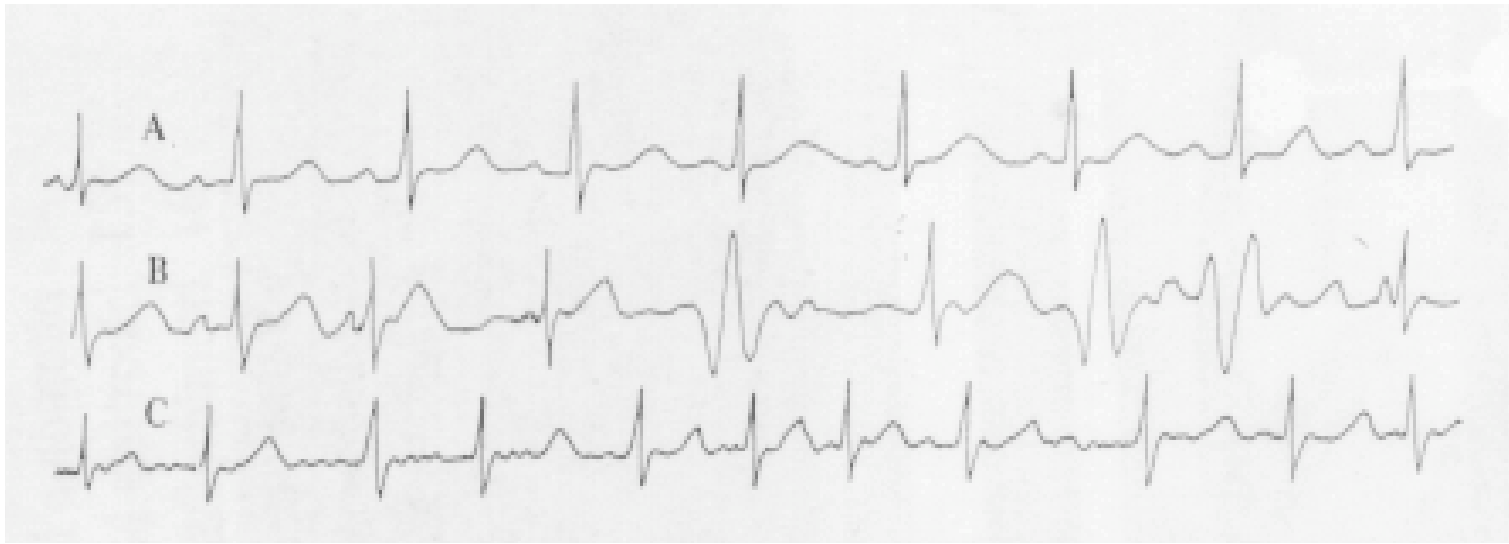


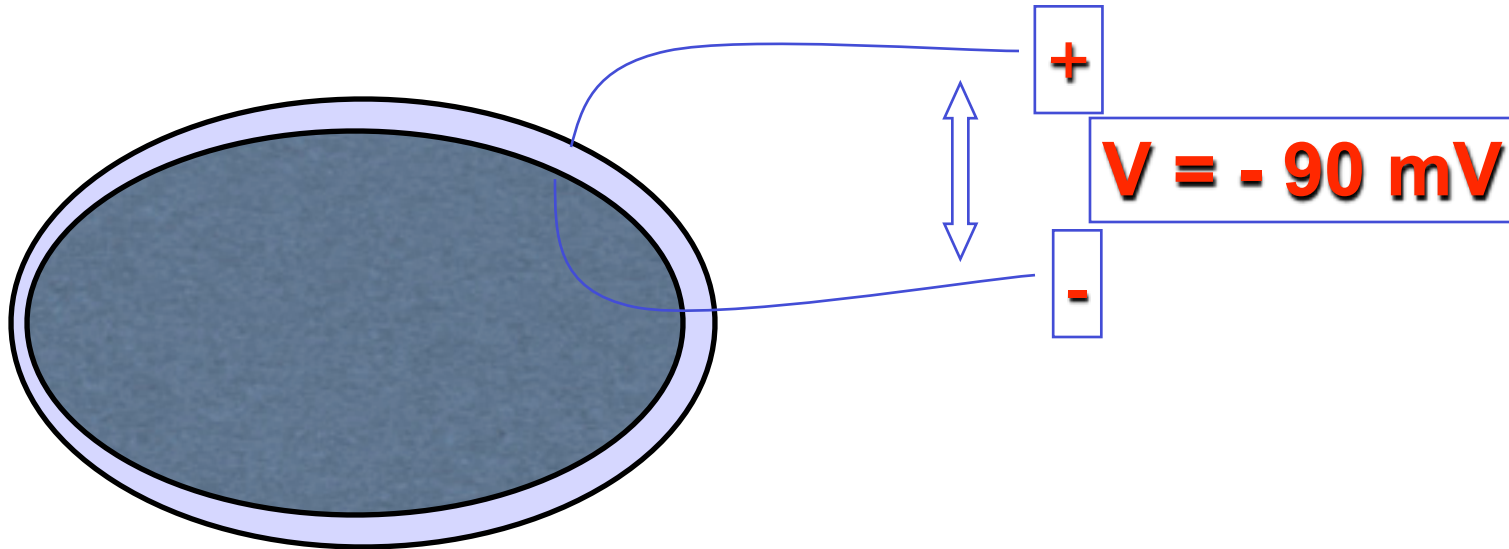
ECG - ElettroCardioGramma

registrazione grafica della attività elettrica del cuore



Siamo una macchina elettrica.....
cioè utilizziamo segnali elettrici per il
funzionamento del nostro sistema nervoso

Le cellule nervose e muscolari di mammifero presentano, in condizioni di riposo, una differenza di potenziale elettrica tra interno ed esterno:

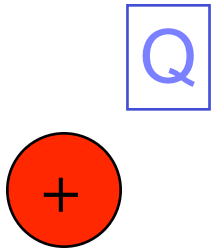


Si dice che esse sono **'polarizzate'**

Concetti

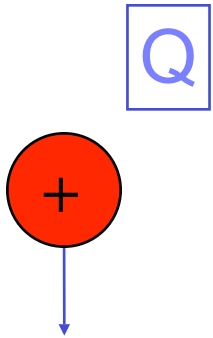
- Legge di Culoumb
- Differenza di potenziale

Una carica elettrica Q crea intorno a sé un CAMPO ELETTRICO



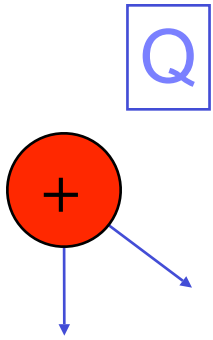
$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \hat{r}$$

Una carica elettrica Q crea intorno a sé un CAMPO ELETTRICO



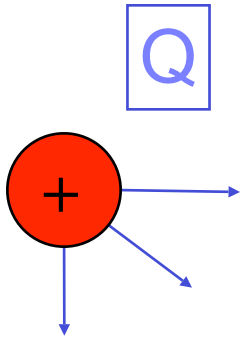
$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \hat{r}$$

Una carica elettrica Q crea intorno a sé un CAMPO ELETTRICO



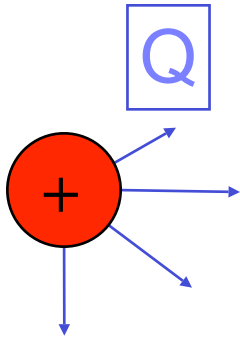
$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \hat{r}$$

Una carica elettrica Q crea intorno a sé un CAMPO ELETTRICO



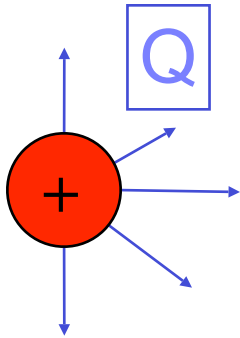
$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \hat{r}$$

Una carica elettrica Q crea intorno a sé un CAMPO ELETTRICO



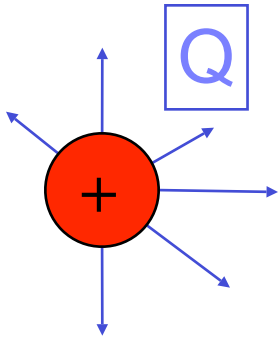
$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \hat{r}$$

Una carica elettrica Q crea intorno a sé un CAMPO ELETTRICO



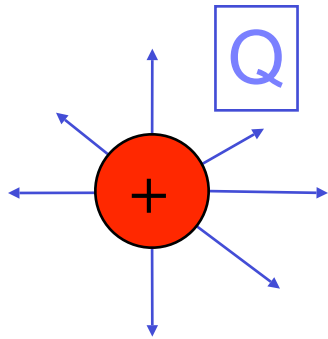
$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \hat{r}$$

Una carica elettrica Q crea intorno a sé un CAMPO ELETTRICO



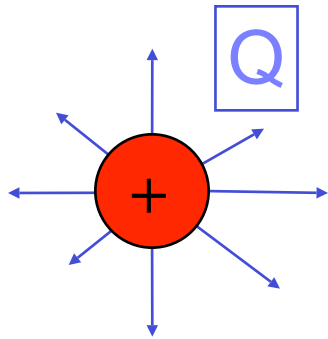
$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \hat{r}$$

Una carica elettrica Q crea intorno a sé un CAMPO ELETTRICO



$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \hat{r}$$

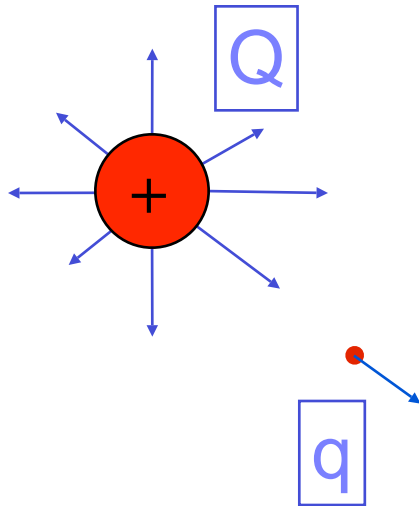
Una carica elettrica Q crea intorno a sé un CAMPO ELETTRICO



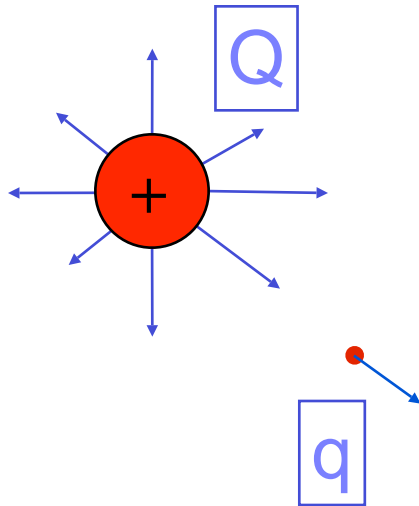
$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \hat{r}$$

Una carica elettrica Q crea intorno a sé un CAMPO ELETTRICO

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \hat{r}$$



Una carica elettrica Q crea intorno a sé un CAMPO ELETTRICO



$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \hat{r}$$

Una carica q posta nel
campo elettrico E subisce
una forza

$$\vec{F} = q\vec{E} = q \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \hat{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{r^2} \hat{r}$$

attrattiva o repulsiva

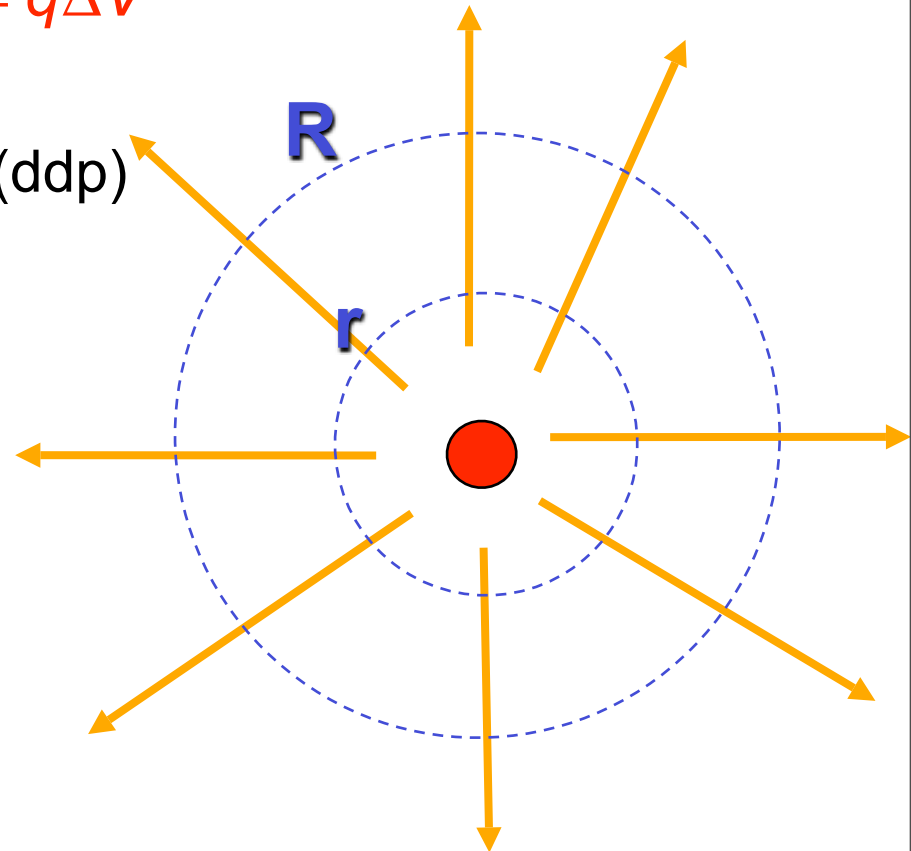
Differenza POTENZIALE

Il lavoro per spostare la carica q da r a R (spostamento $=\Delta s$) è dato da:

$$\begin{aligned} L &= \vec{F} \bullet \vec{\Delta s} = qE(R - r) \\ &= q(ER - Er) = q(V(R) - V(r)) = q\Delta V \end{aligned}$$

V è detta **differenza di potenziale** (ddp) e si misura in Volt (V)

Le sfere rappresentano superfici EQUIPOTENZIALI ossia su ciascuna di esse il potenziale è il medesimo.



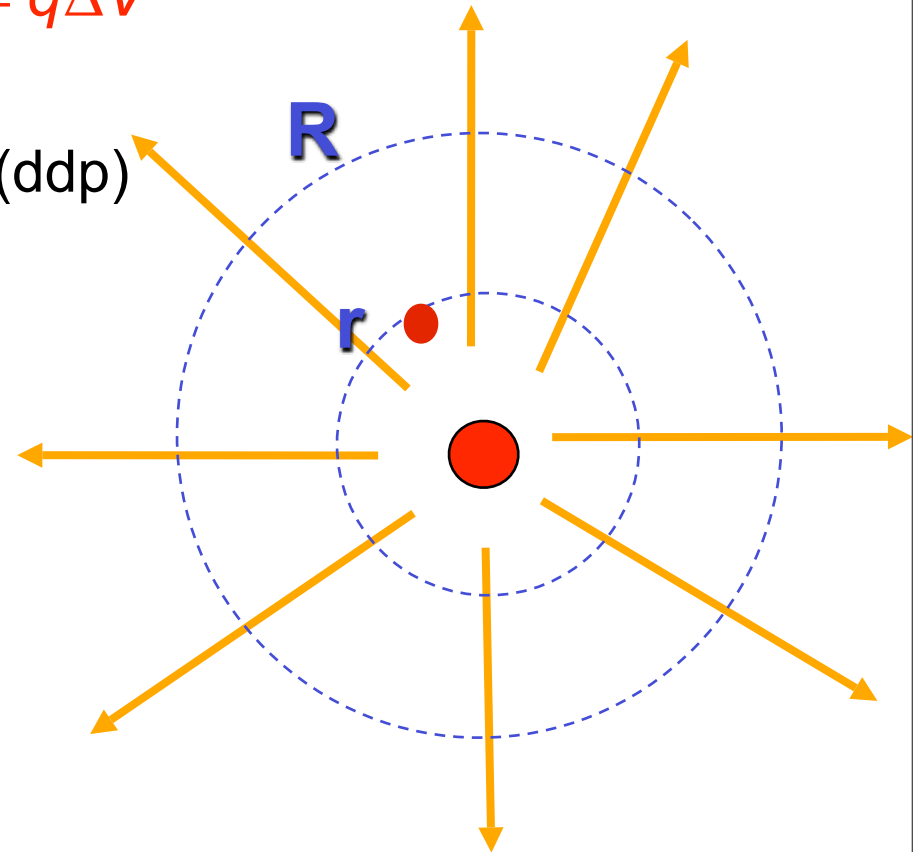
Differenza POTENZIALE

Il lavoro per spostare la carica q da r a R (spostamento $=\Delta s$) è dato da:

$$\begin{aligned} L &= \vec{F} \bullet \vec{\Delta s} = qE(R - r) \\ &= q(ER - Er) = q(V(R) - V(r)) = q\Delta V \end{aligned}$$

V è detta **differenza di potenziale** (ddp) e si misura in Volt (V)

Le sfere rappresentano superfici EQUIPOTENZIALI ossia su ciascuna di esse il potenziale è il medesimo.



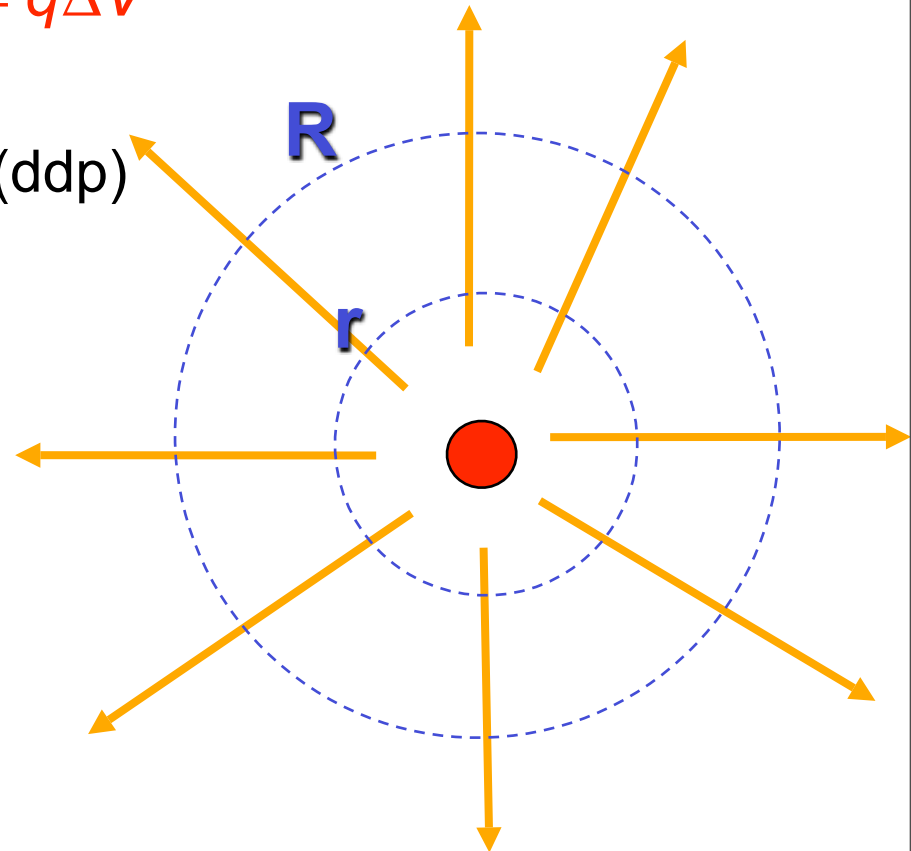
Differenza POTENZIALE

Il lavoro per spostare la carica q da r a R (spostamento $=\Delta s$) è dato da:

$$\begin{aligned} L &= \vec{F} \bullet \vec{\Delta s} = qE(R - r) \\ &= q(ER - Er) = q(V(R) - V(r)) = q\Delta V \end{aligned}$$

V è detta **differenza di potenziale** (ddp) e si misura in Volt (V)

Le sfere rappresentano superfici EQUIPOTENZIALI ossia su ciascuna di esse il potenziale è il medesimo.



