**Materials Decathlon**

**Part2\_ Materials Science Explorations**

**Schede Studenti - Versione Italiana –PDF**

11 sfide (40’ ciascuna) per condurre gli studenti ad esplorare la Scienza dei Materiali.

Molte sfide sono esperimenti più approfonditi e maggiormente quantitativi che fanno uso dei Tools contenuti nella prima parte

 “Part 1- Tools for Materials Science ” (altre 10 sfide).

La versione editabile delle schede studenti è disponibile sia in EN che IT. Ciascuna sfida è accompagnata da una versione docente con le risposte e utili suggerimenti.

La lista completa delle seconde 11sfide

* FCh1\_STUD\_IT\_window film for solar control
* FCh2\_STUD\_IT\_Cool roofs
* FCh3\_STUD\_IT\_Unusual conductive materials
* FCh4\_STUD\_IT\_chromadepht
* FCh5\_STUD\_IT\_Quantitative Restitution coefficient
* FCh6\_STUD\_IT\_Circular polarization
* FCh7\_STUD\_IT\_Eddy current brakes
* FCh8\_STUD\_EN\_IR\_selffolding\_materials
* FCh9\_TEACH\_EN\_Invisibility Cloak
* FCh10\_STUD\_IT\_eco alternative to disposable plates
* Mon\_STUD\_IT\_ 2\_PV-Cells\_REV



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | All MoM-Matters of Matter materials, this sheet included, belong to MoM Authors (www.mattersofmatter.eu) and are distributed under Creative Commons 4.0 not commercial share alike licenseas OER Open Educational Resources |  |

**Materials Science Explorations Challenge n°1 - 40’**

**Pellicole per finestre per il controllo del calore solare**

*“Riscaldamento, condizionamento, serrande e illuminazione possono avere un impatto significativo sui costi totali di gestione degli edifici, soprattutto sulla bolletta elettrica che sembrano aumentare di anno in anno. Il guadagno termico solare estivo può aumentare il carico termico di un edificio fino al 60%. L’utilizzo efficace di "vetri isolanti" o "pellicole per il controllo solare" può ridurre il carico solare termico fino al 77% e ridurre in modo significativo la dipendenza da aria condizionata, riscaldamento, serrande e illuminazione contribuendo anche ad un più efficace controllo della temperatura.”* [[1]](#footnote-1)

Sul tavolo trovi i seguenti campioni:

1. **Una lastra di vetro isolante Pilkington Solar Cool Double – Semplice**
2. **Una lastra di vetro isolante Pilkington Solar Cool Double – con la pellicola D (vedi sotto) su un lato**
3. **Una comune lastra di vetro**
4. **Una pellicola per il controllo della radiazione solare**
5. **Una pellicola per il controlla della radiazione solare nanostrutturata**

Un computer portatile con **il software *LoggerPro on-line data collection*** è pronto all’uso con tre diversi sensori:

1. Una sonda in acciaio per la temperatura
2. Una sonda per l’intensità dei raggi UV
3. Una sonda per l’intensità luminosa

I tre sensori sono inseriti nel retro della scatola isolata, costruita per il test. Una volta iniziata la raccolta dei dati potrai osservare il grafico della Temperatura in tempo reale [Il software è stato fissato a: *“durata massima dell’intervallo di raccolta dati = 5min e “campionamento” = 1 campione/10sec”]*

1. Inserisci il primo campiona A come superficie superiore della scatola isolata foderata di polistirolo e chiudi con il coperchio.
2. Accendi la lampada e contemporaneamente inizia a raccogliere dati.
3. Scrivi la temperatura iniziale T1 e raccogli dati per 3’. Quindi scrivi la temperatura finale T2 e calcola ΔT/3. (= tasso di aumento della Temperatura [°C/min]).
4. Durante i 3’ scrivi le letture del **livello di UV trasmessi** e il **livello d’illuminazione**; compila la tabella sul foglio predisposto, con tutti i dati raccolti e calcolati e rispondi alle domande,.
5. ripeti i passaggi da 1 a 4 per tutti gli altri campioni nel seguente ordine:
6. **B** con la pellicola all’esterno
7. **B** **rovesciata** (pellicola all’interno)
8. **C**
9. **C + D** (faccia contrassegnata sopra)
10. **C + D** **rovesciata** (faccia contrassegnata sotto)
11. **C + E** (faccia contrassegnata sopra)
12. **C + E rovesciata** (faccia contrassegnata sotto)
* ***NB****:* ***NON cambiare*** *la distanza tra lampada e la superficie superiore della scatola* ***durante l’intero esperimento.***
* *Cerca di raffreddare un po’ la scatola tra due test relativi a due differenti campioni (le temperature iniziali non dovrebbero essere troppo differenti: meno di 5°C).*

Confronta i risultati e scrivi un piccolo commento a risposta delle seguenti domande:

**D1.** Qual è il campione (o la combinazione di campioni) più efficace nel mantenere bassa la temperatura?

**D2.** I campioni hanno un lato preferenziale per il posizionamento? Il controllo del calore cambia se li giri? Se sì, puoi spiegarne la ragione?

**☞RICHIESTA: Rispondi a D1, D2 + Compila la tabella con i dati + 1 foto dell’apparato e/o dettagli**

****

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | All MoM-Matters of Matter materials, this sheet included, belong to MoM Authors (www.mattersofmatter.eu) and are distributed under Creative Commons 4.0 not commercial share alike licenseas OER Open Educational Resources |  |

**Foglio risposte GRUPPO N°\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Sfida.1 --- Pellicole per finestre per il controllo del calore solare**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Campione: | UV (mW/m2) | Illuminazione(lux) | T1(°C) | T2(°C) | (T2-T1)/3(°C/min) |
| **A** |  |  |  |  |  |
| **B** |  |  |  |  |  |
| **B girato** |  |  |  |  |  |
| **C** |  |  |  |  |  |
| **C+D** |  |  |  |  |  |
| **C+D girato** |  |  |  |  |  |
| **C+E** |  |  |  |  |  |
| **C+E girato** |  |  |  |  |  |

**D1**

**D2**

**FOTOGRAFIE [*Inviale tramite Whatsapp al tuo gruppo – Guarda le istruzioni generali per la condivisione di foto e file*]**

* **Descrizione delle foto:**

**Materials Science Explorations Challenge n°2 - 40’**

**COOL ROOF: Vernici per il controllo termico**

*L'aumento del costo dell’energia, il progressivo incremento dell’effetto noto come “isola di calore urbano” e il riscaldamento globale richiedono sempre più l’adozione di soluzioni intelligenti per la gestione del guadagno termico solare negli edifici, quali ad es.le vernici “cool”. Circa il 50% della radiazione solare viene assorbito dalla superficie della terra. Le superfici nere solitamente assorbono fino al 90% di questa energia e quindi si riscaldano. Le superfici bianche, d'altro canto, assorbono solo fino al 25% e tendono a rimanere molto più fresche. L'impatto nell'edilizia può essere drammatico. È ben noto che le camere direttamente sotto il tetto d’estate diventano soffocanti e roventi. Le vernici cool possono rappresentare una soluzione.*

*Ma il bianco non è sempre la scelta preferenziale , molto spesso (in particolare per le auto) vengono richieste le tonalità più scure. Le vernici cool hanno una riflettanza ed una emissività molto elevate.*

Sul tavolo trovi il modello di un villaggio con 4 case. I loro tetti sono stati tinteggiati con colori differenti.

