

SCIENZA E FANTASCIENZA

Il dato come indizio

Firenze, 7-8 maggio 2025

SEZIONE TESINE BIENNIO

Primo classificato

Camminare sull'acqua: realtà o suggestione

Studenti

Bello Giulio - Cini Valentina - Labile Ginevra

Paloschi Cosimo - Petrioli Emanuele

Classe 2 ILS

Istituto di Istruzione Superiore

Liceo scientifico Gobetti Volta - Bagno a Ripoli (FI)

Docente Coordinatore

Cambini Nicoletta

Ispirati dall'idea di Leonardo da Vinci di camminare sull'acqua mediante racchette galleggianti, gli studenti progettano e costruiscono piattaforme di polistirolo; verificano così la proporzionalità diretta tra la massa sopportabile dalle diverse piattaforme e l'area della loro superficie e ricavano infine l'area della piattaforma che sostiene la massa media di un uomo. La trattazione teorica e sperimentale, adeguata al livello delle conoscenze acquisite, è svolta con rigore, l'elaborazione numerica e grafica dei dati è effettuata con precisione. La tesina è ben strutturata e linguisticamente corretta.

Relazione Docente.

Il gruppo di lavoro è composto da tre studenti e due studentesse di seconda liceo scientifico ordinario italo - inglese.

Il titolo del convegno quest'anno, seppur non facile, ci ha permesso di riflettere su due questioni:

- a) La realtà non può essere immaginata o dedotta da un principio logico o metafisico ma può essere solo osservata attraverso il metodo scientifico;
- b) Il dato reale osservato detta gli argini entro i quali l'immaginazione e l'intuizione dello scienziato possono espandersi

Per trovare una idea di un esperimento in tema al convegno siamo partiti ascoltando una lezione del prof Paolo Musso (su youtube) svolta al liceo Artistico Nanni Valentini di Monza. Durante la sua esposizione sulla fantatecnologia, ha sottolineato che il vero precursore della fantascienza è stato Leonardo Da Vinci, il quale ha ideato varie macchine, alcune delle quali considerate impossibili.

Complice il programma di fisica che i ragazzi stavano studiando in classe, ci siamo concentrati sulla possibilità ipotizzata da Leonardo di camminare sull'acqua mediante galleggianti e racchette.

Scopo dell'esperienza di laboratorio è stata la verifica sperimentale della seguente ipotesi: *scelto un materiale galleggiante tagliato in fogli di spessore fissato e uniforme, la massa massima sostenuta in acqua è direttamente proporzionale all'area della superfice del foglio.*

Si è prima dimostrata l'ipotesi per via teorica nota la legge di Archimede, e poi si è verificata sperimentalmente. I dati raccolti sono stati portati, insieme agli errori di misura, in un riferimento cartesiano. Infine si è stimata l'area della superficie necessaria per sostenere in acqua una persona.

Questo progetto ha rappresentato per gli studenti un'ottima occasione di approccio al metodo sperimentale ed è stato accolto e sviluppato con entusiasmo, partecipazione e collaborazione. Il lavoro di stesura della tesina ha rappresentato la parte più impegnativa anche in termini di tempo.

CAMMINARE SULL'ACQUA: REALTA' O SUGGERZIONE?

ScienziaFirenze

Leonardo disegna e descrive brevemente un modo di camminare sull'acqua dotando un uomo di due galleggianti molto allungati, attaccati ai piedi e di due racchette per potersi equilibrare con le braccia.

Di nessun risvolto pratico, il sistema evidenzia il sogno di potersi muovere sull'acqua come sulla terra.



Per portare avanti l'idea di Leonardo da Vinci ci siamo posti tre domande:

1. Quanto deve essere "grande" l'oggetto per sostenere solo in equilibrio una persona di circa 70 kg?
2. Cosa significa grande? Quanto deve essere esteso oppure voluminoso?
3. In generale la massa massima che un oggetto galleggiante, ad un parallelepipedo a base quadrata di polistirolo, può sostenere è proporzionale alla superficie di quest'ultimo?