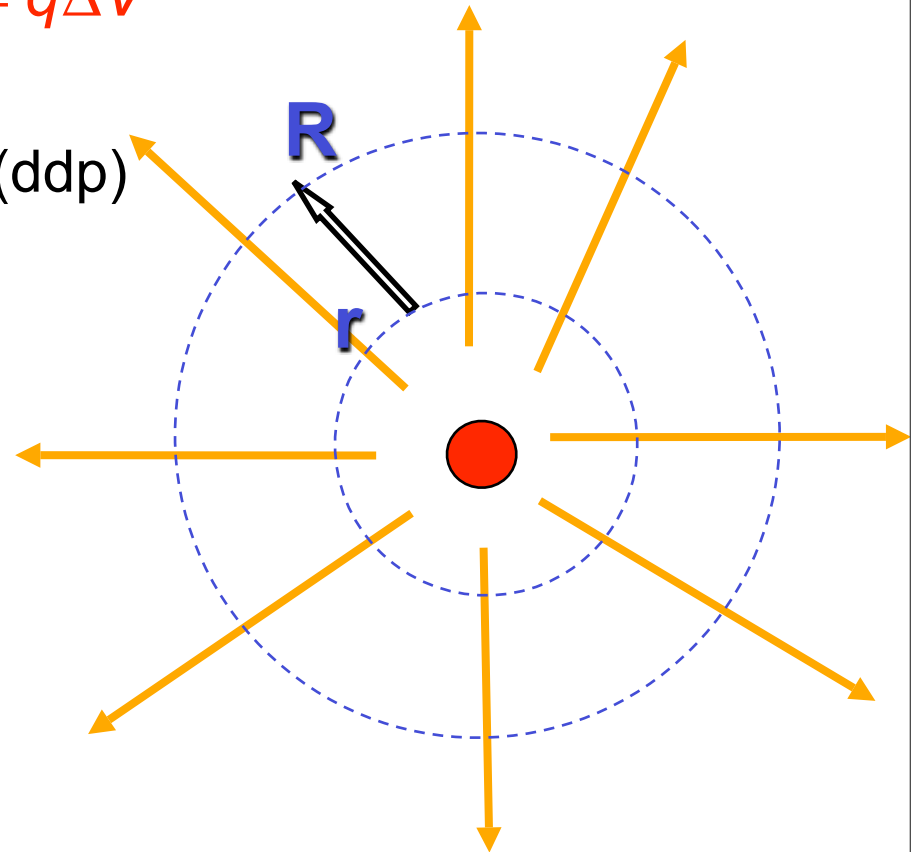
Differenza POTENZIALE

Il lavoro per spostare la carica q da r a R (spostamento $=\Delta s$) è dato da:

$$\begin{aligned} L &= \vec{F} \bullet \vec{\Delta s} = qE(R - r) \\ &= q(ER - Er) = q(V(R) - V(r)) = q\Delta V \end{aligned}$$

V è detta **differenza di potenziale** (ddp) e si misura in Volt (V)

Le sfere rappresentano superfici EQUIPOTENZIALI ossia su ciascuna di esse il potenziale è il medesimo.



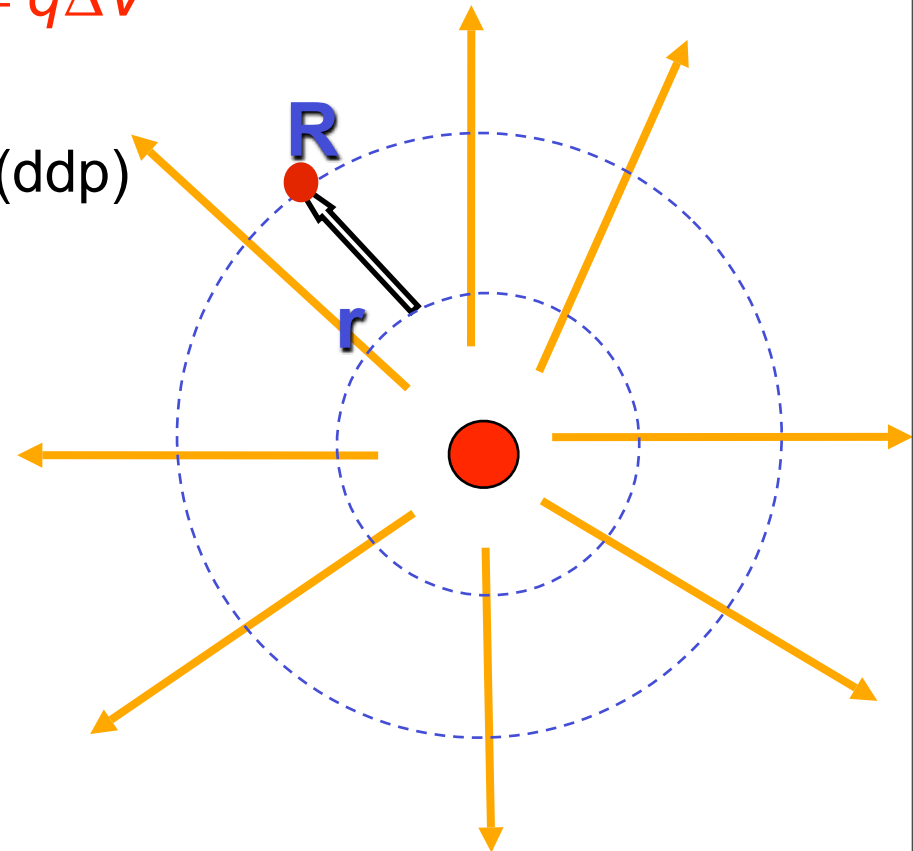
Differenza POTENZIALE

Il lavoro per spostare la carica q da r a R (spostamento $=\Delta s$) è dato da:

$$\begin{aligned} L &= \vec{F} \bullet \vec{\Delta s} = qE(R - r) \\ &= q(ER - Er) = q(V(R) - V(r)) = q\Delta V \end{aligned}$$

V è detta **differenza di potenziale** (ddp) e si misura in Volt (V)

Le sfere rappresentano superfici EQUIPOTENZIALI ossia su ciascuna di esse il potenziale è il medesimo.



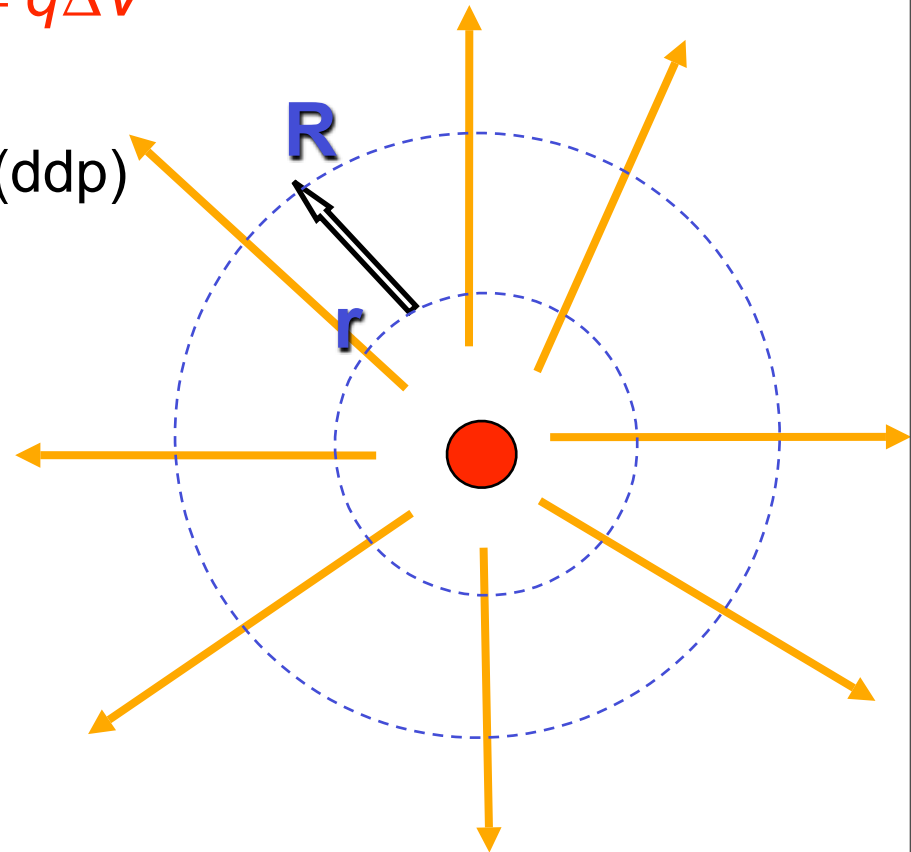
Differenza POTENZIALE

Il lavoro per spostare la carica q da r a R (spostamento $=\Delta s$) è dato da:

$$\begin{aligned} L &= \vec{F} \bullet \vec{\Delta s} = qE(R - r) \\ &= q(ER - Er) = q(V(R) - V(r)) = q\Delta V \end{aligned}$$

V è detta **differenza di potenziale** (ddp) e si misura in Volt (V)

Le sfere rappresentano superfici EQUIPOTENZIALI ossia su ciascuna di esse il potenziale è il medesimo.



La differenza di potenziale d.d.p

$$\Delta V = V_B - V_A = \frac{L_{AB}}{q} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A} \right)$$

$$V_A = \frac{L_{A\infty}}{q} = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \left(\frac{1}{r_A} \right)$$

Vediamo le dimensioni:

le cariche si misurano in *COULOMB (C)*,

le forze in *NEWTON (N)*

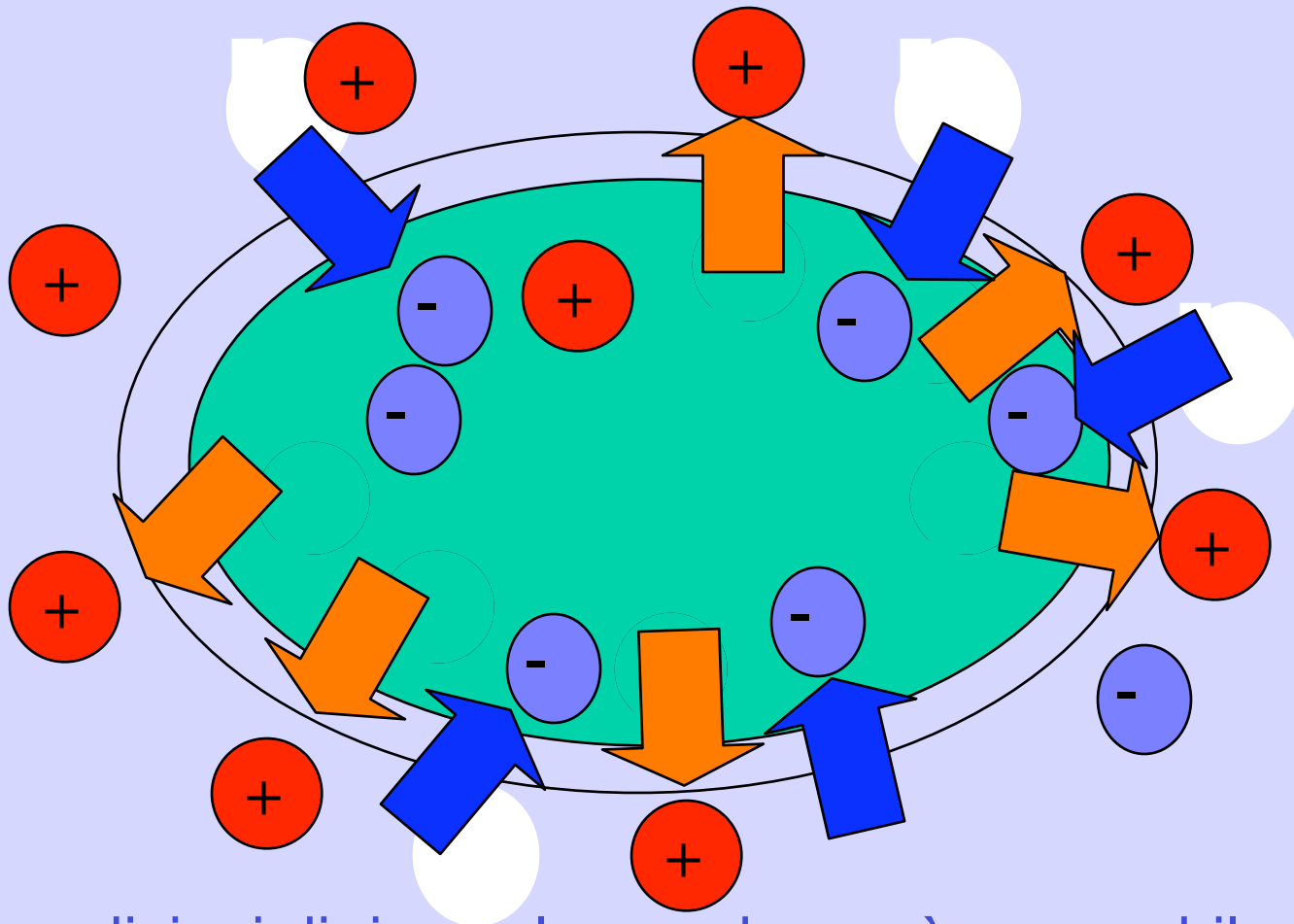
dunque il campo elettrico si misura in *N/C*,

l'energia si misura in *JOULE (J)*

dunque il potenziale elettrico si misura in *J/C = VOLT (V)*

$$\Delta V = E \Delta s$$

il campo elettrico si può anche misurare in *V/m*.



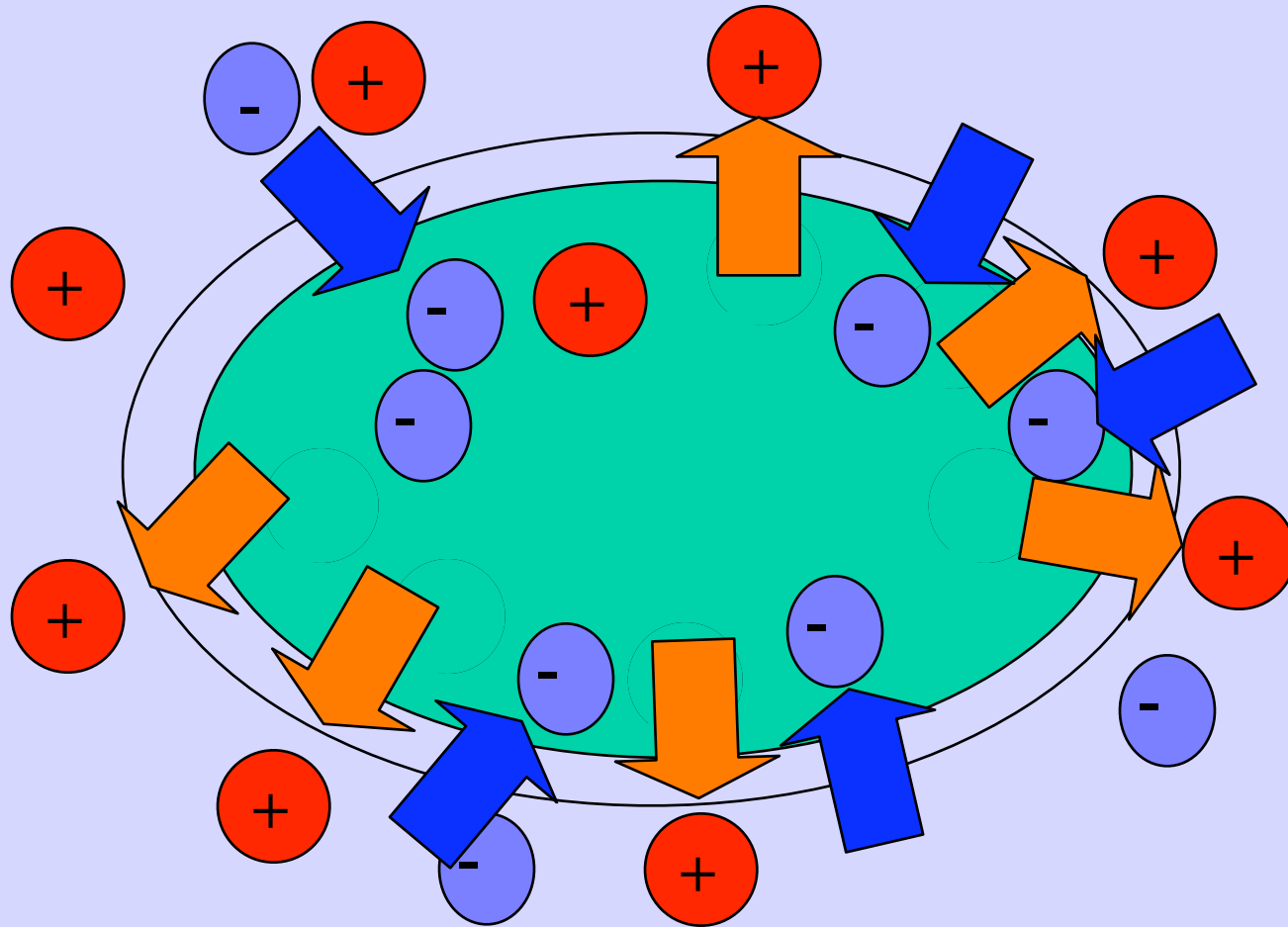
In condizioni di riposo la membrana è permeabile per gli ioni K^+ e Cl^- .

L'origine fisica di questa differenza di potenziale si deve alla 'competizione' tra :

-la tendenza a **diffondere** attraverso la membrana cellulare delle sostanze che si trovano a diversa **concentrazione** all'interno ed all'esterno della cellula e per cui la membrana è permeabile .

Questa forza tenderebbe ad eguagliare le concentrazioni ma....

- gli ioni sono dotati di **carica elettrica**, dunque esercitano tra loro **forze repulsive** che contrastano il passaggio per diffusione



In condizioni di riposo la membrana è permeabile per gli ioni K^+ e Cl^- .

