

Physics Education

Laboratory

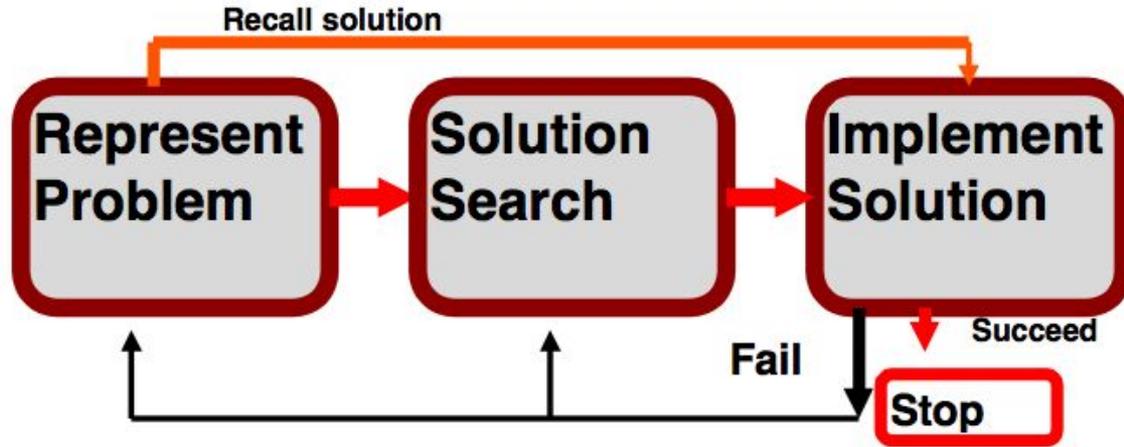
Lecture 15

Laboratory on ISLE exercises

Francesco Longo - 13/11/25

- 1. an ability to represent knowledge in multiple ways;**
- 2. an ability to design experiments to investigate new phenomena, test hypotheses and solve experimental problems;**
- 3. an ability to collect and analyze experimental data;**
- 4. an ability to devise and test relationships and explanations;**
- 5. an ability to evaluate reasoning and experimental design;**
- 6. an ability to communicate.**

PROBLEM SOLVING MODEL



This model identifies a basic sequence of three cognitive activities in problem solving:

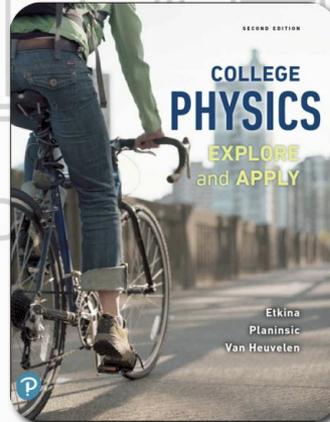
- *Representing the problem* includes calling up the appropriate context knowledge, and identifying the goal and the relevant starting conditions for the problem.
- *Solution search* includes refining the goal and developing a plan of action to reach the goal.
- *Implementing the Solution* includes executing the plan of action and evaluating the results.

The ATELIER ..

G.Modugno's thesis

Atelier Creativo di Esercizi e Problemi di Fisica

**COME TRASFORMARE I "SOLITI"
PROBLEMI IN ESERCIZI PER LO
SVILUPPO DELLE COMPETENZE
SCIENTIFICHE**



Durante l'atelier verranno presentate e illustrate 10 tipologie di esercizi sviluppate nell'approccio didattico ISLE (Investigative Learning Science Environment) e come queste tipologie supportino la comprensione concettuale e lo sviluppo di competenze disciplinari.

Verranno proposti esercizi e problemi ispirati a quelli presenti sul libro "College Physics - Explore and Apply" e ogni docente potrà poi lavorare alla creazione di esercizi e problemi per la propria classe.

Framework teorico

Indicazioni Nazionali		Scientific Abilities	
Osservare e identificare fenomeni		Rappresentazione multipla	
		Progettare un esperimento	
Formulare ipotesi utilizzando modelli, analogie e leggi		Ideare e testare una spiegazione o una relazione	
Affrontare e risolvere problemi usando strumenti matematici		Rappresentazione multipla	
Fare esperienza e rendere ragione del significato dei vari aspetti del metodo scientifico	Interrogazione ragionata dei fenomeni	Progettare un esperimento	
		Valutare	
	Scelta delle variabili	Progettare un esperimento	
	Raccolta ed analisi dei dati e dell'affidabilità di un processo di misura		Ideare e testare una spiegazione o una relazione
			Progettare un esperimento
			Raccogliere, rappresentare ed analizzare i dati
			Rappresentazione multipla
	Costruzione e/o valutazione di modelli		Ideare e testare una spiegazione o una relazione
			Valutare
	Comprendere e valutare scelte scientifiche e tecnologiche		Ideare e testare una spiegazione o una relazione
		Progettare un esperimento	
		Valutare	



LE COMPETENZE: un riepilogo

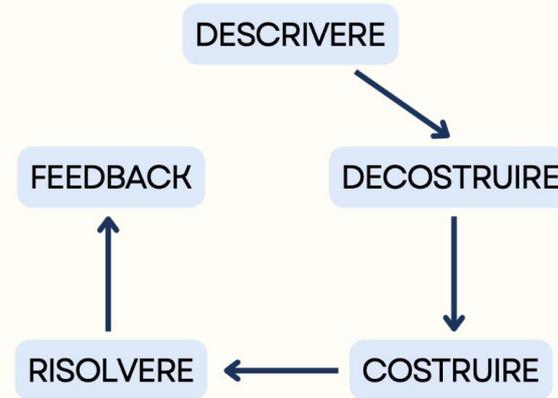
Scientific ability	Sotto-competenza	
(1) Rappresentazione multipla	1	Estrarre informazioni
	2	Costruire una nuova rappresentazione
	3	Risolvere
(2) Ideare e testare una spiegazione o una relazione (qualitativa o quantitativa)	4	Fare una predizione
	5	Identificare le assunzioni e i loro effetti sulla soluzione
	6	Rivedere l'ipotesi
(3) Considerare e spiegare dati anomali		
(4) Progettare un esperimento	7	Identificare il fenomeno, la relazione, il problema e le variabili
	8	Progettare un esperimento e decidere cosa misurare
	9	Identificare i difetti e i limiti, suggerire miglioramenti
(5) Raccogliere, rappresentare ed analizzare dati	10	Identificare le fonti d'incertezza, i loro effetti sui dati, minimizzarle.
	11	Analizzare
(6) Valutare	12	Analisi dimensionale
	13	Studio di un caso speciale
	14	Valutare la soluzione e correggerla
(7) Comunicare	15	Comunicare e spiegare i dettagli
	16	Comunicare e spiegare i risultati

I problemi non tradizionali

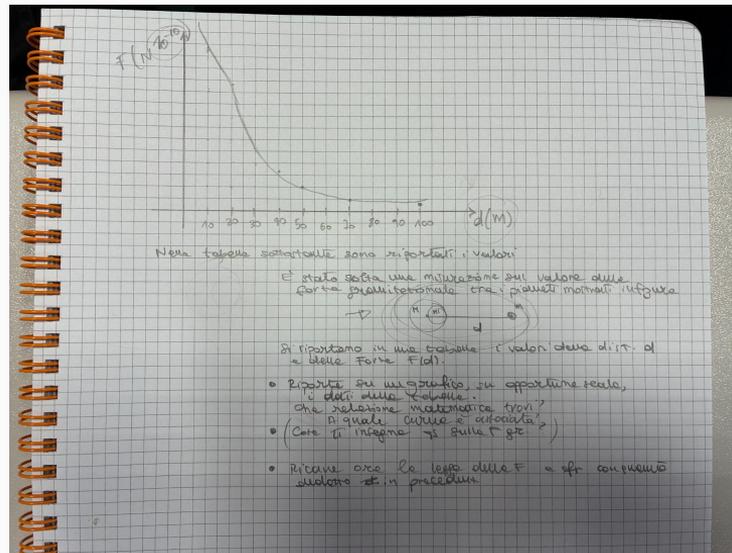
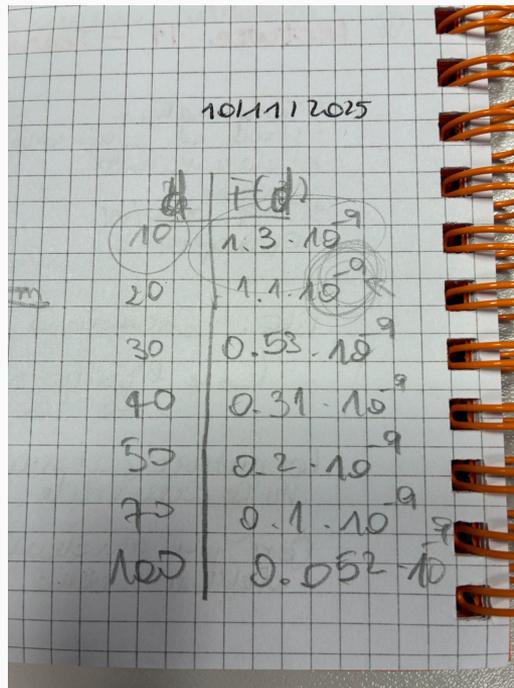
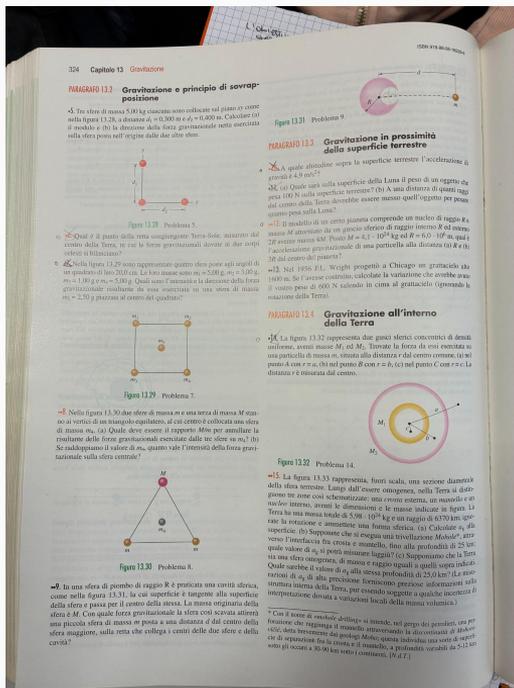
L'approccio ISLE utilizza dieci tipologie di problemi non tradizionali:

1. Lavoro di classificazione
2. Scegli una risposta e la sua spiegazione
3. Scegli un metodo di misura
4. Valuta
5. Giudica
6. Linearizzazione
7. Scegli e descrivi
8. Jeopardy
9. Inventa un esperimento
10. Problema basato su dati reali

Lo schema per la trasformazione di un esercizio tradizionale è:



Group 1 - TOPIC – new exercise



Group 2 - TOPIC – new exercise

Il pendolo balistico

→ su amaldinpiu.zanichelli.it a pag. 75 PDF

→ nelle Risorse digitali

44

In una gara di pattinaggio artistico, due ballerini di massa 70 kg (lui) e 50 kg (lei), si corrono incontro con la stessa velocità di 4,0 m/s rispetto al suolo. Quando si incontrano, lui solleva lei dal suolo.

► Con quale velocità proseguono il moto insieme?

[0,67 m/s nel verso iniziale di lui]

Esercizio 44 pg. 518 (Amaldi, Zanichelli). Ricostruzione con metodo JEOPARDY

$$(70 \text{ kg})(4.0 \text{ m/s}) + (50 \text{ kg})(-4.0 \text{ m/s}) = (70 \text{ kg} + 50 \text{ kg})(0.67 \text{ m/s})$$

data la seguente equazione, descrivere il moto dei corpi con una rappresentazione (a scelta) e dopo ideare un problema la cui soluzione sia l'equazione data.

Sostituendo il valore 0.67m/s con il valore -0.50 m/s, fare due esempi di quali dati iniziali del problema possono essere cambiati per ottenere tale risultato.

Group 3 - TOPIC – new exercise

... a qualunque altezza, ma sufficientemente lontano dall'edificio.

RISPONDI AI QUESITI

20 L'altezza raggiunta dal liquido in due vasi comunicanti varia con la forma del contenitore o con l'area della superficie di base?

21 Perché nei pozzi artesiani l'acqua risale fino alla superficie?

PROVA I PROBLEMI

Problema svolto

In un tubo a U aperto alle estremità e di sezione costante sono inseriti glicerina in un ramo e acqua nell'altro. Se la densità della glicerina è di 1261 kg/m^3 e la colonna d'acqua è alta 80 cm , che altezza raggiunge la colonna di glicerina?

TROVA I DATI

Densità dell'acqua: $d = 1000 \text{ kg/m}^3$
 Densità della glicerina: $D = 1261 \text{ kg/m}^3$
 Altezza della colonna d'acqua: $h_a = 80 \text{ cm}$

DEFINISCI IL MODELLO

Per il principio dei vasi comunicanti, il rapporto tra le altezze dei due liquidi è inversamente proporzionale al rapporto tra le loro densità. Conoscendo le due densità e una altezza, possiamo quindi ricavare la seconda altezza.

CONSTRUISCI LA SOLUZIONE

$$\frac{h_a}{h_g} = \frac{D}{d}$$

$$h_g = \frac{d}{D} h_a = \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{1261 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \cdot 80 \text{ cm} = 63,4 \text{ cm}$$

127

... il cui peso è di 800 N , sapendo che la superficie di appoggio è di 25 cm^2 .

... Un vaso di fiori di massa $3,2 \text{ kg}$ è appoggiato su un balcone. Se la pressione che il vaso esercita sul balcone è di $2,13 \text{ bar}$, determina l'area della superficie di appoggio.

