

**PROBLEMI D'IDRAULICA E MACCHINE IDRAULICHE**

*Nota.*

Quando non è specificato diversamente, la massa volumica dell'acqua normale si intende del valore di  $1\ 000\ \text{kg/m}^3$ .

**Esercizi di idrostatica.**

**1**

Sullo stantuffo minore di un torchio idraulico del diametro di 60 mm agisce una forza di 700 N.

Quale deve essere il diametro dello stantuffo grande, se con tale torchio si vuole esercitare uno sforzo di 40 kN? [ $D \approx 453\ \text{mm}$ ]

**2**

Determinare la massa volumica  $\rho$  di una sfera di volume  $V$  in equilibrio tra due liquidi di massa volumica:

$\rho_1 = 850\ \text{kg/m}^3$  e  $\rho_2 = 1\ 000\ \text{kg/m}^3$ , in modo che il piano di separazione dei fluidi passi per il centro della sfera. [ $\rho = 925\ \text{kg/m}^3$ ]

**3**

Si vuole conoscere la spinta che una massa di acqua esercita su una

porzione rettangolare della superficie di una parete laterale del recipiente che la contiene, sapendo che tale rettangolo misura  $18 \times 14\ \text{cm}$  e l'altezza della colonna d'acqua dal baricentro di esso alla superficie libera di livello è di 2,70 m.

[ $\approx 667\ \text{N}$ ]

**4**

Un cubo avente il lato di 1,20 m viene immerso nell'acqua verticalmente e con una faccia parallela alla superficie del liquido.

Quale spinta dal basso in alto riceverà tale cubo se la sua immersione avviene per  $3/4$  della sua altezza? [ $\approx 12\ 714\ \text{N}$ ]

**5**

Un cilindro lungo 1 m, con sezione retta di  $10\ \text{cm}^2$  ha la massa

di 500 grammi. Può esso galleggiare nell'acqua? E se galleggia, di quanto si immergerà, supposto che si mantenga verticale? [ $h = 50 \text{ cm}$ ]

**6**

Con quale peso dobbiamo caricare una staffa di fonderia dovendo fondere una piastra di ghisa avente la superficie di  $15 \text{ dm}^2$  con una altezza di colonna liquida di materozza di  $30 \text{ cm}$ ?

**7**

In un serbatoio cilindrico alto  $2,15 \text{ m}$ , pieno d'acqua, vi è uno sportello circolare del diametro di  $28 \text{ cm}$ , il cui centro dista  $0,25 \text{ m}$  dal fondo.

Qual è il carico del liquido su tutta l'area dello sportello? [ $\approx 1150 \text{ N}$ ]

**8**

Un tubo ripiegato ad U contiene nei due rami verticali rispettivamente acqua distillata ( $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ) ed olio minerale ( $\rho_o = 920 \text{ kg/m}^3$ ). Poiché i due liquidi non sono miscibili e l'acqua riempie il proprio ramo per  $23 \text{ cm}$  di altezza, qual è l'altezza raggiunta dall'olio nell'altro ramo? [ $h \approx 25 \text{ cm}$ ]

**9**

Determinare la spinta idrostatica esercitata sulla parete, inclinata di  $60^\circ$  (sull'orizzonte), di un serbatoio che contiene nafta leggera ( $\rho = 760 \text{ kg/m}^3$ ). La dimensione trasversale della parete è  $2 \text{ m}$ , la sua proiezione verticale è di  $5 \text{ m}$  d'acqua.

Si valuti anche la posizione del centro di spinta. [ $\approx 215594 \text{ N}$ ]

**10**

Sulla parete verticale di una vasca contenente acqua è sistemata una valvola il cui disco otturatore ha un diametro di  $20 \text{ cm}$  e il baricentro a  $1,2 \text{ m}$  dal fondo. La valvola è tarata con una molla che esercita sull'otturatore una forza di  $3925 \text{ N}$ .

Qual è l'altezza d'acqua nella vasca per la quale si ha l'apertura della valvola? [ $\approx 14 \text{ m}$ ]

**11**

Un corpo di forma cilindrica con diametro esterno di  $90 \text{ cm}$  e l'altezza di  $1,10 \text{ m}$  ha la massa di  $300 \text{ kg}$  ed è immerso verticalmente nell'acqua.