**D1.** Quale casa pensi che raggiungerà le temperature più elevate al suo interno se esposta alla luce o ai raggi IR? Quale invece presenterà la temperatura più bassa? Perché?

**D2.** Con la termo-camera fai una foto dei quattro tetti PRIMA di accendere la luce. Che cosa osservi? Puoi dare una spiegazione?

Hai a disposizione:

* 4 sensori
	1. una sonda per temperatura (posizionata sotto il tetto – all’interno) - **Arduino1**
	2. una sonda per temperatura superficiale (posizionata sopra il tetto – all’esterno) – **Arduino2**
	3. due sonde a IR contactless (poco sopra il tetto, una rivolta verso l'alto, per misurare la radiazione IR entrante nel tetto; la seconda diretto verso il basso, per misurare la radiazione IR uscente dal tetto, sia riflesse che emesse) - **Arduino2**
	[NOTA: *esse dovrebbero misurare la temperatura, ma in realtà lo fanno misurando le radiazioni IR: così, dividendo le due misure, otterremo il rapporto (percentuale) tra la radiazione IR uscente e quella entrante – in tal modo non dobbiamo preoccuparci delle unità di misura*]
* Due Arduino connessi con i quattro sensori: puoi leggere le misure dei sensori sul monitor seriale di Arduino sui due PC connessi (il tempo di raccolta dati è fissato a 1 campione/5 sec).
1. Scegli un tetto, posiziona la lampada alogena in modo da centrarla su di esso (questo sarà il nostro “sole”) e:
	1. Scrivi le temperature iniziali sia interne che esterne;
	2. Scrivi le misure rilevate dalle sonde IR, sia sopra che sotto il tetto;
	3. Accendi la luce e lasciala accesa esattamente per 5 minuti;
	4. Durante l’intervallo d’illuminazione (approssimativamente a metà intervallo) scrivi le misure fornite dalle sonde IR, sia sopra che sotto il tetto;
	5. Poco prima di spegnere la luce, scrivi la temperatura (finale), sia all’interno sia all’esterno;
	6. Non appena spenta la luce (questa sarà la nostra “notte”), scrivi le misure fornite dalle sonde IR, sia all’interno che all’esterno.
	7. Riguarda i tetti con la termoocamera
2. Compila la tabella (sul foglio risposte) con tutti i dati raccolti e svolgi i calcoli richiesti.
3. Ripeti l’esperimento A (dal punto 1 al 6) per gli altri tetti.

**Attenzione:**

* Assicurati che la distanza tra lampada e tetto sia sempre la stessa durante le quattro raccolte dati!
* Durante ogni misura assicurati che la luce NON colpisca le altre “case”, quelle che non stai testando (altrimenti si riscalderebbero!); proteggile dalla luce incidente con un cartone.

**D3.** Dopo aver completato il test con tutte le quattro case, puoi dire quali sono le vernici raffreddanti “cool paints”? Perché? Giustifica le tue risposte in base ai dati raccolti.

**☞RICHIESTA: Rispondi a D1 ... D3 + Compila la tabella + 1 foto dell’apparato e/o dettagli**

****

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | All MoM-Matters of Matter materials, this sheet included, belong to MoM Authors (www.mattersofmatter.eu) and are distributed under Creative Commons 4.0 not commercial share alike licenseas OER Open Educational Resources |  |

**Foglio Risposte GRUPPO N°\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**COOL ROOF: Vernici per il controllo termico**

**D1**

**D2**

|  |  |
| --- | --- |
| **Casa n.** | **Colore e trama del tetto:**  |
|  | **T interna** | **T esterna** | **IR incidente** | **IR emessa** | **R% = IRout/IRin 100** |
| **Iniziale 🡪 Ti**[*Prima dell’illuminazione*] |  |  |  |  |  |
| [*Durante l’illuminazione*] | ### | ### |  |  |  |
| **Finale 🡪Tf**[*Immediatamente* ***prima*** *di spegnere la luce*] |  |  | ### | ### | ### |
| Finale[*Immediatamente* ***dopo*** *aver spento la luce*] | ### | ### |  |  |  |
| Variazione della Temperatura**T = Tf - Ti** |  |  | ### | ### | ### |

|  |  |
| --- | --- |
| **Casa n.** | **Colore e trama del tetto:**  |
|  | **T interna** | **T esterna** | **IR incidente** | **IR emessa** | **R% = IRout/IRin 100** |
| **Iniziale 🡪 Ti**[*Prima dell’illuminazione*] |  |  |  |  |  |
| [*Durante l’illuminazione*] | ### | ### |  |  |  |
| **Finale 🡪Tf**[*Immediatamente* ***prima*** *di spegnere la luce*] |  |  | ### | ### | ### |
| Finale[*Immediatamente* ***dopo*** *aver spento la luce*] | ### | ### |  |  |  |
| Variazione della Temperatura**T = Tf - Ti** |  |  | ### | ### | ### |

**Foglio Risposte GRUPPO N°\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Tetti freddi: Pitturali!**

|  |  |
| --- | --- |
| **Casa n.** | **Colore e trama del tetto:**  |
|  | **T interna** | **T esterna** | **IR incidente** | **IR emessa** | **R% = IRout/IRin 100** |
| **Iniziale 🡪 Ti**[*Prima dell’illuminazione*] |  |  |  |  |  |
| [*Durante l’illuminazione*] | ### | ### |  |  |  |
| **Finale 🡪Tf**[*Immediatamente* ***prima*** *di spegnere la luce*] |  |  | ### | ### | ### |
| Finale[*Immediatamente* ***dopo*** *aver spento la luce*] | ### | ### |  |  |  |
| Variazione della Temperatura**T = Tf - Ti** |  |  | ### | ### | ### |

|  |  |
| --- | --- |
| **Casa n.** | **Colore e trama del tetto:**  |
|  | **T interna** | **T esterna** | **IR incidente** | **IR emessa** | **R% = IRout/IRin 100** |
| **Iniziale 🡪 Ti**[*Prima dell’illuminazione*] |  |  |  |  |  |
| [*Durante l’illuminazione*] | ### | ### |  |  |  |
| **Finale 🡪Tf**[*Immediatamente* ***prima*** *di spegnere la luce*] |  |  | ### | ### | ### |
| Finale[*Immediatamente* ***dopo*** *aver spento la luce*] | ### | ### |  |  |  |
| Variazione della Temperatura**T = Tf - Ti** |  |  | ### | ### | ### |

