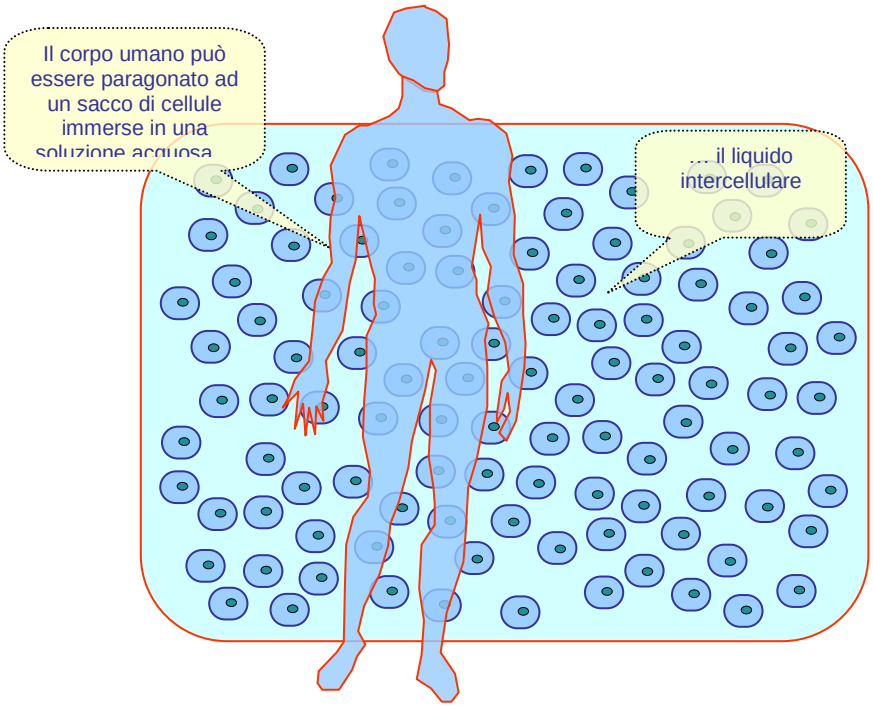
Indice delle schede

Scheda 1: Un sistema vivente è pur sempre un sistema 2
Scheda 2: Un modello semplice di corpo umano 3
Scheda 3: Sostanze scambiate e tipi di trasporto coinvolti 4
Scheda 4: Flussi di sostanze e spinte 5
Scheda 5: Pressione, spinta e portata del sangue nei vasi 6
Scheda 6: Equilibrio idrostatico e legge di Stevino 7
Scheda 7: Misura della portata d'acqua e relazione con il livello raggiunto all'interno del vaso 8
Scheda 8: Regime stazionario, legge di Hagen-Poiseuille 10
Scheda 9: Portata e velocità di un fluido 13
Scheda 10: Diffusione dello iodio tra due fasi immiscibili 14
Scheda 11: Equilibrio di ripartizione del diiodio tra una fase acquosa ed una lipidica 16
Scheda 12: Diffusione dell'anidride carbonica e dell'idrogeno attraverso un setto poroso, rispettivamente una membrana semipermeabile 17
Scheda 13: Sistemi di resistenze in serie ed in parallelo 19
Scheda 14: Modello idraulico dell'apparato cardiocircolatorio 22
Scheda 15: Esperimenti per evidenziare fenomeni osmotici in organismi viventi 26
Scheda 16: Calcolo dell'energia dissipata nel trasporto diffusivo e massivo 30
Scheda 17: Bilancio idrico giornaliero del corpo umano 33
Scheda 18: Misurazione della pressione con lo sfigmomanometro 35
Scheda 19: Qual è la forma del recipiente nascosto? 37

Scheda 1: Un sistema vivente è pur sempre un sistema

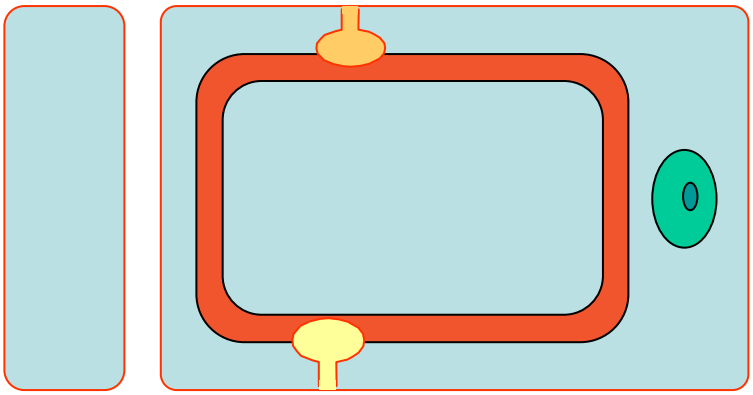


Per semplicità considera il sistema corpo come una porzione di spazio delimitato dal resto dell'ambiente, come mostrato nella figura sottostante.

Proponi una definizione di sistema e fai alcuni esempi che riguardano i sistemi biologici. Rifletti attorno ai concetti di energia e materia e ai rispettivi flussi in entrata ed uscita dal sistema (inseriscili nel disegno, utilizzando delle frecce)!

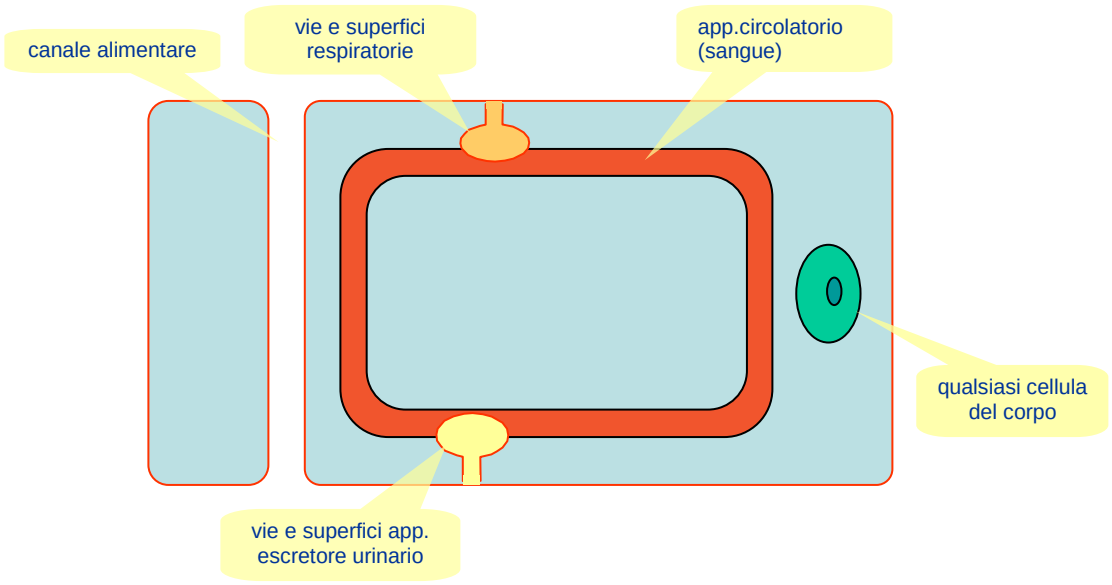
Scheda 2: Un modello semplice di corpo umano

Stabilisci di quali apparati è composto il corpo umano e quali parti si trovano dentro o fuori dello stesso. Fornisci una spiegazione convincente. Evidenzia nel disegno le interfacce tra dentro e fuori e rifletti sul concetto di interfaccia e della sua importanza per i sistemi biologici.



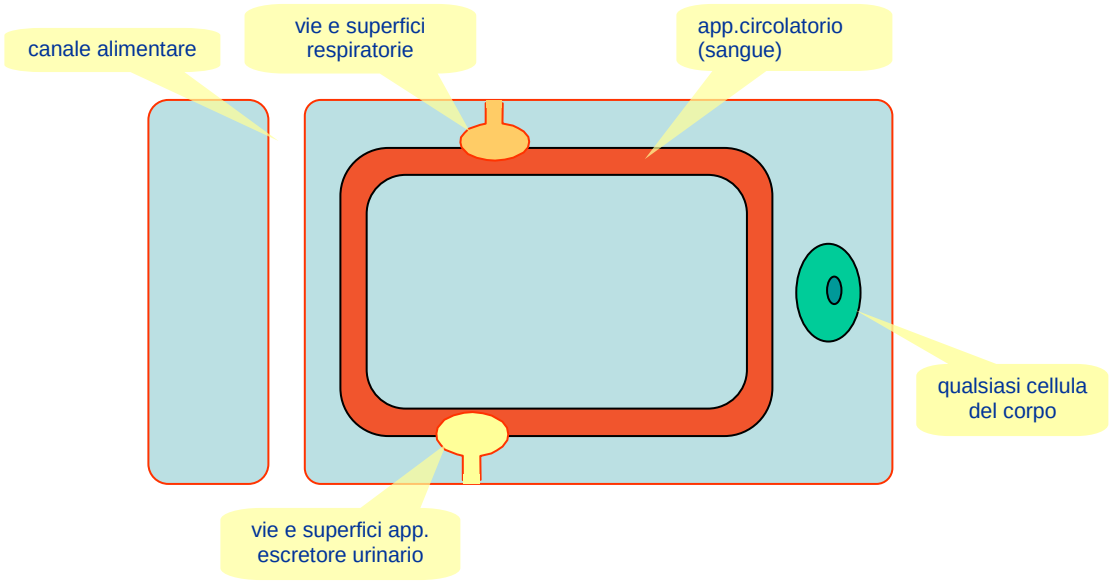
Scheda 3: Sostanze scambiate e tipi di trasporto coinvolti

Inserisci nel modello le principali sostanze indispensabili per la vita delle singole cellule che compongono il nostro corpo. Indica inoltre quali apparati/organi sono coinvolti al trasporto di tali sostanze e/o dei loro precursori. Dai un nome ai diversi processi coinvolti completando il modello sottostante.



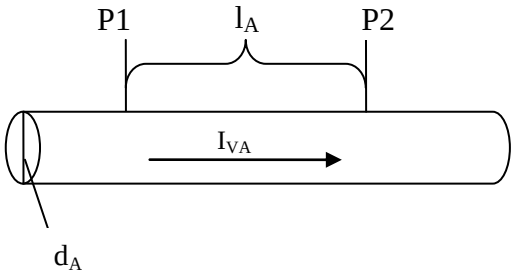
Scheda 4: Flussi di sostanze e spinte

Confronta i diversi flussi di sostanze attraverso il corpo umano e al suo interno e descrivine differenze e similitudini. Prova ad assegnare un nome ai diversi tipi di flusso. Determina in che modo le sostanze riescono a spostarsi da un punto all'altro dell'organismo. Quali grandezze chimico-fisiche sono in gioco?

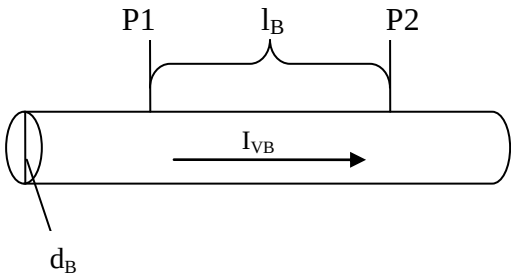


Scheda 5: Pressione, spinta e portata del sangue nei vasi

A



B



$l_A = l_B$

$d_A = d_B$

P1= 100 mmHg
P2= 90 mmHg

P1= 400 mmHg
P2= 390 mmHg

Domanda: Quanto vale I_{VA} e I_{VB} ?

Indica la risposta esatta: a) $I_{VA} > I_{VB}$ b) $I_{VA} < I_{VB}$ c) $I_{VA} = I_{VB}$

Risposta:

ΔP_A= P1- P2 = 100 mmHg – 90 mmHg = **10 mmHg**

ΔP_B= P1- P2 = 400 mmHg – 390 mmHg = **10 mmHg**

$\Delta P_A = \Delta P_B \Longrightarrow I_{VA} = I_{VB}$

Legge di Hagen-Poiseuille: **$I_V = \Delta P/R$**

Scheda 6: Equilibrio idrostatico e legge di Stevino

Scopo: Verificare che la pressione in grado di bloccare la fuoriuscita dell'acqua alla base della colonna è direttamente proporzionale al livello dell'acqua nel cilindro rispetto alla base (Δh). (Legge di Stevino)

Procedimento e materiale

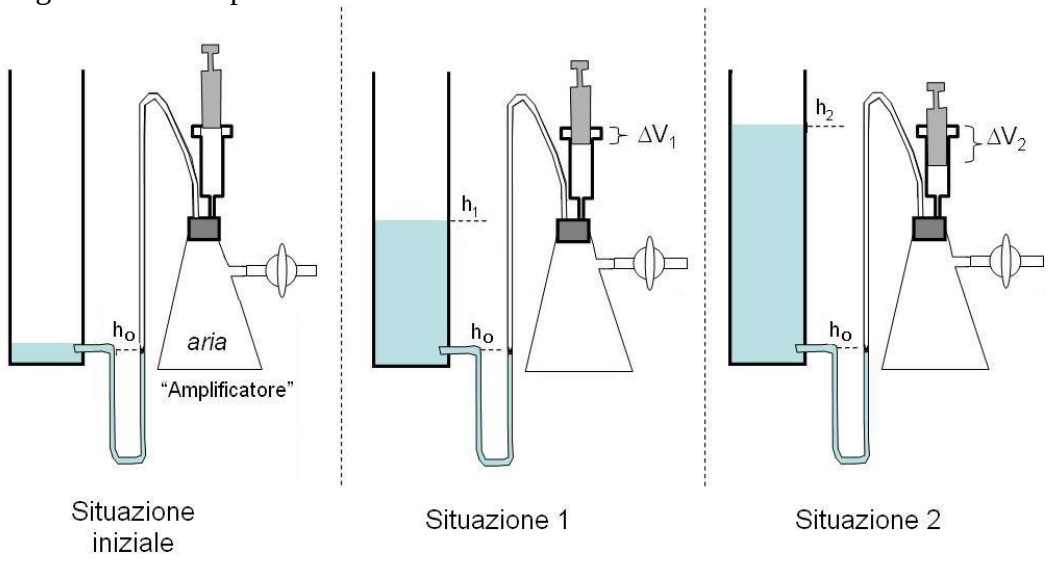
Si riempie il cilindro con dell'acqua fino al livello h_0 e si innesta la siringa piena di aria come illustrato nella figura (situazione iniziale). La beuta piena d'aria serve per ottenere delle variazioni di volume, che siano facilmente misurabili con la siringa (funziona da "amplificatore").