Si determini l'altezza della parete immersa. [ $\approx 47 \text{ cm}$ ]

**12**

Calcolare la massa che dovrebbe avere il liquido in cui è immerso il corpo del problema precedente affinché il corpo stesso sia totalmente immerso ed in equilibrio nel liquido. [ $\approx 430 \text{ kg/m}^3$ ]

**13**

Un cassone in cemento armato a forma di parallelepipedo ha la massa  $25 \text{ Mg}$ , è lungo  $7 \text{ m}$ , largo  $3 \text{ m}$ , alto  $3 \text{ m}$ . Esso viene varato in mare ( $\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$ ) e successivamente caricato di sabbia.

Si calcoli il pescaggio del cassone vuoto e la massa di sabbia che può sopportare perché il bordo emerga di  $50 \text{ cm}$ .

[ $h = 116 \text{ cm}$ ;  $m = 28810 \text{ kg}$ ]

**14**

Se in un recipiente si ha la pressione assoluta di  $0,04 \text{ bar}$  ed il baro-

metro segna 755 mm di Hg, quanto vale la depressione nel recipiente in pascal ed in mm di Hg? (Si ricordi che il vuoto, o depressione, è misurato dalla differenza fra le pressioni assolute esterna ed interna).

[ $\approx 725,6$  mm di Hg]

### 15

Una condotta forzata del diametro di 1 m presenta, in un tratto orizzontale con asse a 150 m sotto il pelo libero della diga, una curva con deviazione di  $30^\circ$ .

Calcolare la spinta idrostatica dell'acqua sul gomito. [ $\approx 598$  kN]

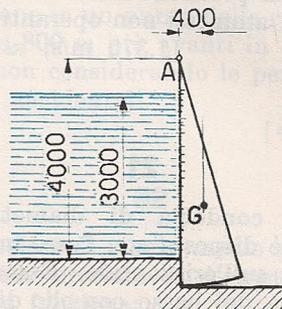
### 16

Se il rapporto fra i diametri degli stantuffi di un torchio idraulico è  $D/d = 15$ , quanto vale il rapporto fra le forze, supposta una riduzione di pressione del 5%? [213,75]

### 17

La paratoia schematizzata in figura, libera di ruotare intorno al perno A,

sbarra un canale a sezione rettangolare con larghezza di 2 m. Determi-



nare il peso che deve avere la paratoia affinché, con altezza di 3 m di acqua nel canale, resti chiusa per effetto del solo peso proprio.

[ $\approx 662$  kN]

### 18

Determinare lo sforzo necessario per sollevare una paratoia di massa 80 kg, con parete bagnata dall'acqua di larghezza 75 cm ed altezza 90 cm, se il coefficiente d'attrito fra la paratoia e le sue guide è  $f = 0,8$ .

[ $\approx 317$  daN]

## Esercizi di idrodinamica.

### 19

Attraverso un corso d'acqua, in una sezione di  $0,54$  m<sup>2</sup>, la velocità media è di 2 m/s. Trovare la portata del corso d'acqua e la velocità media in una sezione di esso che sia  $3/4$  della precedente.

[1080 l/s; 2,7 m/s]

### 20

Una tubazione del diametro interno di 15 cm è percorsa da 126 m<sup>3</sup>/h di acqua. Sulla sezione considerata come iniziale la pressione è di 2,5 bar e la quota di 13 m, mentre sulla sezione considerata come terminale — il cui diametro è maggiore del

20% rispetto a quello della sezione iniziale — la quota è di 6 m.

Si chiede di determinare la velocità e la pressione sulla sezione terminale, ammessi non operanti gli attriti. [1,375 m/s;  $\approx$  3 bar]

## 21

Una condotta di diametro costante è disposta con l'asse inclinato di 20° sull'orizzontale. Essa è alimentata dal basso con olio di massa volumica = 940 kg/m<sup>3</sup> e pressione di 3 bar.

Determinare la lunghezza che deve avere la tubazione perché, ammessa una perdita di carico pari al 10% della colonna d'olio corrispondente alla pressione sulla sezione 1, l'olio raggiunga la sezione 2 con una pressione di 2 bar, confrontandola con la lunghezza di tubazione nel caso di perdite non operanti.