Abbiamo dimostrato matematicamente che la massa della persona e la superficie su cui si trova sono direttamente proporzionali.

$$\begin{aligned}F_a &= M \cdot g + m \cdot g \\V_{imm} \cdot d_{H_2O} \cdot g &= M \cdot g + m \cdot g \\A \cdot h \cdot d_{H_2O} &= M + A \cdot h \cdot d \\A \cdot h \cdot d_{H_2O} - A \cdot h \cdot d &= M \\A \cdot h(d_{H_2O} - d) &= M\end{aligned}$$

con

F_a : forza di Archimede

M : massa persona

d_{H_2O} : densità del liquido

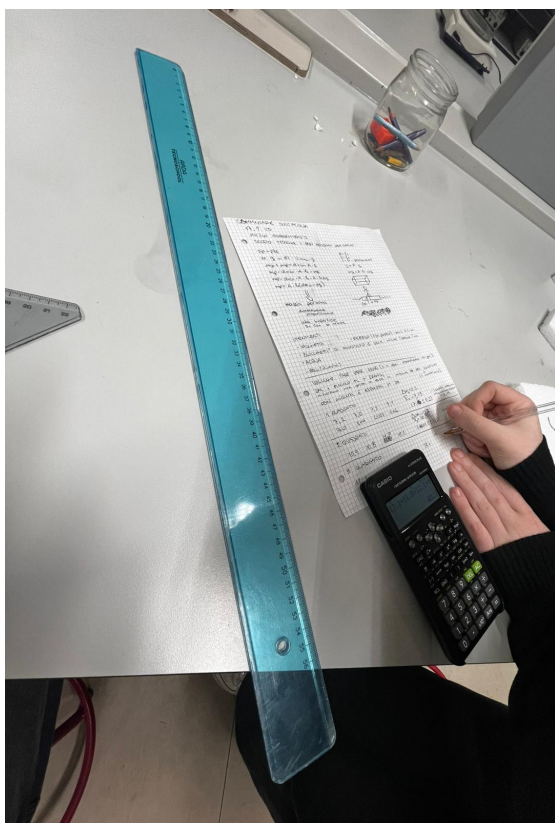
V_{imm} : volume immerso

A : area parallelepipedo polistirolo

h : altezza del parallelepipedo

d : densità polistirolo

m : massa polistirolo



Dopo i calcoli per dimostrare teoricamente il rapporto di proporzionalità diretta, siamo passati alla pratica.

IN LABORATORIO:

Con parallelepipedi a base quadrata di polistirolo di uguale spessore e varie dimensioni, abbiamo determinato il peso massimo che ciascuno di essi poteva sostenere prima di affondare. La scelta dei parallelepipedi a base quadrata è stata fatta per semplificare le misurazioni e il calcolo della superficie dello stesso foglio di polistirolo

