CSC

Centro Studi Colombo

Meccanica dei fluidi

6 MECCANICA DEI FLUIDI

6.1 STATI DI AGGREGAZIONE DELLA MATERIA

I più comuni stati di aggregazione in cui si può presentare la materia sono: **solido, liquido** e **aeriforme**. Le forze intermolecolari sono deboli nei liquidi rispetto alle forze che si riscontrano nei solidi e ancor più deboli sono negli aeriformi. Le molecole nei solidi sono vincolate le une alle altre, vibrano attorno alla posizione che occupano nella struttura cristallina ma non possono muoversi attraverso il solido. Le molecole nei liquidi sono caratterizzate da una elevata mobilità, possono scorrere le une sulle altre (cosa che consente al liquido di cambiare forma) ma risentono pur sempre dei legami con le molecole vicine (cosa che rende il liquido poco comprimibile).

Le molecole negli aeriformi risentono molto poco della presenza le une delle altre, sono distanti tra loro e libere di muoversi. A seguito della mobilità delle molecole, sia i liquidi che gli aeriformi hanno la caratteristica di poter fluire, da cui il nome di **fluido**.

Da un punto di vista macroscopico si dice che i solidi hanno volume e forma propria[1]; i liquidi hanno volume proprio ma assumono la forma del contenitore, gli aeriformi non hanno né forma né volume proprio.

6.2 DENSITÀ

La **densità** ρ di una sostanza è definita come rapporto tra la massa m di un elemento[2] di quella sostanza ed il suo volume V:

$$\boxed{\rho = \frac{m}{V}} \tag{6.1}$$

L'unità di misura della densità nel Sistema Internazionale è il *chilogrammo/metro*^{3}. Le sue dimensioni sono: $[\rho] = [M \cdot L^{-3}]$.

In generale la densità dipende da fattori ambientali quali temperatura e pressione, ma per liquidi e solidi questa dipendenza è poco sensibile anche per ampie variazioni di temperatura e pressione. A 20°C e alla pressione atmosferica la densità dell'acqua[3] vale 1000 kg/m^3 = 1 g/cm^3 = 1kg/l e la densità dell'aria vale 1,21 kg/m^3.

Si definisce **densità relativa** di una sostanza il rapporto tra la densità della sostanza e la densità dell'acqua. Ad esempio l'alluminio ha densità $\rho_{Al} = 2700 \frac{kg}{m^3}$ e densità relativa $\rho_r = \frac{\rho_{Al}}{\rho_{H_2O}} = \frac{2700 \frac{kg}{m^3}}{1000 \frac{kg}{m^3}} = 2{,}7$. La densità relativa è una quantità adimensionale.

6.3 PESO SPECIFICO

Il **peso specifico** p_s di un corpo di massa m e volume V è definito come rapporto tra peso del corpo e suo volume:

$$\boxed{p_s = \frac{m}{V} \cdot g = \rho \cdot g} \tag{6.2}$$

essendo ρ la densità del corpo e g l'accelerazione di gravità. L'unità di misura del peso specifico nel Sistema Internazionale è il *newton/metro*^{3}. Le sue dimensioni sono: $[p_S] = [M \cdot L^{-2} \cdot T^{-2}]$.

Si definisce **peso specifico relativo** di una sostanza il rapporto tra il peso di un corpo di quella sostanza e il peso di un uguale volume di acqua distillata.

6.4 Pressione

La **pressione** P di una forza $\vec{F}$ che agisce su una superficie di area S è definita come il rapporto tra la componente della forza F_n normale (perpendicolare) alla superficie e l'area della superficie stessa:

$$\boxed{P = \frac{F_n}{S}} \tag{6.3}$$

La pressione è una grandezza scalare.

L'unità di misura della pressione nel Sistema Internazionale è il $pascal = \frac{newton}{metro^2}$ (simbolo Pa) e le sue dimensioni sono: $[P] = [M \cdot L^{-1} \cdot T^{-2}]$.

L'unità di misura nel sistema c.g.s. è la $baria = \frac{dine}{centimetro^2}$ (1 baria = 0,1 Pa)[4].