[ $\approx$  32 m;  $\approx$  28 m]

## 22

In una sezione di una condotta d'acqua si hanno le seguenti caratteristiche: velocità media  $v = 10$  m/s; pressione  $p = 8$  bar; altezza geodetica  $z = 25$  m.

Si calcoli la potenza meccanica disponibile nella sezione, nell'ipotesi che la portata della vena sia  $Q = 60$  l/s. [ $\approx$  66 kW]

## 23

In una vena d'acqua a regime permanente della portata di 100 l/s si ha fra due sezioni una perdita di carico continua di 15 m. Quanto vale la potenza perduta per attrito?

[14,715 kW  $\approx$  15 kW]

## 24

La velocità media di un fluido che percorre una tubazione di sezione costante è di 2,48 m/s; se il diametro della tubazione è di 12 cm e la massa volumica del fluido è di 0,9 kg/dm<sup>3</sup>, si calcoli il valore della portata volumetrica ( $Q$ ) in l/s e di quella massica.

[28 l/s; 25 kg/s]

## 25

Un acquedotto è alimentato da un serbatoio con pelo libero a quota + 350 m, collegato alla rete di distribuzione urbana da una condotta rettilinea di diametro 100 mm, lunga 650 m, che scende fino a quota + 280 m. Prevista una velocità media di 2 m/s, determinare la pressione allo sbocco della condotta.

[ $\approx$  1,5 bar]

## 26

Una condotta lunga 400 m copre un dislivello in discesa di 27 m e ha un diametro di 30 mm. Essa è alimentata a monte con acqua a pressione di 4,6 bar. Prefissato un valore medio di 1 m/s per la velocità, si determini la portata giornaliera della condotta e la perdita di carico, se sulla sezione di uscita la pressione risulta di 2,7 bar.

[ $Q \approx 58$  m<sup>3</sup>;  $Y \approx 46$  m]

## 27

Determinare il diametro da assegnare ad una condotta lunga 25 m, che convogli acqua alla velocità di 2 m · s<sup>-1</sup> da un serbatoio avente il pelo libero a + 4 m sulla bocca di uscita della condotta. Determinare inoltre la portata erogata.

[ $\approx$  72 mm; 8 l/s]

**28**

Un ramo di tubazione di un acquedotto che convoglia  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  di acqua presenta perdite di carico accidentali per un totale di  $2,4 \text{ m c.a.}$  Sapendo che la velocità del fluido nella tubazione non supera i  $4 \text{ m/s}$ , si determini la perdita di carico complessiva ( $Y + \Sigma y$ ) fra due sezioni distanti  $500 \text{ m}$ , assumendo  $\beta = 0,002$ .  
[ $\approx 28 \text{ m c.a.}$ ]

**29**

Si intende limitare a  $10 \text{ m/km}$  la perdita di energia per resistenze continue lungo una tubazione che deve convogliare  $0,12 \text{ m}^3/\text{s}$  di acqua. Quale diametro deve avere la condotta e qual è il valore della velocità che assume il fluido, considerando il coefficiente  $\beta = 0,003$ ?  
[ $\approx 335 \text{ mm}$ ;  $\approx 1,35 \text{ m/s}$ ]

**30**

In una tubazione orizzontale avente il diametro di  $20 \text{ cm}$  fluisce gasolio combustibile alla velocità di  $2,4 \text{ m/s}$ ; due manometri installati sulla tubazione, distanti fra loro  $1200 \text{ m}$ , misurano le seguenti pressioni effettive del fluido:  $p_1 = 9,81 \text{ bar}$ ,  $p_2 = 2,94 \text{ bar}$ . Determinare la perdita di carico dovuta alle resistenze accidentali presenti nel tratto considerato, assumendo il coefficiente  $\beta = 0,0028$ .  
[ $\approx 26 \text{ m c.l.}$ ]

