**Problemi di pressione – con soluzione**

**Classi quarte L.S.**

*Problemi ottenuti rielaborando il testo tratto dal sito:*

*http://www.sbai.uniroma1.it/~giovanni.gigante/materiale\_didattico/Fisica%20odontoiatria/idrostatica.pdf*

In questa dispensa verrà riportato lo svolgimento di alcuni esercizi inerenti la **statica dei fluidi**, nei quali vengono discusse proprietà dei fluidi in quiete. Riprendiamo alcuni concetti utili.

* **Densità:** per un qualsiasi corpo, è definita come rapporto fra la massa ed il volume:

**δ = m/V**

 Nel S.I. si misura in **kg/m3**, ma altre unità sono il **kg/dm3**oppure il **g/cm3**.

* **Peso specifico:** è definito come il rapporto fra il peso ed il volume:

 **Ps = Peso/V**

 E’ facile verificare che Ps = δ⋅g : come si esegue questa verifica? …pensateci voi!

* **Pressione:** (In questi problemi la pressione è indicata con **p** e non con “Pr”: perciò tutte le volte che trovate scritto “p” significa pressione e non “peso”). E’ definita per tutti i corpi e viene calcolata facendo il rapporto fra il modulo della forza *F* agente e la superficie *S* sui cui agisce la forza, in formule:

***P***

**=**

***F***

***S***

La pressione si misura nel S.I. in **Pascal** (1Pa=1N/1m2). Altre unità di misura sono il **bar** (1bar = 105Pa) e l’Atmosfera (1atm = 1*,*01325 Bar = 101.325Pa, arrotondata a 101.300Pa)

* **Legge di Stevino:** Ci dà la pressione che un fluido esercita ad una certa profondità, dipendente solo dalla sua densità **δ**e non dalla superficie su cui agisce. Vale:

**p = δ · g · h** **+ Po** , essendo g= 9*,*81N/kg e Po la pressione agente sulla superficie del liquido

**p = Ps ⋅ h + Po** , essendo Ps il peso specifico del liquido

**PROBLEMI DI PROFONDITA’ E DI PRESSIONE**



Problema1: Quanto deve essere alto un tubo privo d’aria ma riempito di mercurio (δHg = 13˙590 Kg/m3) per esercitare sulla base una pressione di 2atm sulla sua base? [h=1,52m]



Problema2: Una pompa idraulica deve sollevare l’acqua di una condotta fino ad un serbatoio posto su un grattacielo alto 130m. Quale pressione è necessaria per effettuare questa operazione? [Ppompa=12,6atm]. Quali problemi porrebbe l’utilizzo di una tale pompa agli abitanti del grattacielo? [hint: calcola la pressione dell’acqua ricevuta da un condomino a 10m di altezza]. Supponi adesso di aprire un rubinetto di area 3cm2 ad un’altezza di 45m: la forza con cui l’acqua viene spinta fuori è Fint, Ftot o Fext? Qual è il suo valore? [è Ftot ; Ftot = 132,3N]



Problema3: Su una fiancata di una nave si apre una falla di 75cm2 di area, a 4,5 metri sotto la superficie di galleggiamento. Sapendo che la pressione dell’aria è indicata con Patm (di cui non si conosce il valore), che la densità dell’acqua marina è δ = 1030 Kg/m3, calcola quale forza è necessaria applicare dall’interno per opporsi all’apertura della falla. [hint: puoi risolvere il problema anche senza conoscere Patm! F=341N]



Problema4: Il petrolio intubato dentro ad un foro di trivellazione a causa delle spinte interne di natura geologica, ha una pressione di 2800N/cm2 che lo spinge verso l’alto. Per contrastare la risalita del greggio si immette nel tubo una miscela di acqua e fango, di peso specifico Ps = 24,5 · 103 N/m3; la pressione dell’aria all’esterno è Patm =105 Pa. Quanto deve essere alta la colonna di fango per impedire la fuoriuscita del greggio? Tieni conto che il tubo che contiene il petrolio è sigillato: su di esso non agisce la pressione atmosferica. [hint: per impedire la fuoriuscita di greggio la pressione del fango deve pareggiare quella interna del greggio ; h=1138,8m]]

