Possibili domande:

- Che succede se si oscura la radiazione usando il filtro precedentemente usato?,
- Qual è il ruolo della “radiazione invisibile”?

NOTA:

I risultati delle attività precedenti possono essere discussi introducendo anche analogie rispetto alla sensazione di “calore” avvertita avvicinando la mano ad un oggetto caldo. La radiazione infrarossa (IR), cioè la radiazione termica (non visibile) emessa dagli oggetti caldi può essere, a questo punto, introdotta, così come è possibile parlare dei diversi tempi di riscaldamento di un oggetto irradiato con radiazione IR, rispetto a quelli, generalmente più lunghi, che competono ai processi di riscaldamento che avvengono per conduzione e convezione..

Attività 4_3: Irraggiamento da oggetti caldi e freddi

Il problema:

Quando ci avviciniamo ad un oggetto caldo (ad esempio uno dei radiatori della nostra casa) abbiamo una sensazione di caldo. Siamo proprio sicuri che si tratti di un effetto dovuto a fenomeni di conduzione e di correnti convettive nell'aria?

E qual è la nostra sensazione quando ci avviciniamo ad un oggetto freddo?

Obiettivi di apprendimento:

Lo scopo di questa attività è quello di mostrare l'importanza della trasmissione di energia tramite il processo di irraggiamento, rispetto a quelli di conduzione e convezione.

Materiali:

- N. 2 bottiglie di plastica (una riempita con acqua calda, l'altra con acqua molto fredda)
- N. 1 radiometro artigianale (vedere l'Attività 4_1).

Suggerimenti per l'uso:

Prima attività sperimentale (svolta dal docente o da una coppia di studenti guidati dal docente)

Il radiometro dipinto di nero è posto a circa 20 cm dalla bottiglia contenente acqua calda (vedere Fig. 4_3_a).

La temperatura registrata dal radiometro viene rilevata e mostrata alla classe (vedere Fig. 4_3_b). Dopo circa 500 secondi, il radiometro è ruotato di 90°, ponendo la faccia nera verso l'alto (vedere l'immagine esplicativa riportata in in Fig. 4_3_b). La temperatura rilevata dallo strumento inizia a diminuire, anche se la bottiglia di acqua calda non è stata in alcun modo allontanata. A circa $t \approx 1300$ s la bottiglia è rimossa e si osserva una ulteriore decrescita della temperatura.

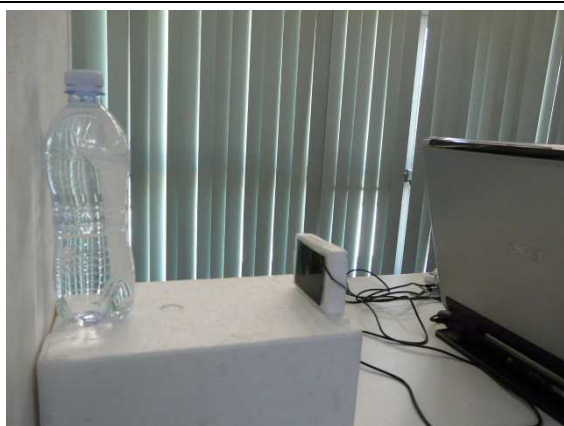


Figura 4_3a

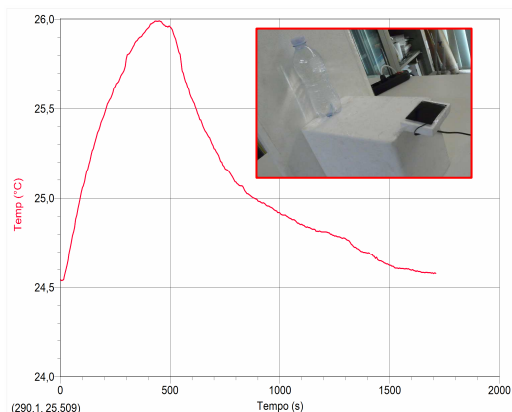


Figura 4_3b)

Seconda attività sperimentale (svolta dal docente o da una coppia di studenti guidati dal docente)

Il radiometro dipinto di nero è posto a circa 20 cm dalla bottiglia contenente acqua fredda. (vedere Fig 4_3_c).