**31**

Una condotta avente diametro  $d = 16 \text{ cm}$ , inclinata con pendenza del  $10\%$  discendente, convoglia acqua potabile alla velocità di  $3 \text{ m/s}$  con l'azione di una pompa; un manometro, installato a valle della pompa, misura

una pressione effettiva di  $26 \text{ bar}$ . Valutando un adatto coefficiente  $\beta = 0,002$ , si determini il valore della pressione in un punto della condotta situato  $800 \text{ m}$  più avanti in orizzontale, non considerando le perdite di carico accidentali.  
[ $\approx 7 \text{ bar}$ ]

**32**

Calcolare il raggio medio per una condotta circolare di diametro  $2 \text{ m}$  quando funziona:

- a) a bocca piena;
  - b) con livello dell'acqua sul fondo pari al raggio;
  - c) con livello dell'acqua pari a metà raggio.
- [ $a = 0,5 \text{ m}$ ;  $b = 0,5 \text{ m}$ ;  $c = 0,29 \text{ m}$ ]

**33**

Un canale a sezione trapezia ha le seguenti caratteristiche:

- larghezza del fondo:  $4 \text{ m}$ ;
- altezza dell'acqua:  $2 \text{ m}$ ;
- scarpa:  $0,5$ .

Calcolarne il raggio medio  $R$  e determinare l'altezza  $h$  che deve avere l'acqua in un canale a sezione rettangolare che, con la stessa larghezza del fondo, presenti lo stesso valore per  $R$ .  
[ $1,18 \text{ m}$ ;  $h = 2,87 \text{ m}$ ]

**34**

Un canale a sezione rettangolare, con la base doppia dell'altezza, ha una portata di  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ ; determinare la pendenza, se detto canale appartiene alla classe terza di Bazin.  
 $0,013\%$

**35**

Un venturimetro a mercurio, inserito in una tubazione in cui scorre

acqua, presenta un diametro di attacco di 18 cm ed un diametro di gola di 12 cm. Si determini la portata della condotta quando il dislivello manometrico è di 200 mm.

$$[Q \approx 86 \text{ l/s}]$$

**36**

Un venturimetro presenta diametro della sezione maggiore di 20 cm e diametro della sezione di gola di 14 cm. Allo scopo di tararlo, si fanno defluire in esso  $92,3 \text{ dm}^3/\text{s}$  di acqua, leggendo sul manometro a mercurio un dislivello di 120 mm. Si chiede il valore della costante caratteristica dello strumento.

$$[K = 0,078]$$

**37**

Una tubazione cilindrica di diametro interno 320 mm è munita di un diaframma calibrato con luce di

100 mm di diametro. Sul manometro a mercurio viene letto un dislivello di 112 mm: si calcoli il valore della portata e quello della velocità dell'acqua nella tubazione, se la temperatura del fluido è di  $20^\circ\text{C}$ .

$$[Q \approx 25 \text{ l/s}; v = 0,3 \text{ m/s}]$$

**38**

Calcolare la portata attraverso una paratoia ad afflusso libero di 0,6 m di base e 0,5 m di altezza con battente di 1,6 m, considerando un coefficiente di efflusso 0,75.

$$[1,35 \text{ m}^3/\text{s}]$$

**39**

Una bocca a battente ad efflusso libero di sezione circolare, diametro 8 cm, e con battente di 0,4 m, in 10 s ha versato 90 l di acqua. Calcolare il coefficiente di contrazione della vena fluida (coefficiente di efflusso).

$$[0,64]$$

### Esercizi sulle macchine idrauliche operatrici e motrici.

**40**

Con una pompa avente il pistone del diametro di 6 cm si vuole comprimere dell'acqua nel cilindro di un torchio idraulico del diametro di 30 cm. Lo sforzo  $F$  esercitato sullo stantuffo piccolo è di 174 N. Quale forza totale eserciterà il torchio?

$$[435 \text{ daN}]$$

**41**

Calcolare la prevalenza manometrica necessaria ad una pompa che

deve sollevare dell'acqua (superando un dislivello geodetico di 10 m) aspirandola da un serbatoio a pelo libero ed immettendola in un collettore in cui regna la pressione assoluta di 6 bar. Si trascurino, nell'attuale calcolo, le perdite continue ed accidentali lungo le tubazioni. [60 m c.a.]

**42**

Una pompa, il cui rendimento complessivo è del 75%, assorbe una potenza di 7,36 kW erogando 20 l/s di acqua marina ( $\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$ ).