**D3**

**FOTOGRAFIE [*Invia con Whatsapp al tuo gruppo* –C*controlla le istruzioni generali per condividere foto e file*]**

* **Descrizione foto :**

**Materials Science Explorations Challenge n°3 - 40’**

**Materiali Conduttivi non Usuali**

*La tecnologia e le sue applicazioni richiedono nuovi materiali conduttivi sempre più leggeri, economici e versatili. Grazie alla scienza dei materiali, ora possono si possono produrre plastiche, ceramiche e persino vetri conduttivi.*

1. **Nuovi materiali conduttivi** – Sul tavolo trovi alcuni campioni di tipo diverso: quali di questi secondo te sono conduttivi?
2. Verifica le tue risposte testando i campioni con il multimetro in modalità ohmetro: se puoi misurare una resistenza elettrica allora significa che la corrente può attraversare il campione ed il materiale è un conduttore elettrico. [Suggerimento: testa da entrambe i lati (sopra e sotto) e anche lungo l’asse verticale (poni un jack su ognuno dei due lati)].
D1. Vuoi cambiare qualcuna delle tue risposte precedenti? Compila la **Tabella 1** sul foglio risposte.
3. **Conduttori isotropi e anisotropi** – Considera i campioni A (plastica), B (vetri) e C (stoffa). Poni uno dei jack in un punto e muovi l’altro lungo una circonferenza di raggio costante. La resistenza è la stessa in ogni direzione? Se la risposta è positiva allora il conduttore e isotropo, ciò vuol dire che la conduzione è la stessa in ogni direzione.
4. Sul mercato ora si può trovare il cosiddetto “***Z-axis conductive tape***“ **“Nastro Conduttivo lungo l’asse Z”** usato in alternativa alle saldature in microelettronica e nella costruzione di prototipi. Testa il campione incollato sulla lastra di plexiglass.
**D2.** E’ presente una qualche resistenza lungo la superficie (piano X-Y)?
5. Ora considera l’apparato in figura dove nelle giunzioni tra le strisce di rame ci sono differenti tipi di materiali, conduttori e no. Collega uno dei coccodrilli dell’ohmetro al collegamento X di rame (questo rimarrà fisso) e il secondo in sequenza ai collegamenti
* A (comune **nastro adesivo**)
* B (**nastro conduttore Z-axis**)
* B’ (**nastro conduttore Z-axis** con strisce di rame non allineate)
* C (solo **strisce di rame** allineate)
* C’ (solo **strisce di rame** non allineate)

**D3.** Quali dei collegamenti precedenti fa passare corrente?

**D4.** Cosa puoi dedurre relativamente all’isotropicità o anisotropicità del nastro conduttivo Z-axis?

1. Ora considera due strisce di stoffa conduttiva: grigio chiaro (A) e scuro (B). Dividetevi in due sottogruppi, uno per ogni striscia e per ciascuna:
* Prendete nota della lunghezza iniziale L0 e della resistenza R quando la striscia è a “riposo”.
* Fissate una delle estremità allo zero di un righello e allungate la striscia di 0,5 cm alla volta fino a raggiungere la massima estensione, nel frattempo misurate le resistenze R. Compilate le tabelle 2A e 2B con i dati raccolti.
* Riportate in un grafico la resistenza in funzione dell’allungamento.

**D5.** La resistenza aumenta/diminuisce all’aumentare dell’allungamento?

**D6.**Per spiegare perché le due stoffe si comportano in modo differente, potete osservare la loro trama al microscopio. Che cosa potete osservare?

☞**RICHIESTA: Rspondi a D1-D7 + Tabelle + Grafico della Resistenza in funzione dell’allungamento per le due stoffe**

****

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | All MoM-Matters of Matter materials, this sheet included, belong to MoM Authors (www.mattersofmatter.eu) and are distributed under Creative Commons 4.0 not commercial share alike licenseas OER Open Educational Resources |  |

**Foglio Risposte GRUPPO N°\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Sfida.3 --- Materiali Conduttivi Inusuali**

|  |  |
| --- | --- |
| **Conduttori** | **Non conduttori** |
|  |  |

**D1 – Tabella 1:**

**D2**

**D3**

**D4**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tabellea 2A: stoffa grigio chiaro** |  | **Tabella 2B: stoffa grigio scuro** |
| **Allungamento** | **R** | **R** | **R** | **R** | **Allungamento** | **R** | **R** | **R** | **R** |
| = L – L0 | 1° | 2° | 3° | media | = L – L0 | 1° | 2° | 3° | media |
| cm | Ohm | Ohm | Ohm | Ohm | cm | Ohm | Ohm | Ohm | Ohm |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**D5**

**D6**

**Grafici:** disegna sul un foglio o salva su un file se usi Excel

**Materials Science Explorations - Challenge n 4 - 40’**

**ChromaDepht**

**Guardare immagini usando gli occhiali ChromaDepht**

1. Metti gli occhiali che ti sono stati dati e dai un'occhiata alla mostra. Non correre da un'immagine all'altra e guarda ogni figura con calma: i tuoi occhi per adattarsi e ottenere pienamente l’effetto desiderato potrebbero richiedere un po’ di tempo! Rispondi alle domande che trovi sotto alcune delle foto. Annota quello che vedi e qualunque osservazione che potrebbe essere importante.
2. Poi insieme al tuo team condividete e discutete le vostre osservazioni per rispondere alle seguenti domande.

**D1.** Che effetto si nota guardando le immagini con gli occhiali?

**D2.** Qual è l'ordine percepito dei colori dal più vicino al più lontano? È casuale?

**D3.** Descrivi ciò che vedi quando segui le istruzioni riportate sull'immagine n ° 25 nella mostra e chiudi alternativamente un occhio alla volta. Utilizzando matite colorate disegna un'immagine di ciò che vedi,:

* 1. chiudendo l’occhio sinistro;
	2. chiudendo l’occhio destro.

**D4.** Guardando l’immagine n ° 7 chiudere uno degli occhi e guardare il quadrato color magenta attraverso gli occhiali. Quindi chiudere l'altro occhio. Descrivi quello che vedi. Che cosa succede con il quadrato giallo? Che cosa pensi che accadrebbe con il quadrato color ciano? Perché?