Aggiungendo acqua da una parte e regolando la siringa dall'altra in modo da comprimere l'aria nell'" amplificatore", si riesce ad aumentare la pressione dell'aria in modo da bloccare il flusso di acqua nel tubo e a riportare e mantenere l'acqua sempre nello stesso punto (h_0). A questo punto si legge la variazione di volume (ΔV_1) e l'altezza della colonna d'acqua (h_1- h_0) (vedi situazione 1 nella figura).

Si ripete l'operazione aggiungendo diversi altri quantitativi di acqua e per ognuna delle situazioni che si riescono ad ottenere, si misura la variazione di volume (ΔV) e l'altezza dello specchio d'acqua (h_1- h_0).

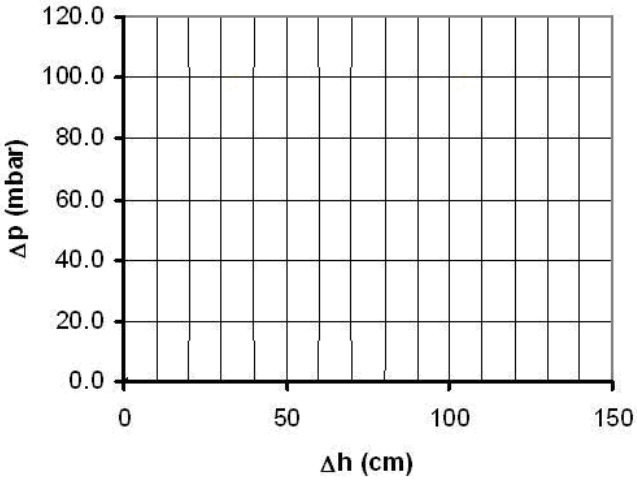
I dati si raccolgono in una tabella e dalla variazione di volume dell'aria nell'amplificatore si calcola la variazione di pressione.

Si rappresenta graficamente Δp in funzione di Δh e si verifica la linearità della relazione.



Risultati

V_{aria}=…..; p=……		
$\Delta h=h_1-h_0$	ΔV_{aria}	Δp



Domande

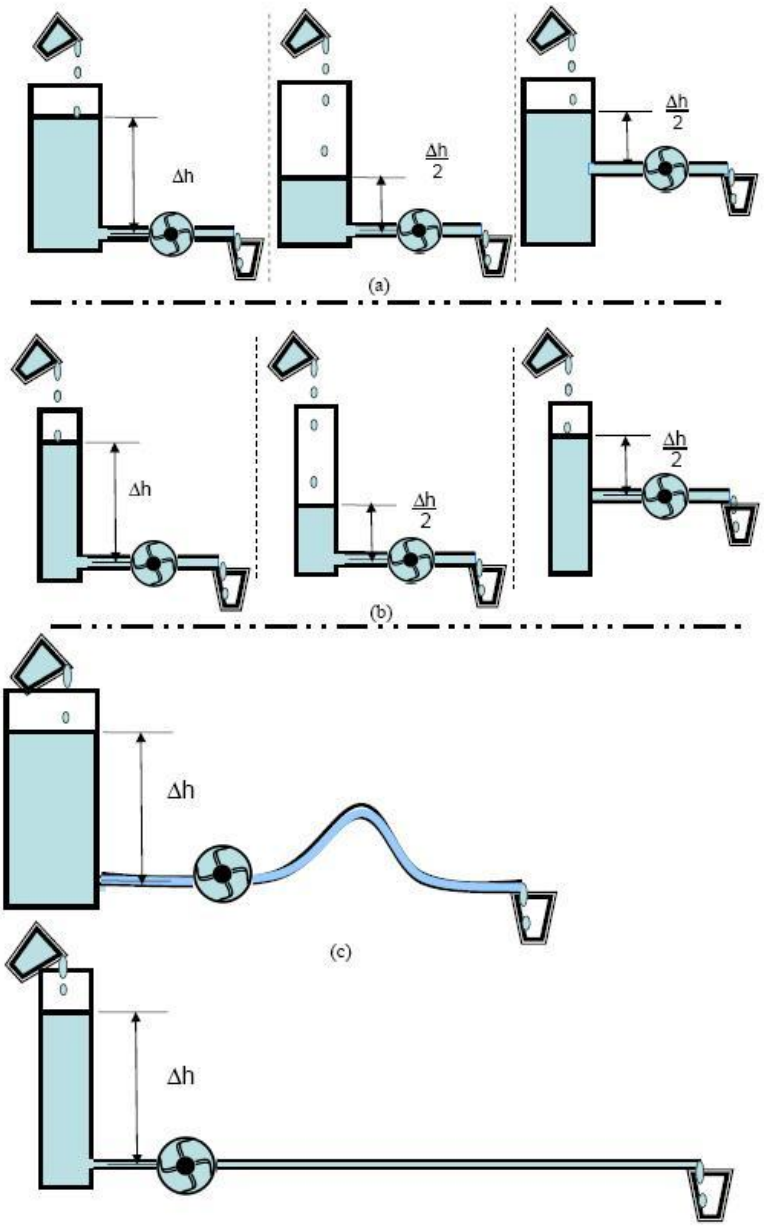
a) Completa la tabella in modo da determinare la spinta (Δp) a partire da V_{aria}, p e ΔV_{aria}.
b) Rappresenta graficamente la variazione di pressione (Δp) in funzione dell'altezza della colonna d'acqua (Δh) e ricava la relazione tra queste due grandezze (Legge di Stevino).

Conclusioni *(da completare al termine dell'esperienza)*

Scheda 7: Misura della portata d'acqua e relazione con il livello raggiunto all'interno del vaso

Scopo: verificare quali parametri influenzano direttamente la portata (I_V), con la quale l'acqua fuoriesce da un cilindro forato alla base, attraversando un tubo di gomma.

Materiale:
- due cilindri, forati alla base di differente capienza (1,0 L e 2,0 L);
- un tubo di gomma lungo 1,0 m.



Procedimento

Parte I)

All'uscita del cilindro si applica lo stesso tubo di gomma, prima al cilindro piccolo e poi a quello grande. Il livello dell'acqua nel cilindro viene mantenuto costante, aggiungendo acqua con un bicchiere che ne contiene un quantitativo ben determinato (V_{SC}). In questo modo viene mantenuto un regime stazionario.

Si misura il volume, l'altezza della colonna d'acqua (Δh) e l'intervallo di tempo (Δt) durante il quale si riesce a mantenere costante il livello dell'acqua nel cilindro.

Si raccolgono i dati in una tabella e si calcola la portata I_V utilizzando dapprima il cilindro grande e poi quello piccolo (vedi figura a) e b)).

Parte II)

Costruisci con il materiale a disposizione le due situazioni illustrate nella figura c) nelle quali in due cilindri di diversa capacità viene mantenuto un regime stazionario in cui l'altezza della colonna d'acqua è la stessa. Verifica sperimentalmente se le portate attraverso il tubo di scarico sono anche le stesse.

Risultati parte I

Cilindro grande (a)				
Δh	V_{acqua}	V_{SC}	Δt	I_V

Cilindro piccolo (b)				
Δh	V_{acqua}	V_{SC}	Δt	I_V

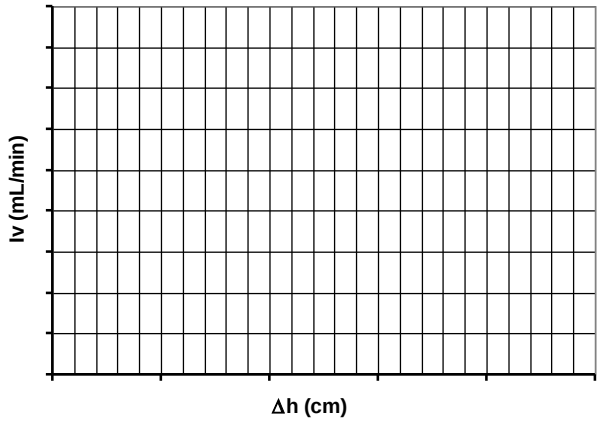
Risultati parte II

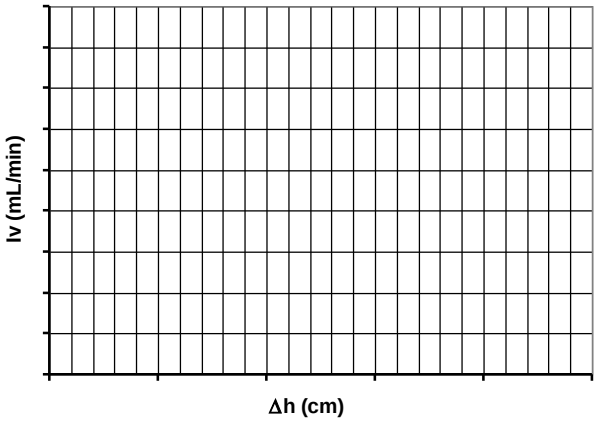
Cilindro grande con tubo "contorto" (a)				
Δh	V_{acqua}	V_{SC}	Δt	I_V

Cilindro piccolo con tubo diritto (b)				
Δh	V_{acqua}	V_{SC}	Δt	I_V

Domande

a) Completa la tabella in modo da determinare la portata d'acqua (I_V) a partire da V_{SC} e Δt.
b) Rappresenta graficamente I_V in funzione dell'altezza della colonna d'acqua (Δh) e ricava la relazione tra queste due grandezze, nelle diverse situazioni.
c) Da quali parametri dipende la portata d'acqua attraverso il tubo utilizzato nell'esperienza?





Conclusioni

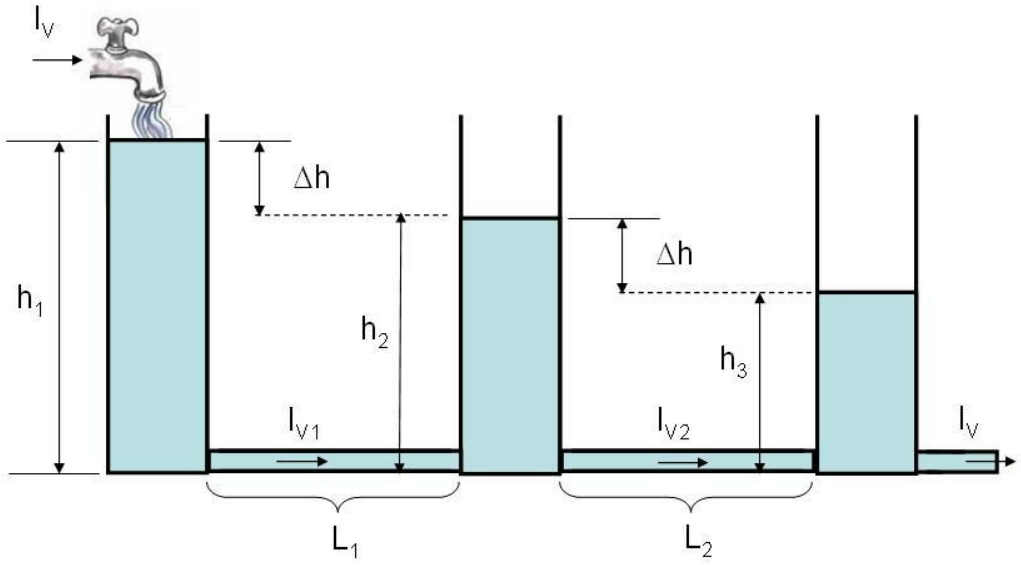
(da completare al termine dell'esperienza)

Scheda 8: Regime stazionario, legge di Hagen-Poiseuille

Scopo
Verificare che:
- la portata di acqua attraverso un tubo è direttamente proporzionale alla caduta di pressione misurata tra le estremità del tubo.
- la resistenza del tubo (costante di proporzionalità tra I_V e Δp) è influenzata dalla lunghezza del tubo e dalla viscosità del fluido.

Materiale
3 cilindri appositamente forati alla base e tubi di raccordo

Parte I Relazione tra la portata (I_V) e la spinta (Δp)



$L_1 = L_2$; $\Delta h = h_2 - h_1 = h_3 - h_2$; $I_V = I_{V1} = I_{V2}$

Procedimento
Nel primo dei tre cilindri, collegati tra loro come nella figura a lato, si può introdurre acqua, utilizzando un rubinetto, che ne regola la portata d'acqua. Si regola il rubinetto in modo da ottenere una determinata portata d'acqua e si misurano le altezze che raggiunge l'acqua nei rispettivi cilindri, una volta instauratosi il regime stazionario. La portata d'acqua attraverso il sistema si calcola misurando il tempo necessario per raccoglierne 500 mL con un cilindro graduato. I dati si raccolgono nella tabella sottostante:

Risultati

	Δt (per ΔV=500 mL)	h_1	h_2	h_3
Situazione 1				
Situazione 2				
Situazione 3				

⇨

	I_V	Δh_{1-2}	Δh_{2-3}
Situazione 1			
Situazione 2			
Situazione 3			

Domande

a) Completa la tabella in modo da determinare la portata d'acqua (I_V) a partire dal volume raccolto (ΔV) in un determinato intervallo di tempo (Δt).

b) Verifica graficamente quale delle seguenti relazioni tra I_V e Δp risulta soddisfatta: I) $I_V . \Delta p = cost$ II) $\Delta p / I_V = cost$. (*Fornisci una breve spiegazione)*

Conclusioni *(da completare al termine dell'esperienza)*

Parte II Relazione tra la resistenza (*R*) e la lunghezza del tubo (*L*)

Procedimento

Modificare l'apparecchiatura della figura inserendo tubi di lunghezza variabile "L_2" I dati si raccolgono nella tabella sottostante.

Risultati

	L_1	L_2	h_1	h_2	h_3
Situazione 1	Cost.				
Situazione 2	Cost.				
Situazione 3	Cost.				

⇨

	L_1	L_2	Δh_{1-2}	Δh_{2-3}
Situazione 1	Cost.			
Situazione 2	Cost.			
Situazione 3	Cost.			

Domanda

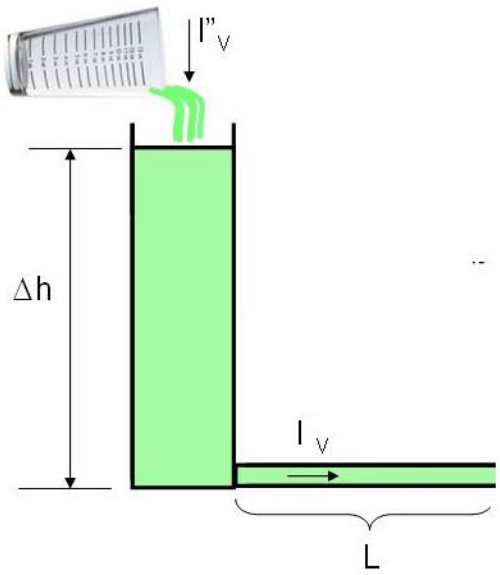
Completa la tabella in modo da determinare la relazione tra la caduta di pressione lungo il tubo e la sua lunghezza.