La temperatura registrata dal radiometro viene rilevata e mostrata alla classe. Dopo circa 800 secondi, la bottiglia è rimossa e si verifica che la temperature registrata dal radiometro tende a portarsi a quella ambiente. All'istante $t \approx 1400$ s la bottiglia contenente acqua calda è posto davanti al radiometro, come nell'Attività precedente, e si misura un ulteriore aumento della temperatura. Infine, la superficie del radiometro viene nuovamente ruotata di 90° , portando, come nell'attività precedente, la faccia verso l'alto. Tutte le variazioni di temperatura rilevate dal radiometro in funzione del tempo sono mostrate agli studenti (Fig. 4_3d).

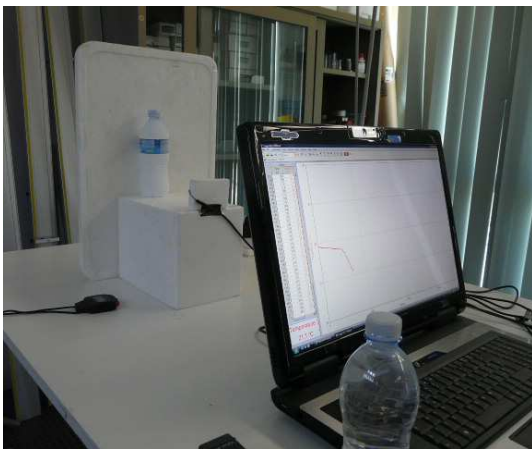


Figura 4_3c)

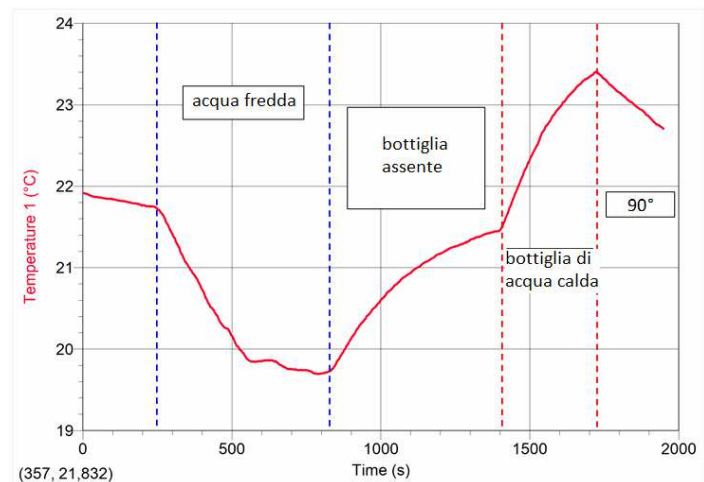


Figura 4_3d)

Possibili domande:

- Prima domanda: "perché la temperatura superficiale del radiometro aumenta in Fig. 4_3b)?"
- Seconda domanda: "qual è il meccanismo principale che spiega il riscaldamento? Spiega la risposta."
- Terza domanda "cosa puoi dire dei processi di raffreddamento mostrati in Fig. 4_3d)?"

Attività 4_4: Una indagine aperta sulla Termografia Infrarossa

Il problema:

Analisi di immagini ottenute tramite foto o videocamere ad infrarossi e inferenze sullo stato termico degli oggetti rappresentati.

Confronto tra diversi tipi di termometri, compresi quelli a infrarossi

Attività 4_5: Analisi di esperimenti di raffreddamento in presenza e in assenza di aria (Esperimenti video-registrati)

Il problema:

Analisi di video che mostrano diversi tipi di processo di raffreddamento di un oggetto caldo in aria e in una campana a vuoto.

Materiali di classe

Scheda di lavoro "Schede di lavoro-subunit_4"