**Come funzionano gli occhiali ChromaDepht?**

Le seguenti domande / attività possono contribuire a guidare la tua ricerca

1. Guarda le sorgenti luminose che ti circondano. Che cosa vedi quando indossi gli occhiali ChromaDepht?
2. Quali dispositivi ottici conosci per trasformare la luce bianca incidente in un arcobaleno di colori contenente l’intero spettro?
3. Ripensa a come funzionano un prisma e un reticolo di diffrazione. Fai uno schizzo del funzionamento di entrambi i dispositivi ed evidenzia la differenza di risultato.
4. Nell’immagine sul foglio di risposta disegna sia un raggio rosso sia uno blu provenienti dalla sorgente luminosa (cerchio) e che raggiungono gli occhi dopo aver attraversato i due prismi. È esattamente come in una griglia di diffrazione?
Uno di voi ha un reticolo di diffrazione nel suo badge: adesso usatelo per esplorare, confrontando e mostrando le differenze dei due dispositivi (ChromaDepht e il normale reticolo di diffrazione).
5. **Guarda le sorgenti luminose**: come vengono visualizzati gli spettri attraverso i due dispositivi?
6. Un paio di occhiali ChromaDepht è stato tagliato in due. Sulle lenti hai L e R per ricordare che erano originariamente la lente sinistra e la lente destra. Ora sposta le lenti (metti la lente L sull'occhio destro e viceversa- N.B. traslale senza ribaltarle!): cosa noti? Che cosa accade se usi un paio di griglie di diffrazione? Accade lo stesso fenomeno?
7. **Utilizzando un laser**: confronta l’immagine ottenuta puntando con il laser attraverso la griglia di diffrazione e attraverso gli occhiali ChromaDepht , prima con una lente e poi con l'altra. Scrivi le tue osservazioni.Fai un disegno.
8. Con estrema delicatezza fai scorrere un’**unghia** lungo le due facce delle lenti: da un lato sentirai la superficie perfettamente liscia, dall'altro produrrà il rumore tipico di qualcosa che si muove su scanalature.
9. **Usando un microscopio USB**: puoi vedere qualcosa? Fai una foto!

Alla fine di tutte queste indagini crea sul foglio di risposta una Tabella che evidenzi il diverso comportamento tra Griglie di diffrazione e occhiali ChromaDepht in base alle osservazioni fatte.

**Costruisci la tua immagine ChromaDepht**

Ora che hai capito come funzionano gli occhiali ChromaDepht, crea la tua composizione ChromaDepht! Sul tavolo hai a disposizione cartoncino nero, colorato e forbici. Il migliore otterrà punti extra!

**☞RICHIESTA : Rispondi a D1-D4 + Tabella finale + 1 foto con il microscopio USB +**

 **la tua composizione ChromaDepht**



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | All MoM-Matters of Matter materials, this sheet included, belong to MoM Authors (www.mattersofmatter.eu) and are distributed under Creative Commons 4.0 not commercial share alike licenseas OER Open Educational Resources |  |

**Foglio risposte GRUPPO N°\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Sfida.4 --- ChromaDepth**

**D1**

**D2**

**D3**

**D4**

****

**Completa l’immagine** [Guarda il punto 4 nel foglio studente]

**Tabella:** [Puoi usare anche il retro del foglio]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Osservazione:** | **Griglia di diffrazione** | **CromaDepth** |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

**FOTO [*Invia con Whatsapp al tuo gruppo* – *conyrolla le istruzioni generali per condividere foto e file*]**

* **Descriptione foto 1:**

**Materials Science Explorations Challenge n°5 - 40’**

**Coefficente di Restituzione- Quantitativo**

*Ricordi la sfida con la pallina felice (H) e quella triste (S)? Vogliamo effettuare ora alcune misurazioni quantitative facendo dei video del rimbalzo / rotolamento delle sfere. Dividi la squadra in due gruppi: il gruppo A si occuperà del rimbalzo e il gruppo B del rotolamento. Entrambi i gruppi devono prendere i video delle sfere in movimento ed elaborarle usando il software Tracker.*

1. **Gruppo A – Confronto del rimbalzo delle sfere di Neoprene (H) e Norbonene (S)**
	* Mettete uno sfondo bianco dietro alla palla e al metro così da ottenere un video chiaro e preciso. Verificate che la scala graduata sullo strumento sia visibile nel video, in alternativa, è sufficiente attaccare una striscia colorata di lunghezza nota sul righello. Questa sarà utilizzata per le successive calibrazioni.
	* Fate cadere le palline una dopo l'altra da un'altezza iniziale di 100 cm. Possibilmente registrate entrambi i moto delle due palline nello stesso video.
	* Caricate il video su Tracker e analizzatelo per dedurre il rapporto H2 / H1 dove:
	H2 = altezza raggiunta dalla palla dopo il primo rimbalzo
	H1 = altezza iniziale da cui la palla è stata fatta cadere
	* La radice quadrata di tale rapporto è il coefficiente di restituzione (ε). Se questo è 1 allora la collisione è perfettamente elastica. In realtà sarà <1 significando così che la collisione è **parzialmente inelastica** e dell'energia è stata dissipata. Ciò è vero solo se il rimbalzo è perfettamente perpendicolare al pavimento, quindi metti estrema attenzione nel cercare di ottenere questo per quanto possibile [fai alcune prove prima di iniziare l'esperimento]. Calcola il coefficiente di restituzione (ε) per entrambe le palline e compila la tabella A con tutti i dati raccolti e/o calcolati.
2. **Gruppo B - Confronto del rotolamento delle sfere di Neoprene (H) e Norbonene (S)**
	* Mettiti con la fotocamera di fronte ad uno dei lati delle due rampe. Posiziona il metro tra le due rampe nel senso della lunghezza. Verifica che la scala graduata sullo strumento sia visibile nel video. In alternativa basta attaccare una striscia adesiva colorata di lunghezza nota sul metro. Ciò servirà per le successive calibrazioni.
	* Rilascia le due palline allo stesso istante e lascia rotolino lungo le due rampe. [Ricorda di farle partire sempre dallo stesso punto]. Se possibile cerca di registrare i moti delle due sfere nello stesso video.
	* Carica il video in Tracker e analizza il movimento delle due sfere. Produci il **grafico s-t** (posizione rispetto al tempo). In particolare, deduci la **Velocità Finale** delle due sfere. Compila la tabella B con tutti i dati raccolti e/o calcolati.
3. **BOTH Gruppo A e Gruppo B - Influenza della temperatura**
	* Ripeti tutti i passaggi precedenti ma con le palline a temperatura diversa, la stessa per entrambi [È possibile modificare la temperatura delle palline mettendole per un certo tempo - sono sufficienti 1 o 2 minuti - in acqua calda]. Scrivi la temperatura delle sfere [In realtà è la T dell'acqua]– N.B. occorre essere rapidi nel far cadere le palle dopo averle tolte dall'acqua: si raffreddano velocemente!.
	* Ripetei l'esperimento con quante più temperature diverse possibili. Traccia un grafico del **Coefficiente di Restituzione (ε)** VS **Temperatura** [Gruppo A] o **Velocità Finale** VS **Temperatura** [Gruppo B]. C'è qualche relazione tra temperatura e comportamento delle due sfere?