... Un bicchiere da 25 cl è colmo d'acqua...

Esercizio

Tipo di esercizio: evaluate

Testo

In un tubo a U aperto alle estremità e di sezione costante vengono inseriti glicerina in un ramo e acqua nell'altro.

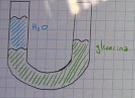
Alberto dice che il livello dell'acqua è costante per entrambi i rami, la decisione saranno la stessa altezza, mentre Andrea sostiene che la colonna con l'acqua raggiungerà un'altezza maggiore di quella con la glicerina. È perché?

Densità dell'acqua: $d = 1000 \text{ kg/m}^3$
 Densità della glicerina: $D = 1261 \text{ kg/m}^3$

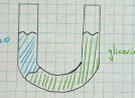
Trovando solo i questi dati e sostituendo l'acqua con del mercurio ($\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg/m}^3$), cosa pensi succeda?

Fai i disegni e spiega le tue idee.

Andrea:



Alberto:



Risultato:

La rappresentazione giusta è quella di Andrea perché per il principio dei vasi comunicanti il rapporto delle altezze delle colonne è l'inverso del rapporto delle densità.

Dopo la sostituzione avremo che la colonna di glicerina sarà più alta di quella di mercurio.

$$h_a \rho_a = h_g \rho_g \rightarrow \frac{h_a}{h_g} = \frac{\rho_g}{\rho_a}$$

Group 4 - TOPIC – new exercise

Lezione 1h 10/11/2025

PROBLEMA

Calcola la forza di attrazione gravitazionale che la Luna ($m = 7.35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$, $d = 3.84 \cdot 10^8 \text{ m}$) esercita su un ragazzo di 60 kg fermo sulla superficie terrestre.

SOLUZIONE

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2} = 1.33 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

m_1 = massa della Luna

m_2 = massa della persona

d = distanza TL

Una palla di 5.0 kg è in un punto di 3.0 · 10⁸ m vicino alla superficie della Terra.

Una palla di 5.0 kg è in un punto di 3.0 · 10⁸ m vicino alla superficie della Terra.

Una palla di 5.0 kg è in un punto di 3.0 · 10⁸ m vicino alla superficie della Terra.

Una palla di 5.0 kg è in un punto di 3.0 · 10⁸ m vicino alla superficie della Terra.

DECONSTRUZIONE

- Ricordare la formula
- Collegare i dati conosciuti

RICOSECUZIONE

- Giudicare la verosimiglianza dei dati forniti del risultato
- Sviluppare un giudizio critico nella valutazione dei risultati ottenuti
- Ricomporre la relazione tra le grandezze coinvolte nelle formule

RISULTATO

Data una forza di attrazione gravitazionale di $1.33 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ esercitata su un ragazzo fermo sulla superficie terrestre:

- Valuta da quale corpo celeste è esercitata tale forza tra:
Sole (10^{30} kg), Luna (10^{22} kg)
distanze: 10^{11} m , 10^8 m
- Commenta come cambierebbe la forza, considerando queste situazioni:
a) se triplica la massa del ragazzo
b) se dimezza la distanza tra i due corpi
- Se il ragazzo si spostasse sulla cima della montagna Bianco ($h = 4260 \text{ m}$), la forza cambierebbe in maniera significativa?

- 2** Due pattinatori, Francesco e Alba, sono fermi uno di fronte all'altro nel mezzo di una pista ghiacciata. Francesco, che ha una massa di 70 kg, spinge Alba, che ha una massa di 50 kg, con una forza di 30 N.
- ▶ Calcola le accelerazioni di Alba e di Francesco.
 - ▶ Calcola la distanza fra i due pattinatori dopo 2 s.
- [$-0,60 \text{ m/s}^2$; $0,43 \text{ m/s}^2$; 2,1 m]

Date le seguenti opzioni, scegli quella giusta e motivala:

1. Francesco non si muove, mentre Alba si muove di 4,0 m
2. Si muovono entrambi, Francesco di 0,90 m e Alba di 1,2 m
3. Francesco si muove di 2 m, Alba rimane ferma
4. Si muovono entrambi, Francesco di 7,0 m e Alba di 2,0 m

Physics Education Laboratory Lecture 15 PCK for Fluidodynamics

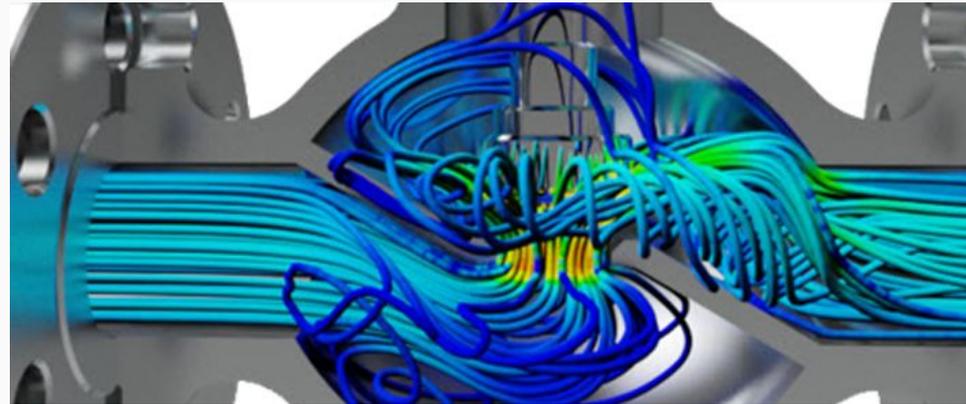
Francesco Longo - 13/11/25





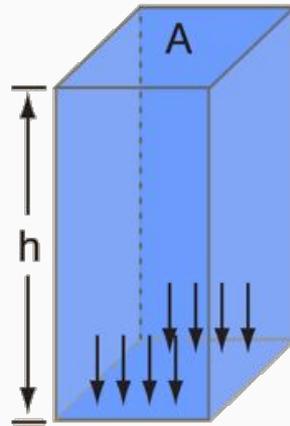
PCK for Fluidodynamics

- Pressure, Volume, Density
- Archimedes Law
- Stevino Law
- Pascal principle
- Mass / Volume flow rate (“portata”)
- Bernoulli Law
- Viscosity
- Turbolence

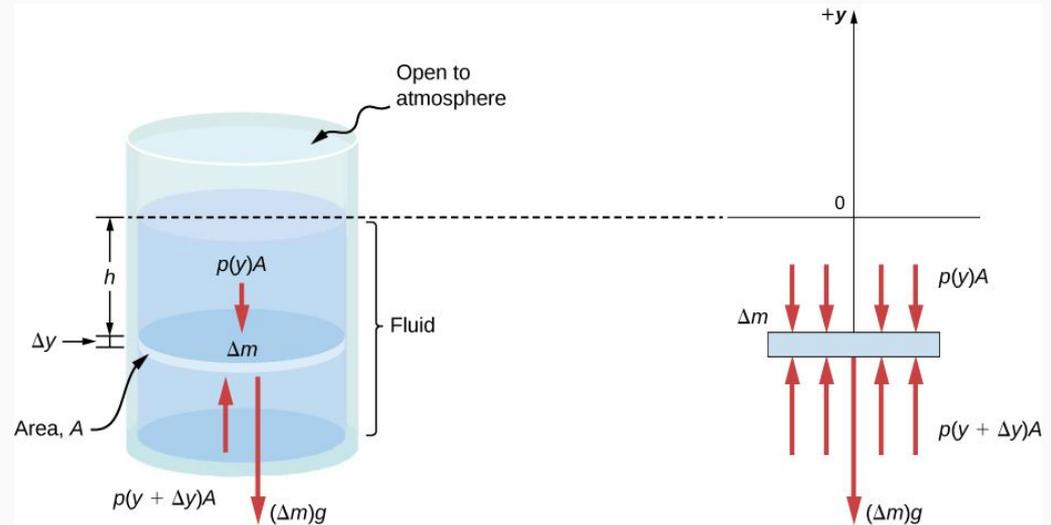


PCK for Fluidodynamics

- Pressure, Volume, Density
- Stevino Law

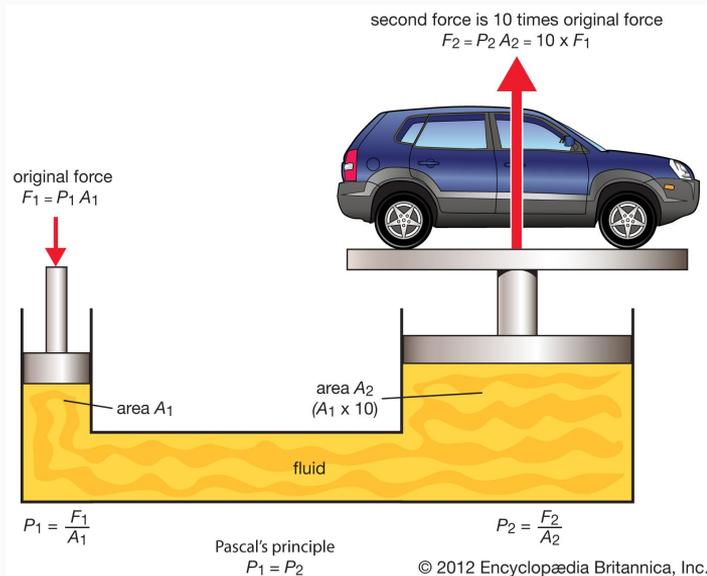


Pressure at depth h :
 $P = \rho gh$

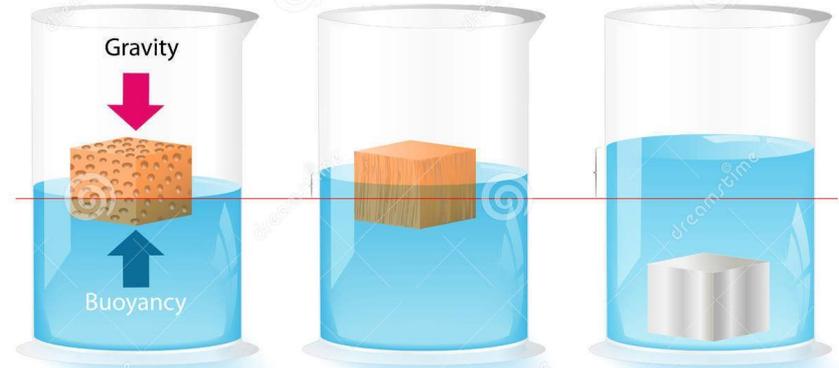


PCK for Fluidodynamics

- Pascal principle



ARCHIMEDES PRINCIPLE



Download from
Dreamstime.com

This watermarked content is for previewing purposes only.

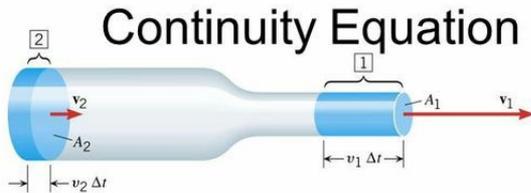


ID 37211092

© Designua | Dreamstime.com

PCK for Fluidodynamics

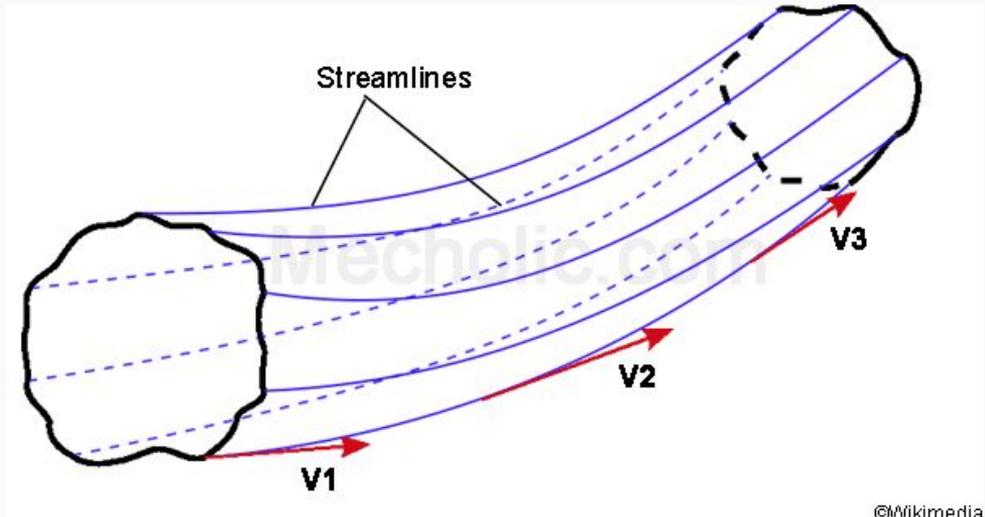
- Mass / Volume flow rate (“portata”)



$$\rho_2 A_2 v_2 = \rho_2 A_1 v_1$$

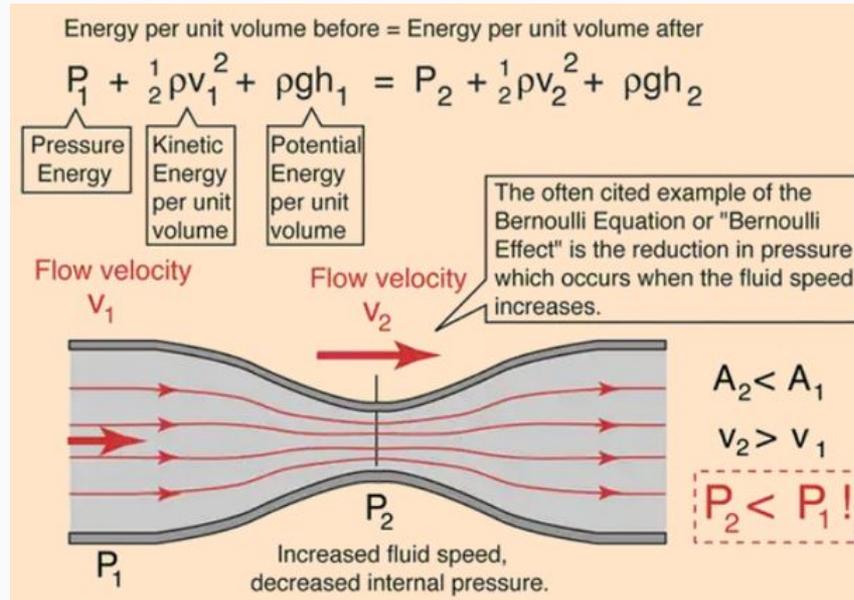
Same, incompressible, fluid so ρ drops out!