In pratica vengono usate anche altre unità di misura della pressione quali il bar, il torr (o mmHg) e l'atmosfera. I fattori di conversione sono riportati in Tabella 6.1 (es. 1 torr = 133 Pa).

Tabella 6.1 Unità di misura usate per la pressione e relativi fattori di conversione

Pa	atm	bar	torr (mmHg)	cm H_2O
1	$9{,}87 \cdot 10^{-6}$	10^{-5}	$7{,}50 \cdot 10^{-3}$	0,0102
$1{,}013 \cdot 10^5$	**1**	1,013	760	1034
10^5	0,987	**1**	750	1020
133	$1{,}32 \cdot 10^{-3}$	$1{,}33 \cdot 10^{-3}$	**1**	1,360
98	$9{,}67 \cdot 10^{-4}$	$9{,}8 \cdot 10^{-4}$	0,735	**1**

L'atmosfera (atm) è pari alla pressione media dovuta alla atmosfera terrestre a livello del mare, alla temperatura di 0°C, e corrisponde alla pressione esercitata da una colonna di mercurio (simbolo Hg) alta 760 mm. Il torr rappresenta la pressione esercitata da una colonna di 1 mm di mercurio (1 atm = 760 mmHg = $1{,}013 \cdot 10^5$ Pa).

6.5 Pressione nei fluidi

La pressione esiste in tutti i punti del fluido come forza per unità di superficie che le molecole del fluido esercitano perpendicolarmente sulle pareti del contenitore ma anche su superfici che sono all'interno del fluido stesso. La **pressione all'interno del fluido** è isotropa, cioè la pressione in un certo punto non dipende dall'orientazione della superficie.

La pressione nei fluidi è dovuta a **forze di superficie** (forze che si esercitano sulla superficie del fluido, come ad esempio attraverso la compressione di un pistone di un cilindro in cui è contenuto il fluido) e a **forze di volume** (forze che si esercitano all'interno del fluido, come ad esempio la forza peso).

Per un fluido in quiete variazioni di pressione dovute a forze di superfici si trasmettono inalterate a tutti i punti del fluido mentre la pressione dovuta alla forza peso del liquido cresce con la profondità. Per un liquido in quiete valgono le leggi di Pascal e Stevino.

6.6 Legge di Pascal

La **legge di Pascal** afferma che *in un fluido in quiete, ove non si consideri la forza di gravità, la pressione si trasmette inalterata a tutti i punti del fluido.*

6.7 Legge di Stevino

La **legge di Stevino** afferma che *in un fluido in quiete in un campo gravitazionale la pressione P_h che agisce ad una profondità h all'interno di un fluido è pari a*:

$$\boxed{P_h = P_0 + \rho \cdot g \cdot h} \tag{6.4}$$

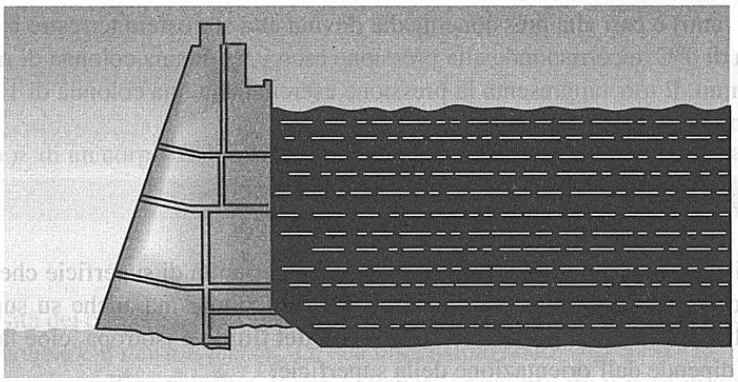
dove P_0 è la pressione che agisce sulla superficie libera del fluido, ρ è la densità del fluido e g è l'accelerazione di gravità.