Conclusioni *(da completare al termine dell'esperienza)*

Parte III Influsso della viscosità sulla resistenza (*R*)

Materiale
Un cilindro opportunamente forato alla base, un tubo di raccordo e un bicchiere.

Procedimento
Per verificare l'influsso della viscosità sulla resistenza utilizza un unico cilindro e confronta il tempo che impiega per svuotarsi della metà del contenuto.
Riempi il cilindro con acqua ed in seguito con una soluzione zuccherina ad una concentrazione del 70%.



Risultati

Tempo impiegato con acqua di rubinetto: …….

Tempo impiegato con la soluzione zuccherina al 70 %: ….

Domande
Come interpreti i risultati ottenuti? In particolare cosa puoi dire riguardo alla velocità di scorrimento e alla portata I_V?

Conclusioni *(da completare al termine dell'esperienza)*

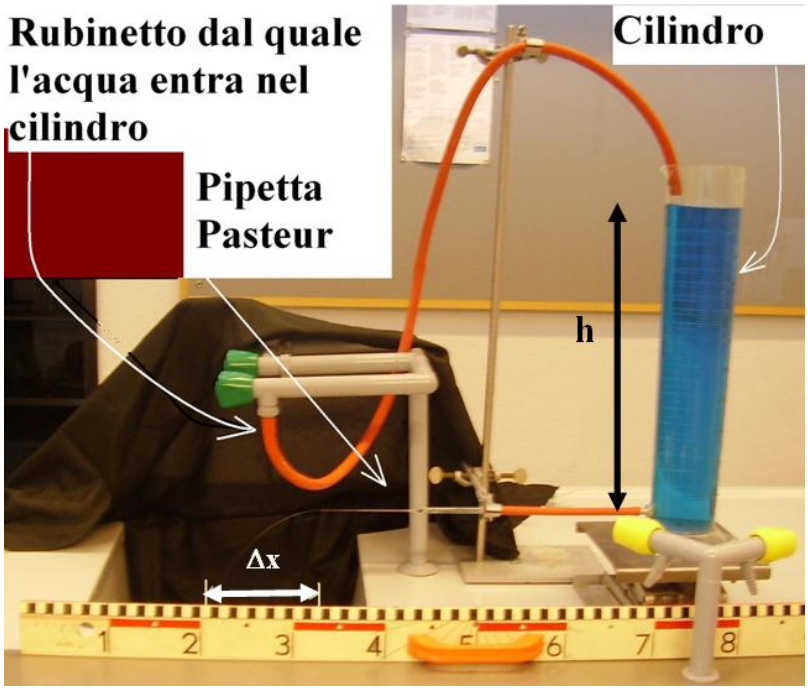
Scheda 9: Portata e velocità di un fluido

Scopo: Verificare che la portata dell'acqua attraverso una superficie è direttamente proporzionale alla velocità con cui viaggia l'acqua ed è inversamente proporzionale alla superficie stessa.

Procedimento e materiale

Nel cilindro forato alla base si inserisce una pipetta Pasteur, come illustrato nella figura. Si regola il rubinetto dell'acqua in modo che si instauri un regime stazionario e l'acqua all'interno del cilindro si mantenga ad un determinato livello. Il cilindro si trova ad una determinata altezza rispetto al piano (utilizzando ad esempio un elevatore regolabile) di modo che l'acqua si scarica nel lavello o in un recipiente di raccolta, dopo aver percorso un tratto orizzontale Δx, che è direttamente proporzionale alla velocità dell'acqua.

Si misurano le gittate Δx del getto d'acqua, che si ottengono con una determinata sezione, per una data portata d'acqua, impostata regolando il rubinetto. I dati si raccolgono nella tabella sottostante.



Risultati

Portata	I_{V1}		I_{V2}		I_{V3}	
Sezione	Piccola	Grande	Piccola	Grande	Piccola	Grande
h						
Δx						
Rapporto tra i Δx (sezione piccola / grande)						

Domande

a) Da quale dei dati della tabella si può dedurre la velocità di uscita dell'acqua dalla pipetta?
b) Determina le portate I_{V1}, I_{V2}, I_{V3} .
c) In quale situazione la portata d'acqua è maggiore? In quale la velocità?
d) Per quale ragione il rapporto tra le gittate ottenute (vedi tabella) è lo stesso?
e) Per quale motivo il livello dell'acqua nel cilindro dipende dal senso in cui si dispone la pipetta nel foro di uscita?
f) In base ai risultati sperimentali, qual è il rapporto tra le due sezioni della pipetta (piccola e grande)?

Conclusioni *(da completare al termine dell'esperienza)*

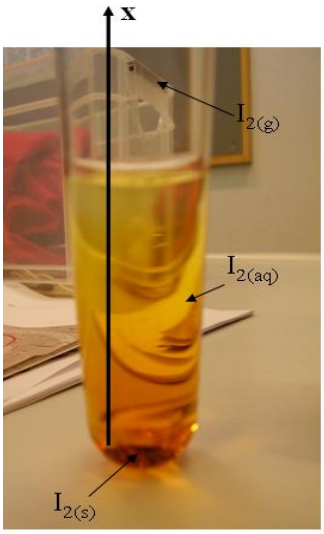
Scheda 10: Diffusione dello iodio tra due fasi immiscibili

Scopo
Mostrare che la spinta alla diffusione di una sostanza non dipende soltanto e sempre da una differenza di concentrazione.

Materiale
Un cilindro graduato, un flacone di vetro chiuso, una soluzione idroalcolica di diiodio al 3,0% e ottanolo.

Procedimento
Considera lo stato in cui si trovano i tre sistemi A, B e C. I tre sistemi sono stati preparati aggiungendo a ciascuno di essi, alcune settimane fa, dei cristalli di $I_{2(s)}$ che si sono depositati sul fondo. I sistemi A e B contenevano acqua, mentre il sistema C conteneva una fase di acqua sulla quale galleggia una fase lipidica di ottanolo. Il sistema B è stato chiuso con un tappo di plastica.

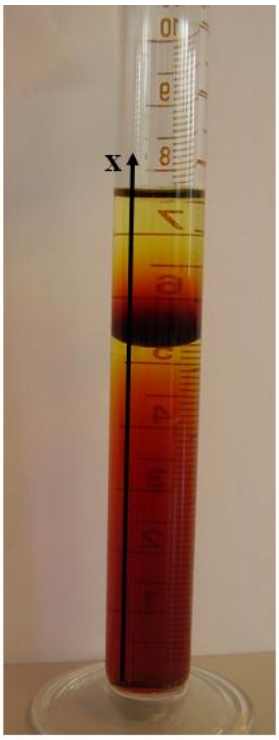
Domande
a) All'interno di quale dei tre sistemi si può affermare che il diiodio è in equilibrio? Commenta!
b) Rappresenta graficamente l'andamento qualitativo della concentrazione e del potenziale chimico lungo l'asse x nei tre sistemi A, B e C. Confronta le due curve e commentale brevemente!



A) Iodio in un sistema aperto con acqua ed aria



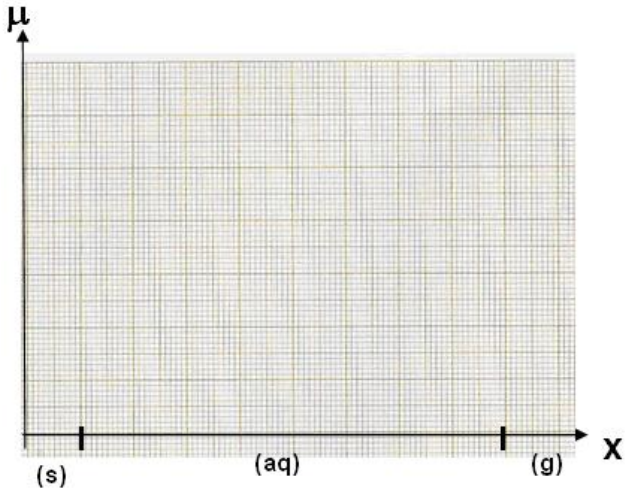
B) Iodio in un sistema chiuso con acqua ed aria

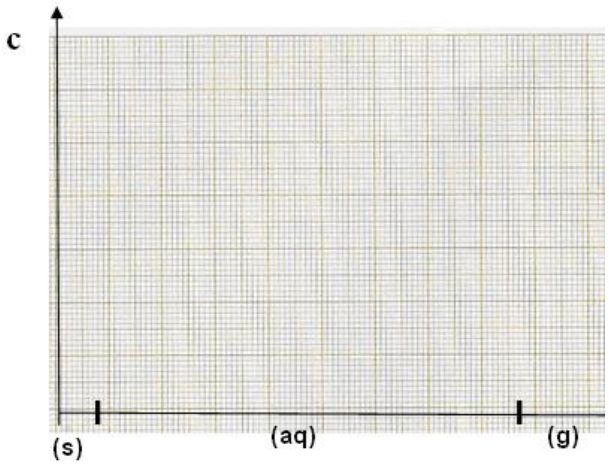


C) Iodio in un sistema aperto con acqua ottanolo ed aria

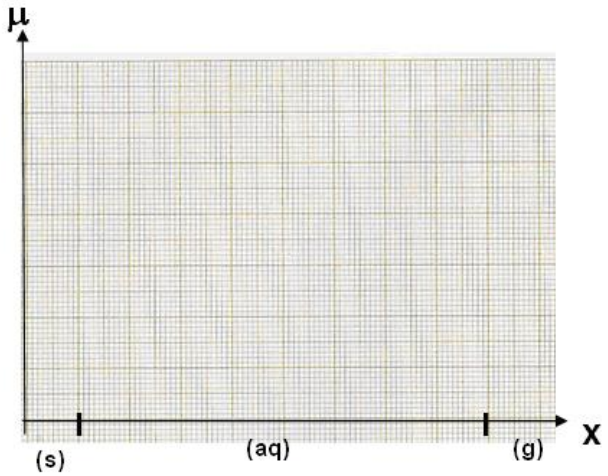
Risultati

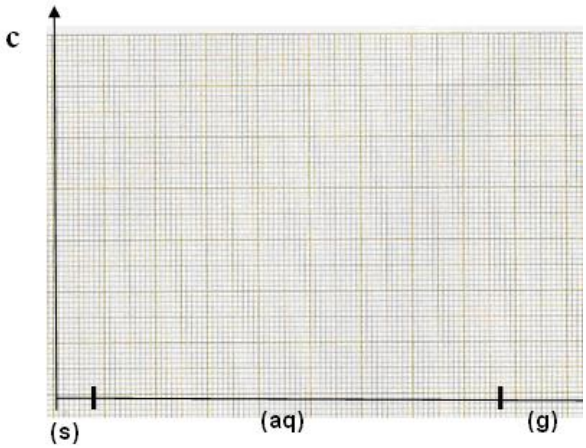
Sistema A



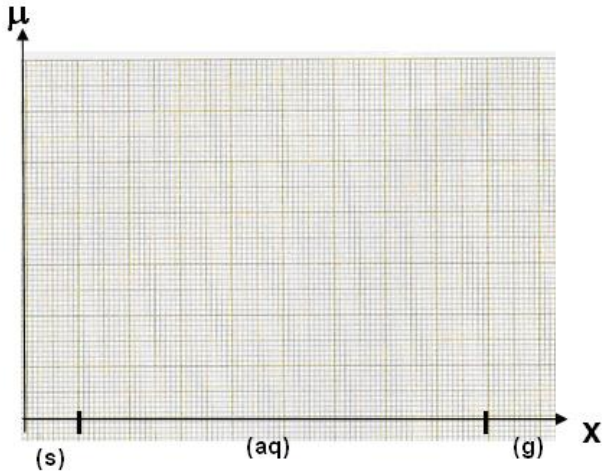


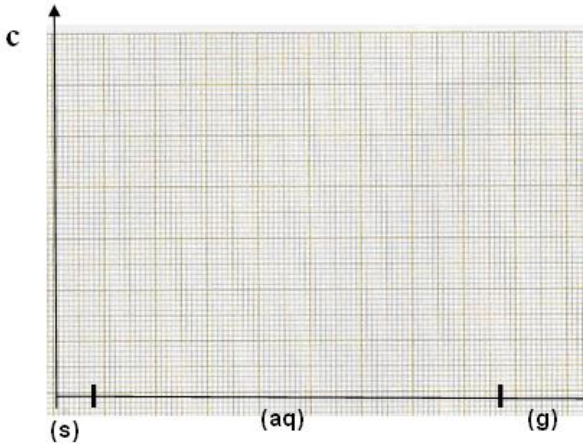
Sistema B





Sistema C





Conclusioni *(da completare al termine dell'esperienza)*

Scheda 11: Equilibrio di ripartizione del diiodio tra una fase acquosa ed una lipidica

Considera la tabella sottostante, nella quale sono riportate le concentrazioni riferite a quattro differenti situazioni, che si raggiungono in un sistema chiuso contenente acqua, una fase lipidica e un determinato quantitativo di $I_{2(s)}$.

Quantità di I_2 aggiunta inizialmente	**Situazione all'equilibrio**			
	Concentrazione di I_2 nella fase acquosa	**Volume fase lipidica**	**Concentrazione di I_2 nella fase lipidica**	**Volume fase acquosa**
n (mmol)	$c(I_{2(lip)})$ (mmol/L)	V_{lip} (mL)	$c(I_{2(lip)})$ (mmol/L)	V_{aq} (mL)
1,73	16	100	0,26	500
4,26	40	100	0,65	400
2	80	20	1,3	200

Una volta che I_2 ha raggiunto l'equilibrio nel sistema, la concentrazione del diiodio nella fase lipidica $c(I_{2(lip)})$ è legata alla concentrazione del diiodio nella fase acquosa $c(I_{2(aq)})$.

a) Analizza i risultati della tabella e trova la relazione tra le concentrazioni di diiodio nelle due fasi!
b) Completa la tabella seguente deducendo i dati mancanti sulla situazione iniziale o di equilibrio

Quantità di I_2 aggiunta inizialmente	**Concentrazione di I_2 nella fase acquosa**	**Volume fase lipidica**	**Concentrazione di I_2 nella fase lipidica**	**Volume fase acquosa**
n in mol	$c(I_{2(aq)})$ in mol/L	V_{lip} in mL	$c(I_{2(lip)})$ in mol/L	V_{aq} in mL
4,26		200		800
4,26		50		200
	40	100		100

c) Dimostra che la relazione tra le concentrazioni all'equilibrio ipotizzata nel punto a) si può ricavare dalla condizione di equilibrio per I_2 nelle due fasi, se si assume che il potenziale chimico sia influenzato dalla concentrazione nel seguente modo: $\mu = \mu^\circ + R.T.\ln\left(\frac{c_2(I_2)}{c_o(I_2)}\right)$.

