

PROBLEMA 7.10

## Estrazione di una provetta \*\*

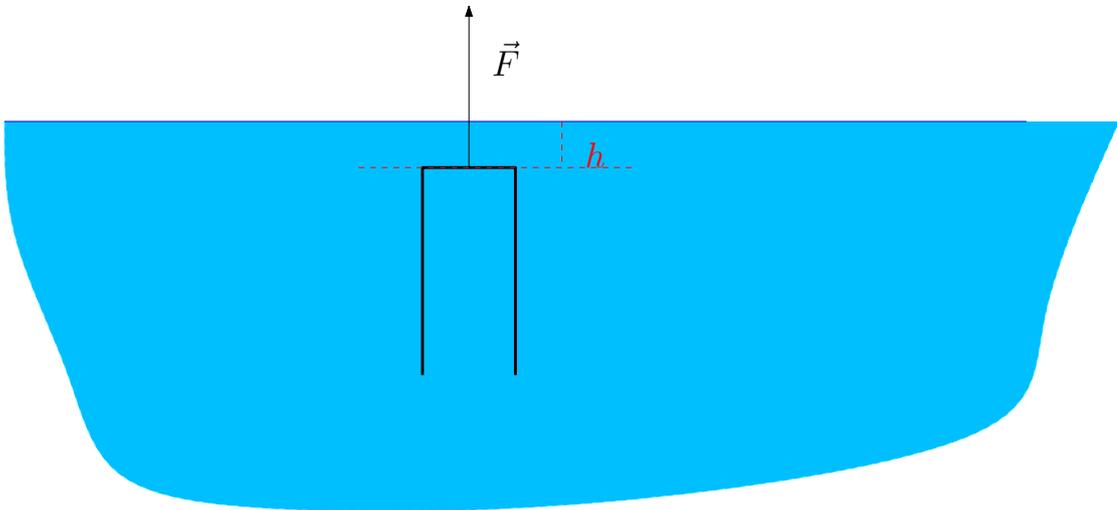


Figura 7.9.: La provetta completamente immersa nel liquido (cioè nel caso  $h < 0$ ).

Una provetta di massa  $m$ , lunghezza  $\ell$  e sezione  $S$  è immersa completamente in un fluido di densità  $\rho$ , che la riempie completamente. La pressione all'esterno del fluido è quella atmosferica  $P_A$ . Si può trascurare il volume occupato dalla massa della provetta. La si inizia ad estrarre mantenendola capovolta come in Figura 7.9. Vale  $\rho g \ell > P_A$  e si può considerare la sezione del recipiente che contiene il fluido arbitrariamente grande.

Si chiede di determinare, sommando esplicitamente le forze in gioco, la forza  $\vec{F}$  che è necessario applicare per mantenere la provetta in equilibrio in funzione della lunghezza  $h$  della parte emersa.

### Soluzione

Facendo riferimento alla Figura 7.10 possiamo distinguere quattro diverse fasi dell'estrazione. Per ciascuna consideriamo il valore delle tre forze che agiscono verticalmente: la forza peso (sempre  $-mg$ ), la forza associata alla pressione  $P^{(int)}$  applicata alla parte terminale della provetta dal suo interno, la forza  $F_p^{(ext)} = -SP^{(ext)}$  associata alla pressione  $P^{(ext)}$  applicata alla parte terminale della provetta dal suo esterno. Per avere equilibrio dovremo quindi applicare una forza verticale

$$F = mg - SP^{(int)} + SP^{(ext)}$$

1. La provetta è completamente immersa nel fluido. Dato che possiamo trascurare lo spessore della provetta, le pressioni  $P^{(int)}$  e  $P^{(ext)}$  saranno uguali (perchè alla

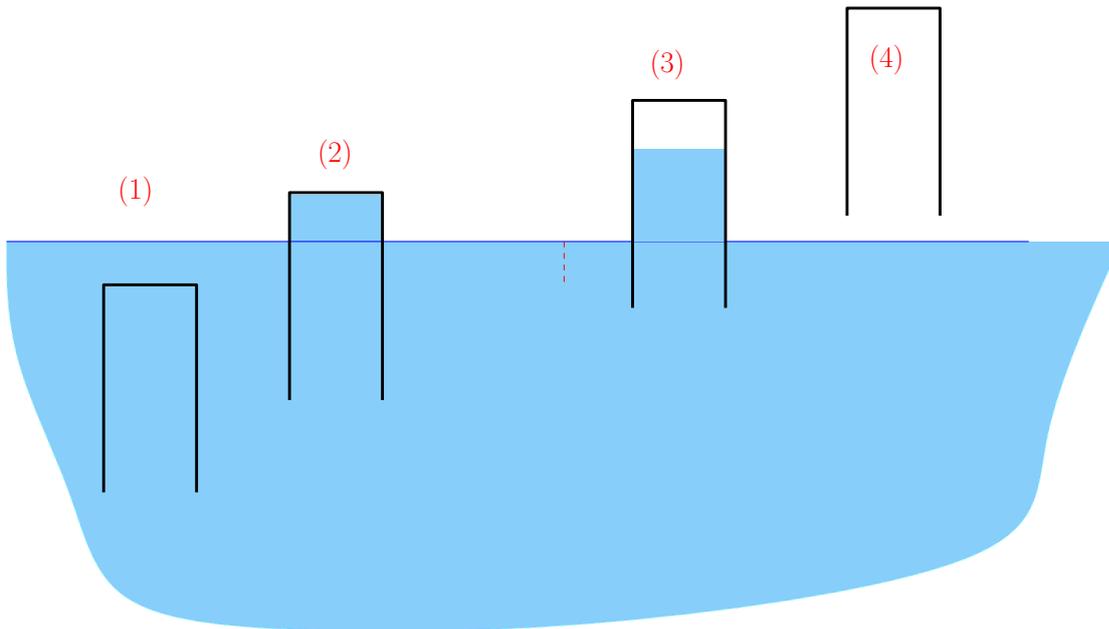


Figura 7.10.: Le quattro fasi di estrazione della provetta.

stessa altezza), e quindi

$$F = mg$$

2. Adesso una parte della provetta di lunghezza  $h$  è al di fuori del fluido. Se  $\rho gh < P_A$  l'interno della provetta resta completamente riempito di fluido. Avremo quindi  $P^{(int)} = P_A - \rho gh$  e  $P^{(ext)} = P_A$ , da cui

$$F = mg + S\rho gh$$

3. Appena  $\rho gh > P_A$  l'altezza della colonna di fluido all'interno della provetta smette di salire, lasciando una frazione vuota. Di conseguenza  $P^{(int)} = 0$  e  $P^{(ext)} = P_A$ , da cui

$$F = mg + SP_A$$

4. Adesso la provetta contiene aria, quindi  $P^{(int)} = P^{(ext)} = P_A$  e

$$F = mg$$

Notare che la forza  $F$  dipende da  $h$  in modo continuo, salvo che al passaggio dalla fase 3 alla fase 4 quando si svuota bruscamente di fluido.