**ADESSO TI TORCHIO!**

Problema5: Un tubo pieno di liquido di densità δ = 800Kg/m3 collega due estremità. Sopra l’estremità di sinistra, di sezione S1 = 3dm2, è poggiatoun cilindro C di massa m = 1000Kg; all’altra estremità del tubo, di sezione S2 = 25cm2, è appoggiato un peso M che però non è posto allo stesso livello del cilindro ma poggia invece su una sommità di una colonna di fluido alta h = 3m. Calcola la massa del peso M che tiene in equilibrio il liquido [hint: tieni conto che a sinistra preme sia M che la colonna di fluido ; M circa 77kg].



Problema6: Si deve sollevare un’automobile di massa ma = 1200Kg con un torchio idraulico, poggiandola su una piattaforma di Sa = 5m2 di superficie. Avendo a disposizione un pistone di superficie SP = 3,5dm2, calcolare quale è la minima forza da applicare sul pistone per poter sollevare l’automobile. [Fpistone=82,404N]

**SOLUZIONI**

Problema1: Si tratta di un’applicazione inversa della legge di Stevino: tale esercizio ha lo scopo di familiarizzare con i calcoli. La **legge di Stevino** afferma che:

**p = δ ⋅ g ⋅ h + Po** , con Po = 0 perché il tubo è privo d’aria

allora posso subito scrivere che: **h = p/( δ⋅g)**

Inserendo i valori numerici, **dobbiamo fare attenzione nell’esprimere tutte le misure in unità del S.I.** (**metro, newton, Pascal**). E’ pertanto necessario trasformare la pressione in Pascal:

2atm = 2·1,013·105 Pa = 2,026·105 Pa . Quindi:

Problema2: E’ ovvio che per sollevare un liquido ad una altezza **h**è necessario applicare una pressione almeno uguale a quella idrostatica prodotta dalla colonna di liquido alta **h**. Al suolo, dove sta la pompa, l’acqua riceve dal basso la pressione della pompa e dall’alto la pressione della colonna d’acqua che preme sulla pompa:

**Pbasso = Ppompa**

**Palto = d · g · h**=**1000 · 9,81 · 130 = 1.275.300Pa = 12,6atm**

Per il corollario dell’Idrostatica ho equilibrio se e solo se: **Pbasso = Palto** → **Ppompa = 12,6atm**

“Prof! -dice un mimmo1 facendo le bizze- Nella soluzione è stata trascurata la pressione atmosferica! L’aria pesa sopra la colonna d’acqua e perciò bisogna aggiungere la pressione atmosferica al valore “Palto” !”

“Prof! -dice un mimmo2 facendo le bizze- Nella soluzione è stata trascurata la pressione atmosferica! L’aria agisce anche sulla pompa che spinge l’acqua dal basso e perciò bisogna aggiungere la pressione atmosferica al valore ”Pbasso”! “

“Mimmo1 e mimmo2, non fate le bizze: quello che entrambi dite è vero… è proprio per questo che la pressione atmosferica è stata trascurata!”

Come mail il Prof risponde così ai due mimmi bizzosi?

Problema3: la forza che devo applicare alla falla deve bilanciare esattamente la forza che spinge l’acqua dentro la nave, cioè deve bilanciare esattamente la forza totale applicata sull’acqua. La forza totale è ottenuta dal “**Teorema della differenza delle pressioni**”: **Ftot = Ptot⋅Area** ; Area=75cm2 , devo trovare Ptot. Sappiamo che **Ptot = Pext – Pint** :

Pext è data dalla pressione della colonna d’acqua profonda 9m + Patm →

**Pext = δ⋅g⋅h + Patm = 1030⋅9,81⋅4,5m + Patm =** **45.469,35 Pa + Patm**

Pint è dovuta alla pressione dell’aria presente nella nave, cioè **Pint = Patm**

Calcolo Ptot: **Ptot = Pext – Pint = 45˙469,35 Pa + Patm – Patm = 45.469,35 Pa**

Nota che la pressione dell’aria non ha alcun effetto! Infatti, essa agisce da entrambi i lati della falla e perciò il suo effetto si annulla.