**☞RICHIESTA: Tabelle A e B + 2 Grafici (gruppo A e B) con brevi commenti.**

 **->RICORDA: salva tutti i video e file in formato .trk sul PC**

**Foglio risposte GRUPPO N°\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Sfida.5 --- Coefficiente di Restituzione Quantitativo**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tabella A** | **Pallina H** | **Pallina S** |
| **Temperatura** | **h1** | **h2** | **CoR (ε)** | **h1** | **h2** | **CoR (ε)** |
| °C | cm | cm | # | cm | cm | # |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tabella B** | **Pallina H** | **Pallina S** |
| **Temperature** | **Velocità Finale** | **Velocità Finale** |
| °C | m/s | m/s |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

**Commento ai Grafici:**

**->RICORDA: salva tutti i video e i files in formato .trk (Tracker elaboration) sul PC** *[controlla le informazioni generali sul salvataggio dei file].*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | All MoM-Matters of Matter materials, this sheet included, belong to MoM Authors (www.mattersofmatter.eu) and are distributed under Creative Commons 4.0 not commercial share alike licenseas OER Open Educational Resources |  |

**Materials Science Explorations-Challenge n°6 - 40’**

**Polarizzazione Circolare**

Sulla scrivania hai una pila di quadrati di plastica grigia numerati, sono tutti filtri polarizzatori. Tuttavia non sono tutti uguali: alcuni di loro sono polarizzatori lineari, altri circolari.

1. Separa in due diverse pile i due tipi di polarizzatore.
Per distinguerli sei libero di fare qualsiasi prova, a condizione che i test non siano distruttivi!
	* **Suggerimento1**: guarda uno schermo del PC*[[2]](#footnote-2)* attraverso i filtri mentre li ruoti , ripeti la rotazione per ogni filtro dopo averlo ribaltato (= scambio di faccia superiore e inferiore).
	* **Suggerimento 2**: metti i filtri su uno specchio o su un'altra superficie altamente riflettente. Ripeti per ogni filtro dopo aver scambiato la faccia superiore con quella inferiore.

**D1.** Quali numeri corrispondono a polarizzatori lineari e quali a quelli circolari? Compila la tabella nel foglio di risposta e spiega quali sono i test che hai fatto e quello che hai osservato.

1. Prendi due polarizzatori circolari, posizionali uno dietro l’altro e ruotali insieme davanti allo schermo del PC. Che cosa noti?
2. Tieni uno di questi due polarizzatori e scegli il secondo dal mucchio, ripeti il passo 2 testando tutti gli altri polarizzatori circolari: si notano differenze?
**D2.** I polarizzatori circolari sono tutti uguali? Se no, quanti tipi si possono distinguere? Come?
3. **D3.** I polarizzatori circolari son davvero dei polarizzatori? Cioè: la luce che esce da un polarizzatore oscilla su un piano preciso (piano di polarizzazione)?
Per rispondere a questa domanda esegui il seguente test:
	* Inserire un polarizzatore circolare sopra ad uno lineare e poni entrambi di fronte a una sorgente luminosa polarizzata (ad esempio uno schermo PC). Ruota il polarizzatoe lineare fino a trovare una posizione che produce una completa estinzione luminosa (oscurità!), il che significa che la luce che raggiunge l'occhio è polarizzata linearmente (a causa del filtro lineare).
	* Inverti la posizione dei due polarizzatori: quello circolare direttamente davanti allo schermo del PC e quello lineare sopra di esso. Ruota nuovamente il polarizzatore lineare. Adesso puoi trovare una posizione che produce l'estinzione? E se invece ruoti il polarizzatore circolare? Cosa si può dedurre sulla luce trasmessa dal polarizzatore circolare?
4. Incolla un pezzo di nastro adesivo su un vetrino da microscopio longitudinalmente (= lungo la lunghezza maggiore) e appoggiaci sopra il polarizzatore lineare col suo asse di polarizzazione disposto perpendicolarmente al lato maggiore del vetrino. Ruotali insieme davanti allo schermo del PC e accanto a loro ruota anche un polarizzatore circolare fino a vedere lo stesso colore in entrambi i sistemi. Da questo punto in poi ruotali insieme di angoli identici: quali colori producono? Sono diversi?
**D4.** Il polarizzatore circolare è quindi equivalente a ... (cosa?). Con alcune differenze: quali? [Suggerimento: vedi passaggio 4.]

**☞RICHIESTA : Rispondi a D1-D4 + almeno 2 foto dell’apparato e/o di suoi dettagli**

**Foglio risposte GRUPPO N°\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Sfida.6 --- Polarizzazione Circolare**

|  |  |
| --- | --- |
| **Polarizzatori Lineari N°** | **Polarizzatori Circolari N°** |
|  |  |

**D1**

**D2**

**D3**

**D4**

**FOTOGRAFIE [Inv*iale con Whatsapp al tuo gruppo*– *Controlla le istruzioni generali su come condividere foto o file*]**

* **Descrizione Foto 1:**
* **Descrizione Foto 2:**



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | All MoM-Matters of Matter materials, this sheet included, belong to MoM Authors (www.mattersofmatter.eu) and are distributed under Creative Commons 4.0 not commercial share alike licenseas OER Open Educational Resources |  |

**Materials Science Explorations Challenge n°7 - 40’**

**Freni Magnetici**

Sulla scrivania ci sono due tubi: uno è in rame, l'altro in plastica trasparente. Le loro dimensioni sono quasi identiche (sia lunghezza che diametro). Hai anche due cilindri metallici: uno di essi è in alluminio, l'altro in realtà è un magnete.

1. Fai cadere prima il disco di **alluminio** attraverso il tubo di plastica e poi in quello di rame.
**AVVERTENZA**: prendilo con la mano appena esce!!!
**D1.** Misura il **tempo di caduta**: è possibile ripetere una o due volte. Noti qualche differenza? Scrivi il tempo di caduta (medio) per i due tubi sul foglio di risposta.
📹Fai un video della caduta attraverso il tubo trasparente (plastica) e salva come "mag\_video\_1". [Vedi istruzioni generali per salvare o condividere i file]
2. Ora ripeti l'esperimento con il **magnete**.
**AVVERTENZA**: prendilo con la mano appena esce!!!. Può rompersi!!!
**D2.** Misura il tempo di caduta: è possibile ripetere una o due volte. Vedi qualche differenza? Scrivi il tempo di caduta (medio) per i due tubi sul foglio di risposta. Che cosa pensi che stia accadendo?
📹Fai un video della caduta attraverso il tubo trasparente (plastica) e salva come "mag\_video\_2". [Vedi istruzioni generali per salvare o condividere i file]

Purtroppo non puoi vedere il (e fare un video del) magnete in caduta perché il tubo di rame è opaco. Tuttavia hai uno strumento molto potente per "vedere" quello che sta accadendo all'interno del tubo: la pellicola per la visualizzazione dei campi magnetici che hai già usato durante la sfida n. 6[[3]](#footnote-3).