La **pressione idrostatica** data da $P = P_h - P_0 = \rho \cdot g \cdot h$ è la stessa in tutti i punti di un fluido che si trovano alla stessa profondità h, indipendentemente dalla forma del contenitore e cresce linearmente con la profondità. La pressione idrostatica esercitata dalla colonna di 1 mm di mercurio (1 torr) è:

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot h = 13{,}6 \cdot 10^3 \frac{kg}{m^3} \cdot 9{,}8 \cdot \frac{m}{s^2} \cdot 10^{-3} m = 133 Pa$$

La pressione idrostatica esercitata dalla colonna di 1 cm di acqua è:

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot h = 10^3 \frac{kg}{m^3} \cdot 9{,}8 \cdot \frac{m}{s^2} \cdot 10^{-2} m = 98 Pa$$



❒ ***Figura 6.1*** *La pressione idrostatica cresce proporzionalmente alla profondità: per questo motivo lo spessore della diga cresce dall'alto verso il basso.*

6.8 Principio di Archimede

Il **principio di Archimede** afferma che un *corpo immerso in un fluido riceve una spinta dal basso verso l'alto di intensità pari al peso del fluido spostato*. La forza di Archimede ha modulo F_A pari a:

$$\boxed{F_A = \rho_F \cdot g \cdot V_C} \tag{6.5}$$

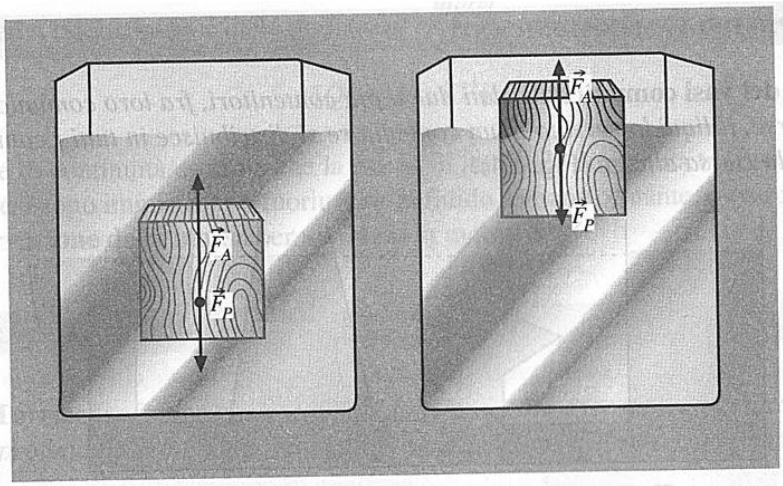
dove ρ_F è la densità del fluido, V_C è il volume del corpo immerso e g è l'accelerazione di gravità.

Essendo il corpo soggetto anche alla forza peso $F_P = \rho_C \cdot g \cdot V_C$, dove ρ_C è la densità del corpo, è possibile avere il galleggiamento solo quando la densità del corpo è inferiore alla densità del fluido nel quale è immerso e la condizione di galleggiamento corrisponde a:

$$\boxed{\rho_C \cdot g \cdot V_C = \rho_F \cdot g \cdot V_F} \tag{6.6}$$

dove V_F indica il volume del fluido spostato, quindi pari alla parte immersa del corpo.

Se le densità del corpo e del fluido sono uguali si ha una condizione di equilibrio, mentre se la densità del corpo è maggiore di quella del fluido il corpo affonda.



(a) (b)

❒ ***Figura 6.2*** *Per un blocco di legno che è stato inizialmente posto sul fondo, la forza di Archimede agente sul blocco è maggiore del peso del blocco stesso* ***(a)****. Il blocco risale in superficie e si raggiunge la situazione di equilibrio quando il peso dell'acqua spostata (peso del volume d'acqua pari al volume di corpo immerso) è pari al peso del blocco* ***(b)****.*

Il punto di applicazione della spinta di Archimede F_A è il baricentro del fluido spostato detto centro di spinta o centro di galleggiamento, mentre il punto di applicazione della forza peso del corpo F_P è il baricentro del corpo. Questi due punti di applicazione coincidono solo quando il corpo ha densità uniforme ed è totalmente immerso nel fluido.