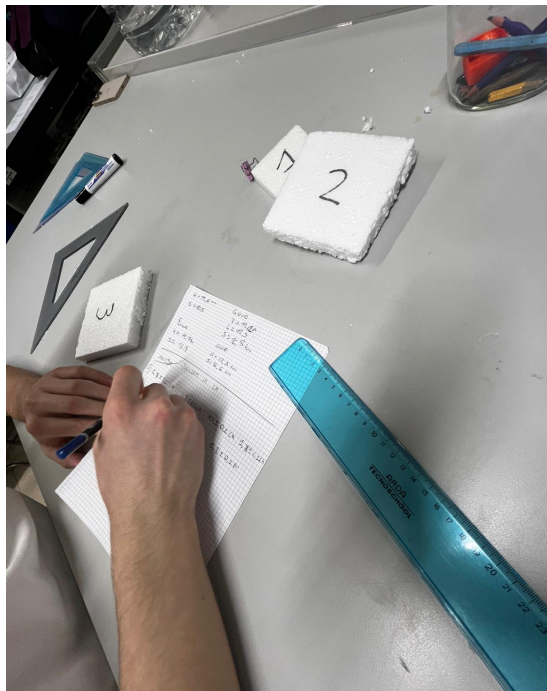
STRUMENTI

- vaschetta di alluminio
- fogli quadrati di polistirolo di uguale spessore e varie dimensioni
- acqua ($d_{H_2O} = 1,00 \text{ g/cm}^3$)
- pesetti (di vario tipo)
- riga plastica (errore di sensibilità = 0,1 cm)
- bilancia (errore sensibilità = 0,01 g)
- calcolatrice scientifica



PROCEDIMENTO:

1. Abbiamo numerato i nostri parallelepipedi di polistirolo dal più piccolo al più grande



2. Siamo partiti misurando il lato dei vari parallelepipedi di polistirolo una volta a testa
3. Per ogni parallelepipedo abbiamo calcolato la lunghezza media del lato e abbiamo scelto come l'errore lo scarto massimo:

$$|\text{valore più lontano dalla media} - \text{media}|$$



Tutte le misure presenti nelle tabelle sono espresse in cm

1 PARALLELEPIPEDO

misurazione 1	misurazione 2	misurazione 3	misurazione 4
7,2	7,0	7,3	7,1

$$\underline{L_1} = 7,15 \text{ cm}$$

scarto massimo = 0,15 cm

$$\Delta L_1 = 0,2 \text{ cm}$$

$$\underline{L_1} \pm \Delta L_1 = (7,2 \pm 0,2) \text{ cm}$$

2 PARALLELEPIPEDO

misurazione 1	misurazione 2	misurazione 3	misurazione 4
10,9	10,8	11,0	11,1

$$\underline{L_2} = 10,95 \text{ cm}$$

scarto massimo = 0,15 cm

$$\Delta L_2 = 0,2 \text{ cm}$$

$$\underline{L_2} \pm \Delta L_2 = (11,0 \pm 0,2) \text{ cm}$$

3 PARALLELEPIPEDO

misurazione 1	misurazione 2	misurazione 3	misurazione 4
12,1	11,8	12,1	12,2

$$\underline{L_3} = 12,05 \text{ cm}$$

scarto massimo = 0,25 cm

$$\Delta L_3 = 0,3 \text{ cm}$$

$$\underline{L_3} \pm \Delta L_3 = (12,1 \pm 0,3) \text{ cm}$$

4 PARALLELEPIPEDO

misurazione 1	misurazione 2	misurazione 3	misurazione 4
12,6	12,7	12,5	12,8

$$\underline{L_4} = 12,65 \text{ cm}$$

scarto massimo = 0,15 cm

$$\Delta L_4 = 0,2 \text{ cm}$$

$$\underline{L_4} \pm \Delta L_4 = (12,7 \pm 0,2) \text{ cm}$$

5 PARALLELEPIPEDO

misurazione 1	misurazione 2	misurazione 3	misurazione 4
16,5	16,8	16,5	16,6

$$\underline{L_5} = 16,6 \text{ cm}$$

scarto massimo = 0,2 cm

$$\Delta L_5 = 0,2 \text{ cm}$$

$$\underline{L_5} \pm \Delta L_5 = (16,6 \pm 0,2) \text{ cm}$$

4. Abbiamo poi misurato la massa di ogni parallelepipedo facendo sempre una misurazione a testa per avere una serie di dati che permetta di determinare un'incertezza
- Per la misurazione della massa abbiamo considerato l'errore maggiore tra la sensibilità dello strumento e lo scarto massimo



