

# Monete d'Oro? No, solo ottone!

Eh già: non tutto è oro.... le monete da 10 c, 20 c e 50 c di Euro sono fatte con un ottone speciale, che, oltre ad usurarsi poco non provoca allergie quando viene maneggiato. Se vuoi raccogliere le monetine da 1 c, 2 c e 5 c con una calamita ci riuscirai benissimo anche se le monete sembrano fatte di rame: e infatti sono di acciaio ricoperto da un sottilissimo strato di rame. Le tue monete di ottone invece non vengono attratte dalla calamita e, nonostante il colore dell'oro, non ne contengono affatto ma contengono parecchio rame. Quanto? È quello che cercherai di misurare con questo esperimento.

Per le tue misure hai a disposizione:

sul tuo tavolo di lavoro

- un cilindro graduato da 100 cm<sup>3</sup>
- un contenitore con le monetine da 10 c, 20 c e 50 c che hai raccolto (devono avere una massa complessiva di non meno di 150 g)
- un bicchiere pieno d'acqua
- una siringa di plastica graduata da 50 cm<sup>3</sup> per versare l'acqua nel cilindro graduato
- una pipetta di plastica per regolare il livello dell'acqua nel cilindro

sul tavolo di servizio

- bilancia
- rotolo di carta da cucina
- secchio per versare l'acqua da buttare

Per rispondere al quesito, oltre ad elaborare le misure che prenderai, tieni conto delle seguenti informazioni:

1) l'ottone con cui sono fatte le monete contiene diversi metalli: qui ti basta sapere che si aggiunge una frazione  $p_{Cu}$  di rame ad una frazione  $q_{lega}$  di altri metalli. Va da sé che  $p_{Cu} + q_{lega} = 1$ .

2) se la densità della nuova lega ottenuta aggiungendo il rame è  $d$  allora:  $d = p_{Cu} \cdot d_{Cu} + q_{lega} \cdot d_{lega}$ .  
dove  $d_{Cu}$  è la densità del rame e  $d_{lega}$  è la densità della lega.

3) la densità del rame è  $d_{Cu} = 8.920 \text{ g/cm}^3$  e la densità della lega aggiunta al rame è  $d_{lega} = 5.137 \text{ g/cm}^3$ .

4) la densità di una sostanza omogenea è data dal rapporto fra la massa di una certa quantità di quella sostanza e il suo volume.

**Suggerimento: cerca di concludere la prima parte del lavoro entro i primi 60 minuti.**

**Prima Parte, le misure (60 minuti):** dovrai prendere le misure che ti saranno suggerite, riportarle sul Fascicolo Risposte, elaborarle in modo da trovare la frazione di rame contenuta nell'ottone e stimare l'incertezza di quanto hai determinato. **Se non lavori da solo ma in coppia con un altro dividetevi i compiti.**

**Misura della densità dell'ottone di cui sono fatte le monete. Usa tutte le tue monete.**

1. Misura la massa con la bilancia che trovi sul tavolo di servizio: scrivi il risultato sul Fascicolo Risposte.
2. Per misurare il volume delle monete userai la tecnica dello spostamento d'acqua. Versa anzitutto una quantità d'acqua nel cilindro graduato ed annotane il volume,  $V_{acqua}$ , sul Fascicolo Risposte. Annota anche l'incertezza strumentale di questa misura. Attento a quanta acqua versi, dopo dovrai poter mettere nell'acqua tutte le tue monete.
3. Con molta attenzione ad evitare schizzi, facendole scivolare a una a una lungo la parete interna del cilindro, inserisci nell'acqua tutte le tue monete. Annota sul Fascicolo Risposte il nuovo volume indicato dal livello dell'acqua nel cilindro,  $V_{acqua+monete}$ . Annota l'incertezza di questa misura.
4. a) Calcola il volume delle monete,  $V_{monete}$ , calcola l'incertezza del volume,  $\delta V_{monete}$ , annotale sul Fascicolo Risposte.  
b) calcola la densità  $d$  dell'ottone. Calcola l'incertezza della densità dell'ottone  $\delta d$ . Annota il procedimento ed i risultati sul Fascicolo Risposte.

**Determinazione della frazione di rame contenuta nell'ottone di cui sono fatte le monete.**

5. Usando le informazioni 1), 2), 3) e 4) calcola la frazione  $p_{Cu}$  di rame nell'ottone: mostra il procedimento seguito (nelle formule usa i simboli prima di sostituire i valori numerici) e scrivi il risultato nel Fascicolo Risposte.
6. Stima l'incertezza percentuale della tua misura considerando che le densità date hanno incertezza trascurabile.

**Seconda parte: con il contributo di tutti (60 minuti)**

7. Scrivi il valore di  $p_{Cu}$  che hai trovato sulla lavagna. In questo modo disporrai di  $N$  misure (**almeno 10**), tutte quelle ottenute allo stesso modo dai tuoi compagni. Le nomineremo in seguito  $p_{1Cu}$ ,  $p_{2Cu}$ ,  $p_{3Cu}$ , ecc.
8. Sul foglio a quadretti disegna un istogramma per evidenziare la distribuzione delle misure ottenute.
9. Trascrivi nella tabella del Fascicolo Risposte i valori trovati da te e dai tuoi compagni.
10. Calcola il valore medio dei diversi  $p_{Cu}$ , e sia  $p_{medio}$ .
11. Calcola l'errore standard della media per le  $N$  misure di cui disponi,  $\sigma_{media}$ . L'errore standard della media si definisce al seguente modo:

$$\sigma_{media} = \sqrt{\frac{(p_{1Cu} - p_{medio})^2 + (p_{2Cu} - p_{medio})^2 + (p_{3Cu} - p_{medio})^2 + \dots + (p_{NCu} - p_{medio})^2}{N \cdot (N - 1)}}$$

12. Assumendo il valore medio  $p_{medio}$  come stima della frazione di rame contenuta nelle monete da 10 c, 20 c, e 50 c di Euro, quanto stimi sia l'incertezza percentuale di questo risultato?
13. Commenta il lavoro fatto. In particolare rispondi alle seguenti domande:
  - perché hai dovuto raccogliere tante monete?
  - ci sono delle misure che potrebbero essere affette da particolari cause di errore, quali e perché lo puoi affermare?
  - come potresti migliorare i tuoi risultati e quelli ottenuti con il contributo di tutti?
  - hai osservato qualche anomalia nello svolgimento della tua prova?