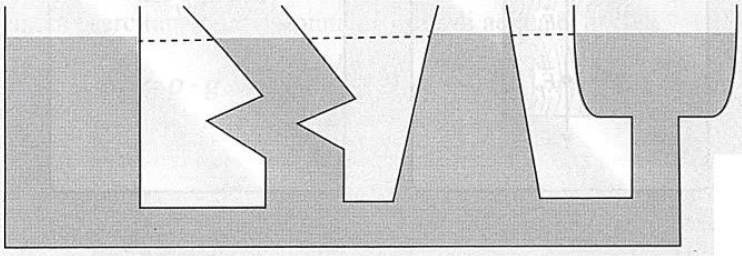
Per un corpo che galleggia, le due forze possono trovarsi applicate sulla stessa linea verticale (Fig. 6.3a) ed in tal caso si dice che il corpo galleggia in equilibrio (equilibrio stabile se F_P applicata al di sotto di F_A) oppure possono dar luogo ad una coppia di forze e creare un momento non nullo che provoca una rotazione (Fig. 6.3b).

(a) (b)

❒ ***Figura 6.3*** *Galleggiamento di un corpo.*

6.9 Principio dei vasi comunicanti

Per il **principio dei vasi comunicanti**, *dati due o più contenitori, fra loro comunicanti, di forma e dimensioni diverse, il liquido versato in un contenitore si distribuisce in tutti i contenitori in modo da raggiungere la stessa altezza* (Fig. 6.4).



❒ ***Figura 6.4*** *Principio dei vasi comunicanti*

6.10 Fluidi in movimento

Per poter fare una trattazione matematica semplificata del moto dei fluidi è necessario riferirsi a **fluidi ideali in moto stazionario**.

Un fluido si definisce ideale se sussistono entrambe le seguenti condizioni:

1. il fluido è incomprimibile (ovvero in tutto il fluido la densità è costante, sia nello spazio che nel tempo);
2. il fluido è privo di viscosità (ovvero gli effetti di attriti interni possono essere trascurati).

Il fluido è in moto stazionario quando la velocità delle particelle di un fluido, che si trovano a passare in un certo punto, è la stessa di quella delle particelle che, in quello stesso punto, sono passate in precedenza o passeranno in seguito. La velocità può variare da un punto ad un altro punto all'interno del fluido ma per un dato punto la velocità è costante nel tempo.

6.11 Equazione di continuità

Per un fluido ideale in moto stazionario che scorre in un condotto, vale l'**equazione di continuità**:

$$\boxed{Q = S \cdot \mathrm{v} = \mathrm{cost}} \tag{6.7}$$

dove Q è la portata del condotto, S è la sezione trasversale del condotto e v la velocità del fluido in corrispondenza di tale sezione.

Se la sezione del condotto non è costante anche la velocità del fluido non sarà costante, in particolare sezione e velocità sono inversamente proporzionali.

La **portata** esprime il volume di fluido che attraversa la sezione in un'unità di tempo. L'unità di misura nel Sistema Internazionale della portata è $\frac{metri^3}{secondo}$ e le sue dimensioni sono:

$$[Q] = [L^3 \cdot T^{-1}]$$

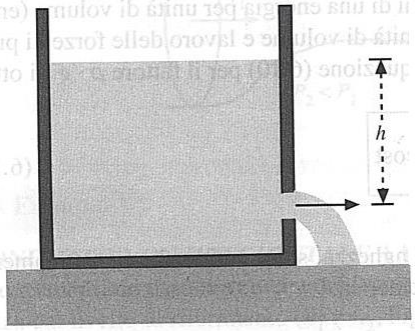
L'equazione di continuità esprime che la massa di un fluido contenuta tra due sezioni del condotto, ove non esistono immissioni o fuoriuscite di fluido, rimane costante, ovvero esprime il **principio di conservazione della massa** per un fluido in moto.

6.12 Teorema di Torricelli

Il **teorema di Torricelli** afferma che *se un liquido non viscoso esce da un foro praticato in un recipiente ad una profondità* h *dalla superficie libera del liquido (Fig. 6.5), la velocità di efflusso* v *è uguale a:*

$$\boxed{v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}} \tag{6.8}$$

dove g è l'accelerazione di gravità.
Tale velocità è uguale a quella di un corpo che cade da una altezza h per effetto della sua forza peso.