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$



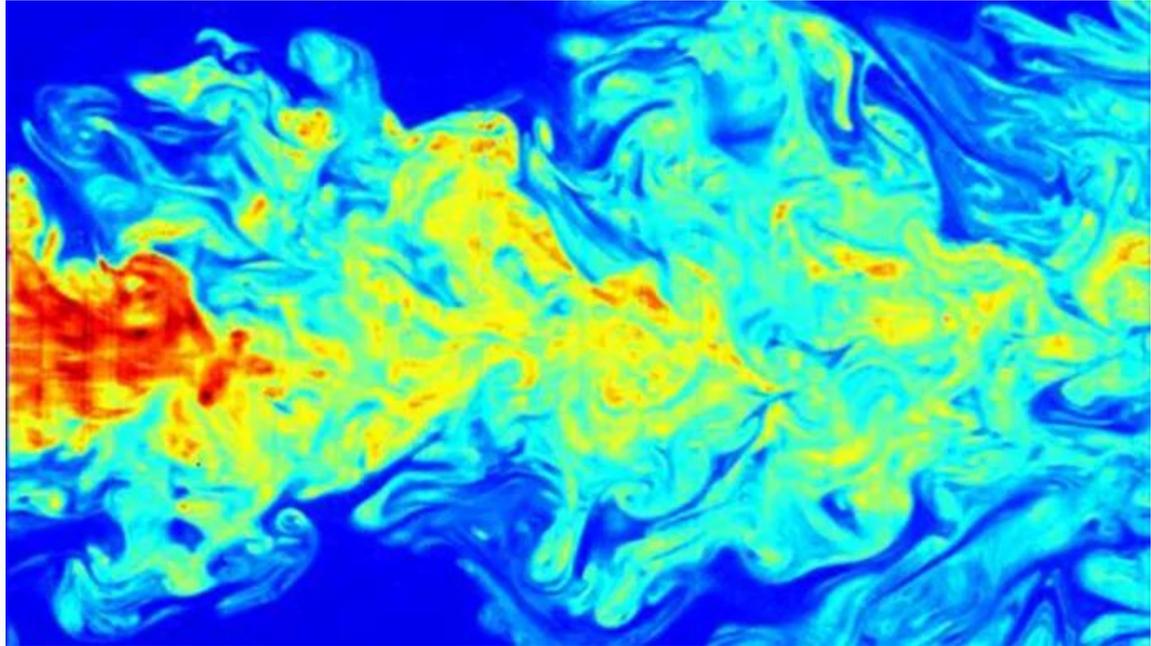
PCK for Fluidodynamics

- Bernoulli Law



PCK for Fluidodynamics

- Turbulence





Il miele è un fluido altamente viscoso.



Il tranquillo corso di un fiume è un esempio di moto stazionario di un fluido pressoché ideale: l'acqua. Il moto turbolento è un moto non stazionario, irregolare e caratterizzato dalla presenza di vortici.

1. Fluidi reali e fluidi ideali

Nel primo biennio abbiamo definito i *fluidi* come sostanze che possono scorrere da un punto all'altro e che non hanno forma propria e ci siamo limitati a studiare il loro equilibrio.

Per analizzare situazioni reali, come ad esempio una folata di vento o la benzina che esce da una pompa, diventa invece necessario studiare anche il loro movimento.

Sebbene i fluidi siano costituiti microscopicamente da particelle, di cui conosciamo le semplici leggi dinamiche, non sempre – anzi solo in pochi casi – possiamo derivare da queste leggi fondamentali quelle che regolano il comportamento collettivo di un fluido.

La parte della fisica che si occupa dello studio del moto dei fluidi si chiama **fluidodinamica**.

Per affrontare l'argomento, conviene introdurre un modello semplificato, valido solo approssimativamente: il modello del **fluido ideale**.

Da un punto di vista statico fluidi reali e fluidi ideali si comportano nello stesso modo; la distinzione tra fluidi reali e ideali è importante quindi solo in un contesto dinamico.

Un fluido ideale gode, per definizione, delle seguenti proprietà:

- 1) è *incomprimibile*, cioè il suo volume non varia in seguito a una variazione di pressione;
- 2) è *non viscoso*, cioè le sue parti possono scorrere le une sulle altre senza attrito interno (viscosità).

Come si comportano invece i **fluidi reali**?

Per ciò che riguarda l'incomprimibilità, occorre distinguere tra liquidi e gas: i liquidi reali, infatti, sono con ottima approssimazione incomprimibili, mentre lo stesso non si può evidentemente dire dei gas.

I liquidi reali, inoltre, presentano sempre un certo grado di viscosità; solo quando la viscosità non influisce in maniera determinante sul loro moto essi si avvicinano al modello di fluido ideale. Dobbiamo infine fare un'ulteriore ipotesi semplificativa: supporre che il flusso del fluido sia *stazionario*, cioè che la velocità in ogni punto non vari nel tempo (ma sia in generale diversa da punto a punto). Sotto questa condizione è possibile ricavare alcune importanti relazioni che descrivono il moto di un fluido ideale.

Continuity equation

Problem solving 1

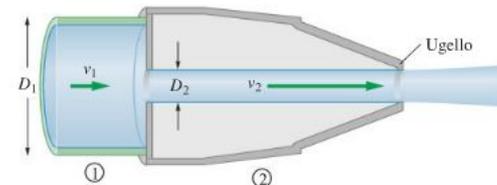


Manichetta antincendio I

Dell'acqua scorre in una manichetta antincendio di diametro 9,6 cm con una velocità di 1,3 m/s. All'estremità del tubo l'acqua esce attraverso un ugello di diametro 2,5 cm. Qual è la velocità dell'acqua che esce dall'ugello?

Descrizione del problema

Nella figura indichiamo il modulo della velocità dell'acqua nella manichetta con v_1 e quello della velocità dell'acqua che esce dall'ugello con v_2 . Sappiamo che $v_1 = 1,3$ m/s. Conosciamo il diametro della manichetta, $D_1 = 9,6$ cm e il diametro dell'ugello, $D_2 = 2,5$ cm.



Strategia

Per calcolare la velocità dell'acqua nell'ugello applichiamo l'equazione di continuità $A_1v_1 = A_2v_2$. Assumiamo che la manichetta e l'ugello abbiano sezione circolare; quindi la loro area è data da $A = \pi D^2/4$, essendo D il diametro.

Soluzione

Dall'equazione di continuità ricaviamo la velocità v_2 dell'acqua nell'ugello:

$$v_2 = v_1 \frac{A_1}{A_2}$$

Utilizziamo l'espressione delle aree $A = \pi D^2/4$ e sostituiamo i valori numerici:

$$v_2 = v_1 \frac{\pi D_1^2/4}{\pi D_2^2/4} = v_1 \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 = (1,3 \text{ m/s}) \left(\frac{9,6 \text{ cm}}{2,5 \text{ cm}}\right)^2 = 19 \text{ m/s}$$

Osservazioni

Notiamo che un ugello di piccolo diametro può dare una velocità molto alta; infatti la velocità è inversamente proporzionale al quadrato del diametro dell'ugello.

Prova tu

Che diametro deve avere l'ugello perché l'acqua in uscita abbia una velocità di 21 m/s?

[2,4 cm]

Bernoulli's equation

ESERCIZIO

1. Verifica che i termini che compaiono nell'equazione di Bernoulli hanno tutti la dimensione di un'energia per unità di volume.

Esprimendo ciascun termine in unità SI e trascurando i coefficienti, otteniamo:

$$p: \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}} = \frac{\text{J}}{\text{m}^3} \quad dgh: \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{m}^3} = \frac{\text{J}}{\text{m}^3} \quad dv^2: \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{m}^3} = \frac{\text{J}}{\text{m}^3}$$

Problem solving 2



La pressione dell'acqua nel bagno

L'acqua entra in una casa attraverso il condotto principale, di diametro interno 2,0 cm, a una pressione di $4,0 \cdot 10^5$ Pa. Un tubo di diametro 1,0 cm porta l'acqua nel bagno situato al primo piano, a un'altezza di 5,0 m. Se la velocità dell'acqua nella condotta principale è 1,5 m/s, calcola la velocità, la pressione e la portata nel tubo del bagno.

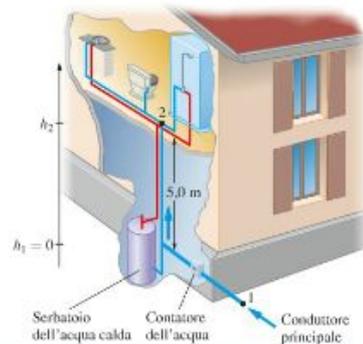
Descrizione del problema

Nella figura è riportato lo schema dell'impianto idrico della casa, con la condotta principale e la diramazione verso il bagno al primo piano. Poiché i tubi hanno un diametro relativamente grande si può trascurare l'attrito; inoltre l'acqua è un fluido incompressibile, per cui possiamo usare l'equazione di Bernoulli.

Indichiamo con 1 e 2 rispettivamente i punti di ingresso della condotta principale e del bagno. Scegliamo il sistema di riferimento come in figura, in modo che $h_1 = 0$ e $h_2 = 5,0$ m.

Strategia

Conosciamo v_1 e il diametro dei due tubi, quindi l'area della loro sezione. Utilizzando l'equazione di continuità possiamo calcolare v_2 . Noti p_1 , v_1 e le altezze, utilizzando l'equazione di Bernoulli possiamo calcolare p_2 .



Soluzione

Calcoliamo la velocità v_2 dell'acqua nel tubo del bagno con l'equazione di continuità:

$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1 = \frac{\pi(D_1/2)^2}{\pi(D_2/2)^2} (1,5 \text{ m/s}) = 6,0 \text{ m/s}$$

Dall'equazione di Bernoulli ricaviamo la pressione dell'acqua nel tubo del bagno p_2 e sostituiamo i valori numerici:

$$p_2 = p_1 + dgh_1 - dgh_2 + \frac{1}{2}dv_1^2 - \frac{1}{2}dv_2^2 = p_1 - dg(h_2 - h_1) - \frac{1}{2}d(v_2^2 - v_1^2) = 4,0 \cdot 10^5 \text{ Pa} - (1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3)(9,81 \text{ m/s}^2)(5,0 \text{ m}) - \frac{1}{2}(1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3)(36 - 2,25) \text{ m}^2/\text{s}^2 = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Calcoliamo la portata nel tubo del bagno:

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = A_2 v_2 = \pi(0,50 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2 (6,0 \text{ m/s}) = 4,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 0,47 \text{ litri/s}$$

Osservazioni

La pressione e la portata dell'acqua nel tubo del bagno sono sufficienti per alimentare la doccia.

Prova tu

Quale dovrebbe essere il diametro del tubo del bagno per avere una portata di 0,40 litri/s alla stessa velocità?

[0,92 cm]

Important cases

- 1) Constant height
- 2) Constant speed
- 3) Constant pressure

Problem solving 3

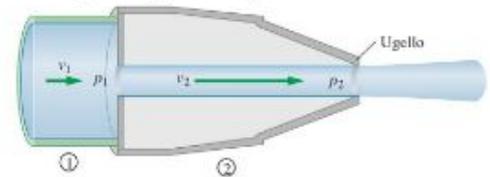


Manichetta antincendio II

Considera la manichetta antincendio del *Problem solving 1* e supponi che la pressione nella manichetta sia 350 kPa. Calcola la pressione nell'ugello.

Descrizione del problema

Nella figura utilizziamo ancora il sistema di numerazione nel quale l'indice 1 si riferisce al tubo e l'indice 2 all'ugello. Pertanto $p_1 = 350$ kPa e p_2 deve essere determinata.



Strategia

Nel *Problem solving 1* abbiamo utilizzato l'equazione di continuità $A_1v_1 = A_2v_2$ per determinare v_2 . Ora utilizzeremo il risultato ottenuto per determinare p_2 , mediante la relazione $p_1 + \frac{1}{2}dv_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}dv_2^2$.

Soluzione

Dall'equazione $p_1 + \frac{1}{2}dv_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}dv_2^2$ ricaviamo la pressione p_2 nell'ugello e sostituiamo i valori numerici, ricordando che $v_1 = 1,3$ m/s e $v_2 = 19$ m/s sono quelli del *Problem solving 1*:

$$p_2 = p_1 + \frac{1}{2}d(v_1^2 - v_2^2) = 350 \text{ kPa} + \frac{1}{2}(1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3)[(1,3 \text{ m/s})^2 - (19 \text{ m/s})^2] = 170 \text{ kPa}$$

Osservazioni

La pressione nell'ugello è minore di quella nel tubo. La differenza si deve al fatto che una parte dell'energia immagazzinata sotto forma di pressione nel tubo è stata trasformata in energia cinetica quando l'acqua ha attraversato l'ugello.