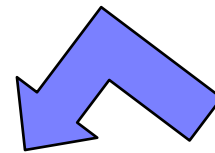
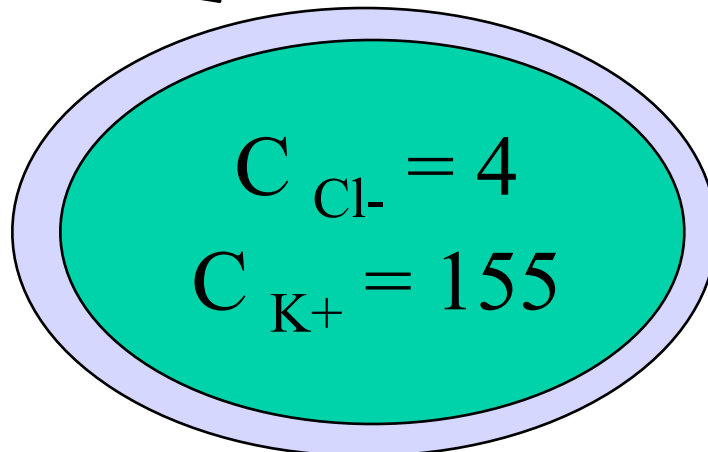
ne risulta una configurazione di equilibrio che non è

- né con la medesima concentrazione ionica intra ed extra cellulare,

-né elettricamente neutra

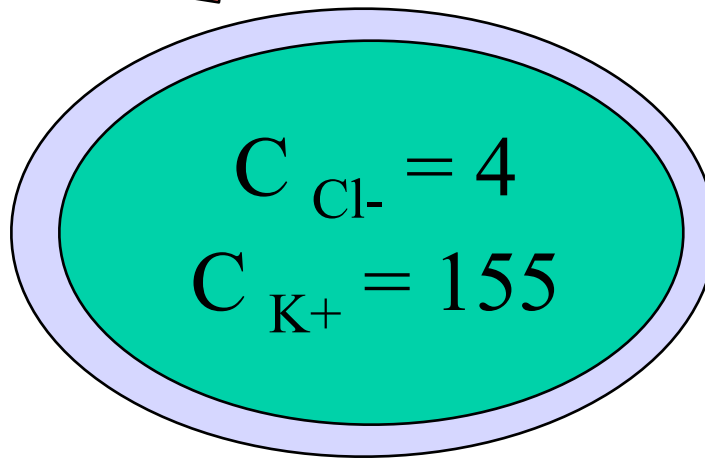
All'equilibrio si raggiungono questi valori di concentrazione degli ioni K^+ e Cl^- .
(concentrazioni date in mM)

$$C_{K^+} = 4$$



$$C_{Cl^-} = 120$$

$$C_{K^+} = 4$$



$$C_{Cl^-} = 120$$

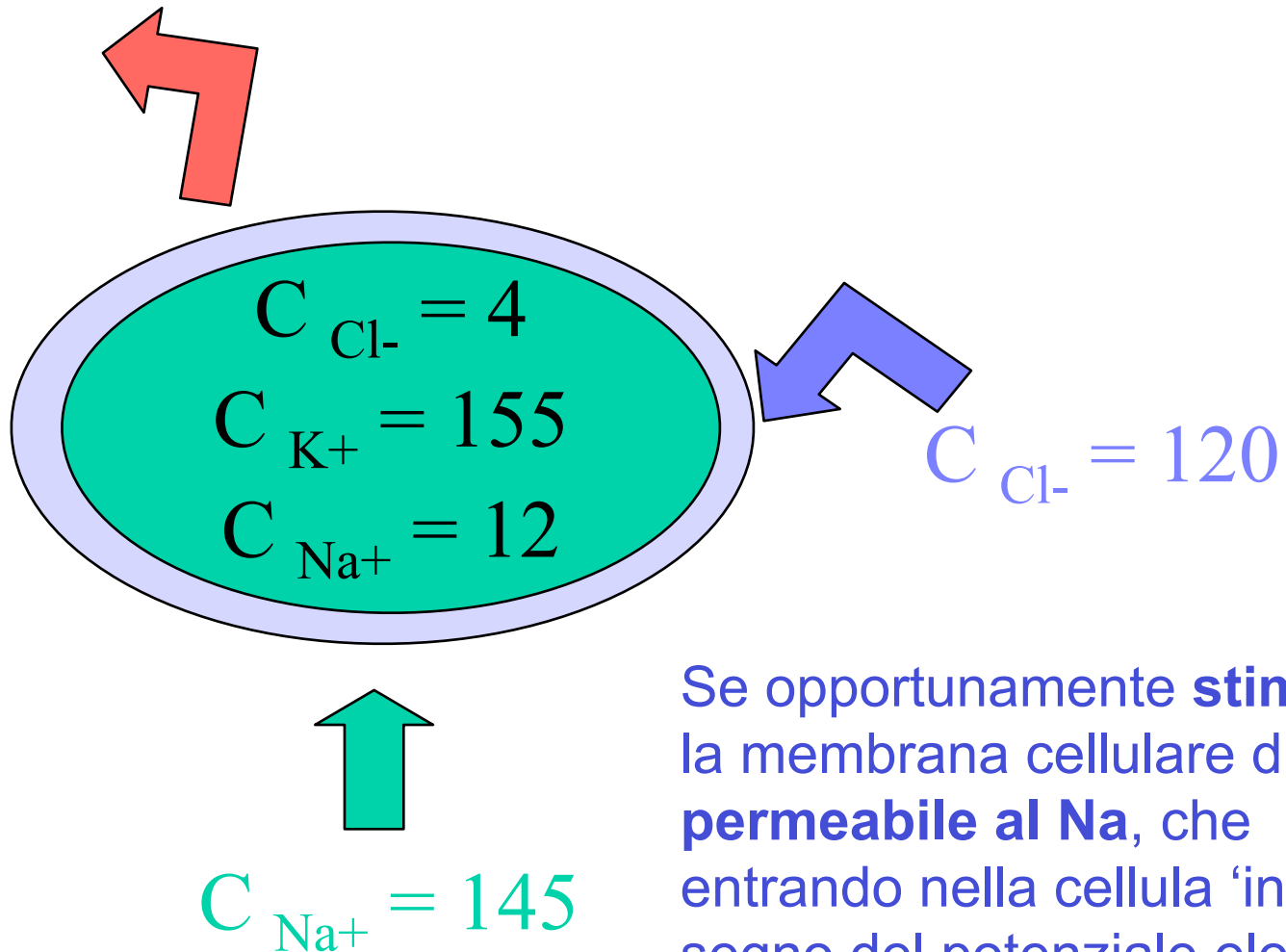
L'equazione di Nerst descrive la relazione tra differenza di concentrazione e V:

$$V = \frac{KT}{Ze} \log \frac{C_{out}}{C_{in}} \text{ (mV)}$$

$$V = 61 \log \frac{C_{out}}{C_{in}} \text{ (mV)}$$

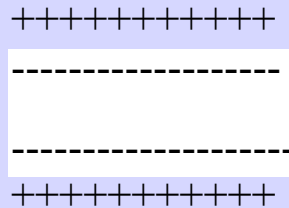
A riposo non dà contributo perché la membrana è impermeabile al Na !

$$C_{K^+} = 4$$



Se opportunamente **stimolata**, la membrana cellulare diventa **permeabile al Na**, che entrando nella cellula 'inverte' il segno del potenziale elettrico: **la cellula si 'depolarizza'**

V



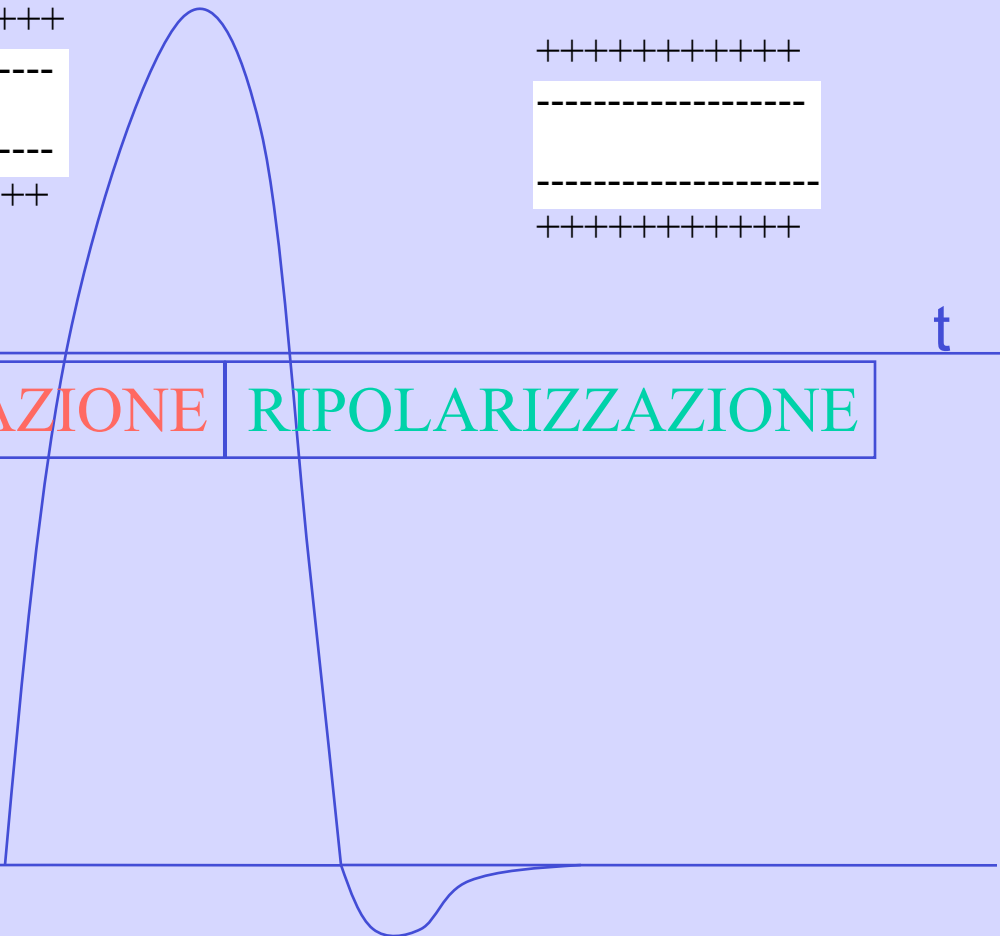
+40 mV

DEPOLARIZZAZIONE

RIPOLARIZZAZIONE

t

-90 mV



Il movimento di cariche elettriche genera una corrente ($I = \Delta q / \Delta t$, si misura in Ampere).

La relazione tra differenza di potenziale e intensità di corrente è data dalla prima legge di Ohm:

$$V_{\text{in}} - V_{\text{out}} = R I$$

dove R è la resistenza elettrica del conduttore (si misura in Ohm).

Come il nome già suggerisce, R indica la 'difficoltà' che il conduttore interpone al passaggio di corrente. Nei buoni conduttori R è bassa, negli isolanti è molto elevata.

Possiamo per semplicità rappresentare la cellula come un circuito:

$$I = V_K/R_K + V_{Cl}/R_{Cl} + V_{Na}/R_{Na} = V/R_{tot}$$

dove i V sono i potenziali di Nerst dei diversi ioni e R sono le resistenze della membrana ai diversi ioni

Il potenziale complessivo si può esprimere come:

$$V = V_K R_{tot}/R_K + V_{Cl} R_{tot}/R_{Cl} + V_{Na} R_{tot}/R_{Na}$$

a riposo la membrana non è permeabile al Na, dunque R_{na} è infinita. Ma se man mano la resistenza al Na si riduce, il potenziale totale può diventare positivo!

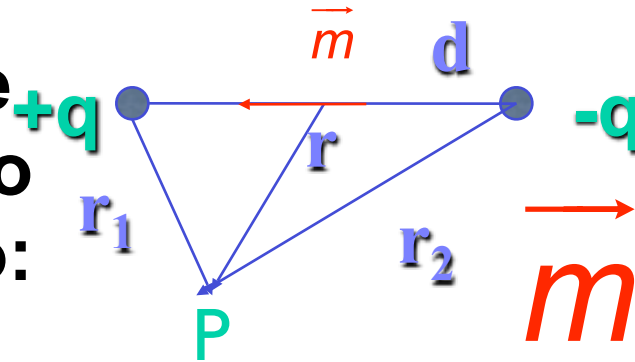
Se poi immaginiamo che la variazione di permeabilità si propaghi lungo la cellula come un'onda, avremo una variazione

locale di potenziali elettrici dovuti all'ingresso del Na e all'uscita del K.

La propagazione del 'potenziale di azione' lungo la cellula si può descrivere come se, istantaneamente, la carica del doppio strato della membrana invertisse il suo segno.

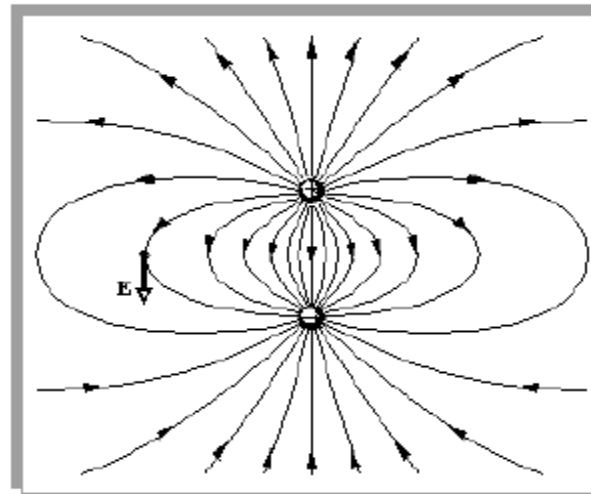
Dipolo e momento di Dipolo

Dipolo e
momento
di dipolo:



$$\vec{m} = q\vec{d}$$

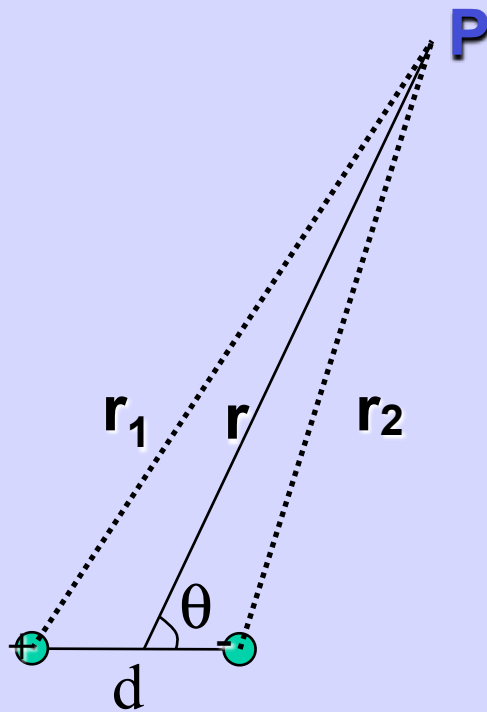
Campo elettrico
generato da un
dipolo elettrico.



Un corpo elettricamente
neutro può avere un
campo elettrico diverso
da zero.

Questo succede perché
le cariche sono separate
spazialmente

Il potenziale elettrico generato da un dipolo



$$V(P) - V(\infty) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \left(\frac{1}{r_+} - \frac{1}{r_-} \right) - 0 =$$

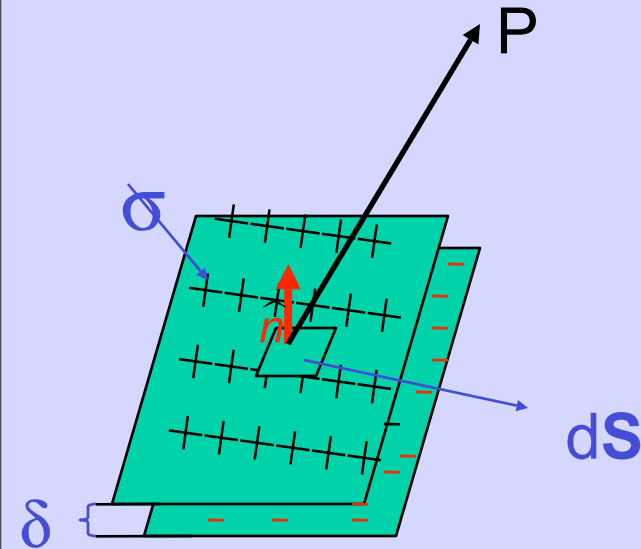
$$= \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \left(\frac{r_- - r_+}{r_- r_+} \right) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r r^2} d \cos \theta = \frac{\vec{m}}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r r^2} \cos \theta$$

Approfondimento

Si consideri ora invece di cariche singole ho uno 'strato' di cariche:

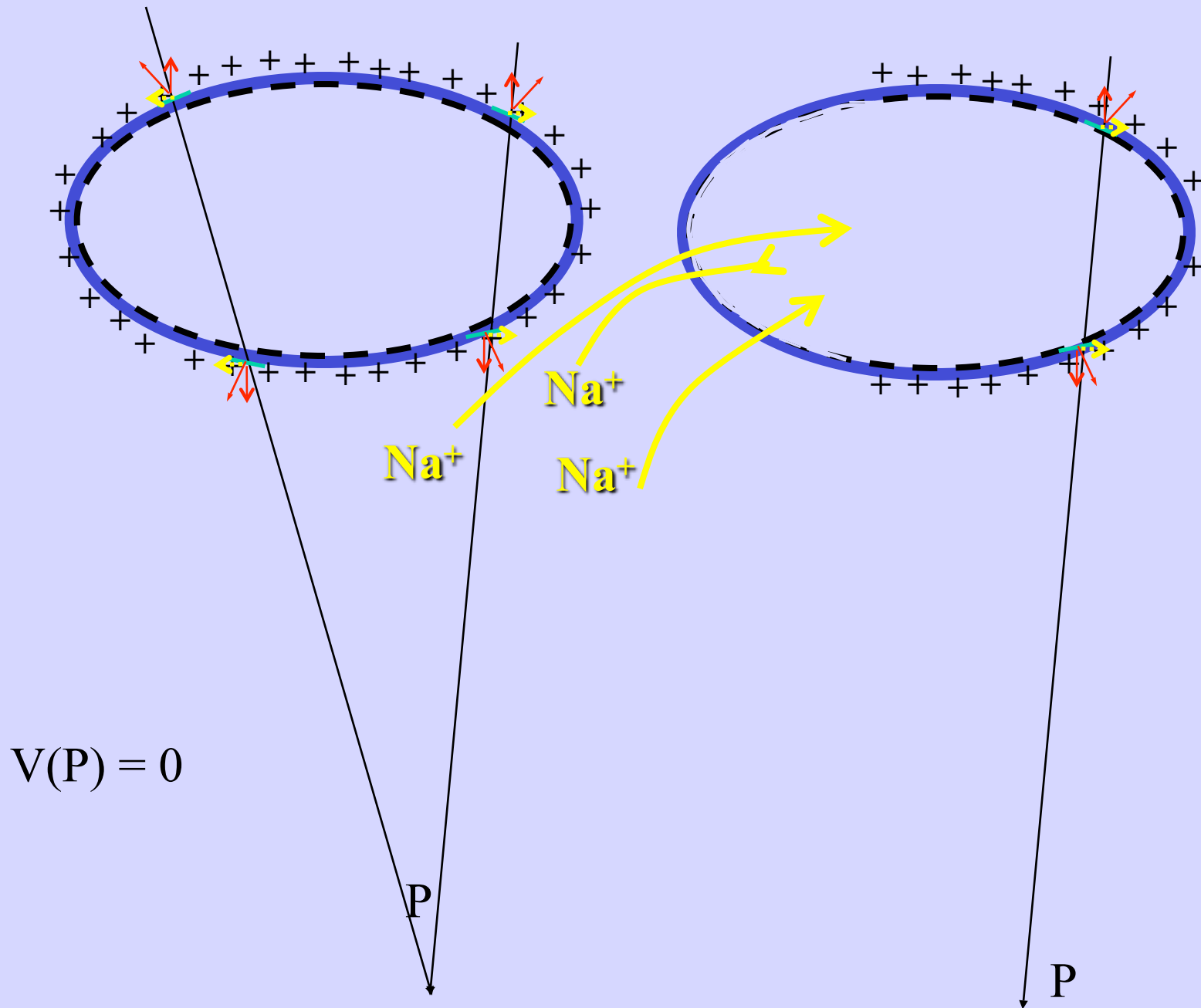
basta sostituire alla carica puntiforme q il prodotto

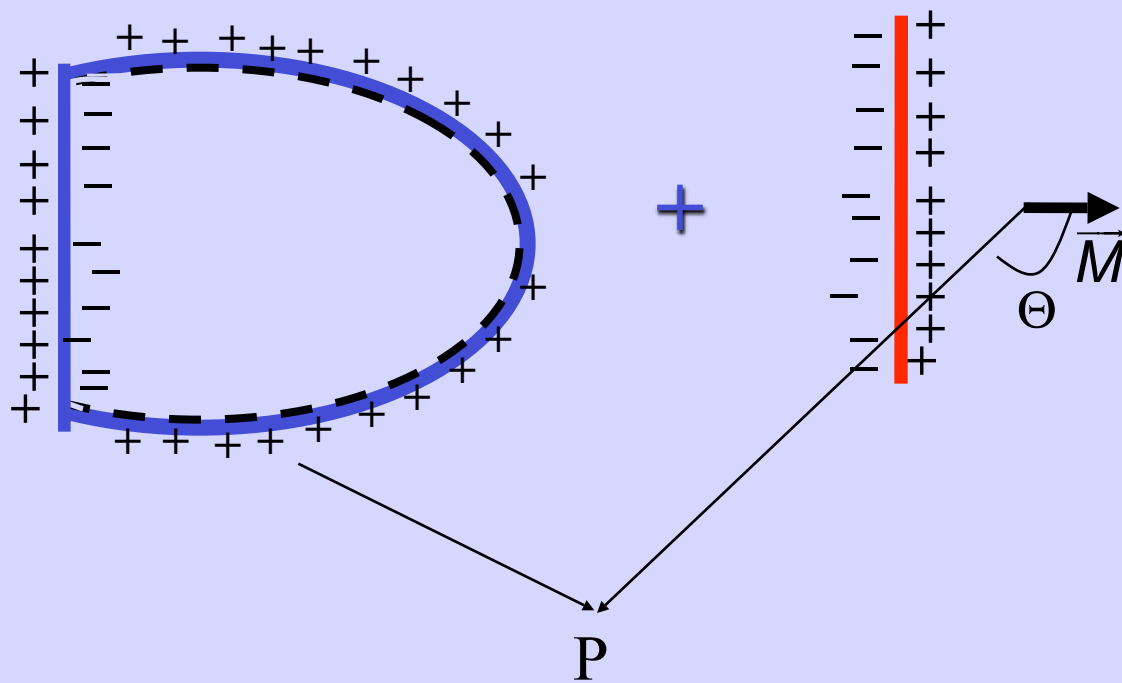
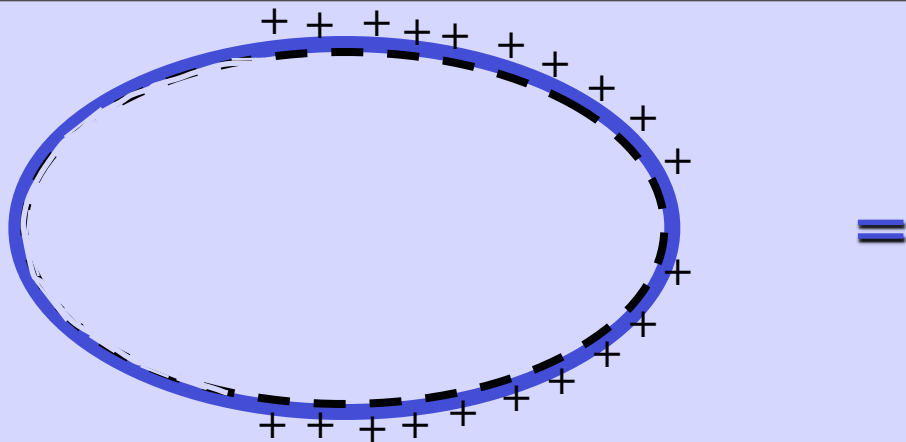
$dS \sigma$: Dove σ è la densità di carica superficiale



$$\begin{aligned} dV(P) &= \frac{d\vec{M} \cdot \vec{r}}{4 \pi \epsilon_0 r^3} = \frac{\sigma \delta}{4 \pi \epsilon_0 \epsilon_r} \left(\frac{dS}{r^2} \right) \hat{n} \cdot \hat{r} = \\ &= \frac{\sigma \delta}{4 \pi \epsilon_0 \epsilon_r} d\Omega \end{aligned}$$