❒ ***Figura 6.5*** *Teorema di Torricelli*

6.13 Teorema di Bernoulli

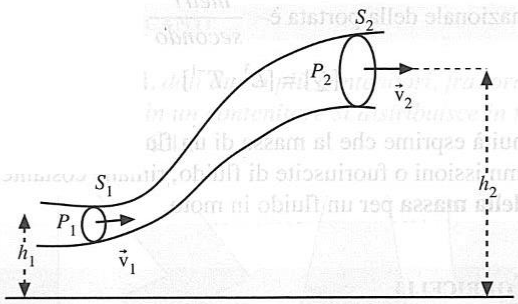
Il **teorema di Bernoulli** esprime il **principio di conservazione dell'energia** per un fluido ideale in moto stazionario.

Considerati due punti qualsiasi 1 e 2 di un generico condotto non orizzontale a sezione variabile $S_1 \neq S_2$ (Fig. 6.6), in cui scorre un fluido ideale in moto stazionario, il teorema di Bernoulli afferma che:

$$\boxed{P_1 + \rho \cdot g \cdot h_1 + \frac{1}{2}\rho \cdot v_1^2 = P_2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + \frac{1}{2}\rho \cdot v_2^2} \tag{6.9}$$

dove:

P_1 e P_2 sono le pressioni del fluido nei punti 1 e 2
h_1 e h_2 sono le altezze dei punti 1 e 2 rispetto ad un riferimento orizzontale



❒ ***Figura 6.6*** *Teorema di Bernoulli: condotto non orizzontale con sezione variabile*

v_1 e v_2 la velocità del fluido nei punti 1 e 2
ρ è la densità dl fluido e g è l'accelerazione di gravità

In generale, essendo i punti 1 e 2 scelti in moto arbitrario, si può scrivere:

$$\boxed{P + \rho \cdot g \cdot h + \frac{1}{2}\rho \cdot v^2 = \text{cost}} \tag{6.10}$$

I tre termini dell'equazione (6.10) hanno le dimensioni di una energia per unità di volume (energia cinetica per unità di volume, energia potenziale per unità di volume e lavoro delle forze di pressione per unità di volume). Dividendo i tre termini dell'equazione (6.10) per il fattore $\rho \cdot g$ si ottiene:

$$\boxed{\frac{P}{\rho \cdot g} + h + \frac{v^2}{2g} = \text{cost}} \tag{6.11}$$

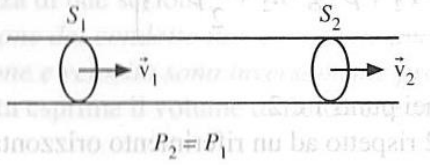
Questi tre termini, che hanno le dimensioni di una lunghezza, sono noti anche rispettivamente come altezza piezometrica, altezza geometrica e altezza cinetica.

Esistono casi particolari di applicazione del teorema di Bernoulli:

Esempio

CONDOTTO ORIZZONTALE CON SEZIONE COSTANTE

Se la sezione è costante $S_1 = S_2$ (Fig. 6.7), per l'equazione di continuità anche la velocità del fluido è costante in ogni punto ($v_1 = v_2$). Inoltre, visto che il condotto è orizzontale, l'altezza dal livello di riferimento è ovunque costante ($h_1 = h_2$). Ne consegue che *la pressione è costante lungo tutto il condotto.*



❒ ***Figura 6.7*** *Teorema di Bernoulli: condotto orizzontale con sezione costante.*

$$\boxed{P_1 = P_2 = \text{cost}} \tag{6.12}$$

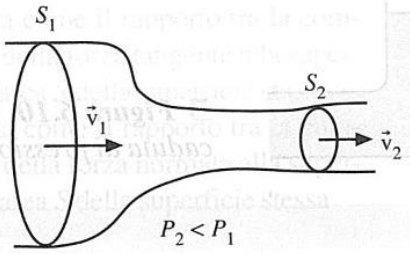
Esempio

CONDOTTO ORIZZONTALE A SEZIONE VARIABILE

In questo caso la velocità del fluido non è più costante ($v_1 \neq v_2$), mentre continua ad esserlo l'altezza dal livello di riferimento ($h_1 = h_2$). L'equazione di Bernoulli (6.9) si semplifica alla seguente espressione:

$$\boxed{P_1 + \frac{1}{2}\rho \cdot v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho \cdot v_2^2} \tag{6.13}$$

Se ad esempio il condotto si restringe ($S_2 < S_1$) (Fig. 6.8), la velocità aumenta ($v_2 > v_1$) quindi nella (6.13) si ha $\frac{1}{2}\rho \cdot v_2^2 > \frac{1}{2}\rho \cdot v_1^2$ da cui $P_2 < P_1$. Ovvero la pressione diminuisce dove il condotto si restringe. Questa osservazione è nota come **principio di Venturi**.