1. Fissa con nastro adesivo una striscia di questa pellicola verde lungo tutta la lunghezza del tubo di rame, quindi ripeti l'esperimento della caduta del magnete. Che cosa osservi adesso?
📹Fai un video della caduta attraverso il tubo di rame e salva come "mag\_video\_3". [Vedi istruzioni generali per salvare o condividere i file]
2. Analizza i video con Tracker [Suggerimento: fallo manualmente, non utilizzare il tracking automatico.] In particolare produci e salva i 3 grafici **"Spazio - tempo"** dai tre video e incollari in un file di Word insieme ad un breve commento.
**D3.** Puoi dire che il magnete all'interno del rame è in caduta libera? Giustifica la tua risposta.
3. **Lega per la schermatura magnetica** - Metti la lamina della lega per schermatura magnetica tra il tubo di rame e la striscia di pellicola magnetica. Quindi fai scendere il magnete come al solito.
Q4. Che cosa noti? Ciò accade con lamine di altri metalli?

☞**RICHIESTA: risposte a D1-D4 + 3 video + File Word with the 3 grafici s-t e commenti.**

**🡪 RICORDA:** Consegna **TUTTI** i file (video, elaborazioni di tracker , Word) all’insegnante al termine del laboratorio [Vedi istruzioni generali per salvare o condividere i file]

**Foglio risposte GRUPPO N°\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Sfida.7 --- Freni Magnetici**

**D1: ALLUMINIO:**

**Tempo di caduta: (Tubo di Plastica) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (Tubo di Rame) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Commenti:**

**D2: MAGNETE:**

**Tempo di caduta: (Tubo di Plastica) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (Tubo di Rame) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Commenti:**

**D3**

**D4**

**🡪RICORDA:** Consegna **TUTTI** i file (video, elaborazioni di tracker , Word) all’insegnante al termine del laboratorio [Vedi istruzioni generali per salvare o condividere i file]



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | All MoM-Matters of Matter materials, this sheet included, belong to MoM Authors (www.mattersofmatter.eu) and are distributed under Creative Commons 4.0 not commercial share alike licenseas OER Open Educational Resources |  |

**Materials Science Explorations Challenge n°8 - 40’**

**Materiali *Self-folding***

*Il Self-folding è un processo che fa sì che un predefinito modello 2D si pieghi con elevata precisione nella struttura 3D desiderata. Le applicazioni sono molteplici: nell'imballaggio, nella movimentazione, nella sensoristica…. Simuleremo questo fenomeno, realizzato nei laboratori a scala molecolare , tramite la stampa a getto di inchiostro di un pattern predefinito su un foglio di polimero pre-stressato .Il foglio -riscaldato uniformemente ad una temperatura superiore ai 120 °C –si ridurrà del 50/60%. Questi fogli sono disponibile in commercio come giocattoli sotto il nome commerciale di Shrinky-Dinky. Le linee nere (cioè le “cerniere”) sono ottenute utilizzando una normale stampante collegata la PC, con stampa su entrambi i lati dei fogli trasparenti ocon un pennarello nero. Le cerniere assorbono selettivamente la luce e riscaldano il polimero sottostante provocando il restringimento del polimero, contemporaneamente la parte non annerita non si restringe o comunque si restringe meno. I fogli polimerici 2D possono così piegarsi in pochi secondi in complesse strutture 3D (cubi, tetraedri, etc…).*

1. Guarda *il video "3D objects just add light*” su YouTube (dura meno di 1') [https://www.youtube.com/watch?v=NKRWZG67dtQ](https://www.youtube.com/watch?v=NKRWZG67dtQ%20) del Dipartimento di Chimica e Ingegneria Biomolecolare dell'Università del North Carolina (USA).
2. Sul banco c’è un foglio di plastica dello stesso tipo mostrato nel video. Si tratta di Shrinky-Dinky (SD) un foglio di polimero pre-stressato. Con un pennarello nero disegna lo sviluppo nel piano di una figura geometrica 3D (ad es un cubo aperto o un poliedro). Fai attenzione a disegnare le linee nere su entrambi i lati del foglio e che siano sufficientemente larghe. Le linee troppo sottili non funzionano! La sfida consiste nel realizzare una struttura *Self-folding* che funzioni [Suggerimento: NON esagerare con le dimensioni. 2,5 cm per la dimensione laterale del cubo sarà ok!]
3. Accendi la piastra e preriscaldala a **80-90 ° C**. Usa un foglio di alluminio, può proteggere la superficie della piastra e una lastra di vetro come superficie piana su cui lavorare e appoggiare il tuo modello.
4. Metti la struttura SD disegnata sulla piastra riscaldante usando le pinzette e regola la distanza tra la lampada a infrarossi (IR) e la piastra , circa 5 cm.
5. Accendi la lampada a infrarossi e osserva come si piega la SD. **Girare un video**!
6. Quando il processo di piegatura è completo spegni la lampada (o semplicemente rimuovi il campione). ATTENZIONE! Se esponi l'SD al calore troppo a lungo, esso si deformerà a causa dell’eccessivo riscaldamento.
**D1.** Discuti con il tuo team una possibile applicazione innovativa per questo materiale.
**D2.** Lo Shrinky-Dinky è un materiale piuttosto costoso, quindi vale la pena cercare alternative. Prova altri campioni di plastica: qualcuno di loro mostra di restringersi in modo simile allo Shrinky Dinky?

**☞RICHIESTA:**

**-> un video di una delle forme 2D +una forma 3D piegata [scegli le migliori]**

**-> rispondi alle domande D1 and D2**

**Foglio risposte GRUPPO N°\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Sifda.8 --- Materiali Self-folding**

**D1**

**D2**

**VIDEO [*Invialo con Whatsapp al tuo gruppo* – *Leggi le istruzioni generali per condividere file*]**

* **Descrizione del Video:**

**Ricorda di consegnare la tua forma 3D (migliore) all’insegnante al termine dell’attività**



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | All MoM-Matters of Matter materials, this sheet included, belong to MoM Authors (www.mattersofmatter.eu) and are distributed under Creative Commons 4.0 not commercial share alike licenseas OER Open Educational Resources |  |

**Materials Science Explorations Challenge n°9 - 40’**

**Mantello dell’invisibilta’**

Sul tavolo di lavoro avete quattro lenti: due con distanza focale di 150 mm e le altre due con distanza focale di 30 mm.

**Q1**. Identifica i due tipi di lenti e per ciascuno di essi verifica che il fuoco si collochi esattamente dove indicato in precedenza. Descrivi il modo in cui hai proceduto.

D’ora in avanti chiameremo **L1** le lenti con distanza focale ***f1 = 150 mm*** e con **L2** le lenti con distanza focale ***f2 = 30 mm***.