Tutte le misure presenti nelle tabelle sono espresse in grammi

1 PARALLELEPIPEDO

misurazione 1	misurazione 2	misurazione 3	misurazione 4
1,38	1,40	1,41	1,42

$$\underline{m_1} = 1,4025 \text{ g}$$

$$\text{scarto massimo} = 0,0225 \text{ g}$$

$$\Delta m_1 = 0,02 \text{ g}$$

$$\underline{m_1} \pm \Delta m_1 = (1,40 \pm 0,02) \text{ g}$$

2 PARALLELEPIPEDO

misurazione 1	misurazione 2	misurazione 3	misurazione 4
3,50	3,49	3,50	3,49

$$\underline{m_2} = 3,495 \text{ g}$$

$$\text{scarto massimo} = 0,01 \text{ g}$$

$$\Delta m_2 = 0,02 \text{ g}$$

$$\underline{m_2} \pm \Delta m_2 = (3,50 \pm 0,02) \text{ g}$$

3 PARALLELEPIPEDO

misurazione 1	misurazione 2	misurazione 3	misurazione 4
3,69	3,70	3,67	3,68

$$\underline{m_3} = 3,685 \text{ g}$$

$$\text{scarto massimo} = 0,02 \text{ g}$$

$$\Delta m_3 = 0,02$$

$$\underline{m_3} \pm \Delta m_3 = (3,69 \pm 0,02)$$

4 PARALLELEPIPEDO

misurazione 1	misurazione 2	misurazione 3	misurazione 4
4,36	4,36	4,36	4,36

$$\underline{m_4} = 4,36 \text{ g}$$

scarto massimo = 0,01g

$$\Delta m_4 = 0,02 \text{ g}$$

$$\underline{m_4} \pm \Delta m_4 = (4,36 \pm 0,02) \text{ g}$$

5 PARALLELEPIPEDO

misurazione 1	misurazione 2	misurazione 3	misurazione 4
7,44	7,46	7,46	7,45

$$\underline{m_5} = 7,4525 \text{ g}$$

scarto massimo = 0,02 g

$$\Delta m_5 = 0,02 \text{ g}$$

$$\underline{m_5} \pm \Delta m_5 = (7,45 \pm 0,02) \text{ g}$$

5. Abbiamo misurato lo spessore di ogni parallelepipedo

- In questa misurazione lo spessore è risultato essere lo stesso per tutti i parallelepipedi a parte il 4, del quale però lo scarto massimo era comunque minore della sensibilità dello strumento

Tutte le misure presenti nelle sono espresse in cm

$$\Delta S = \text{sensibilità} = 0,1$$

1 PARALLELEPIPEDO

misurazione 1	misurazione 2	misurazione 3	misurazione 4
1,8	1,8	1,8	1,8

$$\underline{S_1} \pm \Delta S_1 = (1,8 \pm 0,1) \text{ cm}$$

2 PARALLELEPIPEDO

misurazione 1	misurazione 2	misurazione 3	misurazione 4
1,8	1,8	1,8	1,8

$$\underline{S_2} \pm \Delta S_2 = (1,8 \pm 0,1) \text{ cm}$$

3 PARALLELEPIPEDO

misurazione 1	misurazione 2	misurazione 3	misurazione 4
1,8	1,8	1,8	1,8

$$\underline{S_3} \pm \Delta S_3 = (1,8 \pm 0,1)$$

4 PARALLELEPIPEDO

misurazione 1	misurazione 2	misurazione 3	misurazione 4
1,8	1,7	1,8	1,8

$$\underline{s_4} = 1,775$$

scarto massimo < sensibilità

$$\underline{S_4} \pm \Delta S_4 = (1,8 \pm 0,1)$$

5 PARALLELEPIPEDO

misurazione 1	misurazione 2	misurazione 3	misurazione 4
1,8	1,8	1,8	1,8

$$\underline{S_5} \pm \Delta S_5 = (1,8 \pm 0,1)$$

6. Dopo aver preso tutte le misure, abbiamo eseguito alcuni tentativi per determinare la massa massima M_{max} che ciascun parallelepipedo potesse sostenere. Quindi partendo dal parallelepipedo più piccolo li abbiamo immersi in un recipiente con dell'acqua e abbiamo posizionato pesi progressivamente sempre più grandi per vedere quale fosse la massa massima che ogni parallelepipedo poteva sopportare.