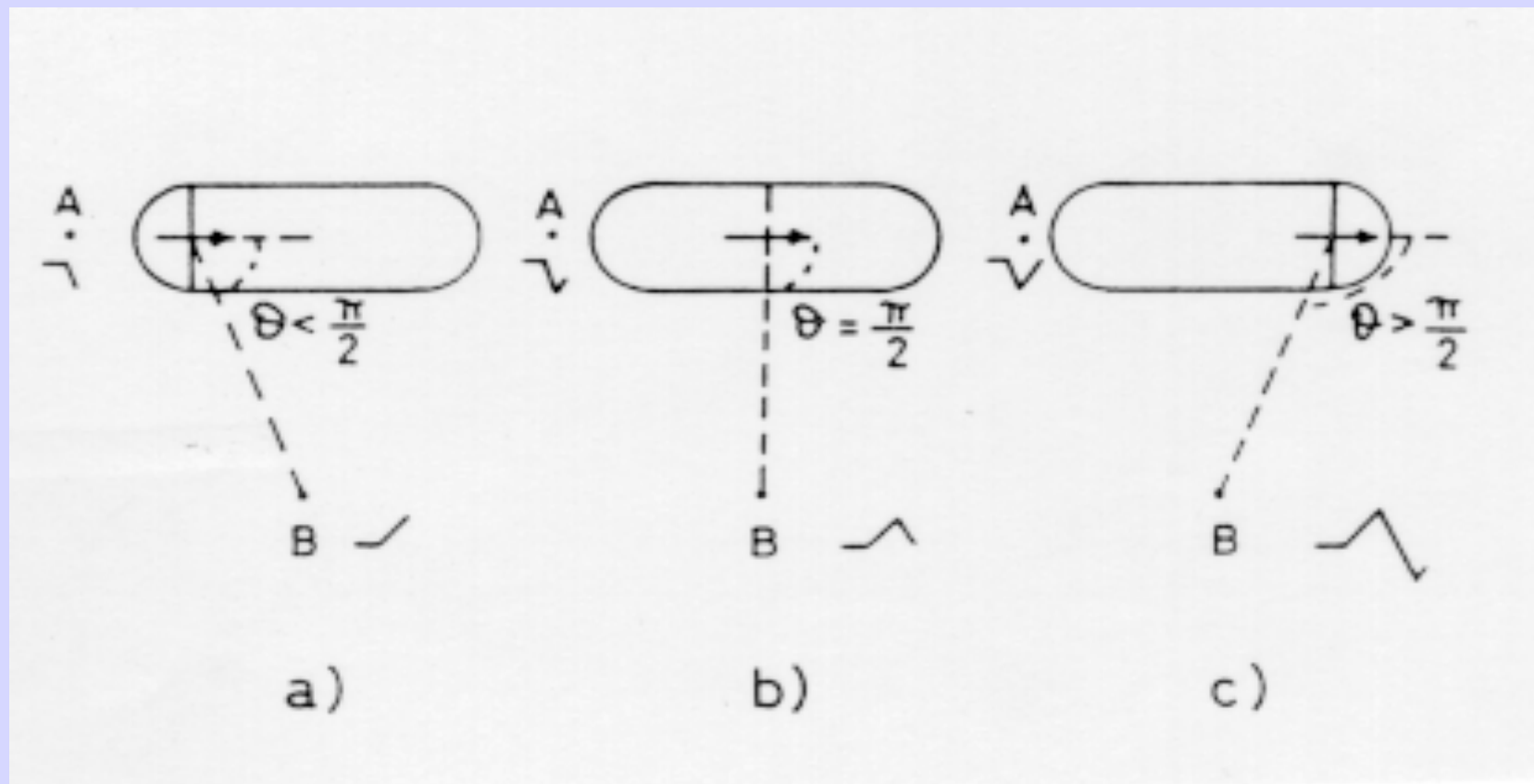
$d\Omega$ è l'angolo solido sotteso a P .





$$V(P) = 0 \quad + \quad V(P) \propto \sigma \delta \frac{\vec{S}}{r^2} \cdot \hat{r} = \sigma \delta \frac{S}{r^2} \cos \Theta$$

Ma durante la propagazione del potenziale d'azione il potenziale varia!



In definitiva il potenziale viene a dipendere da due fattori:

- la **direzione di spostamento del dipolo**

- la **posizione** dell'osservatore rispetto alla cellula o all'insieme di cellule.

Anche l'**ampiezza** del segnale M (che va comunque sempre amplificato) può fornirci informazioni sul numero di cellule coinvolte dal processo

**PER INTERPRETARE IL SEGNALE OCCORRE
CONSIDERARE TUTTE QUESTE VARIABILI.**

Studieremo il caso del CUORE, che consente la
misura non invasiva dell
‘Elettrocardiogramma (ECG).

-la direzione di spostamento del dipolo:

dipende dal percorso dell'eccitazione delle fibre nel cuore
L'eccitazione si produce nel NODO DEL SENO,
si propaga alle fibre atriali fino al NODO ATRIO-
VENTRICOLARE e quindi interessa il miocardio di
lavoro dei ventricoli

Anatomia del sistema di conduzione cardiaca

- Attivazione normale del cuore: Nodo del seno
- Diffusione dell'impulso nodale: Interatriale
- **Contrazione atriale**
- Attivazione giunzione Atrio-Ventricolare: Nodo Atrio-Ventricolare con rallentamento nodale di velocità conduttiva (tra atrio e ventricolo)
- Proseguimento dell'attivazione cardiaca post-nodale: Fascio di His, Branche, sistema di Purkinje (tessuto di conduzione specializzato)
- **Contrazione ventricolare**

Proprietà delle cellule miocardiche

Esistono due tipi fondamentali di cellule miocardiche:

- Cellule del miocardio comune: “da lavoro”
- Cellule pacemaker

Tali cellule presentano tre caratteristiche fondamentali:

Proprietà delle cellule miocardiche

Esistono due tipi fondamentali di cellule miocardiche:

- Cellule del miocardio comune: “da lavoro”
- Cellule pacemaker

Tali cellule presentano tre caratteristiche fondamentali:

ECCITABILITA'

Proprietà delle cellule miocardiche

Esistono due tipi fondamentali di cellule miocardiche:

- Cellule del miocardio comune: “da lavoro”
- Cellule pacemaker

Tali cellule presentano tre caratteristiche fondamentali:

ECCITABILITA'

CONDUCIBILITA'

Proprietà delle cellule miocardiche

Esistono due tipi fondamentali di cellule miocardiche:

- Cellule del miocardio comune: “da lavoro”
- Cellule pacemaker

Tali cellule presentano tre caratteristiche fondamentali:

ECCITABILITA'

CONDUCIBILITA'

REFRATTARIETA'

Proprietà delle cellule miocardiche

Esistono due tipi fondamentali di cellule miocardiche:

- Cellule del miocardio comune: “da lavoro”
- Cellule pacemaker

Tali cellule presentano tre caratteristiche fondamentali:

ECCITABILITA'

CONDUCIBILITA'

REFRATTARIETA'

Solo le cellule pacemaker hanno una quarta proprietà:

Proprietà delle cellule miocardiche

Esistono due tipi fondamentali di cellule miocardiche:

- Cellule del miocardio comune: “da lavoro”
- Cellule pacemaker

Tali cellule presentano tre caratteristiche fondamentali:

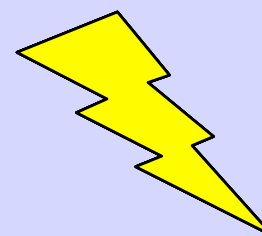
ECCITABILITA'

CONDUCIBILITA'

REFRATTARIETA'

Solo le cellule pacemaker hanno una quarta proprietà:

L'AUTOMATISMO



Cenni di meccanica cardiaca: ciclo cardiaco

Il ciclo cardiaco è costituito da due momenti:

- Sistole: parte del ciclo cardiaco che indica la contrazione delle pareti del cuore
- Diastole: parte del ciclo cardiaco che indica la distensione delle pareti cardiache

Per definizione quando si parla di sistole, si intende parlare di sistole ventricolare e lo stesso avviene per la diastole. Questo perché in realtà esistono due tipi di sistole. La sistole atriale e la sistole ventricolare; medesima situazione si verifica per l'evento diastole (atriale e ventricolare)

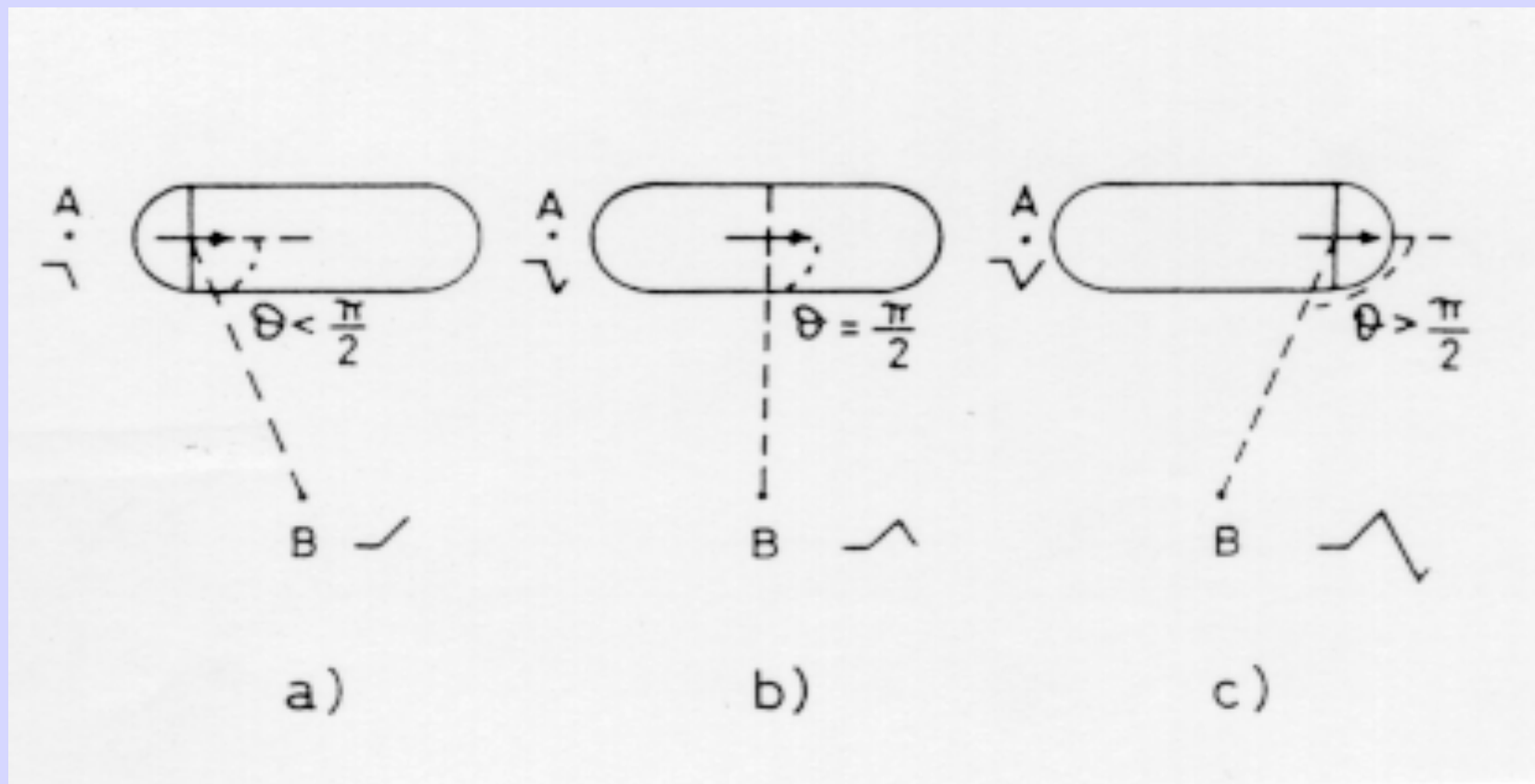
La relazione che intercorre tra questi quattro eventi è di tipo crociato: quando avviene la sistole atriale, i ventricoli risultano essere in diastole, ovvero quando la massa sanguigna contenuta negli atri viene spinta nei ventricoli quest'ultimi devono per forza essere distesi per ricevere il volume di sangue che arriva dagli atri.

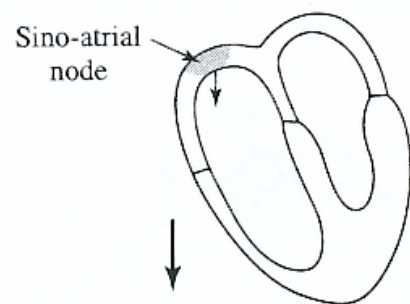
Viceversa quando gli atri si distendono (diastole atriale), e ricevono quindi il nuovo carico sanguigno, i ventricoli risultano essere in sistole e quindi spingono il loro contenuto in aorta (ventricolo sx) ed in arteria polmonare (ventricolo dx)

È fondamentale il fisiologico rispetto di queste relazioni tra atri e ventricoli perché altrimenti avverrebbero delle contrazioni inefficaci che non produrrebbero alcun avanzamento del sangue né a livello cardiaco né a livello sistemico e tale evento non è compatibile con la vita.

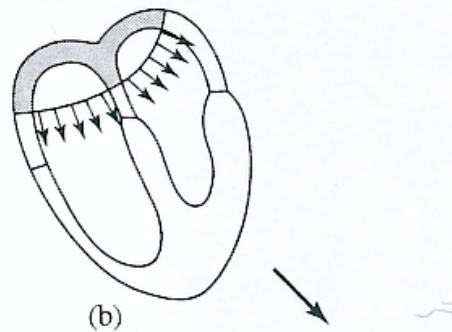
Elementi di elettrocardiografia: Onde, Complessi, Asse, Morfologia

Ma durante la propagazione del potenziale d'azione il potenziale varia!

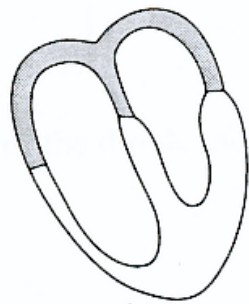




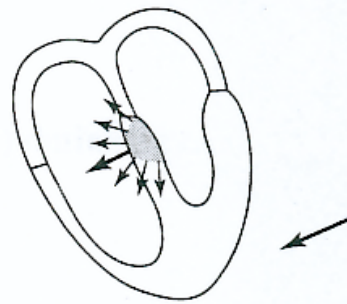
(a)



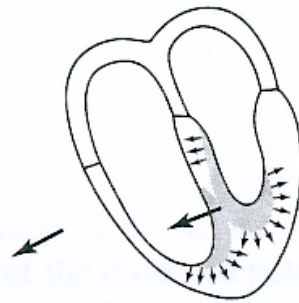
(b)



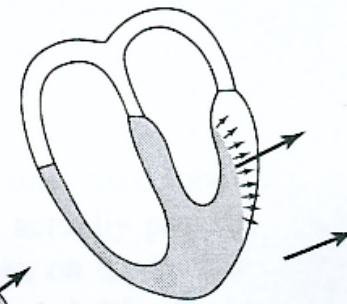
(c)



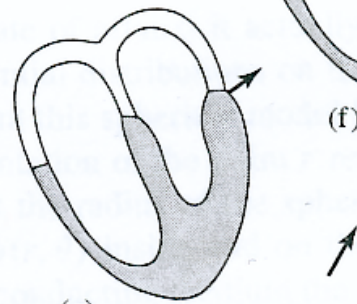
(d)



(e)



(f)



(g)

Onde e Complessi

All'interno della struttura grafica dell'elettrocardiogramma, possiamo identificare diverse onde e complessi che caratterizzano il tracciato:

- Onda P: indicativo dell'attività atriale
- Complesso QRS: relativo all'attività ventricolare
- Onda T: che identifica il processo di ripolarizzazione cardiaca
- Onda U: a presenza incostante, fisiologica, senza significato patologico

Onda P → Contrazione atriale

Onda P → Contrazione atriale



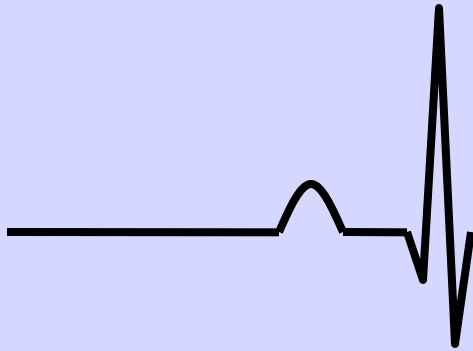
Onda P → Contrazione atriale

Complesso QRS (onda Q, onda R, onda S) → contrazione ventricolare



Onda P → Contrazione atriale

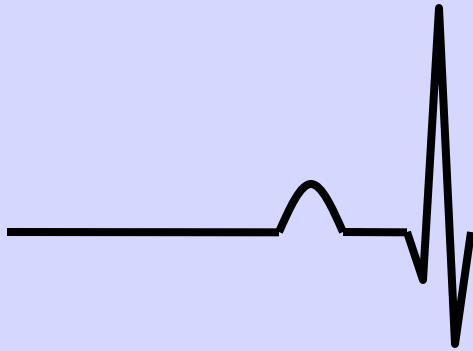
Complesso QRS (onda Q, onda R, onda S) → contrazione ventricolare