Scheda 12: Diffusione dell'anidride carbonica e dell'idrogeno attraverso un setto poroso, rispettivamente una membrana semipermeabile

Scopo

Nella seguente esperienza dovrai eseguire una serie di operazioni su tre differenti sistemi (A, B e C) per studiare qualitativamente l'influsso della concentrazione, della pressione e del tipo di sostanza sulla diffusione dei gas attraverso un'interfaccia (setto poroso, bolla di acqua saponata).



Fig. 1 Le tre apparecchiature utilizzate nell'esperienza. A partire da sinistra: Sistema A, Sistema C e Sistema B.

Sistema A: materiale

Il sistema A è costituito da un setto poroso cilindrico chiuso con un tappo forato. In quest'ultimo è inserita una pipetta graduata che pesca in un cilindro graduato pieno d'acqua (vedi figura 1 e 2). Prima di iniziare con l'esperienza controlla che il livello dell'acqua nella pipetta e nel recipiente sia lo stesso.

Procedimento

I) Innalza il setto poroso di una decina di cm e osserva cosa accade al livello dell'acqua all'interno della pipetta.

II) Copri il setto poroso con un bicchiere di vetro e arricchisci l'aria che si trova tra il setto e il bicchiere, con diidrogeno. Osserva cosa accade al livello dell'acqua all'interno della pipetta.

III) Togli ora il bicchiere dal setto e osserva se intervengono delle variazioni.

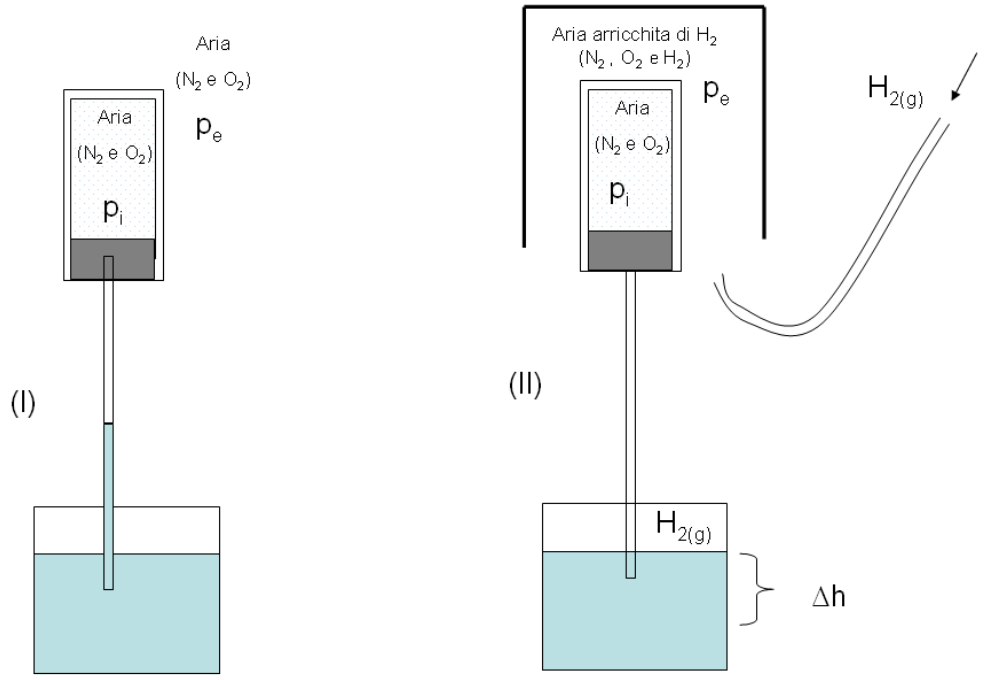


Fig. 1 Sistema A utilizzato per studiare la diffusione attraverso il setto poroso: (I) diffusione di O_2 e N_2 (II) diffusione di O_2, N_2 e H_2

Domande

a) Determina quali sono le grandezze in gioco e in che modo variano a seguito delle operazioni (I, II e II)

b) Spiega per quale motivo varia il livello dell'acqua a seguito delle tre operazioni (I, II e III).

c) Cosa puoi dire sull'intensità della corrente diffusiva dei tre gas nelle diverse situazioni?

Sistema B: materiale

Il sistema B è costituito da un setto poroso cilindrico chiuso con un tappo forato. A quest'ultimo è collegata una pipetta graduata mediante un tubo di gomma. La pipetta pesca in un cilindro pieno d'acqua (vedi figura 1 e 3). Prima di iniziare con l'esperienza controlla che il livello dell'acqua nella pipetta e nel recipiente sia lo stesso.

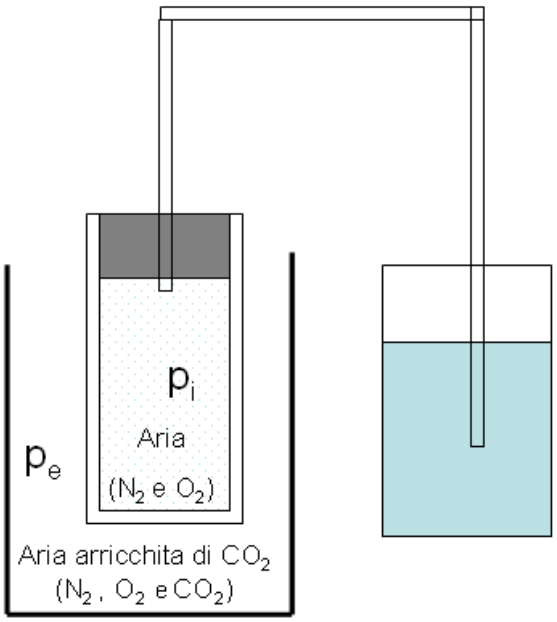


Fig. 2 Sistema B utilizzato per studiare la diffusione di O_2, N_2 e CO_2 attraverso un setto poroso.

Procedimento

I) Appoggia il setto poroso in un bicchiere capovolto e arricchisci con anidride carbonica l'aria che si trova tra il setto e il bicchiere. Osserva cosa accade al livello dell'acqua all'interno della pipetta.
II) Togli ora il setto dal bicchiere e osserva se intervengono delle variazioni.

Domande

a) Determina quali sono le grandezze in gioco e in che modo variano a seguito delle operazioni (I e II).
b) Spiega per quale motivo varia il livello dell'acqua a seguito delle tre operazioni (I e II).
c) Cosa puoi dire sull'intensità della corrente diffusiva dei tre gas nelle diverse situazioni?

Sistema C: materiale

Il sistema C è costituito da un piccolo recipiente di plastica chiuso con un film di sapone, posto in un bicchiere di vetro. Quest'ultimo viene riempito con aria arricchita di CO_2.

Procedimento

I) Immergi velocemente il contenitore di plastica capovolto, nell'acqua saponata. Ripeti l'operazione fino a quando non riesci ad ottenere un film di acqua saponata che chiude il recipiente.
II) Appoggia ora il bicchierino all'interno del bicchiere di vetro e arricchisci con anidride carbonica l'aria che si trova nel bicchiere. Osserva cosa accade al film di acqua saponata. Se il film si rompe troppo presto ripeti il procedimento da capo.

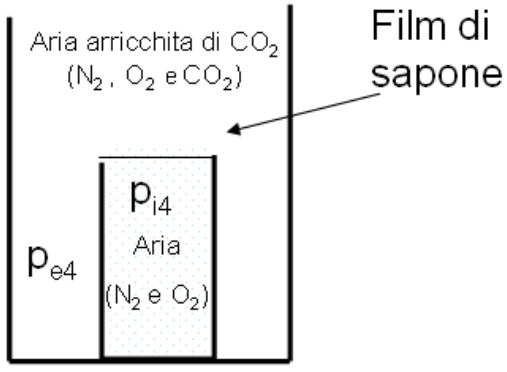


Fig. 3 Sistema C utilizzato per studiare la diffusione di O_2, N_2 e CO_2 attraverso un film di acqua saponata.

Domande

a) Determina quali sono le grandezze in gioco e in che modo variano a seguito dell'introduzione di anidride carbonica.
b) Spiega per quale motivo il film di acqua e sapone si "incurva".
c) Cosa puoi dire sull'intensità della corrente diffusiva dei tre gas in questa situazione?
d) Per quale ragione le correnti diffusive dei tre gas attraverso il setto poroso nel sistema B sono differenti da quelle attraverso il film di sapone nel sistema C?

Conclusioni *(da completare al termine dell'esperienza)*

Scheda 13: Sistemi di resistenze in serie ed in parallelo

Considera i seguenti circuiti idraulici costituiti da una pompa e due cilindri A e B collegati tra loro tramite dei raccordi. Una pompa è in grado di mantenere ad un regime stazionario un ben determinato quantitativo di acqua nel cilindro A e nel cilindro B, in modo che il dislivello dell'acqua tra i due cilindri rimanga costante. La differenza tra i diversi circuiti schematizzati sotto è dovuta al numero di resistenze e alla loro disposizione. Le resistenze possono essere disposte in serie e/o in parallelo. Le singole resistenze sono tutte uguali e sono costituite da un contenitore separato in due compartimenti comunicanti attraverso un setto molto poroso attraversabile dall'acqua con un flusso massivo. Utilizza la figura 1 come situazione di riferimento. Si noti come il dislivello di acqua nei due compartimenti della resistenza (R_o) corrisponde anche al dislivello generato dalla pompa (Δh_o). La corrente circolante è indicata con I_{Vo} ed è uguale prima e dopo la resistenza.

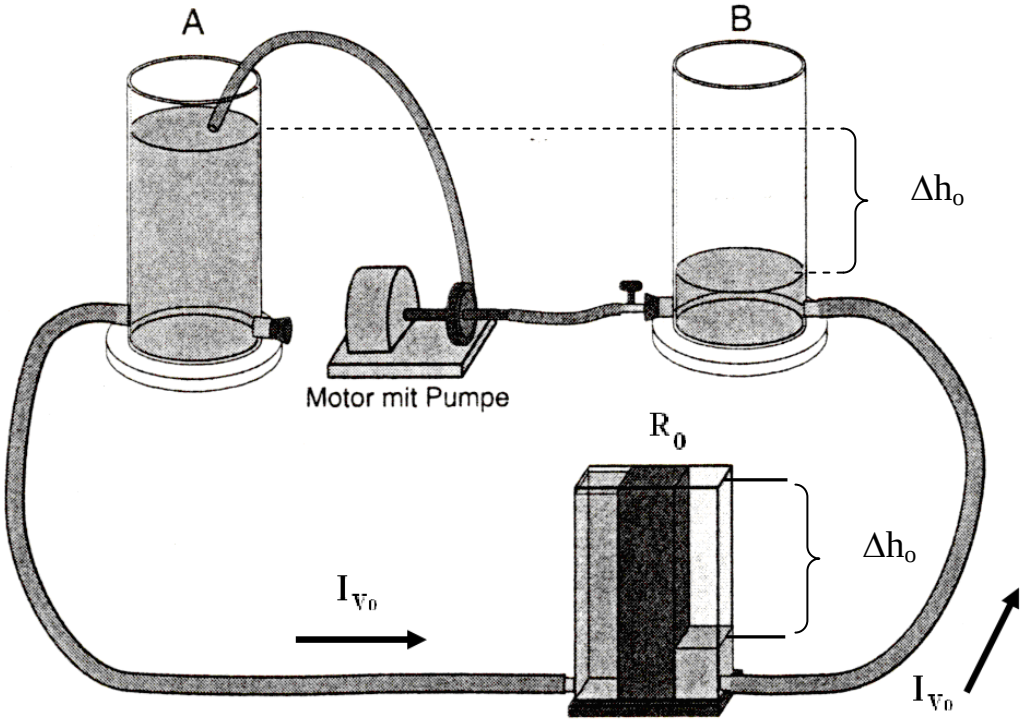
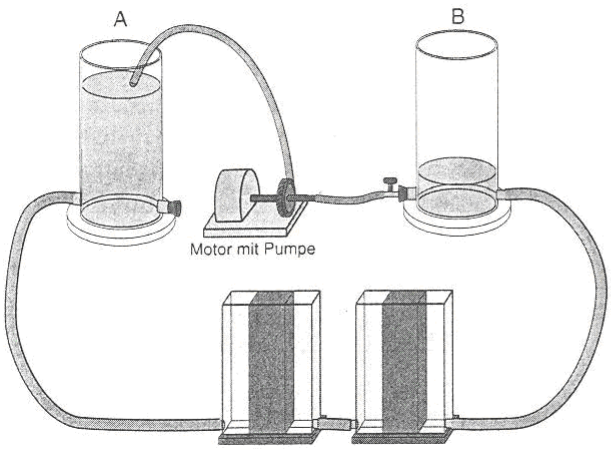


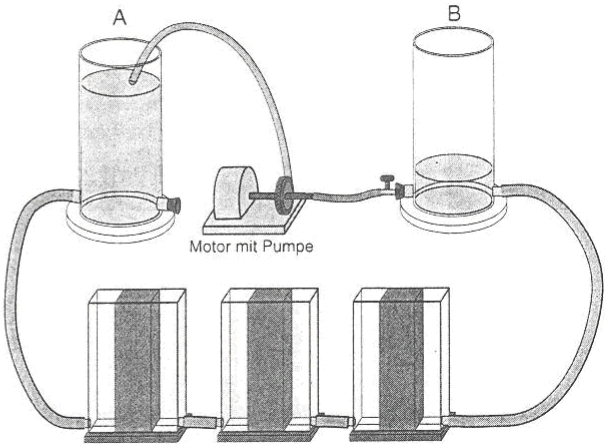
Fig. 1 Circuito di riferimento munito di una sola resistenza

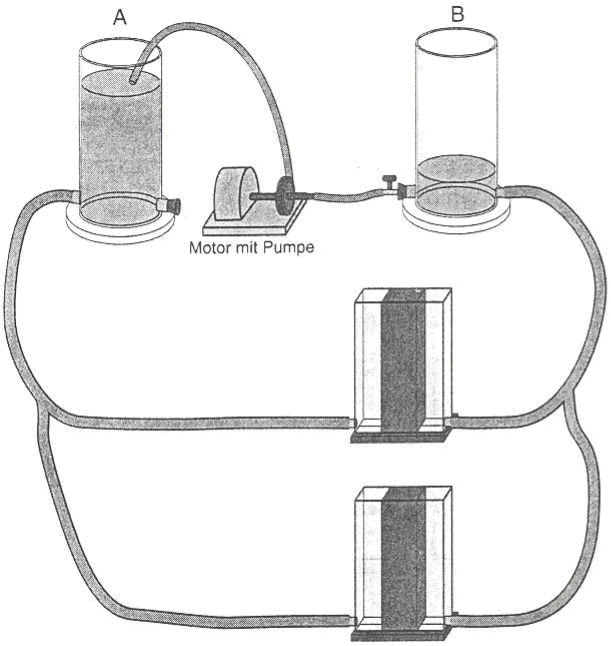
Domande:

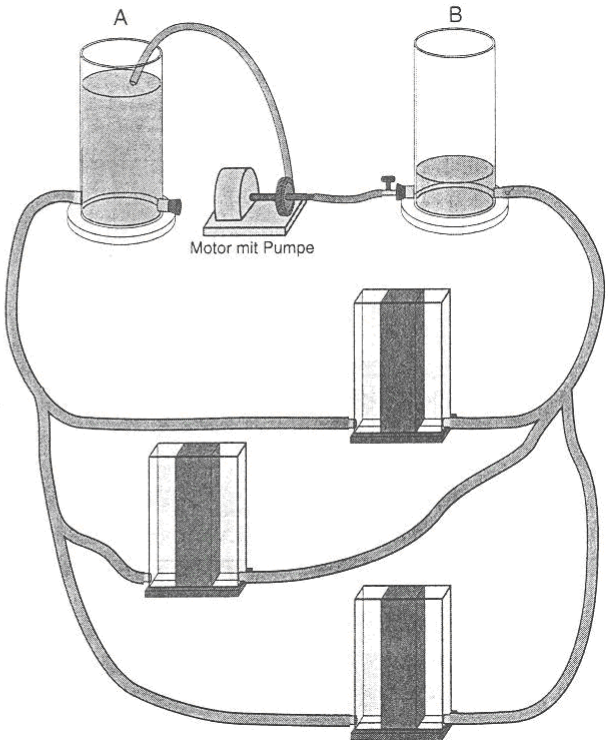
1) Completa i diversi circuiti riportati negli esercizi 1 e 2, indicando, come nella **Fig. 1**, il nuovo livello raggiunto dall'acqua nei due compartimenti della resistenza. Nota che l'altezza dell'acqua andrà misurata con l'ausilio di un righello direttamente sul disegno ed indicata a lato come frazione di Δh_o.
2) Indica pure l'intensità della corrente nei diversi rami del circuito come frazione rispetto a I_{Vo} (cioè all'intensità della corrente d'acqua in un circuito provvisto di una sola resistenza).
3) Il lavoro della pompa sarà sempre lo stesso, indipendentemente dalla configurazione delle resistenze? Spiega perché, indicando in quale caso pensi la pompa debba lavorare maggiormente.
4) Determina per ogni circuito la corrente totale circolante, come pure il valore della resistenza totale del circuito rispetto ad R_o.
5) Come si può calcolare la resistenza totale in un circuito in cui le resistenze sono poste tra loro in serie rispettivamente in parallelo?

Esercizio 1

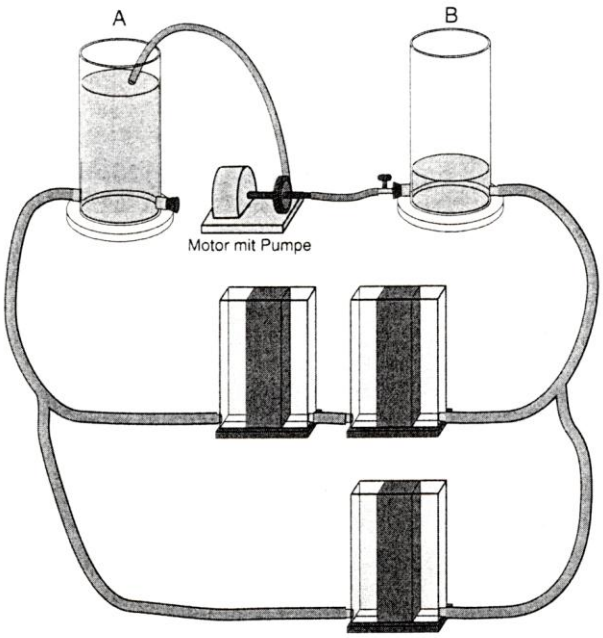

A
B
Motor mit Pumpe

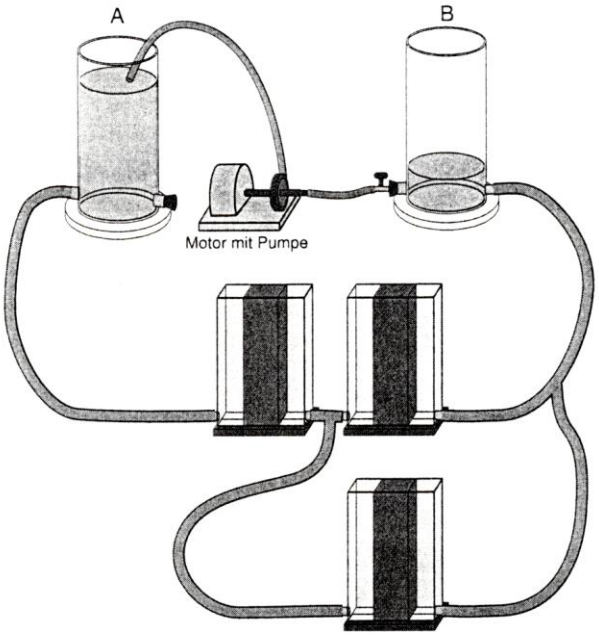

A
B
Motor mit Pumpe

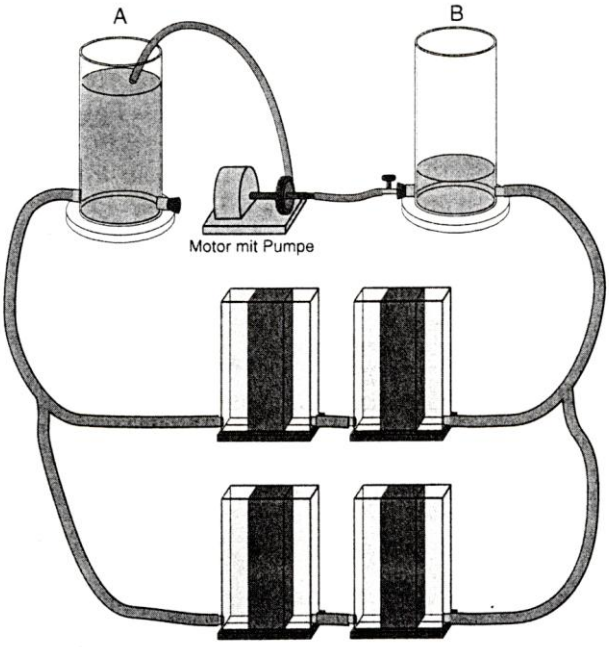

A
B
Motor mit Pumpe

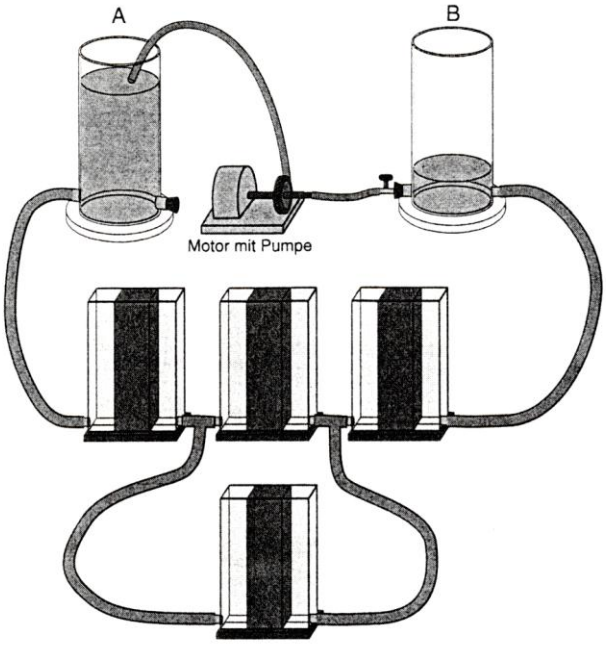

A
B
Motor mit Pumpe

Esercizio 2


A
B
Motor mit Pumpe


A
B
Motor mit Pumpe


A
B
Motor mit Pumpe


A
B
Motor mit Pumpe

Scheda 14: Modello idraulico dell'apparato cardiocircolatorio

PARTE I) Verifica della legge di Hagen-Poiseuille

Scopo

- Verificare se il fluido che attraversa i 3 rami del circuito idraulico di Fig. 1 segue la legge di Hagen-Poiseuille
- Utilizzare la legge di Hagen Poiseuille per confrontare la resistenza dei tre differenti rami del circuito

Materiale

Modello MSW- Winthertur

Procedimento

La corrente attraverso i diversi rami del circuito è visualizzata dalla rotazione della biglia: più elevata è la frequenza di rotazione, maggiore è l'intensità della corrente. La spinta che genera la corrente è visualizzata dalla differenza di altezza tra i due cilindri a lato della pompa. La differenza di altezza può essere regolata con l'ausilio di un'asta mobile.
Esegui 4 misurazioni dell'intensità di corrente che corrispondono ai diversi Δh riportati nella tabella.
Per ogni Δh determina il numero di giri al minuto della pallina (frequenza di rotazione) nella resistenza R1, R2, R3 e R4, lasciando tutti i rubinetti (❶❷❸❹) aperti.

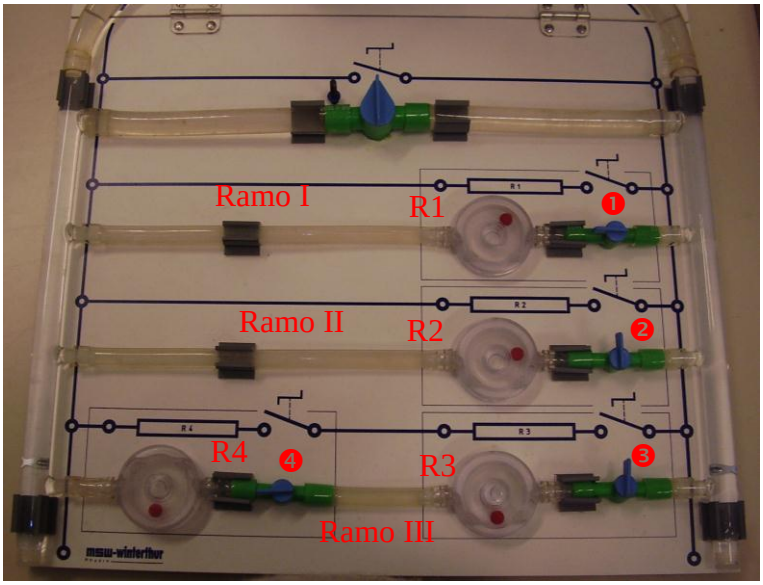


Fig. 1 Circuito idraulico (MSW- Winterthur), utilizzato come modello del sistema cardiocircolatorio. Il ramo 1 del circuito è quello considerato nella verifica della legge di Hagen-Poiseuille.

Risultati

Δh (cm)	Frequenza di rotazione (f_1) (min^{-1})	Frequenza di rotazione (f_2) (min^{-1})	Frequenza di rotazione (f_3) (min^{-1})	Frequenza di rotazione (f_4) (min^{-1})
10				
20				
30				
40				

K: Costante del contatore di flusso[1]

Δh (cm)	$\Delta p=\rho g.\Delta h$ (J/m^3)	$I_{V1}= K.f_1$ (mL/s)	$I_{V2}= K.f_2$ (mL/s)	$I_{V1}= K.f_3$ (mL/s)	$I_{V3}= K.f_4$ (mL/s)	$R_1=I_{V4}/\Delta p$ ($J.s/m^6$)	$R_2=I_{V2}/\Delta p$ ($J.s/m^6$)	$R_3=I_{V3}/\Delta p$ ($J.s/m^6$)	$R_4=I_{V4}/\Delta p$ ($J.s/m^6$)
10									
20									
30									
40									

[1] La costante "K" del contatore di flusso permette di calcolare il flusso effettivo attraverso il contatore ed è espressa in mL. La relazione tra la frequenza di rotazione e l'intensità della corrente è "I_V= K.frequenza di rotazione". Se K non è indicata dal fornitore, la si può misurare facilmente, facendo passare un determinato volume d'acqua attraverso il contatore e misurando il corrispondente numero di giri che compie la rotellina.

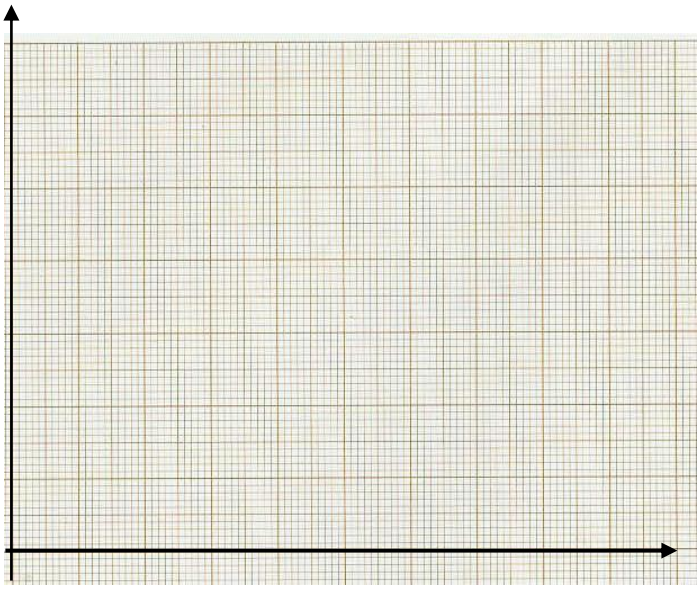
Domande

a) Per ognuno dei tre rami del circuito rappresenta graficamente l'intensità della corrente in funzione della spinta Δp generata dalla pompa e mostra che la legge di Hagen-Poiseuille risulta soddisfatta

b) Quante volte più grande o più piccola è la resistenza R_1 rispetto alla resistenza R_2**?**

c) Per quale ragione non si può determinare se R3 è diversa da R4?

d) Nel modello idraulico, in che modo si rende visibile la spinta esercitata dalla pompa?



PARTE II) Resistenza totale del circuito per differenti configurazioni delle resistenze

Scopo: Verificare la relazione tra le resistenze dei singoli rami del circuito e la resistenza totale.