Prova tu

Quale deve essere la velocità nell'ugello affinché l'acqua nell'ugello abbia una pressione di 110 kPa? [$v_2 = 22$ m/s]

Important cases

- 1) Constant height
- 2) Constant speed
- 3) Constant pressure

ESERCIZIO

2. In un oleodotto il petrolio (densità $0,825 \text{ g/cm}^3$) scorre a una certa quota a una velocità costante di $6,8 \text{ m/s}$, e alla pressione di $1,72 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Determina la pressione del petrolio in un tratto in cui il tubo dell'oleodotto scorre a una quota più alta di 125 cm .

Possiamo determinare la pressione p_2 nel tratto del tubo a una quota maggiore utilizzando l'equazione di Bernoulli a velocità costante:

$$p_1 + dgh_1 = p_2 + dgh_2$$

da cui si ricava p_2 :

$$p_2 = p_1 + dg(h_1 - h_2) = p_1 - dg(h_2 - h_1)$$

Sostituiamo i valori numerici:

$$p_2 = 1,72 \cdot 10^5 \text{ Pa} - (825 \text{ kg/dm}^3)(9,81 \text{ m/s}^2)1,25 \text{ m} = 1,62 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Poiché l'altezza alla quale scorre il petrolio è aumentata, la pressione è diminuita.

Osserviamo che la velocità del petrolio è un dato non necessario alla risoluzione dell'esercizio.

Important cases

- 1) Constant height
- 2) Constant speed
- 3) Constant pressure

Problem solving 4



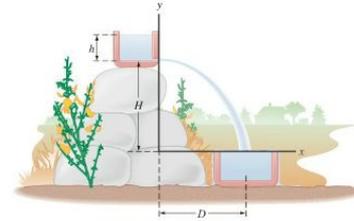
Il progetto della fontana

Un giardiniere vuole progettare una fontana nella quale uno zampillo d'acqua esca dal fondo di un serbatoio e cada in un secondo serbatoio, come mostrato nella figura. La superficie superiore del secondo serbatoio si trova 0,500 m al di sotto del foro praticato nel primo serbatoio, che è riempito d'acqua per una profondità di 0,150 m.

A quale distanza, a destra del primo serbatoio, deve essere sistemato il secondo serbatoio affinché l'acqua vi cada dentro?

Descrizione del problema

La figura riporta le grandezze significative e l'appropriato sistema di coordinate, con l'asse x orizzontale e l'asse y verticale. Sappiamo che $h = 0,150$ m e $H = 0,500$ m e dobbiamo determinare la distanza D .



Strategia

Questo problema combina la legge di Torricelli con la cinematica. Innanzitutto, determiniamo la velocità v dell'acqua quando lascia il primo serbatoio. Poi calcoliamo il tempo necessario affinché l'acqua in caduta libera percorra una distanza H . Infine, poiché il getto d'acqua si muove in direzione x con velocità costante, calcoliamo la distanza D come $D = vt$.

Soluzione

Determiniamo la velocità dell'acqua che esce dal primo serbatoio utilizzando la legge di Torricelli:

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2(9,81 \text{ m/s}^2)(0,150 \text{ m})} = 1,72 \text{ m/s}$$

Calcoliamo il tempo t di caduta libera per un'altezza H utilizzando le relazioni del moto uniformemente accelerato:

$$H = \frac{1}{2}gt^2$$

da cui:

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2(0,500 \text{ m})}{9,81 \text{ m/s}^2}} = 0,319 \text{ s}$$

Moltiplichiamo v per t per ottenere la distanza D :

$$D = vt = (1,72 \text{ m/s})(0,319 \text{ s}) = 0,549 \text{ m}$$

Osservazioni

La soluzione trovata può anche essere scritta come:

$$D = vt = \sqrt{2gh} \left(\sqrt{\frac{2H}{g}} \right) = 2\sqrt{hH}$$

Perciò, se si scambiano i valori di h e H , la distanza D rimane la stessa.

Prova tu

Calcola la distanza D per $h = 0,500$ m e $H = 0,150$ m.

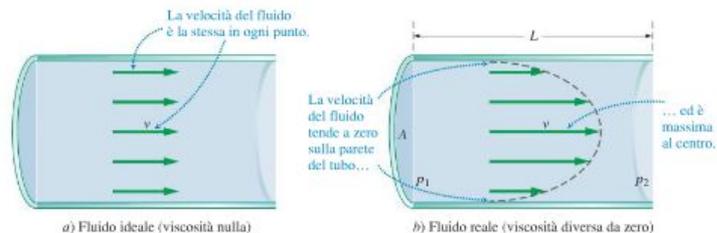
[$D = 0,549$ m, come ci attendevamo]

La velocità media di un fluido viscoso

Per approfondire il discorso consideriamo una situazione di grande importanza pratica: lo scorrimento di un fluido in un condotto, ad esempio l'acqua che scorre in un tubo metallico o il sangue che scorre in un'arteria o in una vena. Dobbiamo supporre che il fluido abbia un **moto laminare**, cioè che i suoi strati scorrano l'uno sull'altro con un semplice moto traslatorio *senza formare vortici*.

Se il fluido fosse ideale, cioè avesse viscosità nulla, scorrerebbe nel condotto con velocità uguale in tutti i punti, come mostrato in figura 10a. Un fluido reale con viscosità diversa da zero, scorre invece in modo simile a quello mostrato in figura 10b: il fluido è in quiete vicino alle pareti del tubo e scorre con la sua velocità massima al centro del tubo. Poiché porzioni adiacenti del fluido scorrono le une sulle altre con velocità diverse, per mantenere il flusso si deve esercitare una forza sul fluido, proprio come è necessario esercitare una forza per far scivolare un blocco su una superficie ruvida.

La forza che causa lo scorrimento di un fluido viscoso è fornita dalla *differenza fra le pressioni*, $p_1 - p_2$, in una data lunghezza L del tubo.



Sperimentalmente si può verificare che la differenza di pressione necessaria per mantenere il fluido in movimento è direttamente proporzionale alla lunghezza L del tubo e alla velocità media v del fluido ed è inversamente proporzionale all'area A della sezione del tubo. Tenendo presente tutte queste osservazioni, la differenza di pressione può essere scritta nella forma seguente:

$$p_1 - p_2 = \text{costante} \cdot \frac{vL}{A}$$

La costante di proporzionalità fra la differenza di pressione e vL/A è legata al **coefficiente di viscosità**, η , del fluido.

La velocità media di un fluido viscoso che scorre in un condotto è:

Velocità media di un fluido viscoso

$$v = \frac{(p_1 - p_2) A}{8\pi\eta L}$$

La viscosità di un olio lubrificante per motori a 30°C è circa $0,250 \text{ N s/m}^2$ e diminuisce con l'aumentare della temperatura.

Laminar Flow or Streamline Flow

figura 10

Velocità di un fluido che scorre in un tubo

In un fluido con viscosità diversa da zero, la velocità media dipende dalla differenza di pressione fra i due estremi del tubo, dalla sua lunghezza L , dall'area A della sua sezione e dal coefficiente di viscosità del fluido.

Coefficient of Viscosity

Problem solving 5

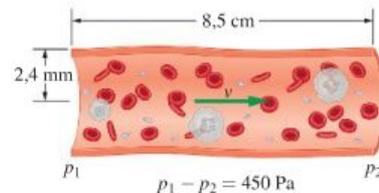


Velocità del sangue nell'arteria polmonare

L'arteria polmonare, che collega il cuore ai polmoni, è lunga 8,5 cm e ha una differenza di pressione ai suoi estremi di 450 Pa. Se il raggio interno dell'arteria è 2,4 mm, qual è la velocità media del sangue nell'arteria polmonare?

Descrizione del problema

La figura mostra una rappresentazione schematica dell'arteria polmonare, non in scala, nella quale sono indicate la lunghezza (8,5 cm) e il raggio (2,4 mm) dell'arteria e la differenza di pressione fra i due estremi (450 Pa).



Strategia

Possiamo determinare la velocità media del sangue utilizzando l'equazione $v = \frac{(p_1 - p_2)A}{8\pi\eta L}$. Osserviamo che la differenza di pressione, $p_1 - p_2$, è nota ed è 450 Pa = 450 N/m² e l'area della sezione del vaso sanguigno è $A = \pi r^2$.

Soluzione

Nell'equazione della velocità media v sostituiamo l'area A della sezione con πr^2 e semplifichiamo π al numeratore e al denominatore:

$$v = \frac{(p_1 - p_2)A}{8\pi\eta L} = \frac{(p_1 - p_2)r^2}{8\eta L}$$

Sostituiamo i valori numerici:

$$v = \frac{(450 \text{ Pa})(0,0024 \text{ m})^2}{8(0,00272 \text{ N} \cdot \text{s/m}^2)(0,085 \text{ m})} = 1,4 \text{ m/s}$$

Osservazioni

La viscosità del sangue aumenta rapidamente con il valore del suo ematocrito, ovvero, con la concentrazione di globuli rossi nel sangue. Perciò un sangue denso, con valore alto dell'ematocrito, richiede una differenza di pressione significativamente maggiore per una determinata velocità del flusso sanguigno; questa pressione più alta deve essere fornita dal cuore, che lavora in modo più faticoso a ogni battito.

Prova tu

Qual è la differenza di pressione necessaria per fornire al sangue di questa arteria polmonare una velocità media di 1,5 m/s?

[480 Pa]

Ripassa i CONCETTI CHIAVE

1. Fluidi reali e fluidi ideali

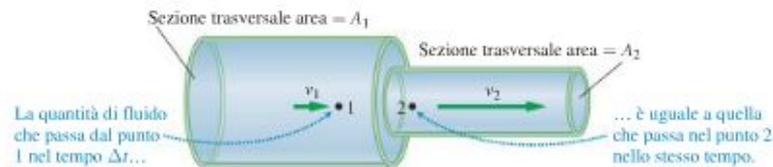
Per studiare il moto di un fluido si introduce un modello: il fluido ideale.

Un **fluido ideale** è un fluido incompressibile e non viscoso.

Per semplificare ulteriormente si suppone che il flusso del fluido sia **stazionario**, cioè che la velocità in ogni punto del fluido non dipenda dal tempo.

2. L'equazione di continuità

La velocità v di un fluido varia se varia la sezione A del condotto nel quale il fluido scorre.



Equazione di continuità per i fluidi comprimibili

$$d_1 A_1 v_1 = d_2 A_2 v_2$$

Equazione di continuità per i fluidi incompressibili

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Da questa equazione si deduce che la velocità di un fluido incompressibile che scorre in un condotto è maggiore dove la sezione del condotto è minore.

Portata

La portata è il volume di un fluido che passa attraverso la sezione di un condotto nell'unità di tempo:

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = Av$$

L'equazione di continuità si può anche esprimere dicendo che la portata, cioè la quantità $Q = Av$, lungo un condotto è costante.

3-4. L'equazione di Bernoulli

L'equazione di Bernoulli esprime la conservazione dell'energia per unità di volume di un fluido.

La relazione tra pressione, velocità e altezza in due punti di un fluido ideale è:

$$p_1 + dgh_1 + \frac{1}{2}dv_1^2 = p_2 + dgh_2 + \frac{1}{2}dv_2^2$$

che si può anche scrivere:

$$p + dgh + \frac{1}{2}dv^2 = \text{costante}$$

Effetto Venturi

Se un fluido scorre in un condotto orizzontale (quindi $h_1 = h_2$) a sezione variabile, la pressione è maggiore dove l'area della sezione del condotto è maggiore.

Legge di Torricelli

Se viene praticato un foro in un recipiente a una profondità h sotto la superficie libera dell'acqua, il fluido esce dal foro con la stessa velocità che avrebbe se cadesse da un'altezza uguale a quella della sua superficie superiore, cioè:

$$v_{\text{eff}} = \sqrt{2gh}$$

5. Il moto nei fluidi viscosi

Viscosità

La viscosità di un fluido è simile all'attrito tra due superfici solide e indica la resistenza di un fluido allo scorrimento.

Equazione di Poiseuille

Per mantenere in movimento un fluido a una velocità media costante occorre una differenza di pressione $p_1 - p_2$.

La velocità media di un fluido di viscosità η che scorre in un condotto di sezione A e lunghezza L è:

$$v = \frac{(p_1 - p_2) A}{8\pi\eta L}$$

La relazione fra la portata Q del fluido e il suo coefficiente di viscosità η è data dall'equazione di Poiseuille:

$$Q = \frac{(p_1 - p_2)\pi r^4}{8\eta L}$$

che si applica a un tubo di raggio r e lunghezza L .

Equazione di Stokes

Una sfera di raggio r che si muove con una velocità v non molto grande in un fluido il cui coefficiente di viscosità è η è soggetta a una forza di attrito la cui intensità è data dalla legge di Stokes:

$$F_v = -6\pi\eta r v$$

Caduta di un corpo in un fluido viscoso

Un corpo in caduta libera in un fluido viscoso non cade con accelerazione costante perché la forza di attrito del fluido si oppone al moto. Poiché la forza di attrito aumenta man mano che cresce la velocità del corpo, quest'ultimo raggiunge una **velocità limite** che dipende dalla sua massa e dalla sua forma:

$$v_{\text{lim}} = \frac{mg}{k}$$



RAGIONA e RISPONDI

1. Lo strato d'acqua di una cascata è più spesso in alto che non in basso. Analogamente, il getto d'acqua che esce da un rubinetto si restringe mentre cade. Perché?