Onda P → Contrazione atriale

Complesso QRS (onda Q, onda R, onda S) → contrazione ventricolare

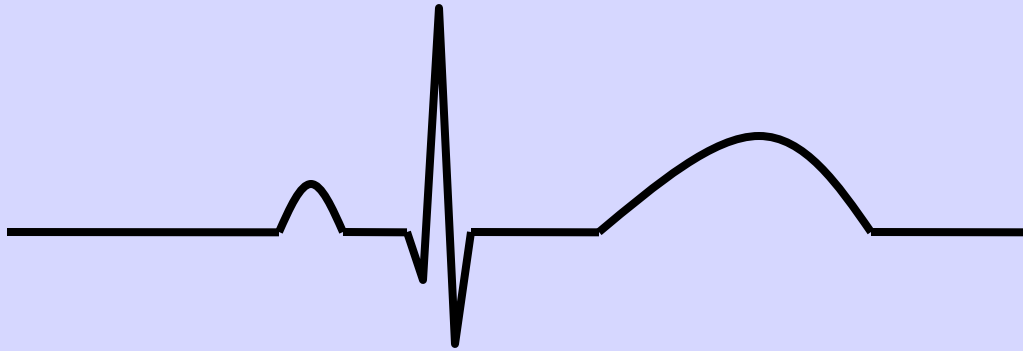
Onda T → Ripolarizzazione cardiaca



Onda P → Contrazione atriale

Complesso QRS (onda Q, onda R, onda S) → contrazione ventricolare

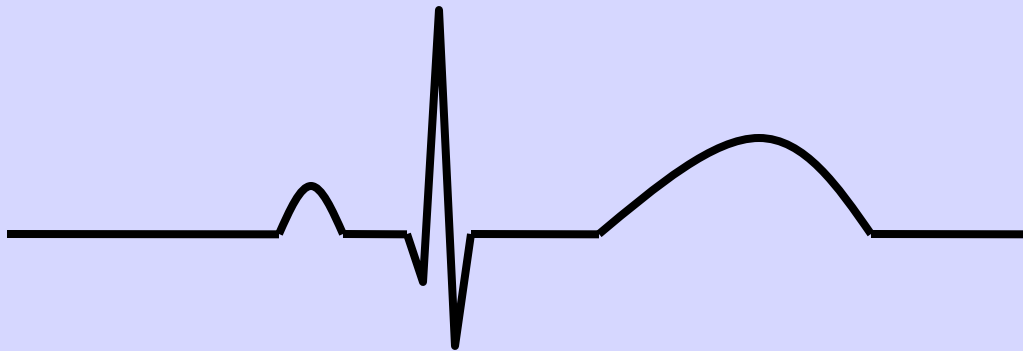
Onda T → Ripolarizzazione cardiaca



Onda P → Contrazione atriale

Complesso QRS (onda Q, onda R, onda S) → contrazione ventricolare

Onda T → Ripolarizzazione cardiaca

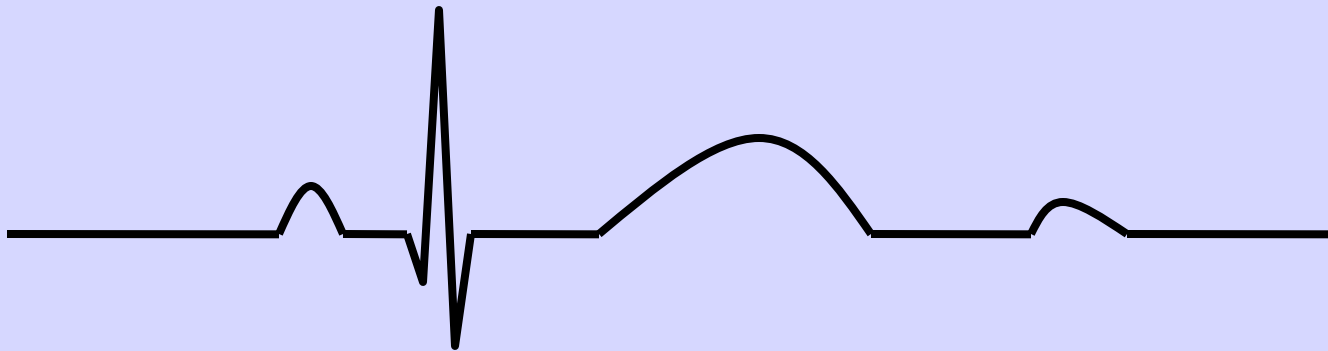


A volte è presente l'onda U: fisiologica e senza significato

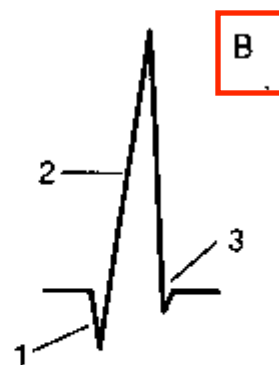
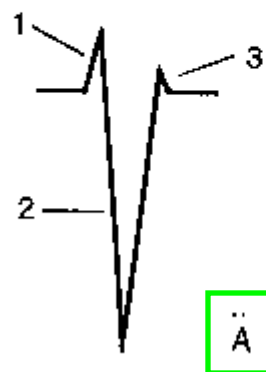
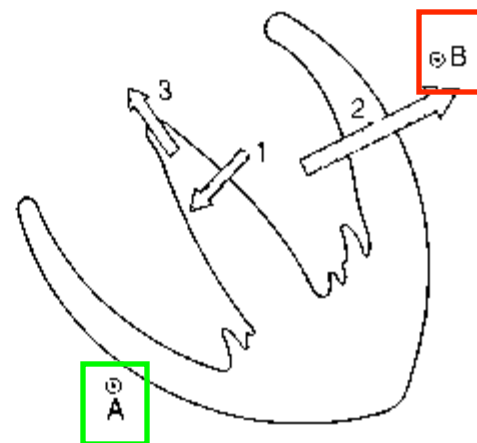
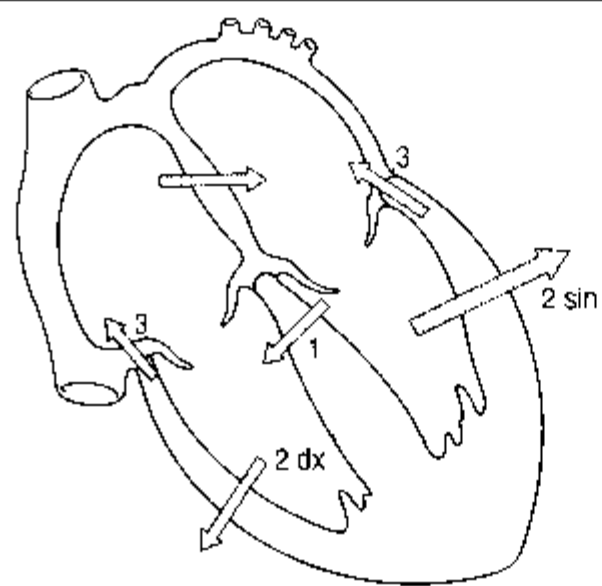
Onda P → Contrazione atriale

Complesso QRS (onda Q, onda R, onda S) → contrazione ventricolare

Onda T → Ripolarizzazione cardiaca



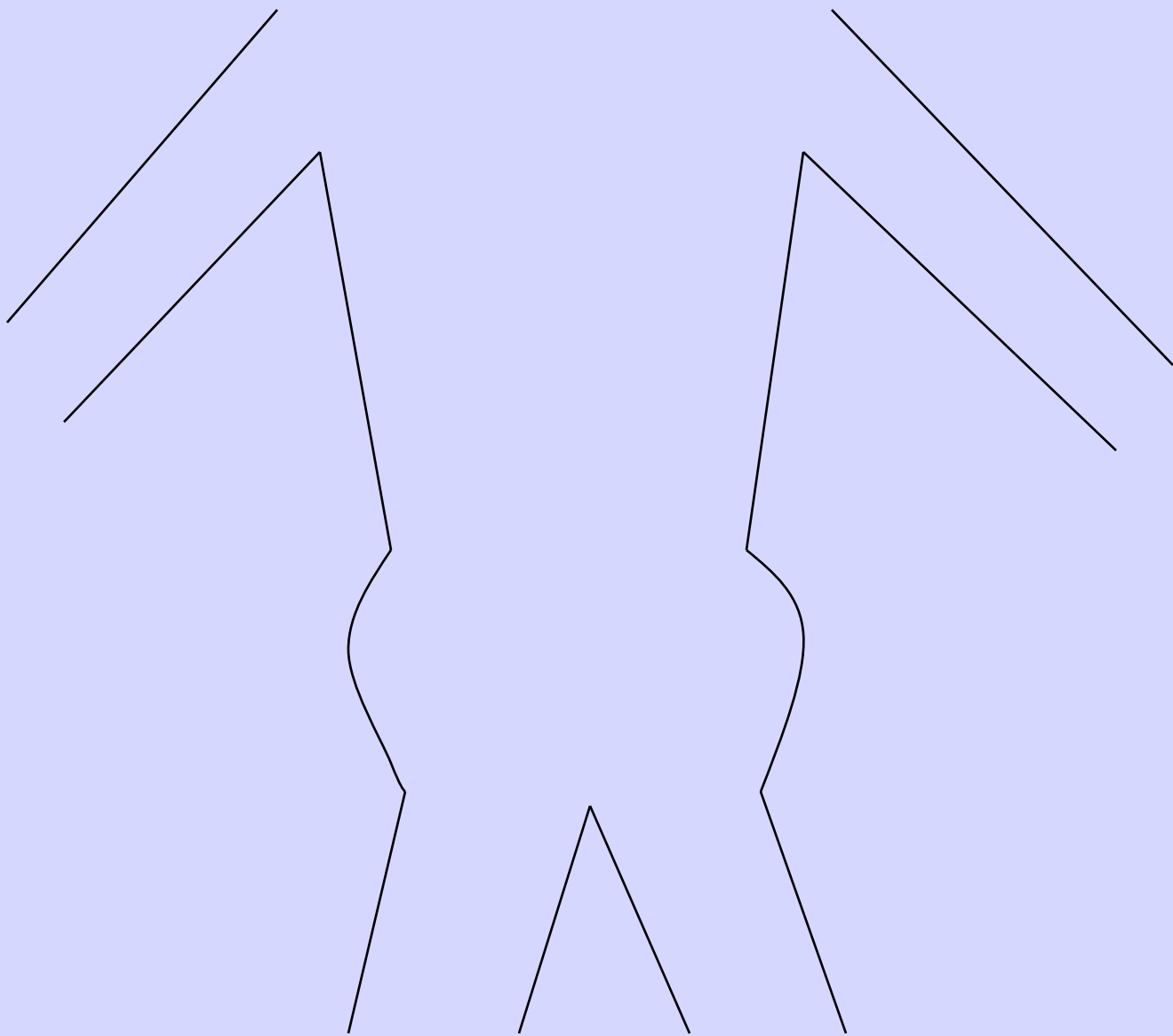
A volte è presente l'onda U: fisiologica e senza significato

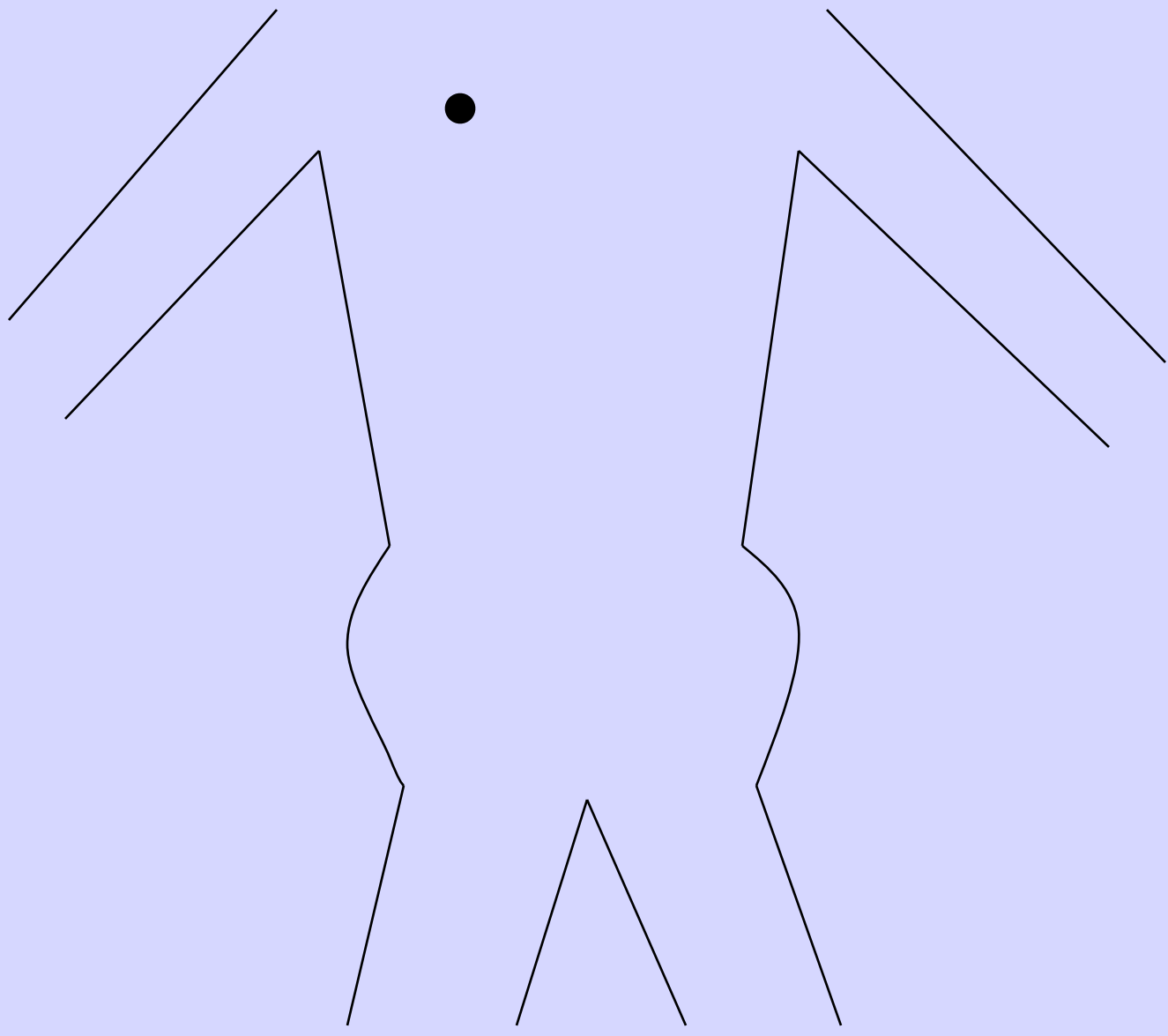


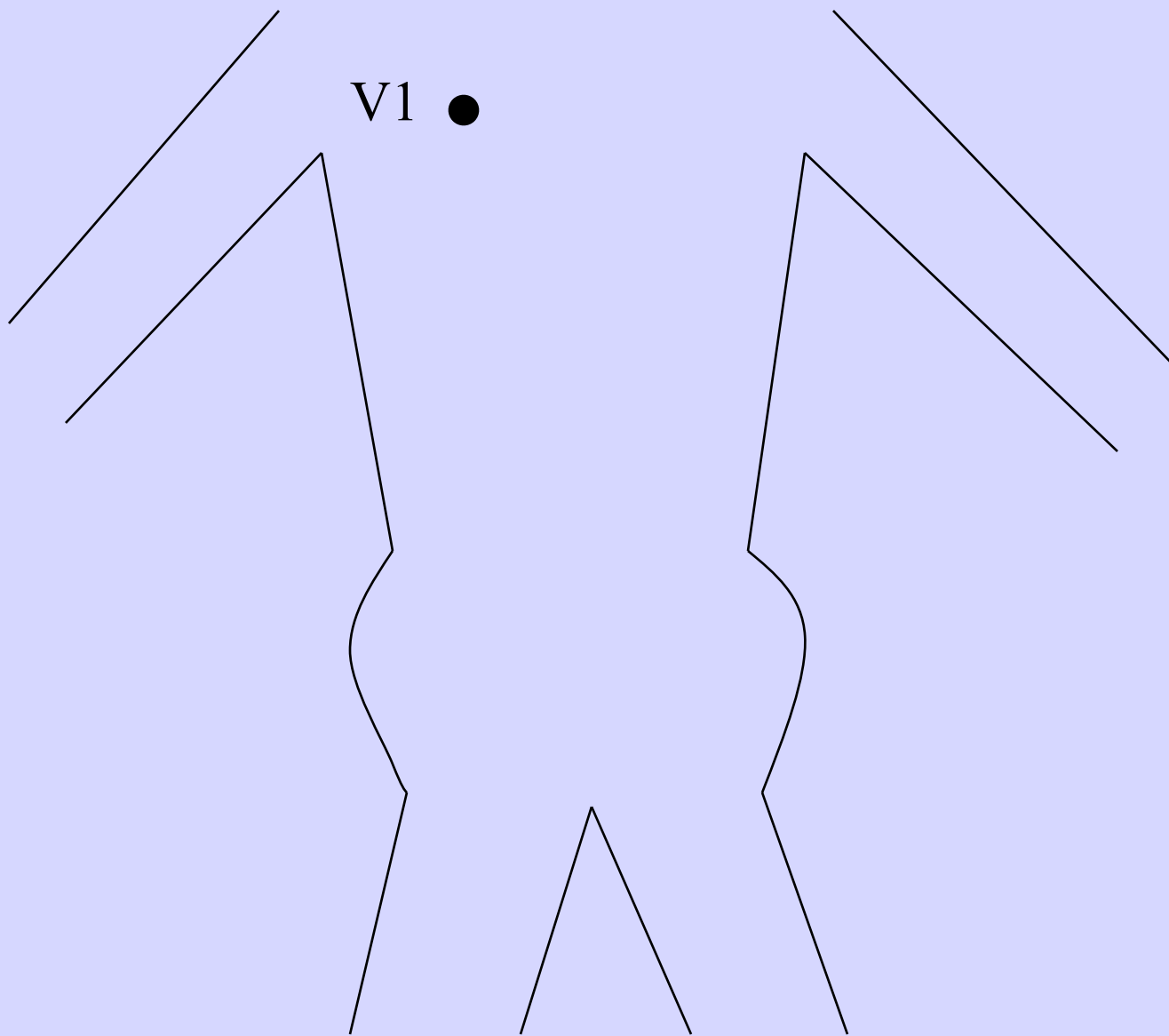
-la posizione dell'osservatore rispetto alla cellula o all'insieme di cellule.

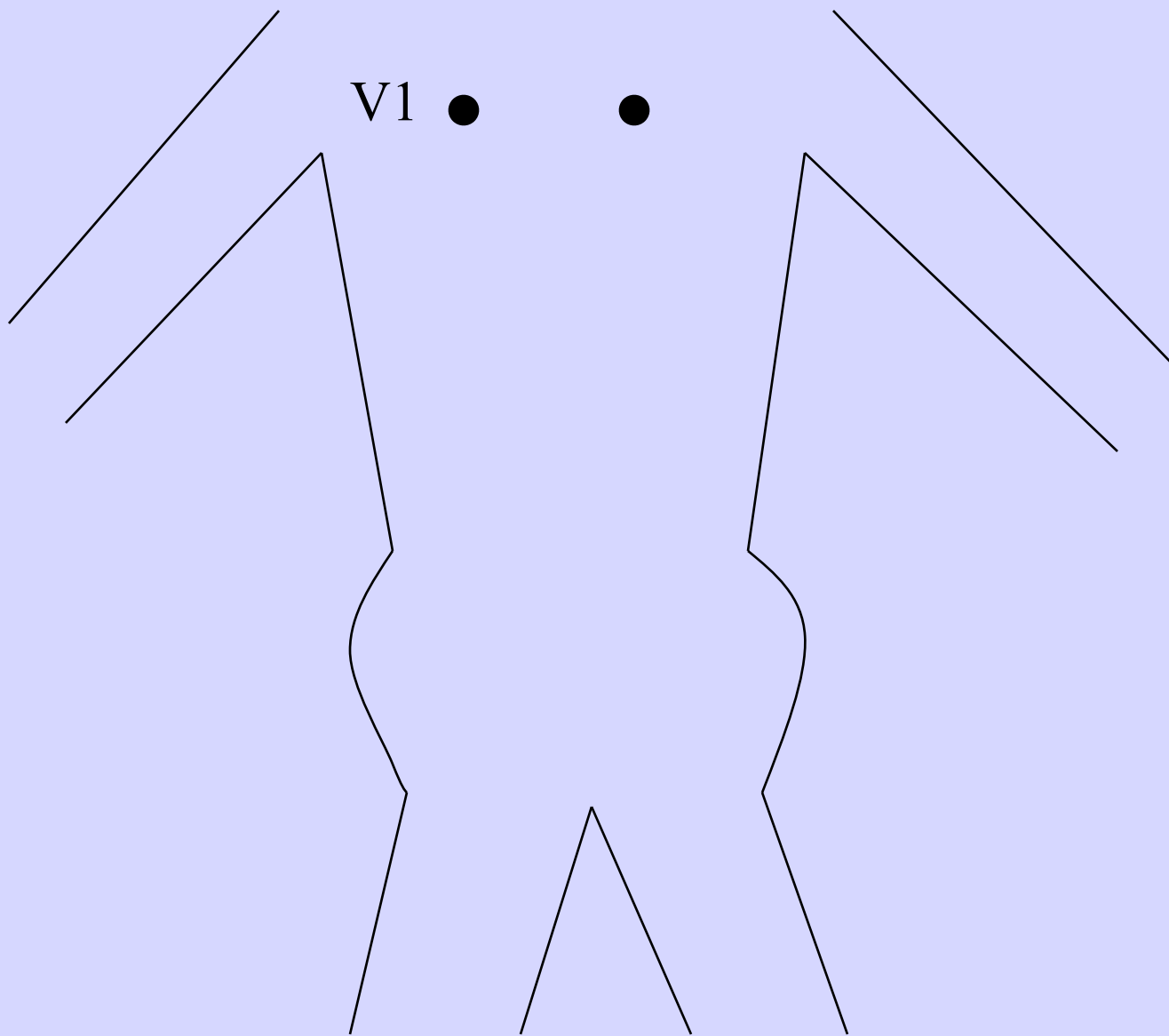
Per misurare la differenza di potenziale prodotta dal 'dipolo' in moto lungo le fibre cardiache occorre posizionare degli **elettrodi**.