Procedimento

a) Misura l'intensità della corrente attraverso i singoli rami del circuito nelle seguenti situazioni:

I) rubinetti ❶, ❷, ❸ e ❹ aperti

II) rubinetti ❶ e ❷ aperti e tutti gli altri chiusi

III) rubinetti ❶ e ❷ chiusi e tutti gli altri aperti

In ognuna delle tre situazioni, il dislivello (Δh) generato dalla pompa è lo stesso.

b) Utilizzando il dislivello (Δh) e l'intensità della corrente nei singoli rami del circuito, calcola le resistenze singole così come la corrente e la resistenza totale. Inserisci i valori calcolati nella tabella sottostante.

c) Verifica che:

- nella situazione I) $R_{tot}^{-1} = R_1^{-1} + R_2^{-1} + (R_3+R_4)^{-1}$;
- nella situazione II) $R_{tot}^{-1} = R_1^{-1} + R_2^{-1}$
- nella situazione III) $R_{tot} = R_1 + R_2$ (assumi che le quattro resistenze siano identiche)

Risultati Δh= ….. => Δp = …..

	$I_{V1}= K.f_1$	$I_{V2}= K.f_2$	$I_{V3}= K.f_3$	$I_{Vtot}= I_{V1}+I_{V2}+I_{V3}$	R_1	R_2	$R_3+ R_4$	$R_{tot}= \Delta p/I_{Vtot}$
I)								
II)								
III)								

PARTE III) Spinta corrente e potenza assorbita dalla pompa

Scopo: verificare che la potenza elettrica assorbita dalla pompa è direttamente proporzionale alla corrente d'acqua erogata I_{Vtot} e alla spinta generata ($\Delta p=\rho g.\Delta h$).

Il lavoro della pompa dipende dalla configurazione delle resistenze, cioè da quali rubinetti sono aperti e quali sono chiusi. La frequenza con la quale si inserisce il motore, per mantenere il dislivello Δh costante, è un parametro direttamente proporzionale all'energia assorbita dalla rete elettrica e quindi al lavoro idraulico eseguito dalla pompa.

Procedimento

Chiudi i diversi interruttori seguendo le indicazioni riportate nella tabella sottostante. Effettua le misurazioni per determinare la corrente totale circolante (I_{Vtot}) la spinta (Δh) e la potenza assorbita dalla pompa (P_{tot}). L'intensità della corrente circolante si può determinare misurando la frequenza di rotazione della rotellina nelle resistenze (R_1, R_2, R_3 e R_4), la potenza si determina misurando la frequenza con cui si inserisce la pompa e il Δh si legge sull'asta graduata inserita nel cilindro.

Risultati

Completa la tabella seguente!

Configurazione delle resistenze		I_{V1}	I_{V2}	I_{V3}	I_{Vtot}	Δh (cm)	P_{tot}
Rubinetti aperti:	Rubinetti chiusi:						
❸ e ❹	❶ e ❷	0	0			15	
❸ e ❹	❶ e ❷	0	0			30	
❶ e ❷	❸ e ❹			0		15	
❶ e ❷	❸ e ❹			0		30	
❶, ❷, ❸ e ❹	nessuno					15	
❶, ❷, ❸ e ❹	nessuno					30	

$P_{tot:}$ " frequenza con cui si inserisce la pompa"

$I_{Vtot:}$ corrente totale generata dalla pompa

Δh: dislivello dell'acqua determinato dall'asta regolabile

Domanda

Analizzando i dati che hai inserito nella tabella determina quale/i di queste relazioni potrebbe/ro risultare valida/e. Spiega!

I) $\frac{I_{Vtot}.\Delta h}{P_{tot}} = \cos t$ II) $P_{tot}.I_{Vtot}.\Delta h = \cos t$ III) $\frac{I_{Vtot}}{P_{tot}.\Delta h} = \cos t$ IV) $\frac{\Delta h}{P_{tot}.I_{Vtot}} = \cos t$

PARTE IV) Uso del modello MSW per simulare il funzionamento del sistema cardiocircolatorio

Procedimento
Utilizzando il modello idraulico MSW esegui gli interventi riportati nella prima colonna della tabella ed osserva come reagisce il circuito, cioè la variazione di P_{tot} e di I_{Vtot} . Identifica in particolare quali parametri del circuito si modificano a seguito dell'intervento e trova una situazione pressoché analoga nel funzionamento del sistema cardiocircolatorio.

Intervento sul modello	**Parametro/i modificato/i**	**Effetto su P_{tot} e I_{Vtot}**	**Analogia con il sistema cardiocircolatorio**
Chiusura di alcuni rubinetti mantenendo il dislivello dell'acqua invariato			
Aumento del dislivello dell'acqua generato dalla pompa.			

Legenda: ↑ aumento, ↓ diminuzione

Considera le situazioni di perturbazione del sistema cardiocircolatorio riportate nella prima colonna della tabella sottostante e proponi in che modo è possibile simularle utilizzando il modello idraulico MSW.
Esegui le simulazioni ed osserva gli effetti sul circuito del modello rilevando quali grandezze variano. Prevedi per analogia quali effetti ci si può aspettare sulla frequenza e gittata cardiaca, la pressione e l'irrorazione periferica. Inserisci tutte queste informazioni completando la tabella sottostante.

Situazione reale di perturbazione	**Simulazione con il modello MSW[2]**	**Effetto/i sul modello MSW**	**Grandezza/e che varia/no**	**Effetto/i atteso/i sul sistema cardiocircolatorio**	**Validità della previsione**
Aumento dell'attività fisica					
Embolia gassosa					
Stato di schock					

Conclusioni *(da completare al termine dell'esperienza)*

[2] In questa casella devi precisare in che modo intendi modificare il modello per simulare la perturbazione indicata.

Scheda 15: Esperimenti per evidenziare fenomeni osmotici in organismi viventi

a) Plasmolisi nelle cellule dell'epidermide della cipolla (var. rossa)

Scopo

Variazioni della composizione chimica dell'ambiente extracellulare possono avere importanti ripercussioni sulle cellule. Con questo esperimento si vuole mostrare l'effetto provocato dalla variazione della concentrazione dei soluti extracellulari. Un aumento drastico e repentino della concentrazione salina all'esterno della cellula provoca la **plasmolisi** ("rottura del citoplasma"), che inizia con una perdita di turgore cellulare e termina con il distacco della membrana cellulare dalla parete ed il collasso del vacuolo centrale.

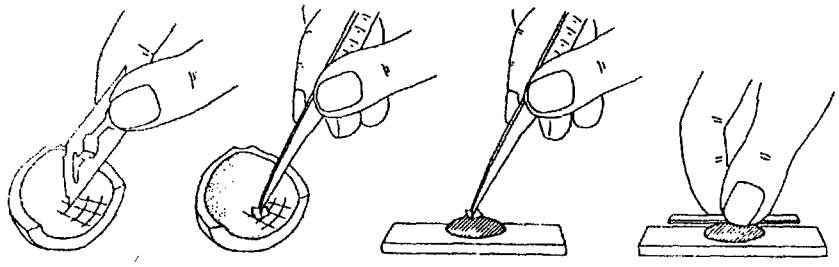
Materiale per le esperienze

a) plasmolisi epidermide di cipolla
- una cipolla rossa
- 100 mL soluzione NaCl al 10% (sulla bilancia aggiungere 10 g sale e portare a 100 g aggiungendo acqua)
- consueta attrezzatura per la microscopia

b) emolisi dei globuli rossi
- preparare 100 mL di soluzione NaCl allo 0.65%
- diluire 4-5 gocce di sangue (piccione) in 100 mL di soluzione
- 4 bicchieri da 100 mL con poca acqua distillata e 4 pipette di plastica monouso

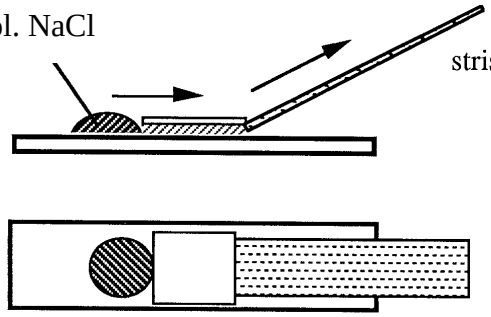
Procedimento
- allestire un preparato di cellule dell'epidermide (parte convessa) di cipolla
- osservare al microscopio il preparato con I.O. = 150 e 600x
- riconoscere le parti della cellula visibili al microscopio
- aggiungere una goccia di una soluzione salina (10% NaCl) al preparato con le cellule dell'epidermide (vedi disegno).

a) Come prelevare l'epidermide da un catafillo (non dalla parte concava come nel disegno, ma da quella convessa!)



b) Come aggiungere la soluzione salina al preparato

sol. NaCl

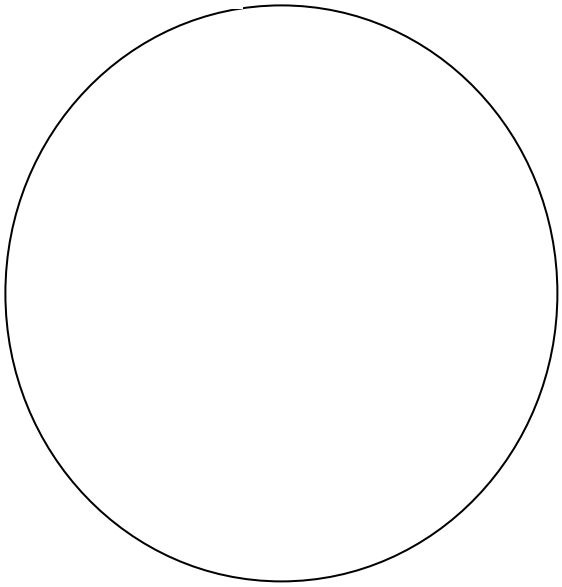


Risultati

I.O. =

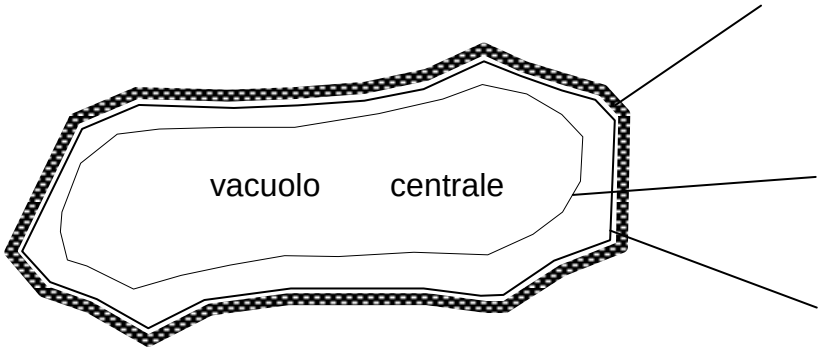
CVR =

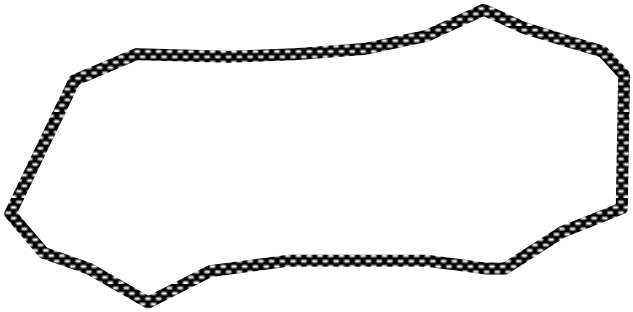
I.D. =



μ H_2O est μ H_2O cit μ H_2O vac

flusso di acqua





μ H_2O est μ H_2O cit μ H_2O vac

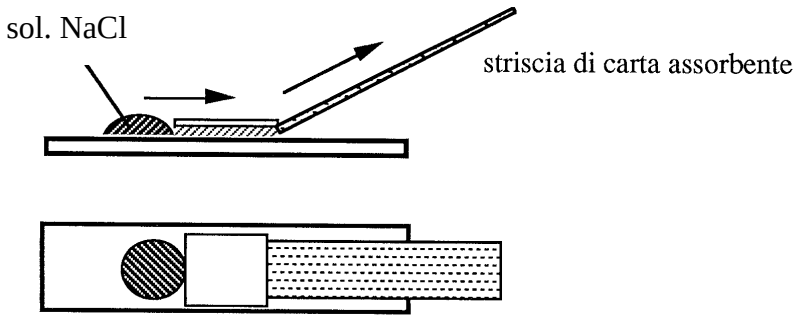
flusso di acqua

b) Emolisi dei glubuli rossi

Scopo
Variazioni della composizione chimica dell'ambiente extracellulare possono avere importanti ripercussioni sulle cellule. Con questo esperimento si vuole mostrare l'effetto provocato dalla variazione della concentrazione dei soluti extracellulari sui globuli rossi. L'aumento della concentrazione salina del plasma sanguigno provoca un raggrinzimento dei globuli rossi, mentre la diluizione eccessiva della soluzione plasmatica porta alla **emolisi**.