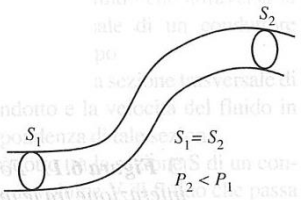
❒ ***Figura 6.8*** *Principio di Venturi: condotto orizzontale con sezione variabile.*

Esempio

CONDOTTO NON ORIZZONTALE A SEZIONE COSTANTE

In questo ultimo caso la velocità del flusso è costante lungo il condotto ($v_2 = v_1$), mentre cambia l'altezza dal livello di riferimento ($h_1 \neq h_2$, Fig. 6.9). L'equazione diventa:

$$\boxed{P_1 + \rho \cdot g \cdot h_1 = P_2 + \rho \cdot g \cdot h_2 = \text{cost}} \qquad (6.14)$$

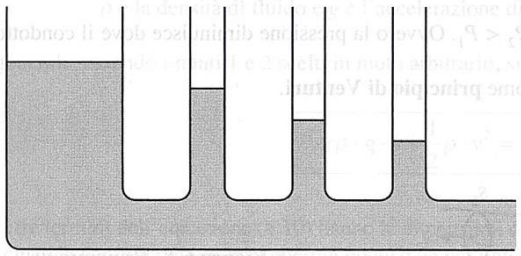


❒ ***Figura 6.9*** *Teorema di Bernoulli: condotto non orizzontale con sezione costante.*

6.14 Fluido reale

In un **fluido reale**, vi sono forze di attrito interno che si esercitano tra le molecole del fluido (forze di coesione) e tra il fluido e le pareti del recipiente (forze di adesione). Tali forze sono chiamate **forze viscose**. La viscosità di un fluido dipende dalla sua temperatura.

Una conseguenza delle forze viscose per un fluido in moto è la perdita di energia dovuta agli attriti interni. Considerando ad esempio un condotto orizzontale a sezione costante ($S_2 = S_1$) in cui scorre un fluido reale, si avrà una perdita di energia per unità di volume. Quindi la pressione diminuisce al progredire del fluido nel condotto ($P_2 < P_1$). Si può meglio osservare il fenomeno della **caduta di pressione** considerando un recipiente cilindrico collegato ad un tubo avente delle colonne verticali (Fig. 6.10) che consentono di individuare la pressione in varie posizioni del condotto: la risalita del fluido nelle diverse colonne varia in funzione della distanza.

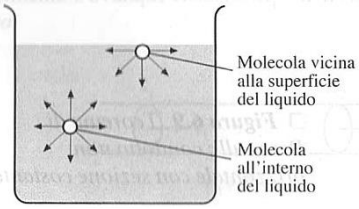


❒ ***Figura 6.10*** *Fenomeno della caduta di pressione.*

6.15 Fenomeni di superficie

In un liquido in quiete le molecole che si trovano vicino alla superficie sono solo parzialmente circondate da altre molecole del liquido, a differenza di quanto avviene per le molecole che si trovano all'interno del liquido (Fig. 6.11). Una molecola posta all'interno del liquido subisce quindi forze, di intensità pressoché uguale in tutte le direzioni, il che significa che la forza complessiva che agisce su di essa è nulla. Al contrario, una molecola posta sulla superficie risentirà di forze che tendono a mantenerla entro il liquido. Tutte le molecole della superficie libera formeranno pertanto un sottile strato che fa pensare ad una pellicola mantenuta in tensione.

Il **coefficiente di tensione superficiale** si può vedere come una forza per unità di lunghezza e si misura in $\frac{newton}{metro}$.