2. Quale caratteristica deve avere un fluido per il quale vale l'equazione di continuità nella forma $Av = \text{costante}$?
3. Quale legge di conservazione è espressa dall'equazione di continuità?
4. In una ciminiera il fumo sale più rapidamente quando soffia il vento. Perché?



5. È meglio per un aeroplano decollare controvento o in direzione del vento? Giustifica la risposta.
6. Quale legge di conservazione è espressa dall'equazione di Bernoulli?

7. Se hai un asciugacapelli e una palla da ping-pong a casa, prova a fare questo esperimento. Dirigi l'aria dell'asciugacapelli orizzontalmente e metti la pallina nel flusso d'aria. Se hai fatto tutto bene, la pallina rimarrà sospesa a mezz'aria. Utilizza l'equazione di Bernoulli per spiegare questo comportamento.

8. Perché due convogli ferroviari che marciano in verso opposto su due binari paralleli devono rallentare la loro marcia quando si incrociano?



9. Perché la pallina da tennis ha la superficie ricoperta da uno strato di feltro?



10. Quali condizioni devono essere soddisfatte affinché valga la legge di Torricelli?

Risolvi i PROBLEMI

L'equazione di continuità

1. Il flusso nel tubo

- Dell'acqua scorre in un tubo con una velocità di 2,1 m/s. Determina il flusso in kg/s, sapendo che il diametro del tubo è 3,8 cm. [2,4 kg/s]

2. PREVEDI/SPIEGA

- Osserva l'acqua che esce dal rubinetto di una fontanella e cade verso terra (il moto non deve essere turbolento).
- a) La sezione del "tubo d'acqua" si allarga, si restringe o resta costante mano a mano che l'acqua scende verso terra?
- b) Quale fra le seguenti è la *spiegazione migliore* per la risposta?
- 1) La velocità dell'acqua aumenta a causa dell'accelerazione di gravità e dunque, per l'equazione di continuità, la sezione del "tubo d'acqua" deve diminuire.
 - 2) La pressione aumenta mano a mano che l'acqua si avvicina al suolo.
 - 3) La velocità dell'acqua diminuisce a causa dell'attrito.

3. Innaffiare il giardino

- Per innaffiare il giardino usi un tubo di gomma del diametro di 3,4 cm. L'acqua esce dal tubo con una velocità di 1,1 m/s. Se blocchi parzialmente l'estremità del tubo in modo che il diametro effettivo diventi 0,57 cm, con quale velocità l'acqua verrà spruzzata dal tubo? [39 m/s]

4. Giochi in piscina

- Per riempire una piscina gonfiabile per bimbi, Corrado usa un tubo da giardino con un diametro di 2,9 cm. L'acqua fluisce dal tubo con una velocità di 1,3 m/s. Quanto tempo impiegherà Corrado a riempire la piscina, se questa ha forma circolare con diametro interno di 2,0 m ed è profonda 26 cm? [16 min]



5. Quanto sangue pompa il cuore?

Quando sei a riposo, il tuo cuore pompa il sangue (densità 1060 kg/m^3) con una portata di 5,00 litri al minuto. Calcola il volume e la massa di sangue pompato dal cuore in un giorno. [7200 litri e 7630 kg al giorno]

6. PROBLEMA SVOLTO

Una tipica arteriola ha un diametro di 0,030 mm e trasporta sangue con una portata di $5,5 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{s}$.

- Qual è la velocità del sangue in un'arteriola?
- Supponi che un'arteriola si ramifichi in 340 capillari, ognuno dei quali ha un diametro di $4,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}$. Qual è la velocità del sangue nei capillari?

SOLUZIONE

a) Poni $Q = 5,5 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{s}$ e $D_a = 0,030 \text{ mm}$. Calcola la velocità del sangue all'interno dell'arteriola utilizzando la formula della portata:

$$v_a = \frac{Q}{A_a} = \frac{Q}{\pi \left(\frac{D_a}{2}\right)^2} = \frac{5,5 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{s}}{\pi \left(\frac{3,0 \cdot 10^{-3} \text{ cm}}{2}\right)^2} = 0,78 \text{ cm/s}$$

b) Utilizza l'equazione di continuità per un fluido incompressibile, tenendo conto che $n = 340$ e $D_c = 4,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}$:

$$Q = A_a v_a = n A_c v_c$$

e da essa ricava v_c :

$$v_c = \frac{Q}{n A_c} = \frac{Q}{n \pi \left(\frac{D_c}{2}\right)^2} = \frac{5,5 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{s}}{340 \pi \left(\frac{4,0 \cdot 10^{-4} \text{ cm}}{2}\right)^2} = 0,13 \text{ cm/s}$$

7. Il kayak di Uncas

Uncas, l'ultimo dei mohicani, sta scendendo un fiume con il suo kayak. Il fiume nelle rapide si stringe e la sua larghezza si riduce da 12 m a 5,8 m. La profondità del fiume nel tratto prima delle rapide è 2,7 m, mentre nelle rapide diventa di 0,85 m. Calcola la velocità dell'acqua nel tratto delle rapide, sapendo che la velocità nel tratto precedente è 1,2 m/s. Assumi che la sezione del letto del fiume sia rettangolare. [7,9 m/s]



8. Più veloce?

Dell'acqua scorre con un flusso di 3,11 kg/s in un tubo di gomma avente un diametro di 3,22 cm.

- Qual è la velocità dell'acqua nel tubo?
- Se al tubo viene inserita una bocchetta con un diametro di 0,732 cm, qual è la velocità dell'acqua nella bocchetta?
- Il flusso attraverso la bocchetta è maggiore, minore o uguale a 3,11 kg/s? Giustifica la risposta.

[a] 3,82 m/s; b) 73,9 m/s]

PROBLEMI PER CONSOLIDARE LE ABILITÀ

PLUS
OperativaMente Una strategia per la risoluzione dei problemi di fisica

Consolida le tecniche di risoluzione dei problemi utilizzando il modello proposto nei Problem Solving del testo. Puoi consultare anche le linee guida riportate nella scheda OperativaMente.

1. La potenza del cuore

La potenza sviluppata dal cuore è il prodotto della pressione media del sangue, pari a $1,33 \text{ N/cm}^2$, e della portata, che è $105 \text{ cm}^3/\text{s}$.

- Calcola la potenza del cuore (esprimila in watt).
- Quanta energia consuma il cuore in un giorno?
- Supponi che l'energia calcolata al punto b) sia utilizzata per sollevare una persona di 72 kg verticalmente fino a un'altezza h . Determina l'altezza h (in metri).

[a] $1,40 \text{ W}$; [b] 121 kJ ; [c] 171 m

2. Spinta sulle pareti

Una piscina fuori terra ha la forma di un grande cilindro, con un fondo circolare e una parete verticale che forma il bordo. Il diametro della vasca è $4,8 \text{ m}$ e la sua profondità è $1,8 \text{ m}$. Determina la forza risultante verso l'esterno esercitata dall'acqua sulla parete verticale della vasca, nell'ipotesi che la piscina sia riempita completamente.

[$2,4 \cdot 10^5 \text{ N}$]



3. Latta bucata

Una latta è riempita d'acqua fino a un'altezza di 39 cm . Da un buco praticato a 11 cm dal fondo della latta esce un getto d'acqua inclinato di 36° sopra l'orizzontale. Determina:

- la gittata del getto;
- la massima altezza del getto d'acqua.

[a] $0,66 \text{ m}$; [b] $0,21 \text{ m}$

4. Tubi dell'olio

Un tubo orizzontale trasporta olio il cui coefficiente di viscosità è $1,2 \cdot 10^{-4} \text{ N s/m}^2$. Il diametro del tubo è $5,2 \text{ cm}$ e la sua lunghezza è 55 m .

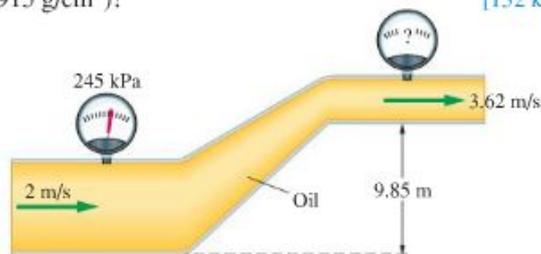
- Quale differenza di pressione deve esistere fra le estremità del tubo perché l'olio fluisca con una velocità media di $1,2 \text{ m/s}$?
- Qual è la portata del tubo in questo caso?

[a] 94 Pa ; [b] $0,0025 \text{ m}^3/\text{s}$

5. IN ENGLISH

What does the top pressure gauge read (oil density = $0,915 \text{ g/cm}^3$)?

[152 kPa]



PROVA ESPERTA PER SVILUPPARE LE COMPETENZE

16. La pressione e il flusso del sangue

La pressione del sangue nel cuore umano è di circa 100 mmHg. Il sangue viene pompato dal ventricolo sinistro del cuore ed entra nel grande circolo attraverso l'aorta, un vaso sanguigno di circa 2,5 cm di diametro. La velocità del sangue nell'aorta è di circa 60 cm/s. Poiché il diametro dell'aorta è abbastanza grande da poter trascurare l'attrito viscoso, ogni cambiamento di pressione del sangue nell'aorta è dovuto a un cambiamento in altezza. Ciò determina un limite, ad esempio, della lunghezza del collo di una persona: se il collo fosse troppo lungo, non arriverebbe sangue al cervello!

Nel sistema circolatorio il sangue fluisce dall'aorta alle arterie e ai vasi sanguigni in vasi sanguigni sempre più piccoli, le arteriole, fino ad arrivare ai capillari. Nei capillari la velocità del sangue è di circa 0,70 mm/s, molto più bassa rispetto a quella nell'aorta in quanto la sezione complessiva delle ramificazioni è molto superiore alla sezione del vaso principale. Inoltre, il diametro dei capillari e degli altri vasi minori è così piccolo che la viscosità del sangue diventa un fattore importante.

Il sangue nell'aorta in condizioni normali è sottoposto a regime laminare. Se però l'individuo compie un notevole sforzo fisico, la portata del sangue nel vaso può aumentare

anche di un fattore 5; superata la *velocità critica media*, espressa dalla formula $v_c = \frac{1000 \eta}{\rho r}$, dove η è la viscosità del sangue (0,040 poise), ρ la sua densità (1060 kg/m³) ed r il raggio del vaso sanguigno, il regime diventa turbolento.

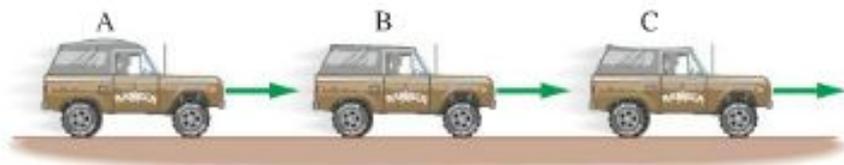
- Trascurando ogni forza di attrito, qual è la massima distanza che può esserci fra il cervello e il cuore di un individuo perché il sangue possa raggiungere il cervello?
- Considerando che l'aorta si ramifichi direttamente in un fascio di capillari, stima il diametro che avrebbe un unico vaso sanguigno di area uguale a quella dell'insieme di capillari.
- Supponi che una piccola arteria si restringa al 90% del suo diametro. Considerando il sangue un fluido viscoso per il quale vale la legge di Poiseuille e nell'ipotesi che non varino gli altri parametri (differenza di pressione, lunghezza), di quanto si riduce la portata del sangue nell'arteria?
- Qual è la portata critica media per l'aorta all'uscita dal ventricolo?

[a] 1,25 m; b) 72 cm; c) 0,66; d) 74 cm³/s]

QUESITI PER CONSOLIDARE LE CONOSCENZE

Rispondi alle seguenti domande riflettendo sui concetti

1. Un piccolo veicolo fuoristrada ha il tettuccio fatto con un telo impermeabile. Quando l'auto è ferma, il tettuccio è piatto. Quando l'auto è in movimento a velocità di crociera, con i finestrini chiusi, il tettuccio si gonfia verso l'alto, rimane piatto o si gonfia verso il basso. Motiva la risposta.



2. Perché per un ciclista è pericoloso essere sorpassato a distanza ravvicinata da un camion che viaggia a velocità elevata?

3. Un esame Doppler consente di visualizzare i flussi sanguigni nel nostro apparato circolatorio. Durante un esame Doppler viene misurata la velocità del sangue in diverse sezioni di un vaso sanguigno e risulta che in una zona il sangue scorre più lentamente che altrove. Spiega che cosa si può ipotizzare.

Rispondi in 10 righe a ciascuna delle seguenti domande

4. Descrivi le differenze fra regime laminare e regime turbolento di un fluido in movimento.
5. Enuncia e deriva l'equazione di continuità.
6. Spiega l'equazione di Bernoulli e ricava il caso particolare a pressione costante.

VERSO L'UNIVERSITÀ

1. Un bambino, dopo una corsa, presenta 120 battiti cardiaci al minuto e a ognuno di essi l'arteria aortica riceve 40 ml di sangue, per cui:

- A il cuore batte $120 \cdot 3600$ volte all'ora.
- B la portata media dell'aorta è $80 \text{ cm}^3/\text{s}$.
- C la portata media dell'aorta è $40 \text{ cm}^3/\text{s}$.
- D il cuore batte 20 volte al secondo.
- E l'aorta riceve 800 ml di sangue al secondo.

[Prova di ammissione ai corsi di laurea in Medicina, Odontoiatria, Veterinaria]

2. Un geyser emette periodicamente un getto d'acqua che arriva fino a un'altezza di 35 m. L'eccesso di pressione che deve prodursi nel geyser per avere una tale emissione

è pari a circa:

- A $3,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
- B $3,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$
- C $4,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$
- D $4,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
- E nessuna delle precedenti risposte è corretta.