Calcoliamo Ftot: **Ftot = Ptot⋅Area** ; Convertiamo la superficie in m2: 75cm2 = 0,0075m2 = →

**Ftot = 45˙469,35 Pa ·0,0075 = 341N**

Problema4: La spinta del petrolio può essere contrastata grazie alla pressione idrostatica di una colonna di fango ed acqua di altezza **h**, purché la sua pressione + quella dell’aria soprastante equivalga a quella del petrolio. Affinché la ascesa del petrolio sia arrestata, la pressione del fango (**Pfango**) deve pareggiare quella di risalita del petrolio (**Ppetrolio**): Ppetrolio = Pfango

La pressione della colonna di fango è calcolabile grazie al **Th. di Stevino**:

**Pfango =** **Psfango⋅h + Patm** , con **Psfango** il peso specifico del fango.

Nota che Patm è data in Pascal (N/m2), Psfango è dato in N/m3 → anche Pfango deve essere espressa in N e in m2 → Pfango = 2800N/cm2 = 28.000.000N/m2 = 2,8⋅107 Pa

Uguaglio le due pressioni: **Ppetrolio = Pfango** → **24,5⋅103⋅h + 1⋅105 = 2,8⋅107** → **h = 1138,8m**

Nota che in questo caso Patm deve essere considerata perché agisce solo sul fango e non sul petrolio: però il suo effetto è veramente minimo. Ripeti il calcolo trascurando Patm e vedi cosa ottieni! [h=1142,9m]

Problema5: Tale sistema fisico assomiglia ad un torchio idraulico; se si trova in **equilibrio** è perché le due pressioni agenti sulle due superfici opposte sono uguali, a norma del **Principio di Pascal**. Si attua quindi un equilibrio di pressioni che si può scrivere come segue (p1 = pressione su S1 ; p2 = pressione su S2): **p**1 **= p**2

P1 è la pressione su S1 data dal pesoC: p1 = PesoC/S1 = 1000kg⋅9,81N/kg⋅0,03m2 = 327.000 Pa

P2 è la pressione su S2 data dalla pressione dovuta al PesoM + la pressione della colonna di liquido alta 3m: P2 = δ·g·h + (pressione di M) = 800·9,81·3 + (pressione di M) = 23˙544 Pa + (pressione di M)

Nota che abbiamo trasformato entrambe le sezioni in metri quadri per esprimere la pressione in Pascal.

Dall’equilibrio di pressione si ha:

(pressione di M) +23.544 = 327.000 ⇒ pressione di M = 327.000 Pa − 23.544 Pa = 303.456 Pa

La forza F2 è data da: F2 = p2⋅S2 . La sezione vale S2 = 25cm2 = 0,0025m2 →

F2 = 303.456Pa⋅0,0025m2 =

F2 = 758,64N che corrisponde ad una massa di circa 77 Kg

Problema6: Il principio di funzionamento di un torchio idraulico si basa sul **Principio di Pascal**, secondo il quale una pressione applicata dal pistone su un lato del torchio idraulico si propaga inalterata anche sull’altro lato su cui poggia l’auto:

Ppistone = Pauto (per avere equilibrio) **→** (Ppistone=Fpistone/Spitone , Pauto=Fauto/Sauto) **→**



Se Fauto = mauto · g = 11˙772N, trasformando la superficie del pistone in m2, Spistone = 0,035m2, si ha:



Questa forza è molto più piccola di quella dovuta al peso dell’auto e può essere prodotta, per esempio, appoggiando sulla superficie del pistone, una massa di soli m = 8,4Kg.