Procedimento
- **allestire un preparato di globuli rossi**: depositare sul vetrino portaoggetti, per mezzo di una pipetta, una goccia di sospensione di globuli rossi in soluzione fisiologica (NaCl allo 0.65%) e coprire con il vetrino copriogetti
- **osservare** al microscopio il preparato con I.O. = 150 e 600x (ricordarsi di partire comunque con l'ingrandimento più piccolo!)
- riconoscere la forma dei globuli rossi
- **aggiungere una goccia di una soluzione salina (8% NaCl)** al preparato e osservare gli effetti
- **aggiungere una goccia di acqua distillata** al preparato e osservare gli effetti
- registrare i risultati

a) Aggiungere gocce molto piccole (di soluzione salina, risp. di acqua distillata) lungo il bordo del vetrino e **se necessario** utilizzare una striscia di carta assorbente per richiamare il liquido sotto il vetrino

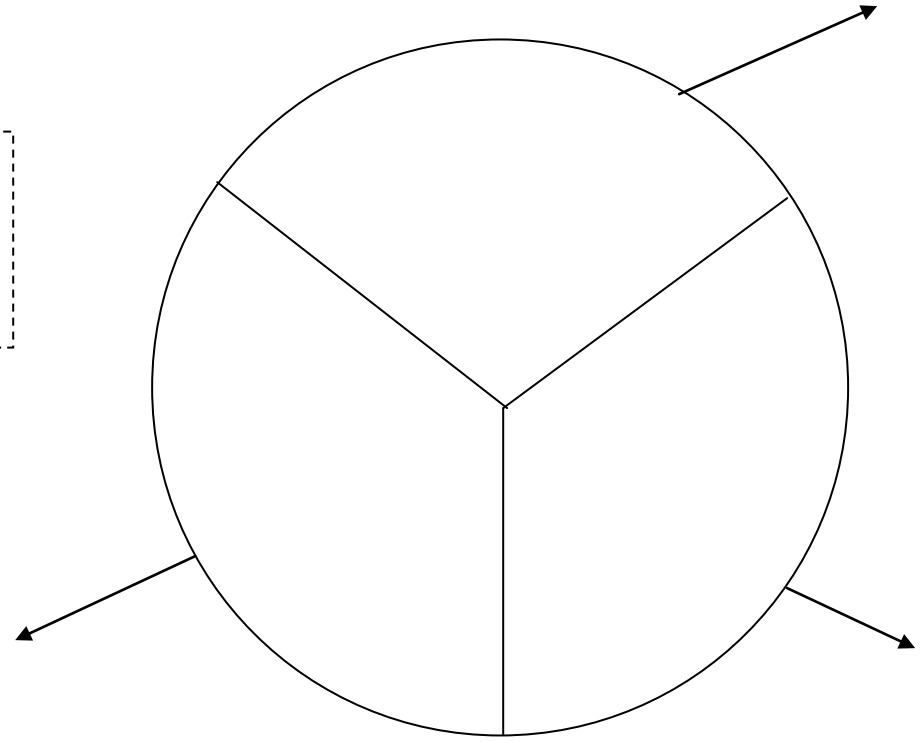


Risultati:

I.O. = 600x

CVR =

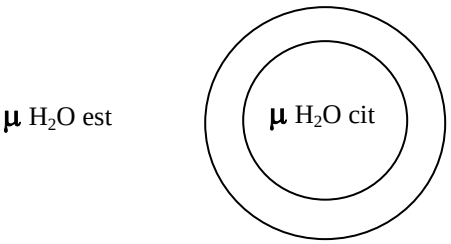
I.D. =



con soluzione ipertonica

con soluzione ipotonica

+ sol. isotonica



+ sol. ipertonica

+ sol. ipotonica

μ H_2O est μ H_2O cit

flusso di acqua

μ H_2O est μ H_2O cit

flusso di acqua

Conclusioni *(da completare al termine dell'esperienza)*

Scheda 16: Calcolo dell'energia dissipata nel trasporto diffusivo e massivo

Scopo

Nella seguente attività dovrai applicare le relazioni dell'energia coinvolta nei diversi tipi di trasporto (massivo e diffusivo).

Per i calcoli considera i dati riportati nella Tab.1:

Parametri	c_1 (mol/L)	c_2 (mol/L)	c_3 (mol/L)	c_4 (mol/L)	Δp_{1-2} (mmHg)	T (°C)	$I_V(O_2)$ (mL/min)	$I_V(sangue)$ (L/min)
Valori	$1,2.10^{-4}$	$7,5.10^{-3}$	$4,7.10^{-5}$	55	90	37	250	5,0

Tab. 1 Dati da utilizzare nei calcoli sui differenti contributi energetici richiesti dal trasporto massivo rispettivamente diffusivo delle sostanze.

Legenda: c_1 : diossigeno disciolto nel sangue; c_2: diossigeno disciolto e legato all'emoglobina (totale) ; c_3 : diossigeno disciolto nelle cellule; c_4: acqua; Δp_{1-2}:caduta di pressione dal cuore agli sfinteri precapillari; $I_V(O_2)$: flusso di diossigeno minimo vitale;I_V (sangue): portata media di sangue attraverso i capillari, a riposo.

Domande

Rispondi alle seguenti domande mostrando le relazioni utilizzate ed i calcoli effettuati. Le prime sei domande riguardano il trasporto massivo mentre le altre si riferiscono anche al trasporto diffusivo.

1. Considera un flusso tale da garantire il minimo vitale di diossigeno $I_V(O_2)$ e la portata sanguigna che mediamente viene erogata dal cuore I_V(sangue). Calcola quanto diossigeno viene scaricato da ogni litro di sangue che raggiunge i tessuti attraverso la rete capillare.
2. Confronta il valore calcolato nel punto precedente con la quantità del diossigeno disciolto, rispettivamente con quella del diossigeno rilasciabile da 1,0 L di sangue (quello disciolto e quello legato all'emoglobina).
3. Calcola quanta energia viene dissipata nel trasporto massivo di 80 mL di sangue[3] che parte dal cuore ed arriva agli sfinteri precapillari ad una pressione di 710 mmHg.
4. Calcola il costo energetico associato al trasporto di 1,0 mol di diossigeno considerando:
   - che nei tessuti si scarichi tutto il diossigeno presente nel sangue (disciolto e legato all'emoglobina);
   - che nei tessuti si scarichi solo il diossigeno necessario per garantire il minimo vitale.

   Inserisci i due valori calcolati nella Tab. 2.
5. Assumi che il trasporto del diossigeno puro avvenga in fase gassosa attraverso un sistema di trachee, come ad esempio quello che si trova negli insetti. Calcola in questo caso il costo energetico associato al trasporto di 1,0 mol di O_2 assumendo che la caduta pressoria sia uguale a quella che si ha per il trasporto del sangue dal cuore agli sfinteri precapillari. Inserisci il valore calcolato nella tabella.

Situazioni particolari considerate nel trasporto del diossigeno:	diossigeno puro attraverso un sistema di trachee	Tutto il diossigeno disciolto e legato all'emoglobina	Il diossigeno scaricato per garantire un minimo vitale
Energia investita per 1,0 mol di diossigeno trasportato (J)			

Tab. 2 Valori dell'energia investita nel trasporto massivo in tre differenti situazioni .

[3] Questo volume di sangue corrisponde circa ad una gittata cardiaca media

6. Crocia le affermazioni vere tra le seguenti e commenta brevemente!

- ❑ Il trasporto massivo di una sostanza risulta tanto più conveniente da un punto di vista energetico, quanto più la sua caduta di concentrazione tra la partenza e l'arrivo è elevata.
- ❑ Il trasporto massivo diventa meno conveniente se con il sangue vengono trasportate più sostanze.
- ❑ L'energia investita nel trasporto massivo di una sostanza è tanto più elevata quanto più grande è la caduta di pressione che si osserva tra il cuore e gli sfinteri precapillari.
- ❑ La velocità con cui si spostano le sostanze nel trasporto massivo è sicuramente elevata se la portata sanguigna risulta essere grande.

7. Utilizza i dati riportati nella tabella 1 per calcolare:

- la caduta di potenziale chimico nel trasporto diffusivo del diossigeno dal letto capillare alla cellula.
- l'energia associata al trasporto di 1,0 mol di diossigeno, sempre dal letto capillare alla cellula.

8. Riporta nella Tab. 3 il valore dell'energia calcolato precedentemente per il trasporto massivo (vedi Tab. 2) ed il valore calcolato sopra. Quale tra le due modalità di trasporto richiede più energia?

	Trasporto massivo di 1,0 mol del diossigeno mediamente consumato	
	Dal cuore al letto capillare	Dal letto capillare alla cellula
Energia investita (J)		

Tab. 3 Confronto tra il quantitativo dell'energia coinvolta nel trasporto massivo -diffusivo del diossigeno.

Considera che in realtà con il sangue non viene trasportato soltanto diossigeno ma una grande quantità di acqua nella quale sono disciolte diverse sostanze (zuccheri, elettroliti, ...).

9. Quale dovrebbe essere la concentrazione complessiva minima di tutte le sostanze trasportate in modo massivo affinché tale trasporto risulti energeticamente meno costoso di quello diffusivo? Consultando la letteratura cerca informazioni riguardo alla composizione del sangue e verifica se effettivamente la concentrazione delle sostanze presenti supera quella minima calcolata.

10. Dal confronto energetico tra trasporto massivo e diffusivo ricava un'interpretazione biologica che metta in evidenza quali sono i vantaggi e gli svantaggi dei due tipi di trasporto.

11. Facendo uso delle leggi che conosci e dei dati riportati nella tabella 1 e 3, completa la tabella 4 calcolando la potenza investita sia nel trasporto massivo sia nel trasporto diffusivo del diossigeno per trasferire all'interno dell'organismo la stessa quantità di diossigeno (minimo vitale).

	Trasporto massivo		Trasporto diffusivo	
	I_V(L/min)	Δp (*mmHg*)	I_n (μmol/s)	$\Delta\mu$ (J/mol)
Potenza investita (W)				

Per sostenere il metabolismo cellulare sono necessarie diverse sostanze costituite da molecole polari o ioni, che, al contrario del di ossigeno, non diffondono liberamente attraverso le membrane cellulari. Un esempio importante è rappresentato dai sali minerali e dagli zuccheri come il glucosio. Il trasporto diffusivo di queste sostanze attraverso le membrane si rende possibile grazie alla diffusione facilitata ad opera di particolari proteine di membrana (proteine trasportatrici e proteine canale). Questi trasporti possono essere passivi, cioè avvengono lungo un gradiente di potenziale chimico, o attivi, cioè vanno contro il gradiente di potenziale. I trasporti attivi sono resi possibili grazie a proteine che fungono da pompe, alimentate dall'idrolisi dell'ATP.

Prendendo come riferimento il trasporto del glucosio dal lume intestinale alla cellula endoteliale e di conseguenza al capillare arterioso (vedi Fig. 1) si vogliono quantificare i contributi energetici associati a questo tipo di trasporto transmembrana.

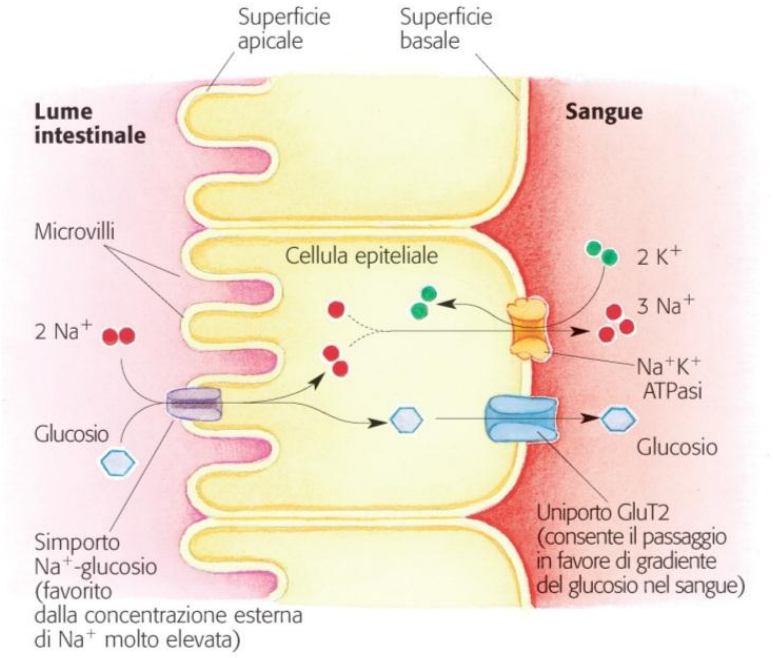


Fig. 1 Schema per il trasporto del glucosio dal lume intestinale ai capillari dei villi intestinali.

	Concentrazione nell'ambiente extracellulare	Concentrazione nell'ambiente intracellulare
Sodio	10 mM	150 mM
Potassio	4,0 mM	110 mM
Glucosio	6,0 mM	

12. Calcola a quale concentrazione la cellula endoteliale è ancora in grado di assorbire glucosio mediante il simporto con il sodio. Trascura il contributo dovuto al gradiente di potenziale elettrico di membrana.

13. Determina quanta energia è associata al trasferimento di 1,0 mol di glucosio in queste condizioni dal lume intestinale al sangue. Trascura il contributo dovuto al gradiente di potenziale elettrico di membrana.

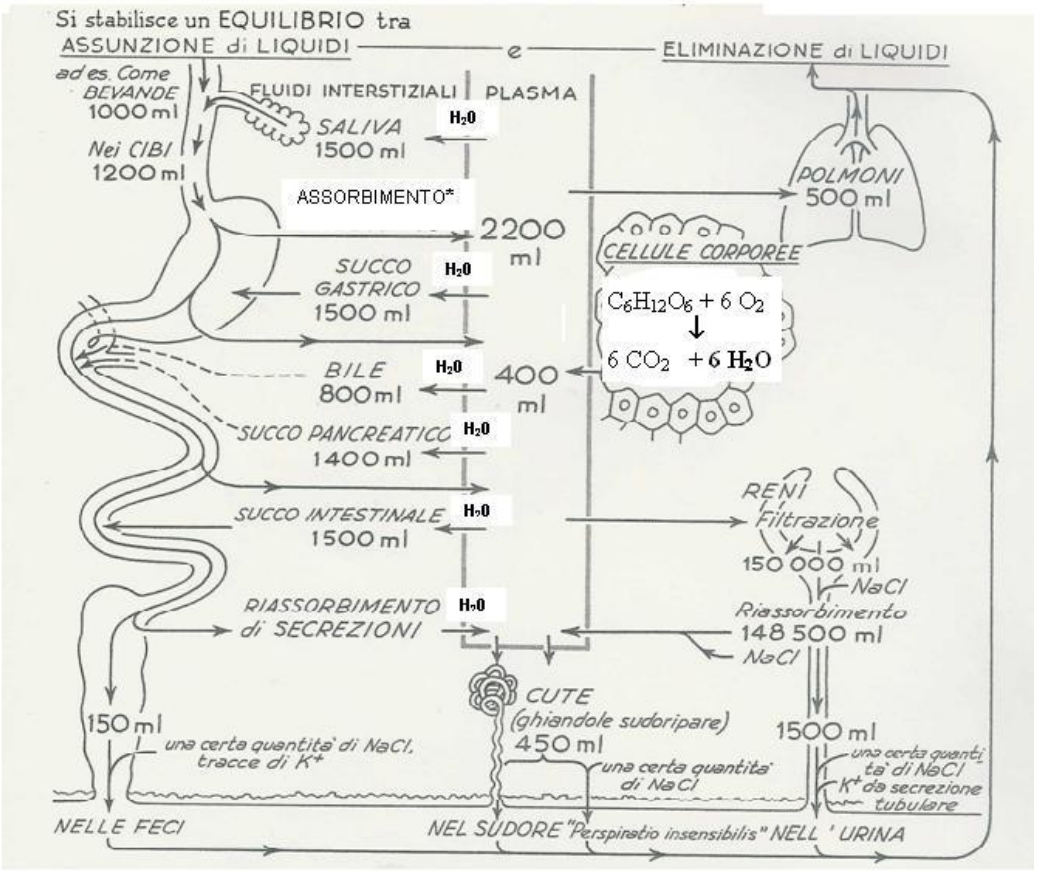
14. Considerando che l'idrolisi dell'ATP, in condizioni fisiologiche, libera ca. 33 kJ/mol, calcola quante moli di ATP sono richieste per il trasporto di 1,0 mol di glucosio.