[Prova di ammissione al corso di laurea in Ingegneria]

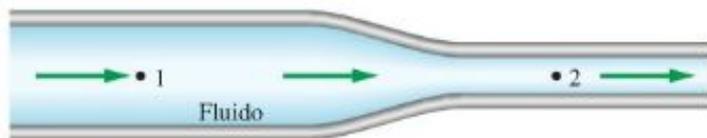
3. Il teorema di Bernoulli consente di formulare previsioni attendibili se applicato:

- A a qualsiasi fluido.
- B alla circolazione del sangue nei grossi vasi.
- C alla circolazione del sangue nei capillari.
- D ai regimi turbolenti.
- E ai regimi nei materiali filtranti.

[Prova di ammissione al corso di laurea in Ingegneria]

DALLE OLIMPIADI DELLA FISICA

4. Un fluido omogeneo e non comprimibile scorre in regime stazionario entro una tubazione disposta orizzontalmente che, come in figura, presenta un restringimento.



Quali, tra le seguenti relazioni di velocità e pressione, nei due punti indicati in figura, sono entrambe corrette?

- A $v_1 < v_2$ e $p_1 = p_2$
- B $v_1 < v_2$ e $p_1 > p_2$
- C $v_1 = v_2$ e $p_1 < p_2$
- D $v_1 > v_2$ e $p_1 = p_2$
- E $v_1 > v_2$ e $p_1 > p_2$

[Olimpiadi della Fisica 2011, Gara di I livello]

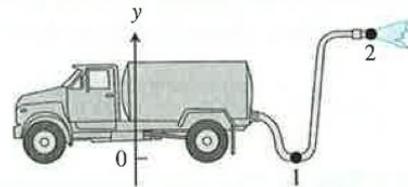
5. Un paracadutista sta scendendo verticalmente alla velocità di regime (v_{lim}), con il paracadute ancora chiuso. A un certo istante apre il paracadute e, dopo un breve intervallo di tempo, raggiunge una nuova velocità di regime, molto più bassa. Si confrontino le intensità della forza di resistenza dell'aria sul paracadutista nelle due situazioni a regime, rispettivamente con il paracadute aperto e chiuso. Quale delle seguenti affermazioni è corretta?

- A Il rapporto tra le due intensità è uguale al rapporto tra le due velocità.
- B Il rapporto tra le due intensità è uguale all'inverso del rapporto tra le due velocità.
- C L'intensità della forza a paracadute aperto dipende dalle dimensioni del paracadute.
- D La forza a paracadute chiuso è più intensa a causa della maggiore velocità.
- E Le due intensità sono uguali.

[Olimpiadi della Fisica 2005, Gara di I livello]

Bernoulli's equation looks fairly complex and might be difficult to use for visualizing fluid dynamics processes. However, since Bernoulli's equation is based on the work-energy principle, we can represent such processes using energy bar charts similar to the ones used in Chapter 6 (here the bars represent pressures and energy densities). The following Reasoning Skill box describes how to construct a fluid dynamics bar chart for a process. The procedure is illustrated for the following process: A fire truck pumps water through a big hose up to a smaller hose on the ledge of a building. Water sprays out of the smaller hose onto a fire in the building. Compare the pressure in the hose just after leaving the pump to the pressure at the exit of the small hose.

REASONING SKILL Constructing a bar chart for a moving fluid

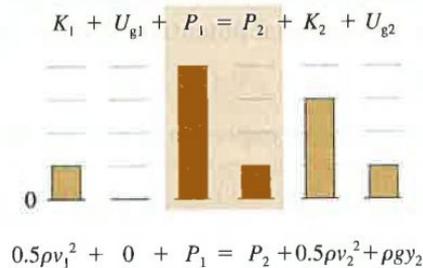


1. Sketch the situation. Include an upward-pointing y-coordinate axis.

2. Choose points 1 and 2 at positions in the fluid that will help you achieve the goal of your analysis.

3. Construct a fluid dynamics bar chart.

4. Use the bar chart and the sketch to help apply Bernoulli's equation.



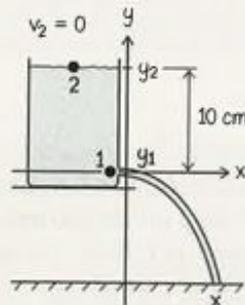
PROBLEM-SOLVING STRATEGY Applying Bernoulli's Equation

EXAMPLE 11.3 Removing a tack from a water bottle

What is the speed with which water flows from a hole punched in the side of an open plastic bottle? The hole is 10 cm below the water surface.

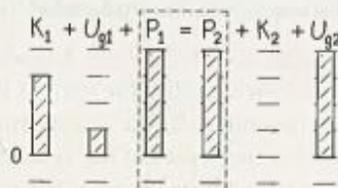
Sketch and translate

- Sketch the situation. Include an upward-pointing y -coordinate axis. Choose an origin for the axis.
- Choose points 1 and 2 at positions in the fluid where you know the pressure/speed/position or which involve the quantity you are trying to determine.
- Choose a system.
- Choose the origin of the vertical y -axis to be the location of the hole.
- Choose position 1 to be the place where the water leaves the hole and position 2 to be a place where the pressure, elevation, and water speed are known—at the water surface $y_2 = 0.10\text{ m}$ and $v_2 = 0$. The pressure in Bernoulli's equation at both positions 1 and 2 is atmospheric pressure, since both positions are exposed to the atmosphere ($P_1 = P_2 = P_{\text{atm}}$).
- Choose Earth and the water as the system.



Simplify and diagram

- Identify any assumptions you are making. For example, can we assume flow without friction?
- Construct a Bernoulli bar chart.
- Assume that the fluid flows without friction.
- Assume that y_2 and y_1 stay constant during the process, since the elevation of the surface decreases slowly compared to the speed of the water as it leaves the tiny hole.
- Draw a bar chart that represents the process.



(continued)

Represent mathematically

- Use the sketch and bar chart to help apply Bernoulli's equation.
- You may need to combine Bernoulli's equation with other equations, such as the equation of continuity $Q = v_1 A_1 = v_2 A_2$ and the definition of pressure $P = \frac{F}{A}$.

Solve and evaluate

- Solve the equations for an unknown quantity.
- Evaluate the results to see if they are reasonable (the magnitude of the answer, its units, how the answer changes in limiting cases, and so forth).

- We see from the sketch and the bar chart that the speed of the fluid at position 2 is zero (zero kinetic energy density) and that the elevation is zero at position 1 (zero gravitational potential energy density). Also, the pressure is atmospheric at both 1 and 2. Thus,

$$(1/2)\rho(0)^2 + \rho g y_2 + P_{atm} = P_{atm} + (1/2)\rho v_1^2 + \rho g(0) \\ \Rightarrow \rho g y_2 = (1/2)\rho v_1^2$$

- Solve for v_1

$$v_1 = \sqrt{2g y_2}$$

Substituting for g and y_2 , and y_2 , we find that

$$v_1 = \sqrt{2(9.8 \text{ m/s}^2)(0.10 \text{ m})} = 1.4 \text{ m/s}$$

- The unit m/s is the correct unit for speed. The magnitude seems reasonable for water streaming from a bottle (if we obtained 120 m/s it would be unreasonably high).

Active Learning Guide >

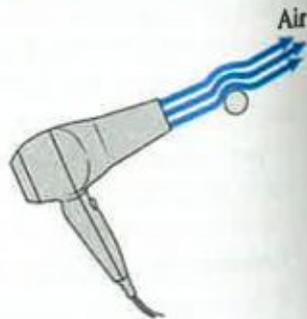
Try it yourself: In the above situation the water streams out of the bottle onto the floor a certain horizontal distance away from the bottle. The floor is 1.0 m below the hole. Predict this horizontal distance using your knowledge of projectile motion. [Hint: Use Eqs. (3.7) and (3.8).]

Answer: The equations yield a result of 0.63 m. However, if we were to actually perform this experiment with a tack-sized hole, the water would land short of our prediction because there is friction between a small hole and the water. In order to make the water land 0.63 m from the bottle, we must increase the diameter of the hole to about 3 mm. We discuss the effect of friction on fluid flow later in the chapter.

Conceptual Questions

13. A hair dryer blowing air over a ping-pong ball will support it, as shown in **Figure Q11.13**. Construct a force diagram for the ball. Explain in terms of forces how the ball can remain in equilibrium.

Figure Q11.13



14. You have two identical large jugs with small holes on the side near the bottom. One jug is filled with water and the other with liquid mercury. The liquid in each jug, sitting on a table, squirts out the side hole into a container on the floor. Which container, the one catching the water or the one catching the mercury, must be closer to the table in order to catch the fluid? Or should they be placed at the same distance? Which jug will empty first, or do they empty at the same time? Explain.
15. Why does much of the pressure drop in the circulatory system occur across the arterioles (small vessels carrying blood to the capillaries) and capillaries as opposed to across the much larger diameter arteries?
16. If you partly close the end of a hose with your thumb, the water squirts out farther. Give at least one explanation for why this phenomenon occurs.

11.1 and 11.2 Fluids moving across surfaces—qualitative analysis and Flow rate and fluid speed

- 1. Watering plants** You water flowers outside your house. (a) Determine the flow rate of water moving at an average speed of 32 cm/s through a garden hose of radius 1.2 cm . (b) Determine the speed of the water in a second hose of radius 1.0 cm that is connected to the first hose.
- 2. Irrigation canal** You live near an irrigation canal that is filled to the top with water. (a) It has a rectangular cross section of 5.0-m width and 1.2-m depth. If water flows at a speed of 0.80 m/s , what is its flow rate? (b) If the width of the stream is reduced to 3.0 m and the depth to 1.0 m as the water passes a flow-control gate, what is the speed of the water past the gate?
- 3. Fire hose** During a fire, a firefighter holds a hose through which 0.070 m^3 of water flows each second. The water leaves the nozzle at an average speed of 25 m/s . What information about the hose can you determine using these data?
- 4.** The main waterline for a neighborhood delivers water at a maximum flow rate of $0.010 \text{ m}^3/\text{s}$. If the speed of this water is 0.30 m/s , what is the pipe's radius?

11.4 Bernoulli's equation

7. Represent the process sketched in **Figure P11.7** using a qualitative Bernoulli bar chart and an equation (include only terms that are not zero).
8. Represent the process sketched in **Figure P11.8** using a qualitative Bernoulli bar chart and an equation (include only terms that are not zero).
9. **Fluid flow problem** Write a symbolic equation (include only terms that are not zero) and draw a sketch of a situation

Figure P11.7

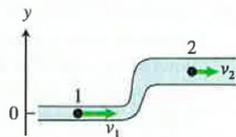
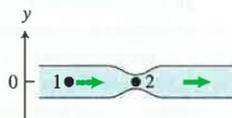


Figure P11.8



- that could be represented by the qualitative Bernoulli bar chart shown in **Figure P11.9** (there are many possibilities).
10. Repeat Problem 9 using the bar chart in **Figure P11.10**.
 11. Repeat Problem 9 using the bar chart in **Figure P11.11**.
 12. Repeat Problem 9 using the bar chart in **Figure P11.12**.
 13. An application of Bernoulli's equation is shown below. Construct a qualitative Bernoulli bar chart that is consistent with the equation and draw a sketch of a situation that could be represented by the equation (there are many possibilities).

$$\rho g y_2 = 0.5 \rho v_1^2$$
 14. Repeat Problem 13 using the equation below. The size of the symbols represents the relative magnitudes of the physical quantities at two points.

$$0.5 \rho v_1^2 + (P_1 - P_2) = 0.5 \rho v_2^2$$

Figure P11.9

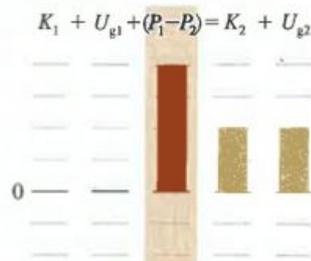


Figure P11.10

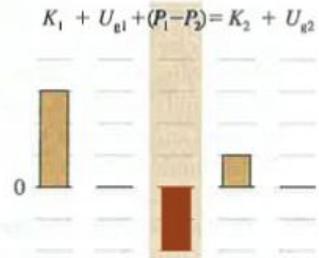
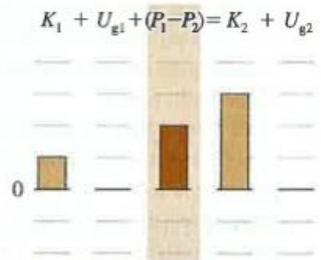


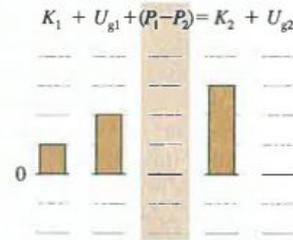
Figure P11.11



15. Repeat Problem 13 using the equation below. The size of the symbols represents the relative magnitudes of the physical quantities at two points.

$$0.5 \rho v_1^2 + (P_1 - P_2) = 0.5 \rho v_2^2 + \rho g y_2$$
16. *** Wine flow from barrel** While visiting a winery, you observe wine shooting out of a hole in the bottom of a barrel. The top of the barrel is open. The hole is 0.80 m below the top surface of the wine. Represent this process in multiple ways (a sketch, a bar chart, and an equation) and apply Bernoulli's equation to a point at the top surface of the wine and another point at the hole in the barrel.
17. **Water flow in city water system** Water is pumped at high speed from a reservoir into a large-diameter pipe. This pipe connects to a smaller diameter pipe. There is no change in elevation. Represent the water flow from the large pipe to the smaller pipe in multiple ways—a sketch, a bar chart, and an equation.