Dopo vari tentativi i risultati sono stati questi:

1 PARALLELEPIPEDO: $M_{max} = 83 \text{ g}$

2 PARALLELEPIPEDO: $M_{max} = 210 \text{ g}$

3 PARALLELEPIPEDO: $M_{max} = 255 \text{ g}$

4 PARALLELEPIPEDO: $M_{max} = 355 \text{ g}$

5 PARALLELEPIPEDO: $M_{max} = 520 \text{ g}$

- A queste misure non abbiamo attribuito un errore perché non abbiamo svolto più di una misurazione -

7. Avendo a disposizione tutte le misure necessarie abbiamo iniziato a calcolare le aree dei vari parallelepipedi e di ciascuno di essi anche il rispettivo errore di misura.

$$A_1 = L_1^2 = (7,2 \text{ cm})^2 = 51,84 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = L_2^2 = (11 \text{ cm})^2 = 121 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = L_3^2 = (12,1 \text{ cm})^2 = 146,41 \text{ cm}^2$$

$$A_4 = L_4^2 = (12,7 \text{ cm})^2 = 161,29 \text{ cm}^2$$

$$A_5 = L_5^2 = (16,6 \text{ cm})^2 = 275,56 \text{ cm}^2$$

Per ciascuno dei seguenti parallelepipedi abbiamo calcolato l'errore assoluto sull'area usando la seguente formula e arrotondando con una cifra significativa

$$\Delta A = 2 \cdot \left(\frac{\Delta L}{L} \right) \cdot A$$

$$\Delta A_1 = \left(\frac{0,2 \text{ cm}}{7,2 \text{ cm}} \cdot 2 \right) \cdot 51,84 \text{ cm}^2 = 2,88 \text{ cm}^2 \approx 3 \text{ cm}^2$$

$$\Delta A_2 = \left(\frac{0,2 \text{ cm}}{11,0 \text{ cm}} \cdot 2 \right) \cdot 121 \text{ cm}^2 = 4,4 \text{ cm}^2 \approx 4 \text{ cm}^2$$

$$\Delta A_3 = \left(\frac{0,3 \text{ cm}}{12,1 \text{ cm}} \cdot 2 \right) \cdot 146,41 \text{ cm}^2 = 7,26 \text{ cm}^2 \approx 7 \text{ cm}^2$$

$$\Delta A_4 = \left(\frac{0,2 \text{ cm}}{12,7 \text{ cm}} \cdot 2 \right) \cdot 161,29 \text{ cm}^2 = 5,08 \text{ cm}^2 \approx 5 \text{ cm}^2$$

$$\Delta A_5 = \left(\frac{0,2 \text{ cm}}{16,6 \text{ cm}} \cdot 2 \right) \cdot 275,56 \text{ cm}^2 = 6,64 \text{ cm}^2 \approx 7 \text{ cm}^2$$

Aree finali:

$$A_1 \approx (52 \pm 3) \text{ cm}^2$$

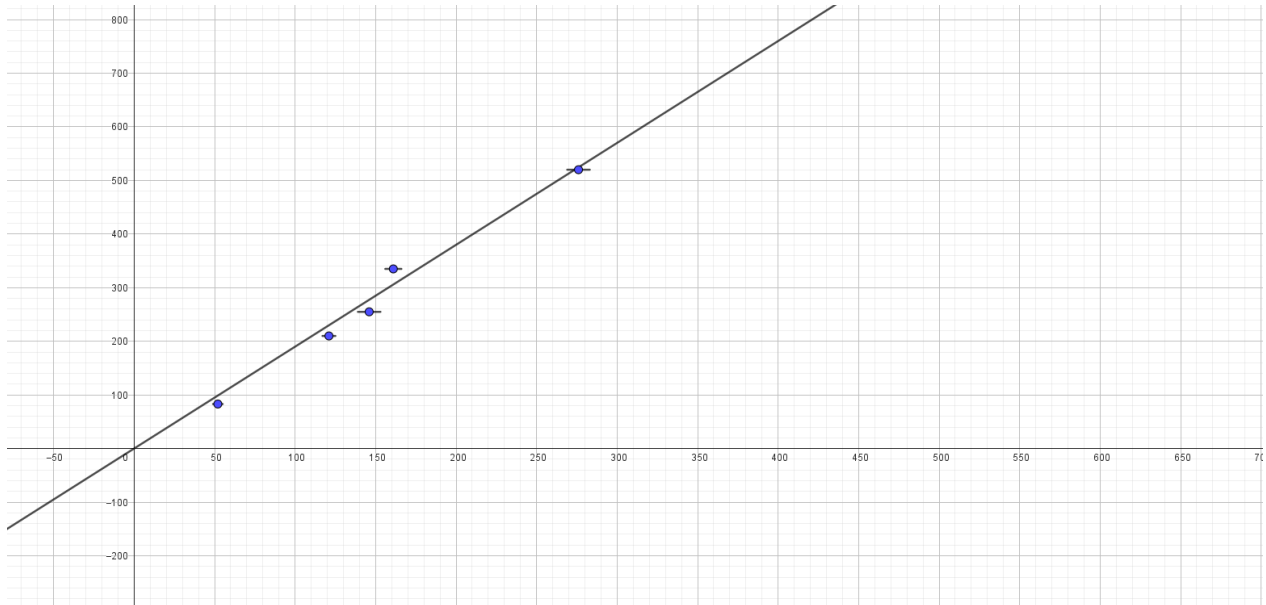
$$A_2 \approx (121 \pm 3) \text{ cm}^2$$

$$A_3 \approx (146 \pm 7) \text{ cm}^2$$

$$A_4 \approx (161 \pm 5) \text{ cm}^2$$

$$A_5 \approx (276 \pm 7) \text{ cm}^2$$

8. Ottenuti i dati abbiamo inserito in un grafico cartesiano i punti ($A ; M_{max}$). Abbiamo osservato che i valori si presentavano sostanzialmente allineati in accordo con l'ipotesi fatta di proporzionalità diretta e così abbiamo disegnato la best line che si avvicinasse il più possibile ai dati trovati .



9. L'ultima cosa che abbiamo fatto è stata calcolare quale fosse l'area necessaria per sostenere una persona di 70 Kg.

Per poter calcolare questo numero abbiamo utilizzato la formula ricavata in precedenza: $A = \frac{M}{h \cdot (d_{H_2O} - d)}$

Per fare questo però abbiamo dovuto prima calcolare la densità del polistirolo; dal nostro calcolo la densità è risultata essere $d = (0,015 \pm 0,002) \frac{g}{cm^3}$

Dopo aver ottenuto il valore della densità abbiamo svolto il calcolo sostituendo i valori numerici alle variabili

$$A = \frac{7,0 \cdot 10^4 g}{1,8 cm \cdot (1,00 - 0,015) \frac{g}{cm^3}} = 39.481 cm^2$$

$$\Delta A = \left(\frac{\Delta M}{\underline{M}} + \frac{\Delta h}{\underline{h}} + \frac{\Delta d}{\underline{d}} \right) \cdot \underline{A}$$

$$\Delta A = (0,0714 + 0,0555 + 0,1333) \cdot 39481 cm^2 = 10.261 cm^2$$

$$A = (3,9 \pm 1,0) \cdot 10^4 cm^2$$

10. Come ultimo passaggio abbiamo inserito nel grafico precedente l'ultimo dato ottenuto ovvero la massa di 70 kg e la superficie di polistirolo necessaria per sostenerlo. Inserendo il dato, il punto risultante è apparso molto vicino alla retta trovata in

precedenza e ciò è conforme con l'ipotesi di una proporzionalità diretta tra il valore massimo che il polistirolo può sostenere e la superficie necessaria per farlo.