1. Calcolate ***d1 = f1 + f2*** e ***d2 = 2\*f2\*(f1+f2) / (f1-f2)***Quindi usate il righello per misurare le distanze e fissate le lenti come in figura.
2. Ponete un schermo ad una certa distanza dalla lente numero 4 ed osservatelo attraverso le quattro lenti. L’osservatore deve essere dalla parte opposta rispetto al sistema di lenti cioè oltre la lente 1 e ad una distanza tra i 2 e 3 metri circa.
3. Verificate il perfetto allineamento delle lenti mediante un raggio laser. L’allineamento è corretto se il raggio laser forma sullo schermo un punto luminoso, a fuoco e di dimensioni ridotte! Il raggio laser non dovrebbe aprirsi allargandosi quando attraversa le lenti, ma apparire come un puntino sullo schermo.
4. ***Il mantello dell’invisibilità è pronto!*** Ora, cerca le zone di invisibilità muovendo lentamente una matita tra due lenti, perpendicolarmente all’asse ottico del sistema. Ripeti in aree differenti delle tre regioni (A, B, C). Segna sul disegno le regioni d’invisibilità così trovate.
Fai **foto e/o video** [*almeno uno per ogni zona A, B, C*] che provino l’esistenza delle regioni d’invisibilità e mostrino chiaramente la “scomparsa” della matita in alcune aree.
5. Prendi un foglio di carta millimetrata e usando un righello disegna il sistema di lenti con estrema precisione **(Grafico 1)**. Segna sull’asse ottico il punto in cui è posizionato il **fuoco** di ciascuna lente. Infine traccia il cammino dei luminosi paralleli all’asse ottico (“provenienti dall’infinito”) che partendo prima della lente 1 attraversano tutte le quattro lenti.

**Q2**. Puoi identificare sul disegno le aree di invisibilità? Riesci a spiegare la loro presenza in quella specifica posizione? Corrispondono alle aree che avevi trovato nel punto 4? Se no, torna al sistema reale di lenti e testalo di nuovo (fai altre foto/video!)

**Q3.** Quando muovi la matita perpendicolarmente all’asse otticoed essa entra nella regione d’invisibilità il comportamento della sua immagine è esattamente lo stesso in tutte e tre le regioni A, B, C o noti qualche differenza?

**☞RICHIESTA: rispondi a Q1-Q3 + Grafico 1 + Video/Fotografie**

**Foglio delle risposte GRUPPO N°\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Ch.9 --- Mantello dell’invisibilità**

**Q1**

**Q2** [*Puoi rispondere disegnando sul grafico 1*]

**Q3**

**FOTOGRAFIE/VIDEO [*Invia tramite Whatsapp all’insegnante* – Controlla le istruzioni per condividere i files]**

* **Foto/Video1 descrizione:**
* **Foto/Video2 descrizione:**
* **Foto/Video3 descrizione:**
* **Foto/Video aggiuntive descrizione:**



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | All MoM-Matters of Matter materials, this sheet included, belong to MoM Authors (www.mattersofmatter.eu) and are distributed under Creative Commons 4.0 not commercial share alike licenseas OER Open Educational Resources |  |

**Materials Science Explorations - Challenge n°10 - 40’**

**Eco-Alternativa ai Piatti di Plastica Monouso**

*Ogni giorno in una grande città come Milano, migliaia di studenti mangiano nelle mense scolastiche. In un anno il numero di oggetti di plastica monouso (piatto, coltello e forchetta, bicchiere, ecc.) che vengono gettati ammonta a circa 13 milioni: 550 tonnellate di plastica inviate all'inceneritore (a causa della contaminazione alimentare, questa plastica non può infatti essere riciclata!). Considerate ora tutte le scuole italiane e ... nuoterete in un mare di plastica! Recentemente è stato immesso sul mercato un nuovo piatto biocompatibile e già adottato da molti Comuni per le proprie mense scolastiche. Sembra un piatto fatto di biscotto. Può contenere liquidi e semiliquidi per circa un'ora prima di sciogliersi. Viene dichiarato, inoltre, che* ***mantiene il cibo più caldo per un tempo più lungo****. Proviamo a verificarlo confrontando tre diversi tipi di piatti: a) plastica usa e getta; B) ceramica classica; C) biscotto biocompatibile.*

Sul tavolo hai tre piatti e del "cibo" caldo [*In realtà è solo acqua calda!! Immagina che sia una sorta di zuppa!!*] Una volta che il "cibo" viene versato nei piatti, monitorerai la temperatura e traccerai le tre curve di raffreddamento. Utilizzia Arduino con i tre sensori di temperatura. La raccolta dei dati verrà visualizzata sul monitor seriale, da qui potrai incollarli e copiarli in Excel[[4]](#footnote-4) per creare un grafico con TRE curve di raffreddamento ed effettuare ulteriori analisi.

**Attenzione**: *fai attenzione a mettere la stessa quantità di "cibo" in ogni piatto; la temperatura iniziale deve essere uguale come se lo aveste preso dalla stessa "pentola".*

1. **Il circuito** – Ogni sensore richiede una resistenza da 10kOhm. Le connessioni sono
2. Un piedino della sonda di temperatura a Terra (GND) (nero)
3. Il secondo piedino della sonda è collegato alla resistenza da 10kOhm.
4. Il secondo pin della resistenza a **VCC 3,3 V** (rosso).
5. Le fasi comuni (verde, giallo, blu) sono il segnale e vanno rispettivamente ad **A0**, **A1**, **A2**.
6. **AREF** a **VCC**3,3 V (cavo rosso in alto)
7. **Il Programma** – Usa “***3\_thermistor\_aref\_2.ino***”. Puoi modificare l’intervallo di acquisizione (è attualmente fissato a 10 secondi).
8. **Raccolta Dati** - Inserisci le sonde di temperatura nei tre piatti e avvia la raccolta dati. Apri il monitor seriale per vedere le letture trascorrere del tempo. Prendi le misure per almeno 15 '.
9. Copia i dati e incollali in un file TEXT, quindi importa in Excel e traccia il grafico di confronto.

**☞RICHIESTA: grafico delle tre curve di raffreddamento + un breve commento sul comportamento dei diversi piatti. *Incollare tutto su un file Word e salvarlo sul PC a vostra disposizione.***



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | All MoM-Matters of Matter materials, this sheet included, belong to MoM Authors (www.mattersofmatter.eu) and are distributed under Creative Commons 4.0 not commercial share alike licenseas OER Open Educational Resources |  |

**Confronto tra Celle Fotovoltaiche - 50’**

*Le celle fotovoltaiche (FV) sono orami arrivate alla terza generazione e già si dice che sia in progettazione la quarta. Oltre ad una migliore efficienza e convenienza, alcune delle più innovative celle FV hanno anche caratteristiche nuove e allo stesso tempo eccitanti, sono portatili, flessibili e sottili come un foglio di carta, esse catturano energia anche a bassi livelli di illuminazione ed in luce diffusa, inoltre mostrano solo una debole dipendenza dalle ombre proiettate (effetto camino) a dall’angolo di incidenza della luce. Tali proprietà le rendono idonee al “fotovoltaico indoor”, ad essere montate su pareti e finestre, ad applicazioni “wearables”…*

Sul tavolo avete: un pannello in plexiglass con alcune celle fotovoltaiche di diverso tipo e dimensioni, un porta-lampada con diversi tipi di lampadine da utilizzare.