Figure P11.12



Main topics

Kinematics

Dynamics

Energy

Fluidodynamics

Calorimetry/thermodynamics

Optics

Electrostatics

Magnetism

Electromagnetism

Quantum Mechanics

Special & General relativity

Useful education tools in PER

Early Physics

Multiple Representations in Physics

Historical approaches

Problem-solving activities

Jeopardy problems

Physics of everyday Thinking

Project Based Education

Modelling instruction

Simulation for Educational Physics

ISLE - Investigative Science Learning Environment

IBSE - Inquiry Based Science Education

Bayesian updating method

Assessment methods

On line educational toolkit (DESMOS)

Students with learning Disorders

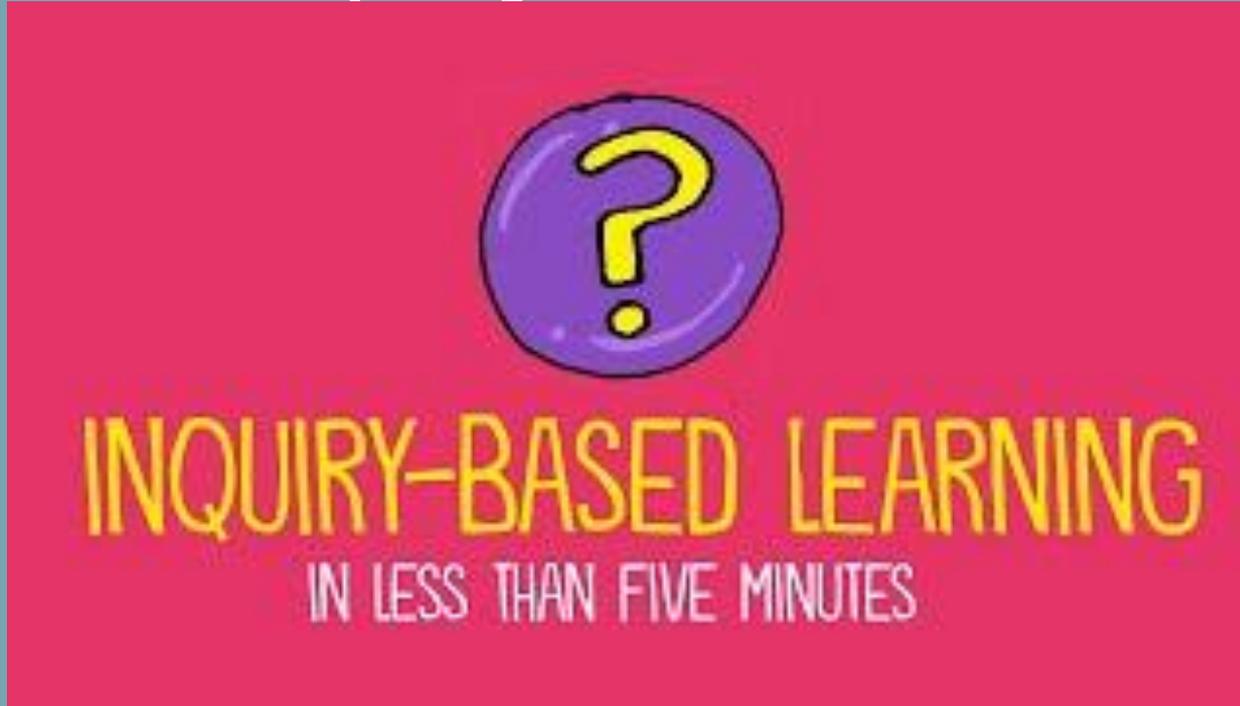
Inquiry Based
Science Education
(IBSE approach)



Inquiry is a multifaceted activity that involves: making observations; posing questions; examining books and other sources of information to see what is already known; planning investigations; reviewing what is already known in light of experimental evidence; using tools to gather, analyze, and interpret data; proposing answers, explanations, and predictions; and communicating the results. Inquiry requires identification of assumptions, use of critical and logical thinking, and consideration of alternative explanations.

(National Research Council, 1996)

What is Inquiry-Based Learning?



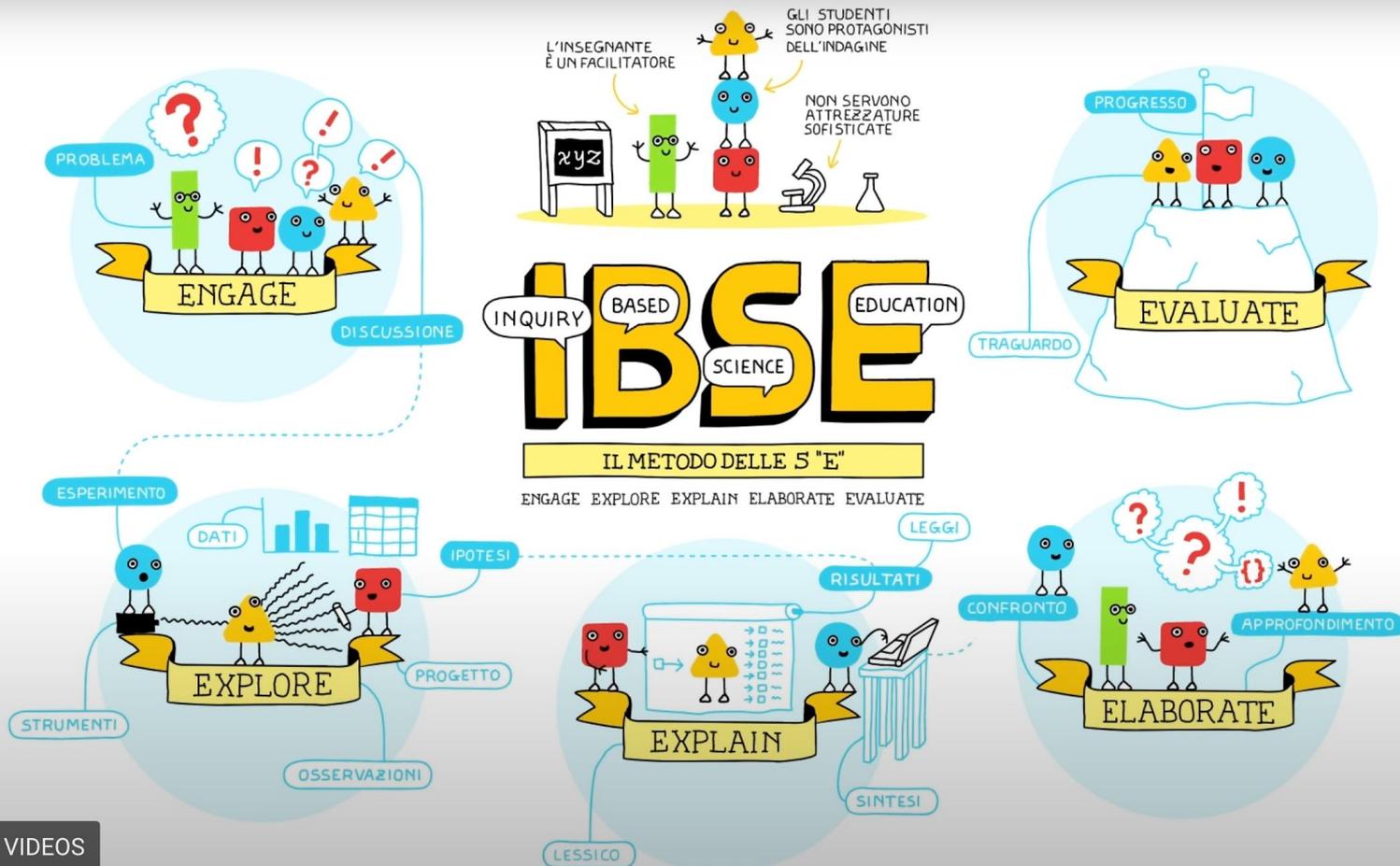
<https://www.youtube.com/watch?v=QlwkerwaV2E&list=RDCMU CRmWJULBr4CIP5xUucVgOvw&index=1>



hub
SCUOLA

<https://www.youtube.com/watch?v=kYap39FNFv8>

IBSE DESCRIPTION



AL VIA LA SECONDA EDIZIONE DI HOP HANDS-ON PHYSICS. PROGETTO DI INFN, CERN E FONDAZIONE AGNELLI PER LE SCUOLE MEDIE



Dopo il grande successo dell'anno scorso, torna il progetto HOP Hands-On Physics con 18 giornate di formazione docenti tra ottobre e dicembre 2024.



Mettere le mani in pasta, sperimentare in prima persona, imparare divertendosi e partendo dalle domande e non dalle risposte sono gli ingredienti fondamentali di HOP Hands-On Physics (www.hopscuola.it), un progetto per le scuole medie che propone un kit didattico e un percorso di formazione per docenti di matematica, scienze e tecnologia. Il progetto è ideato, realizzato e promosso dal CERN di Ginevra, dalla Fondazione Agnelli, e dall'INFN Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, con il sostegno di Intesa Sanpaolo e di Stellantis, completamente gratuito per docenti e scuole.

Dopo una fase pilota nella primavera 2023, HOP è stato avviato lo scorso autunno per proporre ai docenti delle scuole medie italiane un approccio didattico innovativo e coinvolgente per insegnare le discipline STEM e torna

quest'anno con la seconda edizione che accoglierà 650 docenti da tutta Italia.

I docenti partecipanti al progetto riceveranno il kit didattico e seguiranno la giornata di formazione per imparare a utilizzarlo in classe e approfondire il metodo di insegnamento su cui si basa, l'Inquiry based learning. Il kit contiene il materiale necessario per svolgere circa 20 esperienze laboratoriali, descritte in una guida pedagogica che suggerisce all'insegnante anche alcune modalità per condurre le attività in classe. Le tematiche delle attività, scelte in base al curriculum scolastico previsto per le scuole medie, sono il metodo scientifico, la pressione, la luce e l'elettricità. La giornata di formazione, condotta da ricercatori e ricercatrici INFN ed esperti in comunicazione e in didattica, è poi un'occasione per i docenti di entrare in contatto con il mondo della ricerca di CERN e INFN e di sperimentare in prima persona le attività e il metodo che potranno portare in classe grazie al kit.

A chi parteciperà alla formazione sarà rilasciato un attestato e saranno attribuiti crediti formativi riconosciuti dal MIM attraverso il portale SOFIA.

Per l'edizione 2024, 4 nuove sedi si sono aggiunte (Aosta, Cosenza, Matera e Perugia) a quelle dello scorso anno.

Le giornate di formazione si terranno a Torino (18 ottobre), Lecce (21 ottobre), Cosenza (25 ottobre), Aosta (30 ottobre), L'Aquila (4 novembre), Perugia (7 novembre), Genova (11 novembre), Ferrara (13 novembre), Trieste (15 novembre), Napoli (19 novembre), Roma (21 novembre), Matera (25 novembre), Catania (27 novembre), Milano (5 dicembre), Cagliari (6 dicembre), Bologna (9 dicembre), Firenze (11 dicembre), Padova (13 dicembre).

Con l'obiettivo di coinvolgere in totale circa 2.000 docenti, è già prevista una terza edizione nell'autunno 2025 le cui formazioni si terranno anche in nuove sedi in modo da estendere la diffusione del progetto.



<https://www.youtube.com/watch?v=CwfVlym3wYs>

Il metodo IBSE

Inquiry Based Learning - Modello delle SE - e-CLIL - Giornata della Memoria

BRICKS | TEMA

Download

L'Inquiry Based Learning e la Giornata della Memoria

a cura di:
Arianna Pisapia

Ricordare rende liberi

[Home page](#) [Task](#) [Resources](#) [Final product](#) [Notes for teacher](#) 



The dangers of hatred and discrimination

Ricordare rende liberi

compito di realtà per le classi terze



Engage

The screenshot displays the website for 'deposito nazionale', featuring a green and white color scheme. The header includes the logo with the tagline 'Scriviamo insieme un futuro più sicuro', a search bar, and navigation links. A green navigation bar contains menu items such as 'DEPOSITO NAZIONALE', 'LOCALIZZAZIONE', and 'CONSULTAZIONE PUBBLICA'. The main content area is divided into two sections: a news article on the left and a featured section on the right.

deposito nazionale
Scriviamo insieme un futuro più sicuro

Glossario FAQ Contatti seminariodepositonazionale.it

Cerca...

DEPOSITO NAZIONALE LOCALIZZAZIONE CONSULTAZIONE PUBBLICA RIFIUTI RADIOATTIVI AMBIENTE & SICUREZZA ESTERO DOCUMENTI MEDIA

Publicazione elenco aree CNAI

Il 13 dicembre 2023 il MASE ha pubblicato sul proprio sito web l'elenco delle aree presenti nella proposta di Carta Nazionale delle Aree Idonee (CNAI), aprendo una fase di invio di autocandidature ad ospitare l'opera da parte degli Enti locali di tutto il territorio italiano che si è chiusa il 12 marzo 2024.

Per le aree non comprese nell'elenco, si procede, in caso di autocandidatura, a una rivalutazione ai fini della loro idoneità.