15. Considerando che il potenziale elettrico all'esterno della cellula endoteliale è di 90 mV più basso che all'interno, spiega se il quantitativo di ATP richiesto per il trasporto di 1,0 mol di glucosio è più elevato o più basso di quello calcolato nel punto precedente.

Scheda 17: Bilancio idrico giornaliero del corpo umano

NB: - tutti i valori indicati nello schema si riferiscono a volumi di acqua
- tutte le frecce (se non specificato altro) indicano flussi di acqua

- in realtà la maggior parte dell'acqua viene assorbita nell'intestino



a) Usando i dati riportati nello schema seguente, esegui il bilancio (confronto fra entrate e uscite) riguardante l'acqua nel corpo umano. Commenta il risultato ottenuto.

b) Ritieni plausibile l'affermazione che dal corpo escono ca. 160 L di acqua al giorno?

c) Interpreta che cosa rappresenta il volume di 400 ml di acqua, indicato nello schema come acqua che entra nel plasma. Mettendo in relazione questo valore con il risultato ottenuto in a), riformula il bilancio idrico.

d) Pensi che il valore (400 ml) del volume considerato in c) potrebbe variare? Se sì, in quale situazione?

e) Indica due esempi in cui il trasporto di acqua tra i diversi compartimenti del corpo è di tipo massivo (convettivo) e due esempi in cui il trasporto è di tipo diffusivo. Spiega le differenze e la causa di questi trasporti utilizzando i concetti di spinta, potenziale chimico, pompa, energia, trasporto passivo e attivo.

SOLUZIONI

a) I volumi di acqua in entrata e in uscita sono:

Entrate (ml): 1000 + 1200 + (1500 + 1500 + 800 + 1400 + 1500) – 150 + [148500] = 157’250 ml ☞ (riassorbimento intestinale) e [riassorbimento renale]

Uscite (ml): (1500 + 1500 + 800 + 1400 + 1500) + 500 + 450 + [150’000] = 157'650 ml

☞ (secrezione succhi digestivi) e [filtrazione renale]

Le uscite superano le entrate di 400 ml, quindi il bilancio è negativo. In realtà il bilancio dovrebbe essere in pareggio, altrimenti il corpo si disidraterebbe!

b) Sì è plausibile. Infatti considerando topologicamente il dentro e il fuori dell’organismo, le secrezioni intestinali (succhi digestivi), che poi saranno riassorbite, e il volume risultante dalla prima filtrazione renale, che in seguito viene pure riassorbito, sono da calcolare come uscite (temporanee) dall’organismo. Bilancio idrico = confronto tra le entrate e le uscite del volume di acqua rispetto al sistema corpo umano.

c) Si tratta dell’acqua prodotta come scarto, insieme alla CO_2, durante la **respirazione cellulare** all’interno delle cellule.

Bilancio idrico:

entrate +157'250 ml

uscite - 157'650 ml

produzione + 400 ml

Il bilancio è in pareggio!

d) Sì, questo valore può variare a dipendenza dell’intensità delle respirazione cellulare nell’organismo, per esempio a causa di una accresciuta attività muscolare o per la necessità dell’organismo di produrre maggiori quantità di calore (entropia) per mantenere costante la temperatura corporea.

e) Trasporti massivi: ingestione dell’acqua che si beve, uscita dell’acqua dalla vescica urinaria.

Trasporti diffusivi: assorbimento intestinale dell’acqua (intestino-plasma) e escrezione di acqua dal plasma agli alveoli polmonari.

Differenze: nei trasporti massivi un pacchetto di materia si sposta a causa di una differenza di pressione (→ pompa; occorre fornire energia); in quelli diffusivi il trasporto è il risultato dello spostamento delle singole particelle (molecole): il trasporto può essere passivo (spontaneo) quando avviene secondo il gradiente del potenziale chimico oppure attivo se avviene contro il gradiente del potenziale chimico (occorre fornire energia).

I trasporti massivi sono necessari per far compiere alle sostanze lunghi tragitti in tempi biologicamente compatibili.

Scheda 18: Misurazione della pressione con lo sfigmomanometro

Parte teorica: *Riflessione sulla procedura di misurazione della pressione sanguigna sistolica e diastolica (massima e minima)*

Considera la figura sottostante nella quale si mostra la procedura di misurazione della pressione arteriosa nell'arteria del braccio (brachiale). A tale scopo si utilizza uno sfigmomanometro (manicotto gonfiabile + manometro) e lo stetoscopio per auscultare il rumore provocato dalle turbolenze del flusso sanguigno.

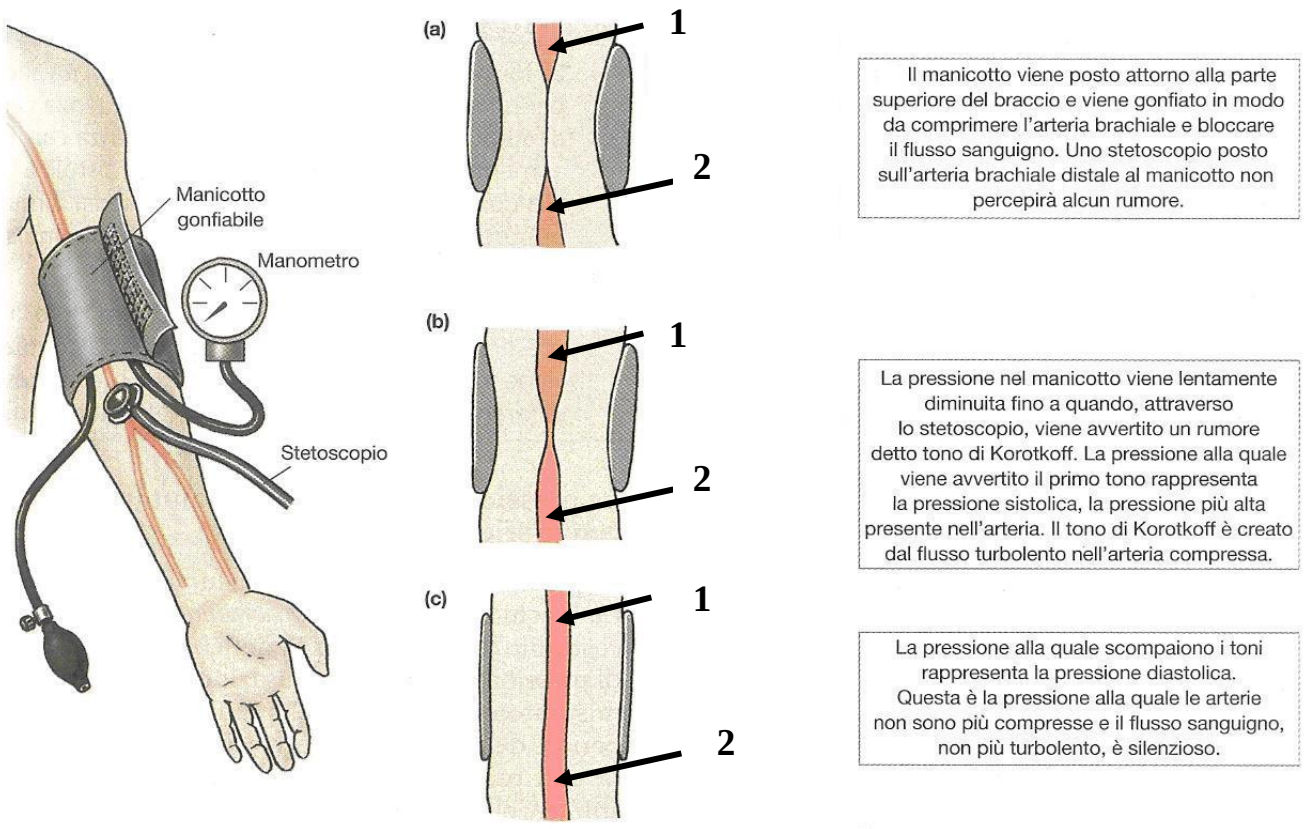


Fig. 1 Schema per la procedura di misura della pressione arteriosa minima e massima .

Domande

b) In quale delle seguenti situazioni il flusso attraverso l'arteria brachiale avverrà solo in modo discontinuo, per brevi intervalli di tempo?

❑ $p_{man} > p_{sist}$; ❑ $p_{man} = p_{sist}$; ❑ $p_{sist} > p_{man} > p_{diast}$; ❑ $p_{man} = p_{diast}$; ❑ $p_{diast} > p_{man}$

(p_{man}: pressione manicotto; p_{diast}: pressione diastolica; p_{sist}: pressione siststolica;

c) Spiega e rappresenta graficamente (in modo qualitativo) come variano la portata sanguigna attraverso l'arteria brachiale (I_V), la velocità del sangue (v), la pressione nel punto 1 (p_1, vedi Fig. 1) e la caduta pressori tra il punto 1 e il punto 2 (Δp_{1-2}) nelle tre situazioni a) b) e c) rappresentate in Fig. 1.

d) Nella Fig. 1 a):
- la pressione nel punto 1 è uguale a quella nel punto 2? Argomenta!
- la pressione nel punto 2 corrisponde alla pressione diastolica? Spiega!

e) Quale situazione si viene a creare quando la pressione del manicotto raggiunge la pressione del sangue in uscita dal cuore? Spiega aiutandoti con la Fig. 1 e considerando che la resistenza elastica, che offre l'arteria alla compressione, è trascurabile per quanto riguarda la pressione da applicare.

Parte sperimentale

Esegui le misure della pressione sanguigna e della frequenza cardiaca sul tuo compagno posto nelle condizioni indicate sotto. Ripeti la misura fino a quando lo scarto quadratico medio scende al di sotto del 3% del valore medio. Raccogli i dati in una tabella.

I) Compagno "tranquillo" seduto su di una sedia con il braccio disteso lungo il fianco.
II) Compagno "tranquillo" seduto su di una sedia con il braccio tenuto alzato verticalmente.
III) Compagno "tranquillo" sdraiato e seduto con braccio all'altezza del cuore
IV) Compagno seduto su di una sedia con il braccio disteso lungo il fianco, poco dopo che è salito e ridisceso da una rampa di scale

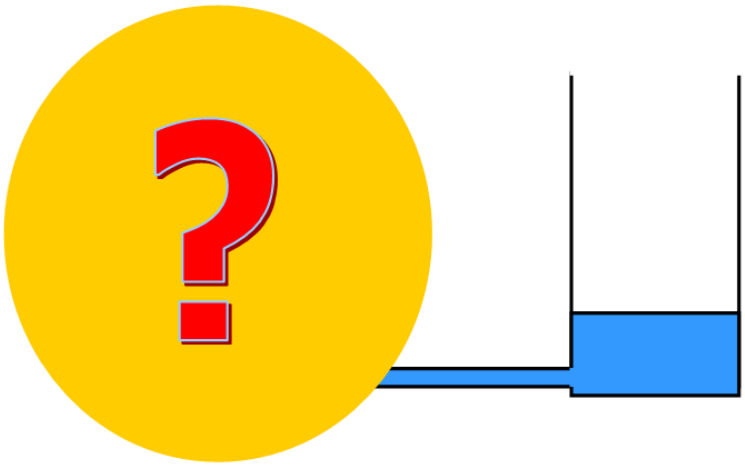
Domande

a) La differenza di pressione che dev'essere in grado di generare una pompa per mantenere una determinata corrente all'interno di un circuito idraulico rigido varia se il circuito è posizionato verticalmente anziché orizzontalmente? Spiega!
b) Confronta i valori pressori misurati quando il compagno è seduto, con quelli misurati quando il compagno è sdraiato e commentali facendo riferimento alla risposta data nel punto precedente.
c) Considera la differenza di altezza che ha il manicotto rispetto al cuore nelle situazioni I) e II) e verifica se la differenza di pressione misurata corrisponde a quella che si può prevedere in base alla legge di Stevino.
d) Confronta la situazione I) e IV) e, assumendo che la gittata sanguigna sia rimasta invariata, stima di quanto è variata la portata sanguigna e la potenza erogata dal cuore, per mantenere in funzione la circolazione sanguigna. Valuta se tali stime sono superiori a inferiori ai valori reali.

Conclusioni *(da completare al termine dell'esperienza)*

Scheda 19: Qual è la forma del recipiente nascosto?

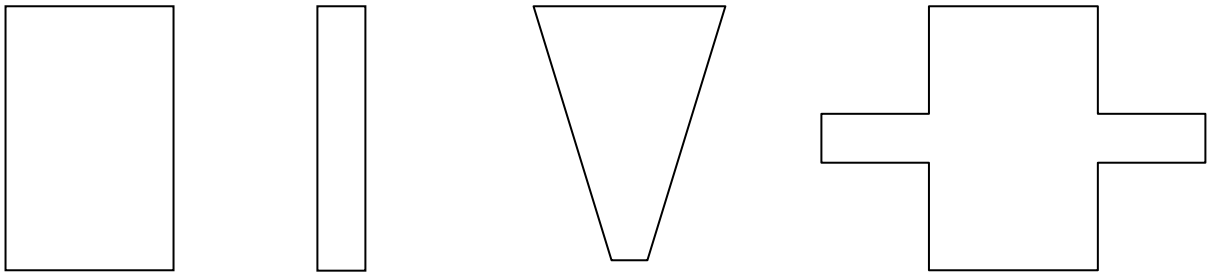
Considera l'apparecchiatura posta sul bancone. Dentro la scatola di cartone è posto un recipiente (aperto in alto) che è collegato mediante un tubo al cilindro (vedi figura a fianco).



Domande

1. Spiega in che modo puoi determinare la forma del recipiente nascosto, aggiungendo dell'acqua al cilindro "esterno" ed osservando unicamente ciò che accade nello stesso.

2. Quali tra i seguenti contenitori di forme diverse puoi scartare. Spiega perché!



(a) (b) (c) (d)

3. Quali tra le seguenti proprietà dell'acqua (ed in generale di un fluido) ti hanno permesso di risolvere il problema?

- ❑ si conserva (non può essere né prodotta né distrutta);
- ❑ è soggetta a una legge di bilancio;
- ❑ non è comprimibile;
- ❑ fluisce da punti a pressione maggiore verso punti a pressione minore fino a quando la differenza di pressione si annulla e si raggiunge uno stato di equilibrio;
- ❑ per annullare le differenze di pressione l'acqua si dispone in due vasi comunicanti allo stesso livello;
- ❑ ha una viscosità relativamente bassa, tanto che il tempo impiegato a raggiungere lo stato di equilibrio è dell'ordine di qualche secondo.