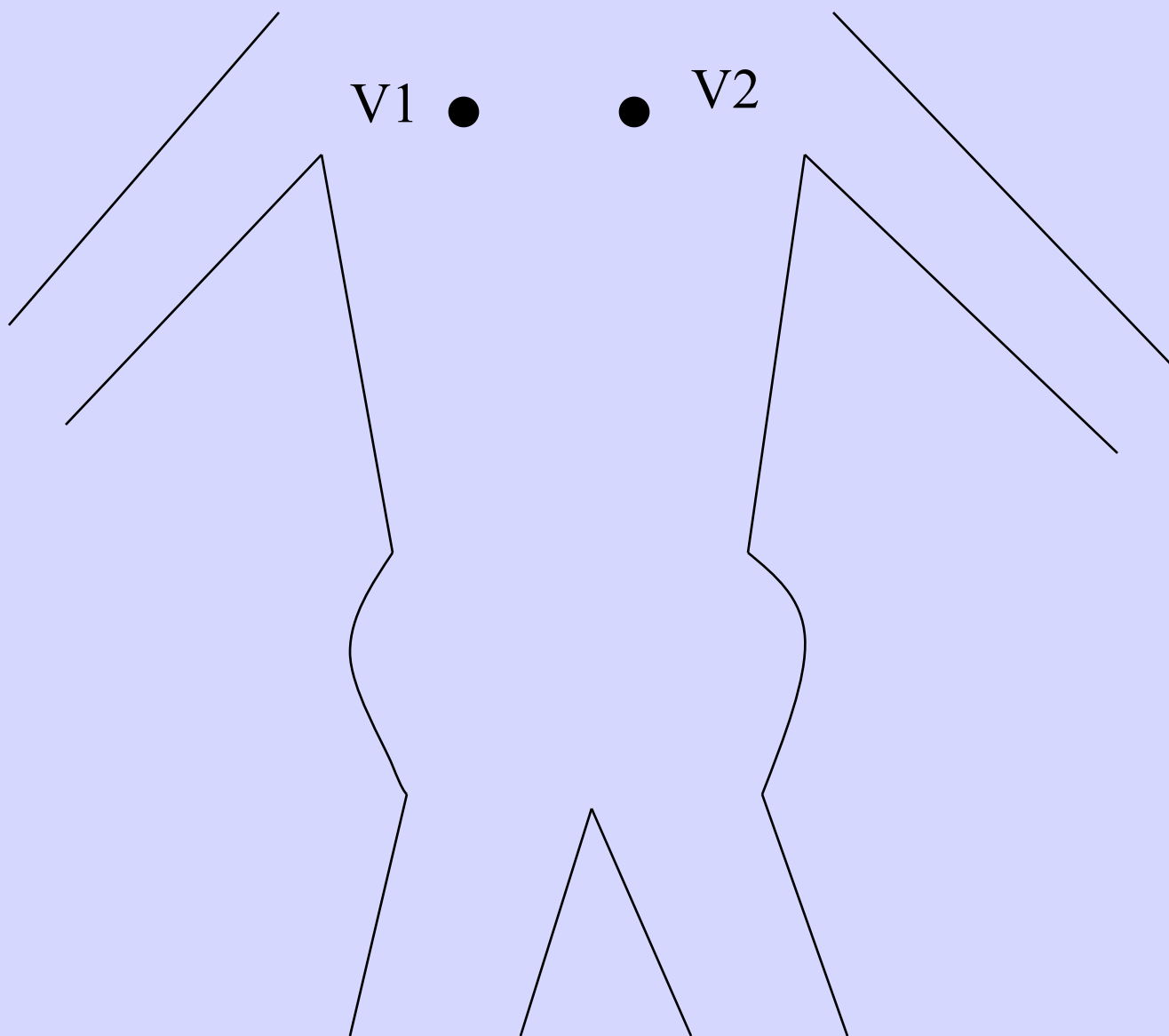
Per poter confrontare i tracciati è importante che la posizione degli elettrodi sia '**standard**', ossia venga rispettata da tutti gli operatori.