Vogliamo confrontare l'efficienza nella produzione di energia dei vari tipi di celle fotovoltaiche in diverse condizioni di luce. Per fare questo:

1. Innanzitutto dovete misurare la **corrente di cortocircuito** (**isc**) e la te**nsione a circuito aperto** (massimo **Voc**) della cella: moltiplicandoli si ottiene la **Potenza** (massima teorica) prodotta dalla cella **P=iscVoc**; [Per misurare **isc** e **Voc** dovete collegare la cella al multimetro: quando s’imposta la posizione del multimetro su V, si misura la tensione nel circuito aperto composta solo dalla cella stessa; quando si commuta il multimetro su mA si misura la corrente che scorre attraverso il multimetro, che ha idealmente resistenza interna nulla. Ricordarsi di modificare la posizione del morsetto rosso, spegnendo il multimetro quando si passa da V a mA. Da notare che se si misura la tensione in V e la corrente in mA si otterrà (ovviamente) una potenza in mW].
2. Ovviamente la Potenza prodotta dalla cella FV è dipendente (proporzionale) alla sua superficie (S): così per confrontarle bisogna normalizzare la Potenza prodotta in **Potenza per unità di superficie** (infatti le superfici delle singole cella sul pannello sono molto diverse tra loro). Usate la **Potenza Normalizzata: NP=P/S** (w/m2).
3. Ora prendete una delle celle FV come riferimento [in realtà non è importante quale: ma usate quella indicata con "REF" sul pannello. Questo aiuterà il confronto tra i diversi gruppi] e confrontate la NP degli altri con questa (in percentuale): NP%= NP/NPref X 100. Con questi numeri si può facilmente confrontare l’efficienza nella produzione di energia dei diversi tipi di celle ed osservare come questa cambi (se cambia!) con le differenti condizioni di illuminazione.

NOTA – In ogni misura:

* Scrivere il tipo e la potenza della lampadina utilizzata;
* Tenere sempre la stessa distanza tra la lampada e la cella.

**D1. Qual è la cella più efficiente?**

Nella prima misura utilizzerete una lampadina alogena, ovvero quella la cui luce è più simile allo spettro solare. Prendete misure e compilate tabella1 nel foglio di risposta.

**D2.** **L'efficienza dipende dalla sorgente luminosa? Motivate la vostra risposta in base ai dati raccolti.**

Ripetere le misure cambiando la lampadina; riempite le tabelle n.2. Utilizzate le lampadine che sono state date al tuo gruppo. I diversi tipi di lampadine che stiamo per testare sono:

* Lampadine a LED
* Lampadine UV
* Lampadine IR, sia lampadine a luce-rossa sia “ceramiche” (luce non visibile)

**🖐CAUTION! La lampada ceramica IR diventa MOLTO CALDA e non si vede quando è accesa!**

**D3.Quali celle stanno raccogliendo energia nel UV? E quali nell'IR? E con lampadina a LED?**

Utilizzare i risultati ottenuti nella misurazione precedente.

**D4. Quali celle sono meno influenzate dall’ombra proiettata?**

Coprire (circa) ¼ della superficie di ciascuna cella con un cartoncino nero e ripetere le misure: compilate la tabella n. 3.

**D5. Quali celle sono meno dipendenti dall'angolo d’incidenza?**

Cambiare l'angolo d’incidenza della luce sulla cella da (quasi) verticale a quasi "orizzontale" e ripetere le misure; riempire la tabella n.4.

**D6.** Considerando le vostre risposte alle domande precedenti e le qualità richieste per le celle fotovoltaiche nelle diverse applicazioni, **quali tra le celle del pannello pensate che funzionerebbe meglio per la raccolta interna? Perché? Quale tipo di celle sarebbe meglio utilizzare sulle facciate? Perché?**

**☞RICHIESTE:**

 **->Rispondere a D1 ... D6**

 **->Compilare le Tabella1 ... Tabella4**

 **-> Almeno 2 foto dell’apparato sperimentale**

***Suggerimenti:***

* *prima compilate la seguente tabella misurando la dimensione delle celle una volta per tutte;*
* *prestate attenzione all'uso corretto delle unità di misura;*
* *utilizzate la notazione scientifica se è possibile (NON numeri con un sacco di zero!).*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **TABELLA n.0** | **Quantità** | **Base: b** | **Altezza: h** | **Superficie (S) = b x h** |
| Tipo di cella | Unità: | **cm** | **cm** | **cm2** | **m2** |
| [Riferimento] |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**Foglio Risposte GRUPPO N°\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Confronto tra Celle Fotovoltaiche**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **TABELLA n. 1** | **Quantità:** | **Isc** | **Voc** | **P=Isc x Voc** | **Sup. (S)** | **PN=P/S** | **PN% =****PN/PNRef x 100** |
| Tipo di Cella | Unità: |  |  |  |  |  |  |
| [Riferimento] |  |  |  |  |  | 100 % |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Lampadina usata-tipo e potenza |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **TABELLA n. 2** | **Quantità:** | **Isc** | **Voc** | **P=Isc x Voc** | **Sup. (S)** | **PN=P/S** | **PN% =****PN/PNRef x 100** |
| Tipo di Cella | Unità: |  |  |  |  |  |  |
| [Riferimento] |  |  |  |  |  | 100 % |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Lampadina usata-tipo e potenza |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **TABELLA n. 3** | **Quantità:** | **Isc** | **Voc** | **P=Isc x Voc** | **Sup. (S)** | **PN=P/S** | **PN% =****PN/PNRef x 100** |
| Tipo di Cella | Unità: |  |  |  |  |  |  |
| [Riferimento] |  |  |  |  |  | 100 % |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Lampadina usata-tipo e potenza |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **TABELLA n. 4** | **Quantità:** | **Isc** | **Voc** | **P=Isc x Voc** | **Sup. (S)** | **PN=P/S** | **PN% =****PN/PNRef x 100** |
| Tipo di Cella | Unità: |  |  |  |  |  |  |
| [Riferimento] |  |  |  |  |  | 100 % |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Lampadina usata-tipo e potenza |

**Foglio Risposte GRUPPO N°\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Confronto tra Celle Fotovoltaiche**

**D1**

**D2**

**D3**

**D4**

**D5**

**D6**

**FOTOGRAFIE [*Inviatele by Whatsapp al vostro gruppo* – *controlla le indicazione per condividere files e immagini*]**

* **Descrizione delle fotografie:**



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | All MoM-Matters of Matter materials, this sheet included, belong to MoM Authors (www.mattersofmatter.eu) and are distributed under Creative Commons 4.0 not commercial share alike licenseas OER Open Educational Resources |  |

1. http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en\_EU/3MWindowFilm/WindowFilm/Applications/WindowSolarControl/ [↑](#footnote-ref-1)
2. Se non hai un PC usa lo schermo di uno smartphone **MA attento!** Al contrario degli schermi di un portatile alcuni smartphone sono polarizzati linearmente e altri no! [↑](#footnote-ref-2)
3. Ch.6 Vedere i campi magnetici [↑](#footnote-ref-3)
4. Nella nuova versione dell’IDE Arduino è possibile selezionare anche il plotter seriale e vedere i grafici in tempo reale [↑](#footnote-ref-4)