❒ ***Figura 6.11*** *Forze di interazione tra le molecole di un liquido: la tensione superficiale.*

Verifica

Meccanica dei fluidi

1) Un fluido:

A. è sempre incomprimibile
B. è un gas o un aeriforme
C. è reale se è privo di viscosità
D. ha velocità costante indipendentemente dalla sezione del conduttore in cui scorre
E. è ideale se la sua densità è costante

2) La pressione di una forza $\vec{F}$ su una superficie S:

A. è definita come il prodotto tra il modulo di $\vec{F}$ e la superficie S
B. è il prodotto scalare della forza $\vec{F}$ per S
C. è una grandezza vettoriale
D. è definita come il rapporto tra la componente della forza tangente alla superficie e l'area S della superficie stessa
E. è definita come il rapporto tra la componente della forza normale alla superficie e l'area S della superficie stessa

3) Indicare quali tra le seguenti equivalenze è esatta:

A. $1\ \text{Pa} = 10^{-5}\ \text{bar}$
B. $1\ \text{atm} = 1{,}013 \cdot 10^{5}\ \text{bar}$
C. $1\ \text{bar} = 0{,}987\ \text{Pa}$
D. $1\ \text{torr} = 133\ \text{atm}$
E. $1\text{Pa} = 760\ \text{torr}$

4) La portata di un condotto:

A. è il rapporto tra la velocità del fluido e la sezione trasversale di un condotto
B. è il prodotto della densità del fluido per la sezione trasversale del condotto
C. è il volume di fluido che attraversa la sezione trasversale di un conduttore nell'unità di tempo
D. è il rapporto tra la sezione trasversale di un condotto e la velocità del fluido in corrispondenza di tale sezione
E. è il prodotto tra la sezione S di un condotto e il volume V di fluido che passa nell'unità di tempo

5) Si consideri un fluido incomprimibile e non viscoso che scorre in un condotto in moto stazionario

A. la velocità del fluido è inversamente proporzionale alla sezione del condotto
B. la velocità del fluido è direttamente proporzionale alla sezione del condotto
C. la velocità del fluido è indipendente dalla sezione del condotto
D. la densità del fluido varia al variare della sezione del condotto
E. la pressione del fluido è inversamente proporzionale alla sezione del condotto

6) Si consideri un cilindro contenente del liquido. Per la legge di Stevino si ha che:

A. la pressione del liquido è maggiore in superficie che sul fondo
B. la pressione del liquido è costante in tutti i punti del fluido
C. la pressione del liquido sul fondo del recipiente non dipende dalla densità del liquido
D. la pressione sul fondo del cilindro dipende dall'altezza della colonna di liquido
E. la pressione del liquido sul fondo del recipiente non dipende dalla accelerazione di gravità

7) Se si immerge in un fluido di densità ρ_1 un corpo di densità ρ_2, per il principio di Archimede si può affermare che:

A. se $\rho_2 > \rho_1$, il corpo galleggia
B. se $\rho_2 < \rho_1$, il corpo galleggia
C. se $\rho_2 = \rho_1$, il corpo affonda
D. se $\rho_2 < \rho_1$, il corpo affonda
E. il corpo galleggia o affonda in dipendenza dalla sua forma, e non dalla sua densità

8) Se un liquido non viscoso esce da un foro praticato in un recipiente ad una profondità h dalla superficie libera del liquido, la velocità di efflusso:

A. non dipende né dall'altezza h, né dall'accelerazione di gravità
B. dipende dall'altezza h, ma non dall'accelerazione di gravità
C. dipende dall'accelerazione di gravità, ma non dall'altezza h
D. dipende sia dall'accelerazione di gravità, sia dall'altezza h
E. è minore della velocità di un corpo che cade dalla stessa altezza h per effetto della sua forza peso

9) Le dimensioni della pressione sono:

A. $[P] = [M \cdot L^{-1} \cdot T^{-2}]$
B. $[P] = [M \cdot L \cdot T^{-2}]$
C. $[P] = [M \cdot L^{-1} \cdot T^{-1}]$
D. $[P] = [M \cdot L^{-2} \cdot T^{-2}]$
E. $[P] = [M \cdot L^{2} \cdot T^{-2}]$

10) La pressione nel Sistema Internazionale si misura in:

A. pascal
B. bar
C. atmosfere
D. torr
E. mmHg

11) Le dimensioni della densità sono:

A. $[\rho]=[M \cdot L^{-2}]$

B. $[\rho]=[M \cdot L^{-1}]$

C. $[\rho]=[M \cdot L]$

D. $[\rho]=[M \cdot L^{3}]$

E. $[\rho]=[M \cdot L^{-3}]$

12) La viscosità di fluido:

A. è un indice delle forze di attrito all'interno di un fluido
B. non dipende dalla temperatura del fluido
C. è dovuta al fatto che l'interazione tra le molecole in superficie è diversa rispetto all'interazione tra le molecole in profondità
D. coincide con la densità del fluido
E. per un fluido ideale è considerata massima

13) Il ghiaccio nell'acqua:

A. galleggia perché la densità del ghiaccio è uguale a quella dell'acqua
B. galleggia perché la densità del ghiaccio è minore di quella dell'acqua
C. galleggia perché la densità del ghiaccio è maggiore di quella dell'acqua
D. affonda perché la densità del ghiaccio è uguale a quella dell'acqua
E. affonda solo se si considera un blocco di dimensioni molto elevate, perché la densità del ghiaccio è minore di quella dell'acqua

14) Se la sezione di un tubo orizzontale che trasporta l'acqua in un acquedotto si riduce, in corrispondenza della strozzatura:

A. la velocità dell'acqua e la pressione diminuiscono
B. la velocità dell'acqua aumenta e la pressione diminuisce
C. la velocità dell'acqua e la pressione aumentano
D. la pressione dell'acqua rimane inalterata ma la velocità aumenta
E. la pressione dell'acqua aumenta mentre la velocità rimane invariata

15) Il valore della pressione atmosferica a livello del mare e a temperatura di 0°C è uguale a:

A. 1 atm
B. 1 Pa
C. 1 torr
D. 1 mmHg
E. 1 bar

16) Detta P_0 la pressione atmosferica, la pressione P che agisce ad una profondità h all'interno di un fluido è pari a:

A. $P = P_0 - \rho \cdot g \cdot h$

B. $P = P_0 + \rho \cdot g \cdot h$

C. $P = \rho \cdot g \cdot h - P_0$

D. $P = \dfrac{\rho \cdot g \cdot h}{P_0}$

E. $P = \dfrac{P_0}{\rho \cdot g \cdot h}$

17) La legge di Pascal afferma che se varia la pressione in un qualsiasi punto di un fluido non soggetto alla forza di gravità, questa variazione:

A. si trasmette inalterata a tutti i punti del fluido
B. non si trasmette agli altri punti del fluido
C. si trasmette solo alle molecole che si trovano nelle immediate vicinanze del punto
D. si trasmette in tutti i punti del fluido in maniera inversamente proporzionale alla distanza dal punto
E. si trasmette in tutti i punti del fluido in maniera direttamente proporzionale alla distanza dal punto

18) Si consideri un fluido ideale in un condotto. Per il teorema di Bernoulli si ha:

A. $P - \rho \cdot g \cdot h + \frac{1}{2}\rho \cdot v^2 = \text{cost}$

B. $P + \rho \cdot g \cdot h - \frac{1}{2}\rho \cdot v^2 = \text{cost}$

C. $P - \rho \cdot g \cdot h - \frac{1}{2}\rho \cdot v^2 = \text{cost}$

D. $P \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot \frac{1}{2}\rho \cdot v^2 = \text{cost}$

E. $P + \rho \cdot g \cdot h + \frac{1}{2}\rho \cdot v^2 = \text{cost}$

19) La pressione idrostatica su un nuotatore che si trova a 20 metri sotto il livello del mare è circa:

A. 2 atm
B. 20 Pa
C. 200 cm H_2O
D. 20 atm
E. 760 mm Hg

20) Un corpo è immerso in un liquido. La densità del corpo vale un terzo della densità del liquido. Si può affermare che:

A. il corpo galleggia con un volume immerso pari ad un terzo del volume del corpo
B. il corpo galleggia con un volume immerso pari alla metà del volume del corpo
C. il corpo galleggia con un volume immerso pari a due terzi del volume del corpo
D. il corpo galleggia con un volume immerso pari a tre quarti del volume del corpo
E. il corpo galleggia con un volume immerso pari a tre decimi del volume del corpo.