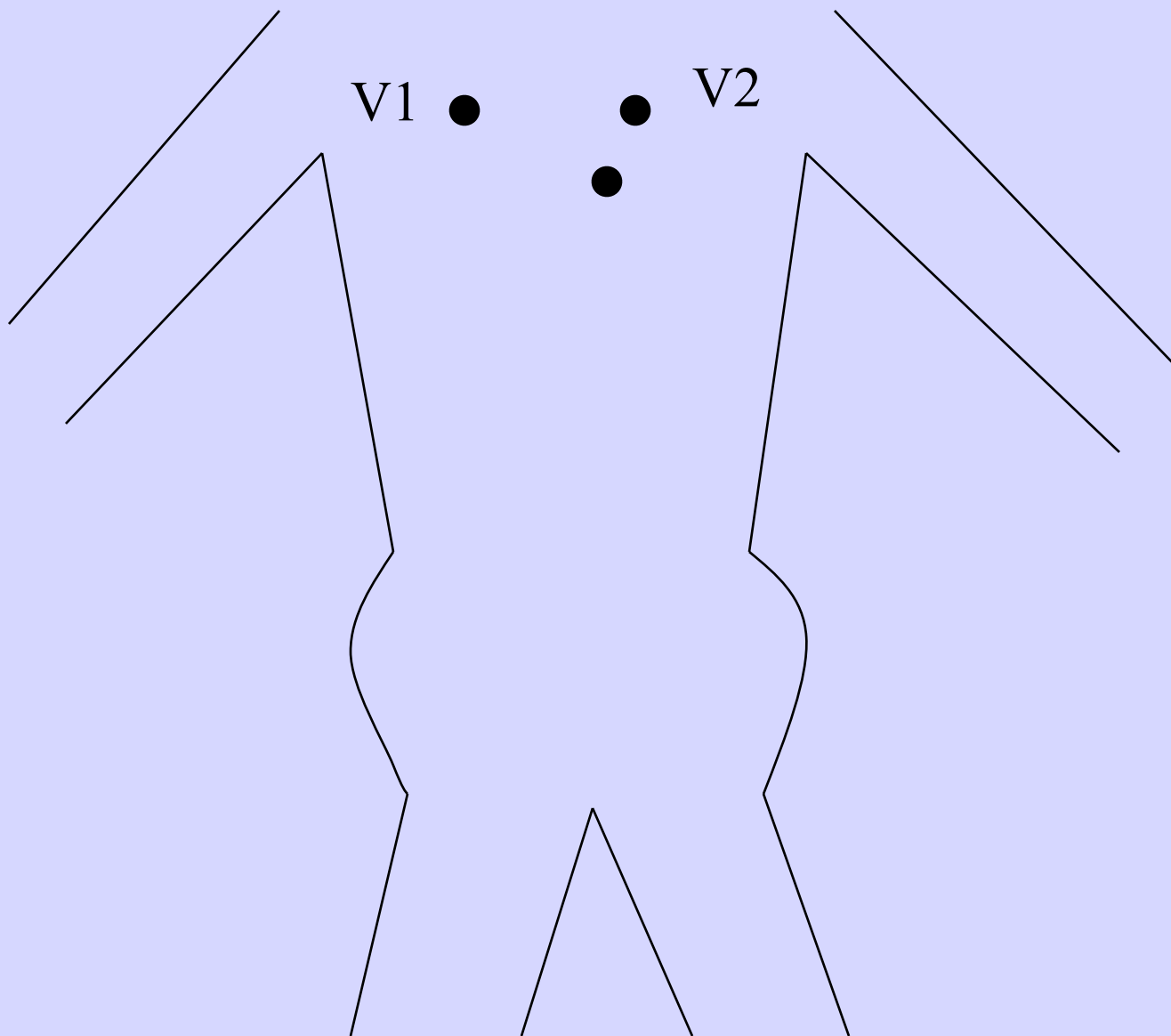


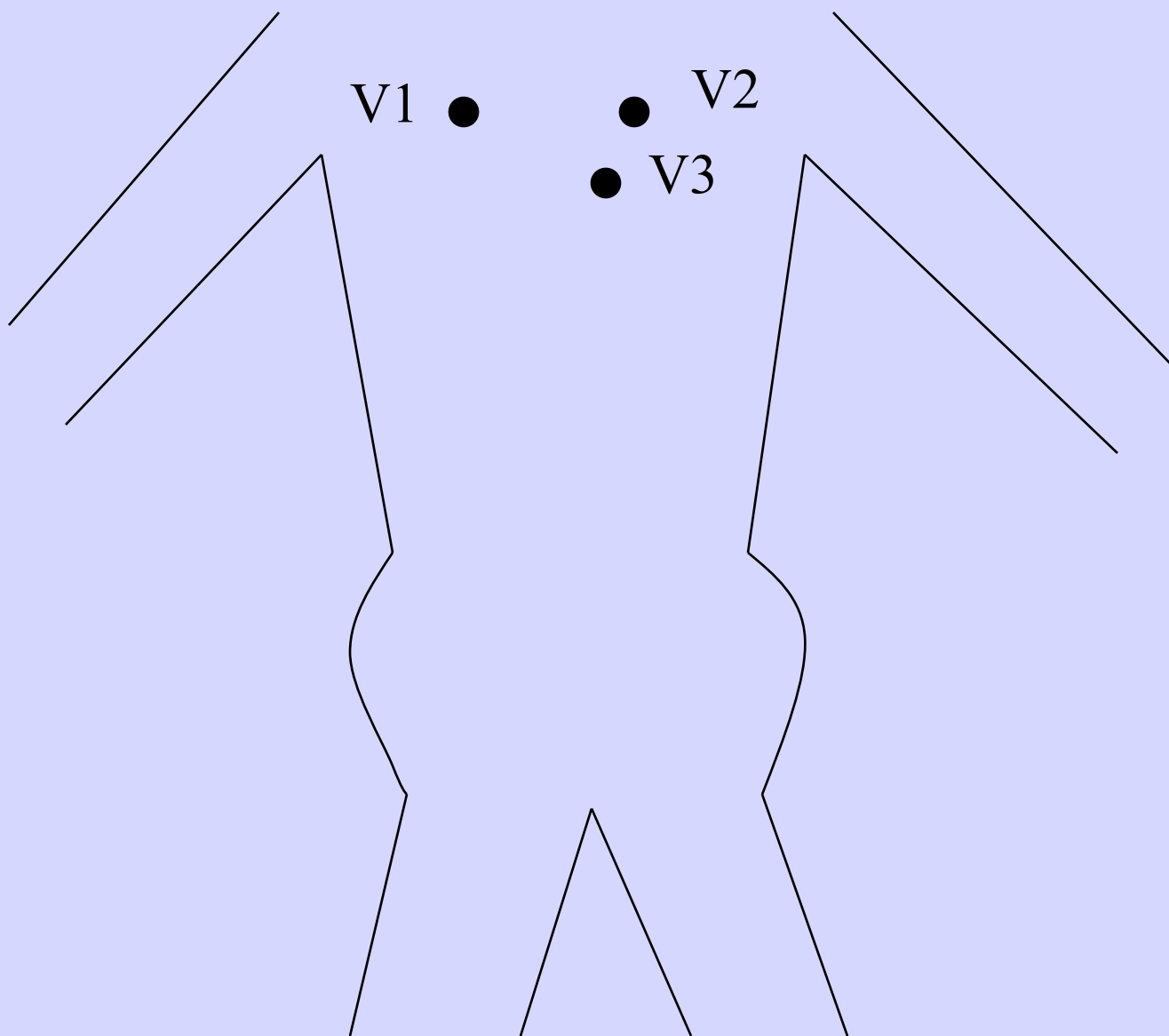


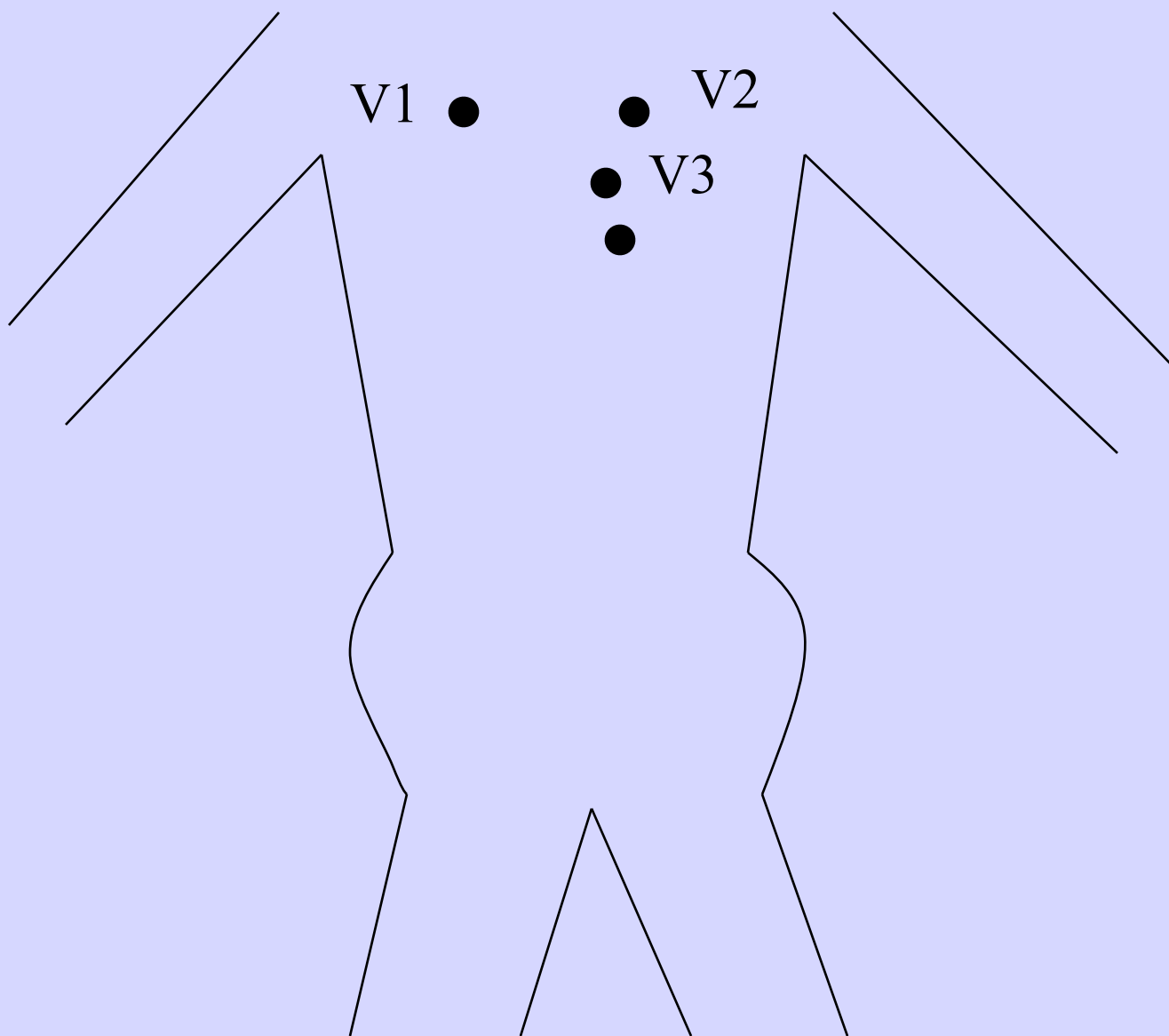


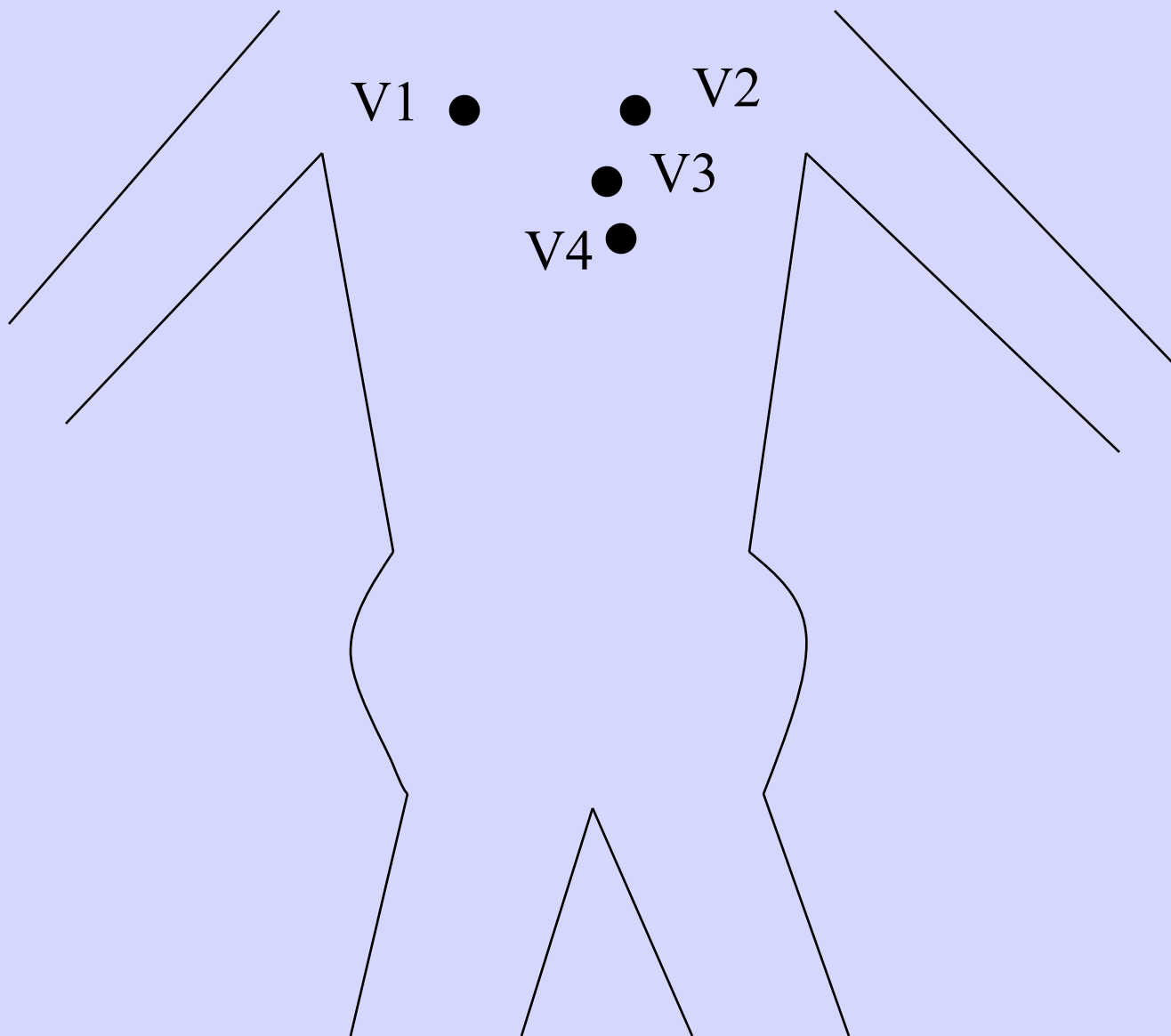


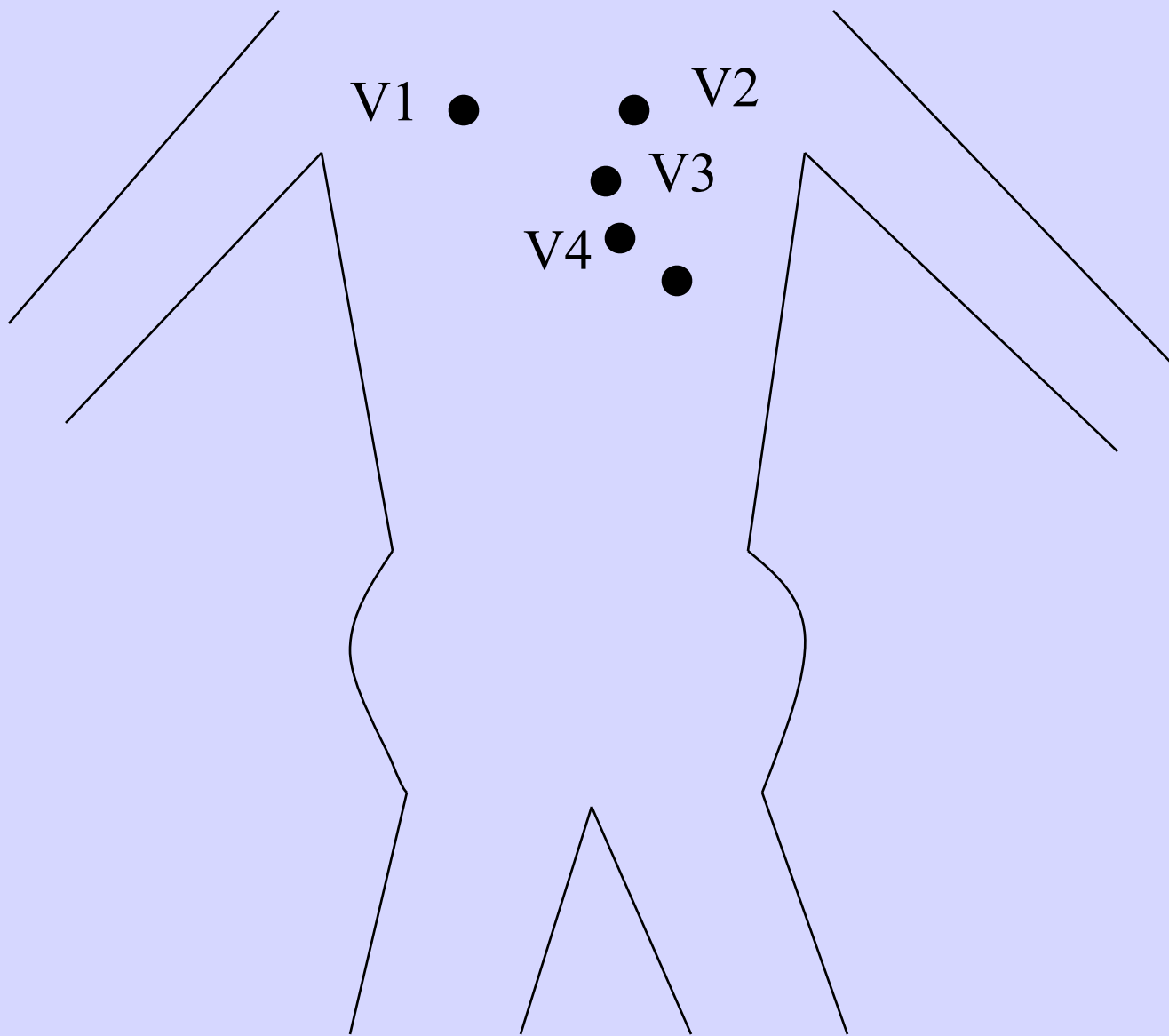


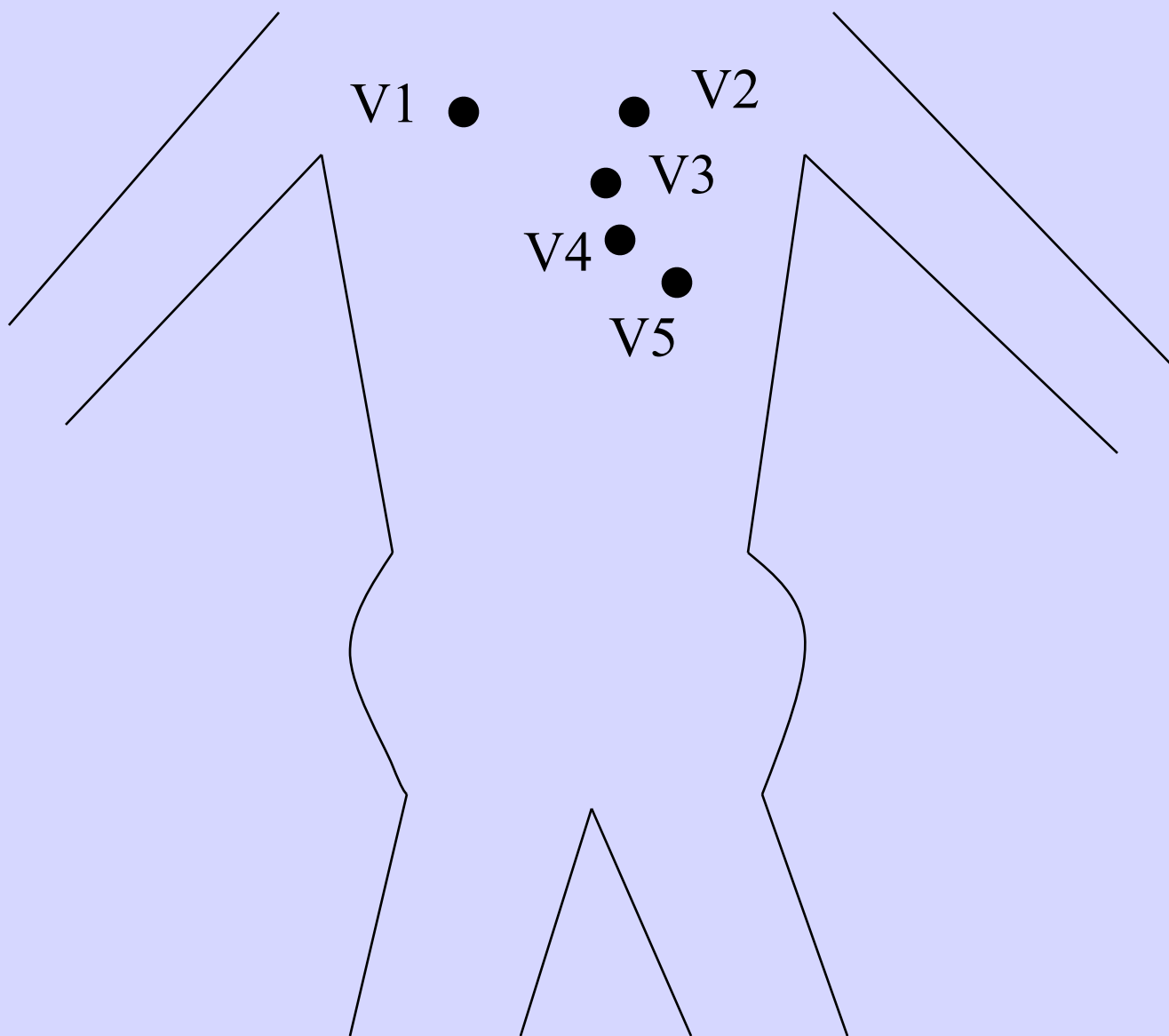


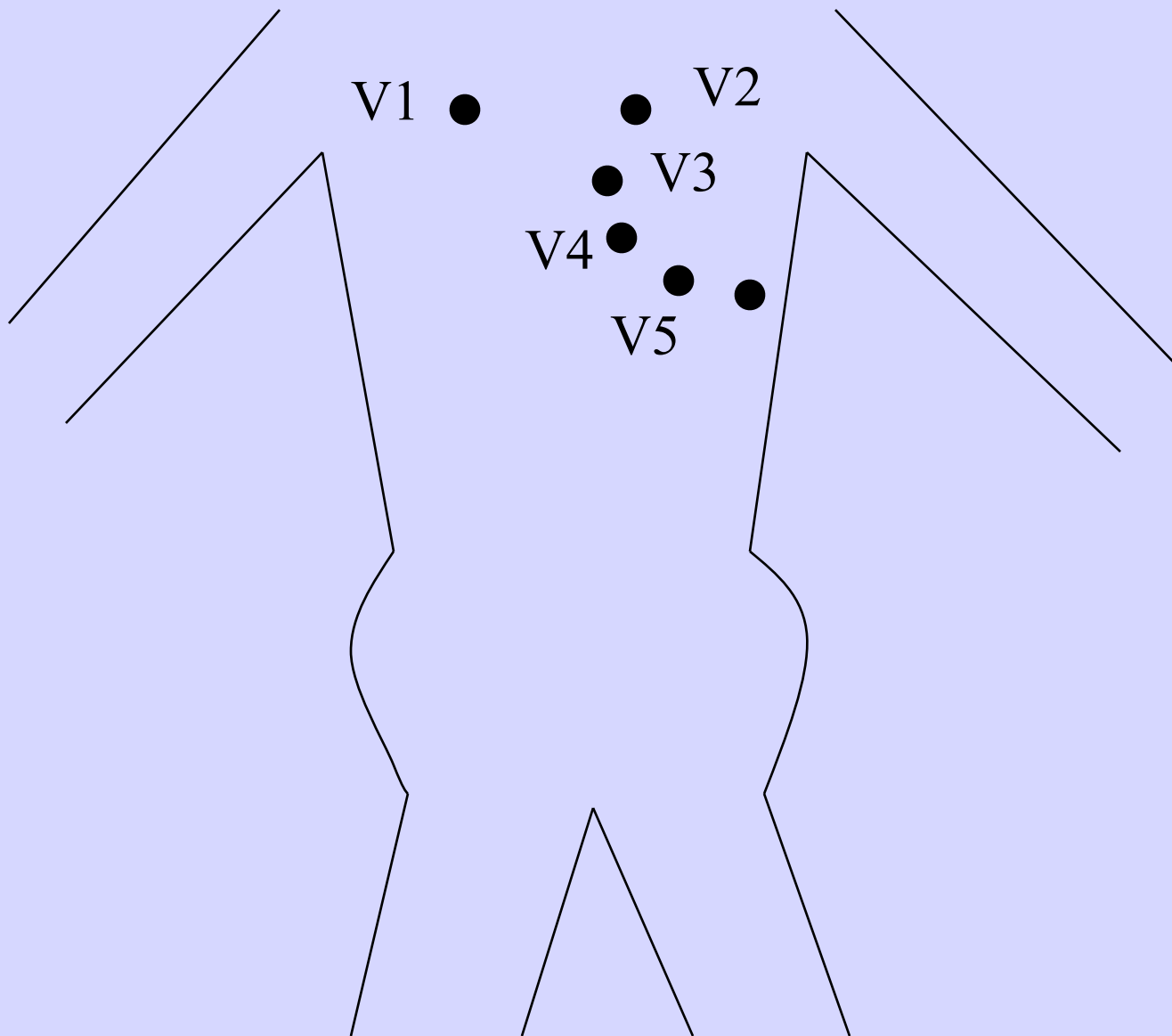


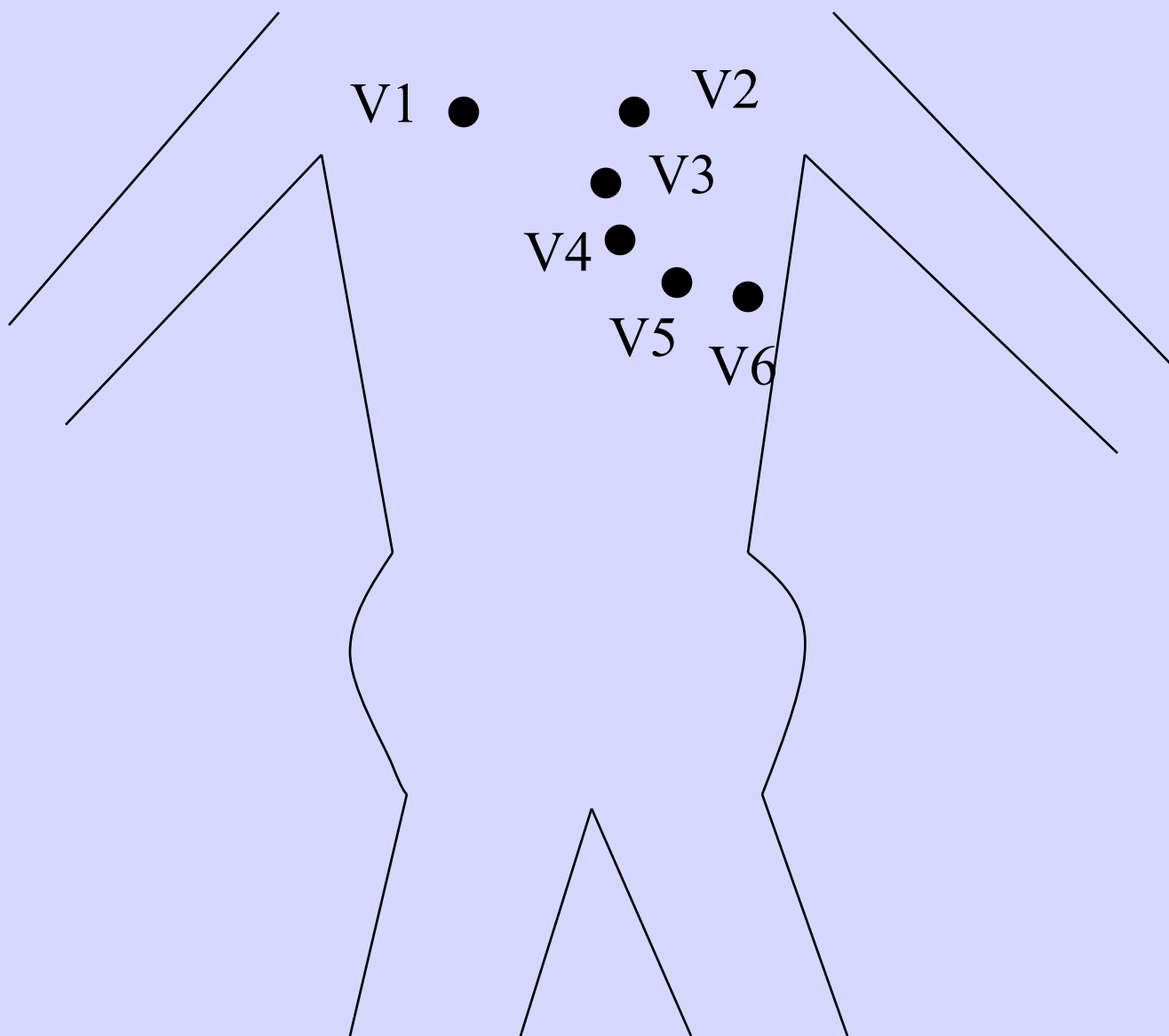