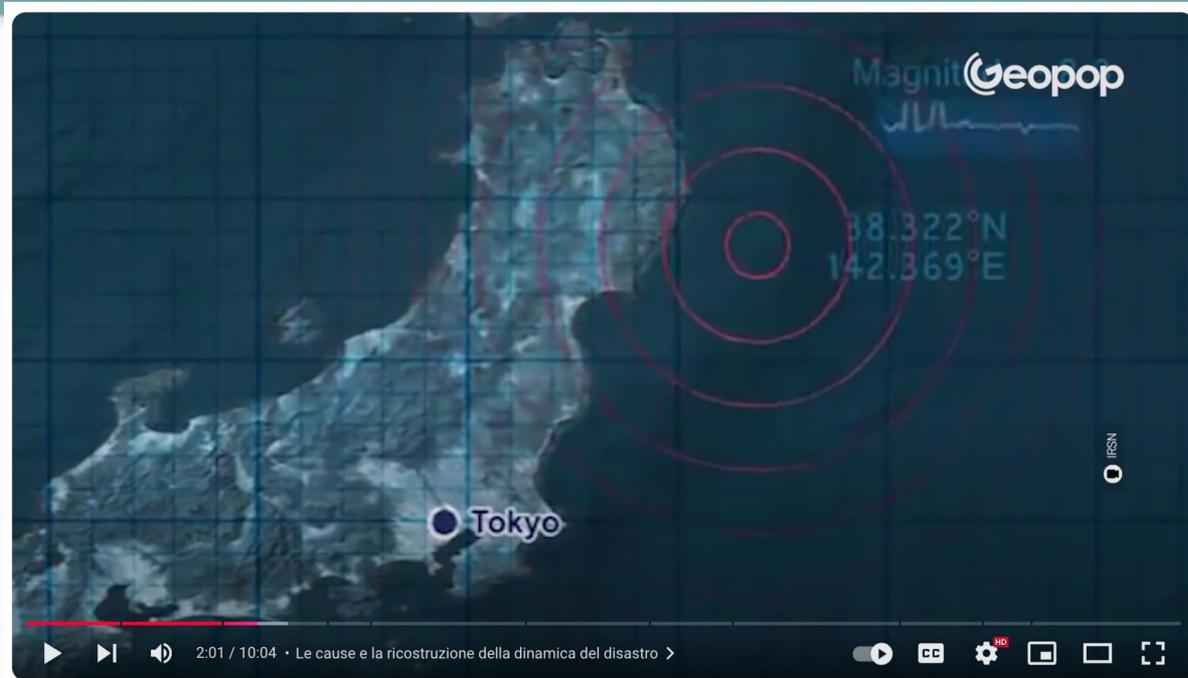
+ Approfondisci + MASE

Che cos'è il Deposito Nazionale

Il Deposito Nazionale è un'infrastruttura ambientale di superficie dove saranno messi in sicurezza i rifiuti radioattivi prodotti in Italia.

+ Approfondisci

Engage



Fukushima: cosa successe l'11 marzo 2011 in Giappone? La dinamica del disastro nucleare e le cause

L'inquinamento radioattivo e le centrali nucleari

Che cosa si intende per inquinamento radioattivo?

L'inquinamento radioattivo è una forma di inquinamento dovuta al decadimento degli isotopi radioattivi (radioisotopi) presenti nell'atmosfera, nel sottosuolo, nelle acque o prodotti artificialmente, i quali si trasformano in isotopi differenti emettendo **radiazioni alfa, beta o gamma**. Le particelle alfa sono costituite da due protoni e due neutroni, le particelle beta possono essere elettroni oppure positroni (cioè elettroni aventi carica positiva) e i raggi gamma sono onde elettromagnetiche altamente energetiche. Le particelle alfa non riescono a penetrare la cute, le particelle beta la penetrano per non più di un cm, mentre i raggi gamma sono in grado di penetrare nell'organismo (**figura 1**). Per questa ragione le particelle

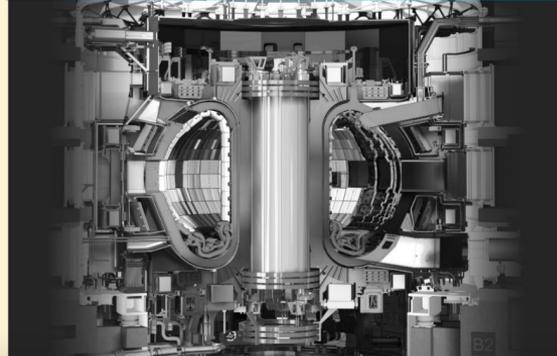
sente nell'aria è il radon-222, che si sprigiona dal sottosuolo. I raggi cosmici, invece, sono particelle ad alta energia, dotate di carica che provengono dallo spazio e che, interagendo con alcuni elementi dell'aria, del suolo e degli esseri viventi, producono isotopi radioattivi. Ad esempio, il carbonio-14, usato anche per le datazioni assolute, deriva dall'interazione fra i raggi cosmici e l'azoto atmosferico. I raggi cosmici vengono schermati in buona parte dall'atmosfera e la loro pericolosità aumenta all'aumentare della quota sul livello del mare.

L'inquinamento radioattivo di origine artificiale è dovuto principalmente alle fonti che esamineremo di seguito.

Esplosione di ordigni atomici

Explore

Nuclear Energy from Fission and Fusion: an overview



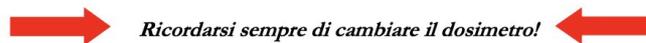
Marco Ripani
INFN Genova



Il *dosimetro* non è uno strumento di protezione dalle radiazioni ionizzanti, ma di sorveglianza: serve a misurare la quantità di radiazioni (detta *dose*) assorbita da un lavoratore. È costituito da un *astuccio* e da una piccola piastra di alluminio, detta *card*, che contiene i rivelatori di radiazioni, ovvero due cristalli di un apposito materiale, sensibile alle radiazioni ionizzanti.

COME VA GESTITO?

Prima che inizi il periodo di utilizzo i dosimetri vengono spediti da parte della Dosimetria. All'inizio del periodo, si sostituisce il dosimetro vecchio con quello nuovo.



Ricordarsi sempre di cambiare il dosimetro!

I dosimetri usati vanno restituiti alla Dosimetria per la lettura

PERCHÉ È IMPORTANTE CONSEGNARE IL DOSIMETRO IN TEMPO?



1. Perché è uno strumento di sorveglianza: una tardiva riconsegna compromette la tempestività della sorveglianza;
2. Perché, per poter sottrarre il fondo naturale di radiazione (che è sempre presente, ed è dovuto a raggi cosmici, radiazione terrestre, ecc.), tutti i dosimetri devono essere letti contemporaneamente ai dosimetri testimoni (detti *dosimetri di fondo*);
3. Perché, altrimenti, per poterlo preparare per il periodo successivo, deve essere fatto nuovo, con perdita di tempo e di denaro.

Explore



MENU



Istituto Superiore di Sanità

Ricerca

TEMA Protezione dalle radiazioni

Protezione dal radon

Il radon è un gas nobile radioattivo, inodore ed incolore, prodotto dal decadimento radioattivo del radio.

Il radon è presente in diverse quantità nell'aria interna di tutti gli edifici e proviene principalmente dal suolo e, in misura minore, dai materiali di costruzione dell'edificio (specialmente in caso di pareti molto spesse).

Elenco Argomenti

Protezione dal radon

Protezione dalla radioattività nelle acque destinate a uso umano

Explore



Fondazione
VERONESI



magazine
IL PORTALE DI CHI CREDE NELLA RICERCA

magazine  ACCEDI

ONCOLOGIA FUMO ALIMENTAZIONE CARDIOLOGIA NEUROSCIENZE PEDIATRIA GINECOLOGIA

DONA ORA 

SEI IN: MAGAZINE > L'ESPERTO RISPONDE > IL RADON: COS'È E COME COMBATTERLO?

L'ESPERTO RISPONDE

Il radon: cos'è e come combatterlo?

Redazione
PUBBLICATO IL 22-07-2014

PRENDITI CURA DELL'INFORMAZIONE SULLA SALUTE. LEGGI CON CALMA. CONDIVIDI RESPONSABILMENTE.

TAG:

TUMORE DEL POLMONE RADON

CASA

 AGGIUNGI AI PREFERITI

Mi hanno detto che vivo in un'area in cui vi sono alte concentrazioni di radon: cosa posso fare per limitare l'esposizione e quali azioni sono in corso per salvaguardare la nostra salute?

Roberta F, Busto Arsizio



*Risponde Mauro Magnoni (nella foto), dirigente responsabile della struttura **radiazioni ionizzanti** di ARPA Piemonte (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente)*

 +

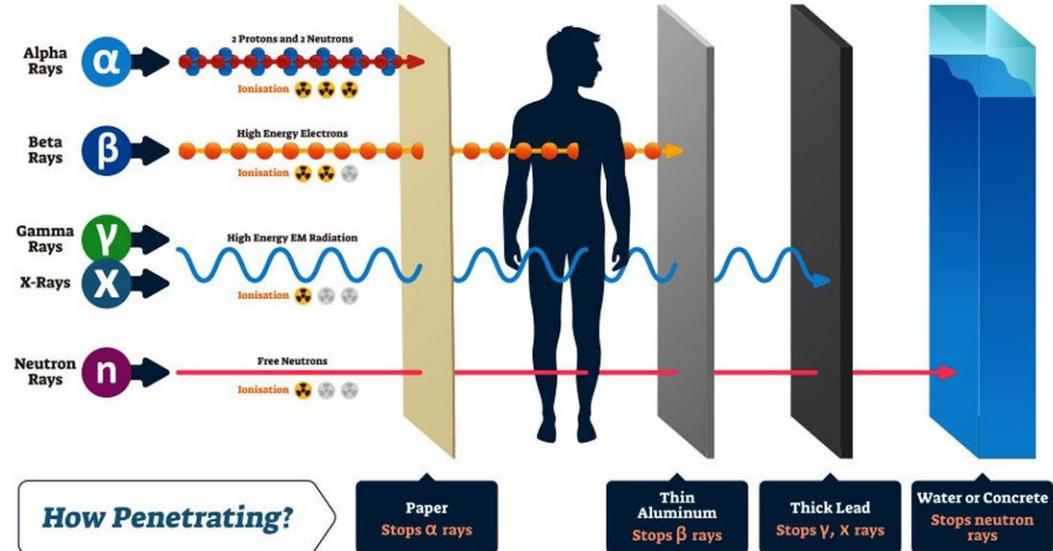
GLOSSARI

RADON

TUMORE DEL POLMONE

Explain

TYPES OF RADIATION



Elaborate

Radioattività ambientale declinazione interdisciplinare tra Matematica e Fisica

12 settembre 2022

FABRIZIO DIAZ GUERRA fabriziodiazg@gmail.com

FRANCESCO LONGO francesco.longo@ts.infn.it

VALENTINA BOLOGNA valentina.bologna@phd.units.it

STEFANO RAVASI stefano.ravasi@oberdants.com



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**

DIPARTIMENTO DI FISICA



Elaborate

SATURDAY, OCTOBER 12 2024 | 📶 f Search 🔍

PhysicsOpenLab

Modern DIY Physics Laboratory for Science Enthusiasts

[🏠](#) [Index of Posts](#) [Italian Posts](#) [English Posts](#) [DIY Scientific Equipment](#) [Real Time Monitoring](#) [About PhysicsOpenLab](#) 🔗

[🏠 Home](#) / [English Posts](#) / CERN DIY Particle Detector

CERN DIY PARTICLE DETECTOR

🕒 June 15, 2020 📁 English Posts, Radioactivity 👁 21,029 Views



CATEGORIES

- 📁 [Biology](#) (20)
- 📁 [Cosmic Rays](#) (36)
- 📁 [English Posts](#) (255)
- 📁 [Geophysics](#) (16)
- 📁 [Italian Posts](#) (250)
- 📁 [Light](#) (143)
 - 📁 [Fluorescence](#) (24)
 - 📁 [Phosphorescence](#) (6)
 - 📁 [Spectrometer](#) (24)
- 📁 [Microwaves & RadioAstronomy](#) (38)
- 📁 [Nanotechnology & Smart Materials](#) (8)
- 📁 [PSoC](#) (16)

Elaborate



[Associazione](#) ▾ [Articoli](#) [Content in English](#) ▾ [FAQ nucleari](#) ▾ [Iniziative](#) ▾ [Stand Up For Nuclear](#) ▾

[Conferenze e seminari](#) [ECO&BRAIN](#) [Chiacchierate Nucleari e Carriere Atomiche](#) [Galleria](#)



I nostri ultimi approfondimenti



Gli articoli più letti nel 2023



Prossimi appuntamenti

12 ottobre: Stand Up for Nuclear a Acireale, Brescia, Lecco, Napoli, Padova

13 ottobre: Stand Up for Nuclear a Bologna

25 ottobre: visita alla centrale nucleare di Latina
(termine per iscriversi: 13 ottobre)

Elaborate

Home / Products / Nuclear and Particle Physics Experiments

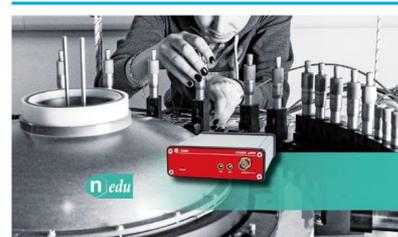
Nuclear and Particle Physics Experiments

A wide range of modern physics experiments for advanced labs based on the latest technologies and instrumentation



Beta Spectroscopy

After radioactivity discovery, E. Rutherford separated radioactive emissions into two types: alpha (α) and beta (β^-) radiations, based on matter...



Gamma Spectroscopy

In 1895 the radioactivity was discovered by H. Becquerel and in 1903 the Nobel Prize in Physics was assigned to Curie...



Nuclear Imaging - PET

Positron Emission Tomography (PET) scanner is the state-of-the-art medical imaging system, capable of providing detailed functional information of physiological processes...