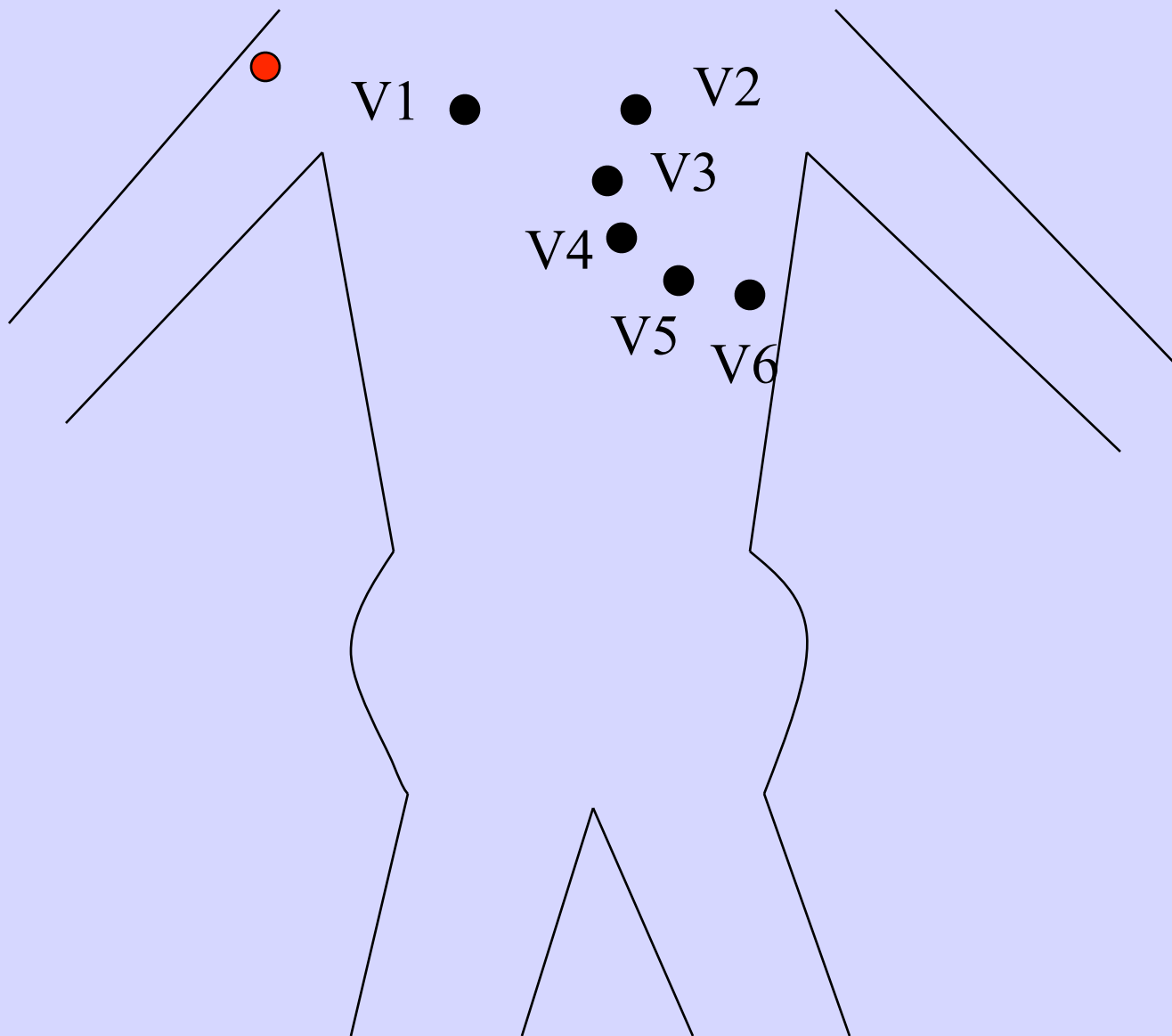


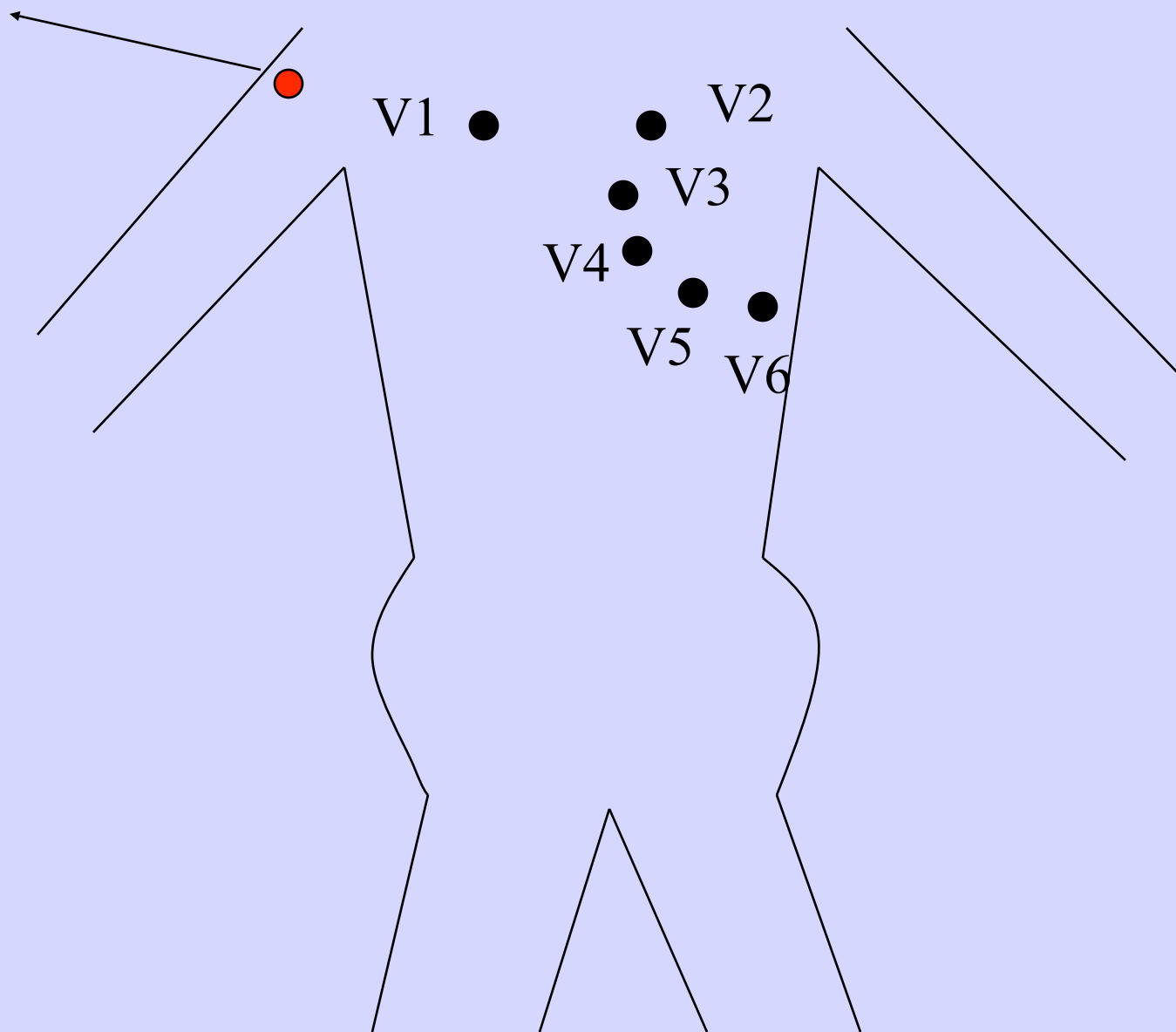












V_{ra}



V1



V2



V3



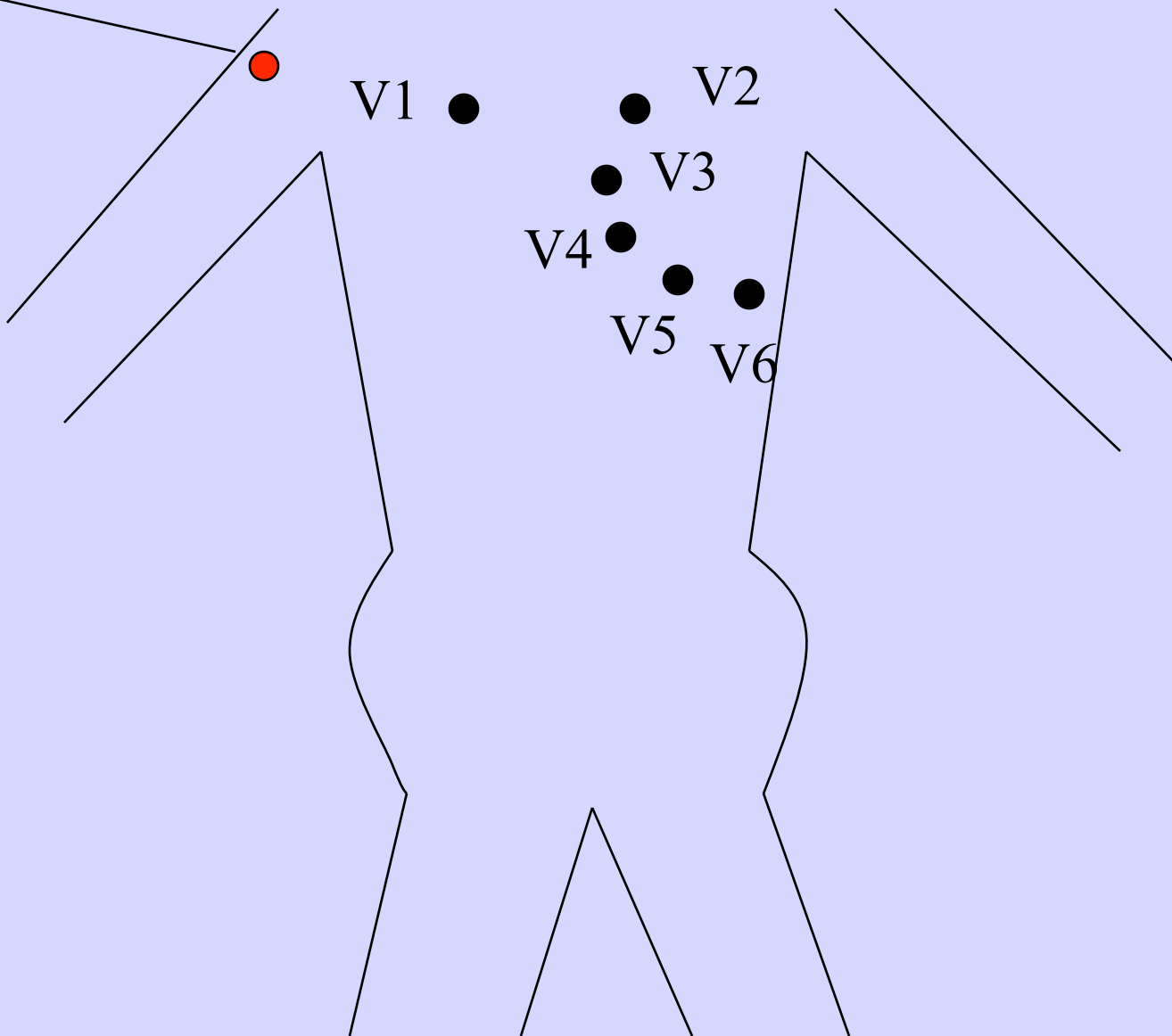
V4

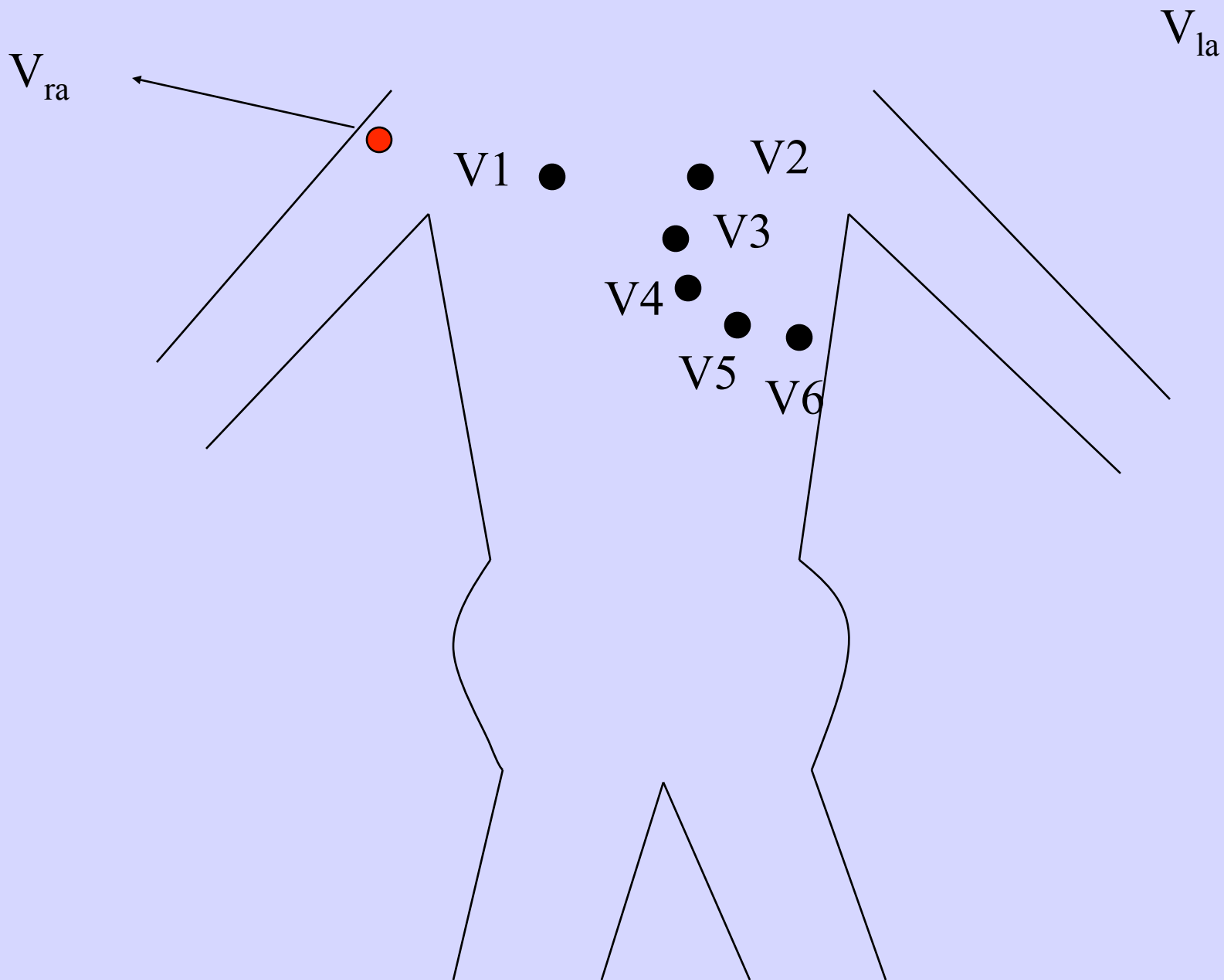


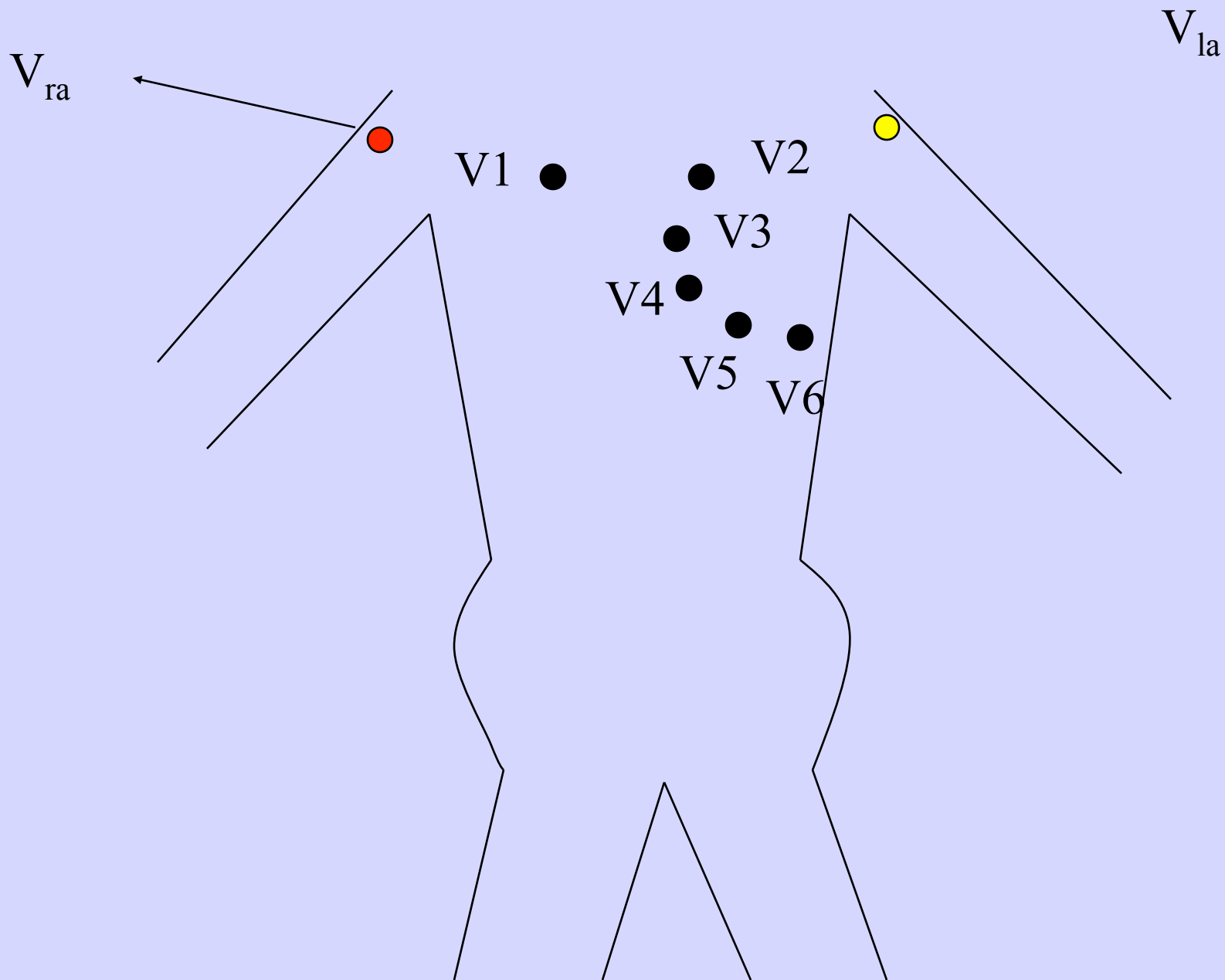
V5

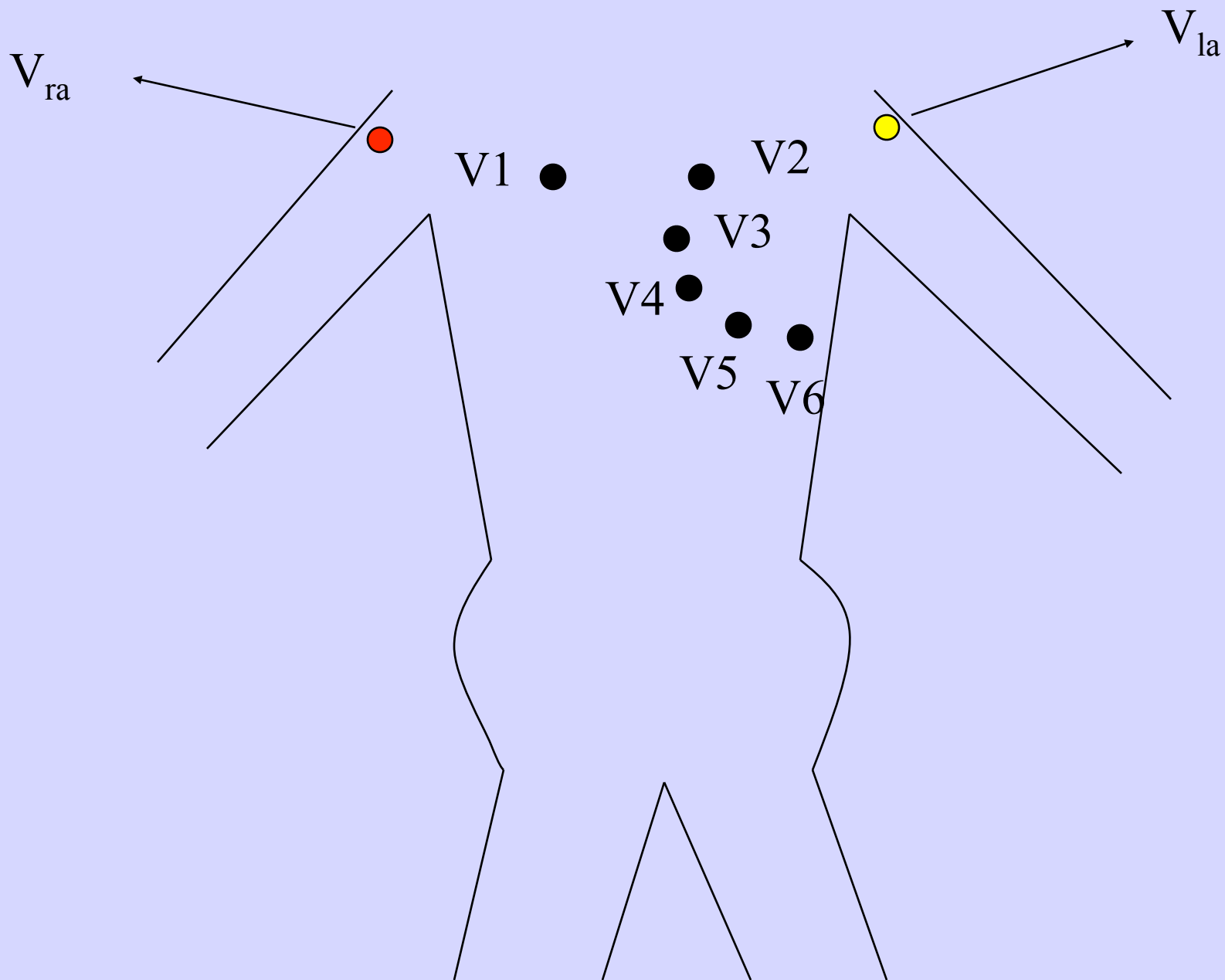


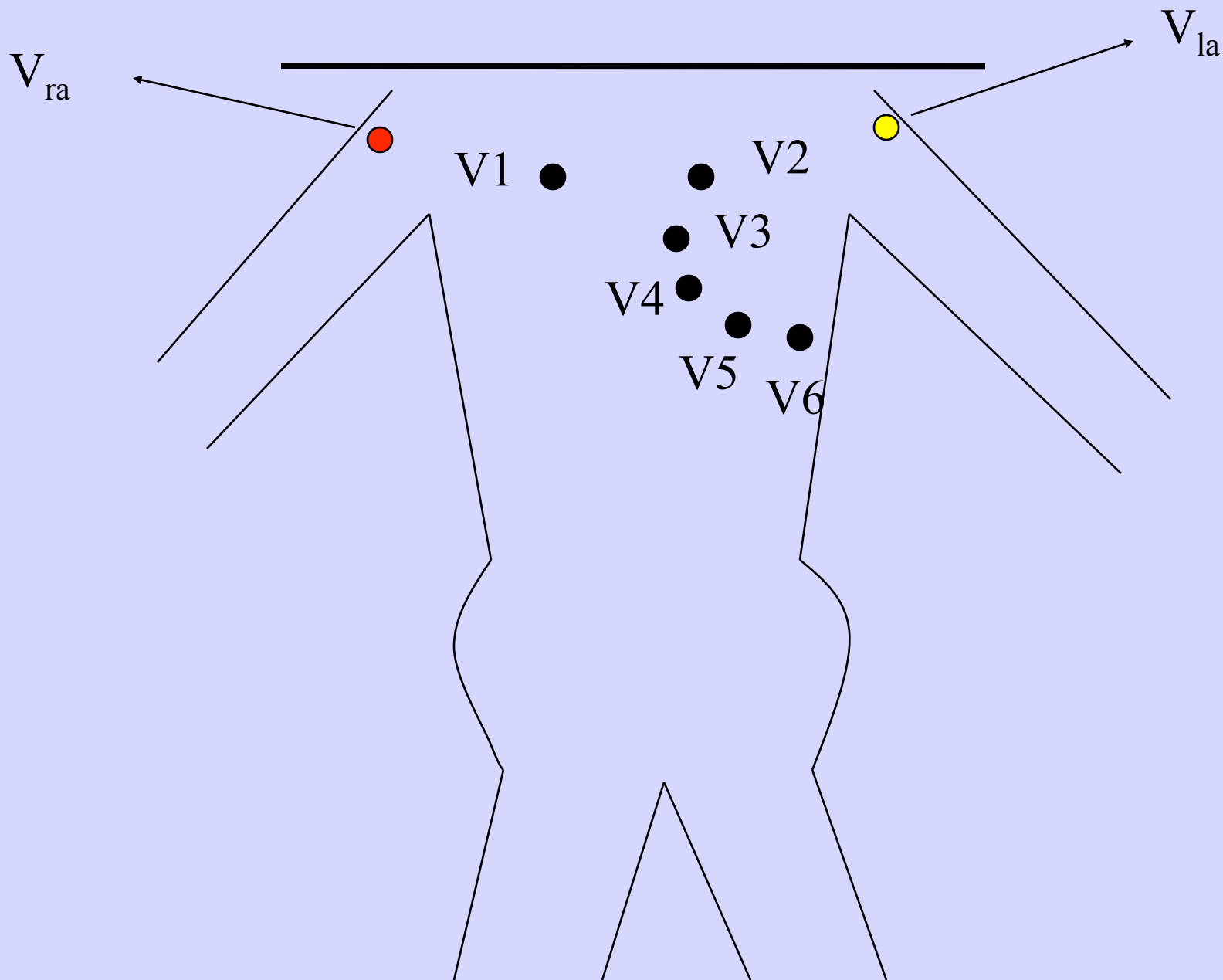
V6

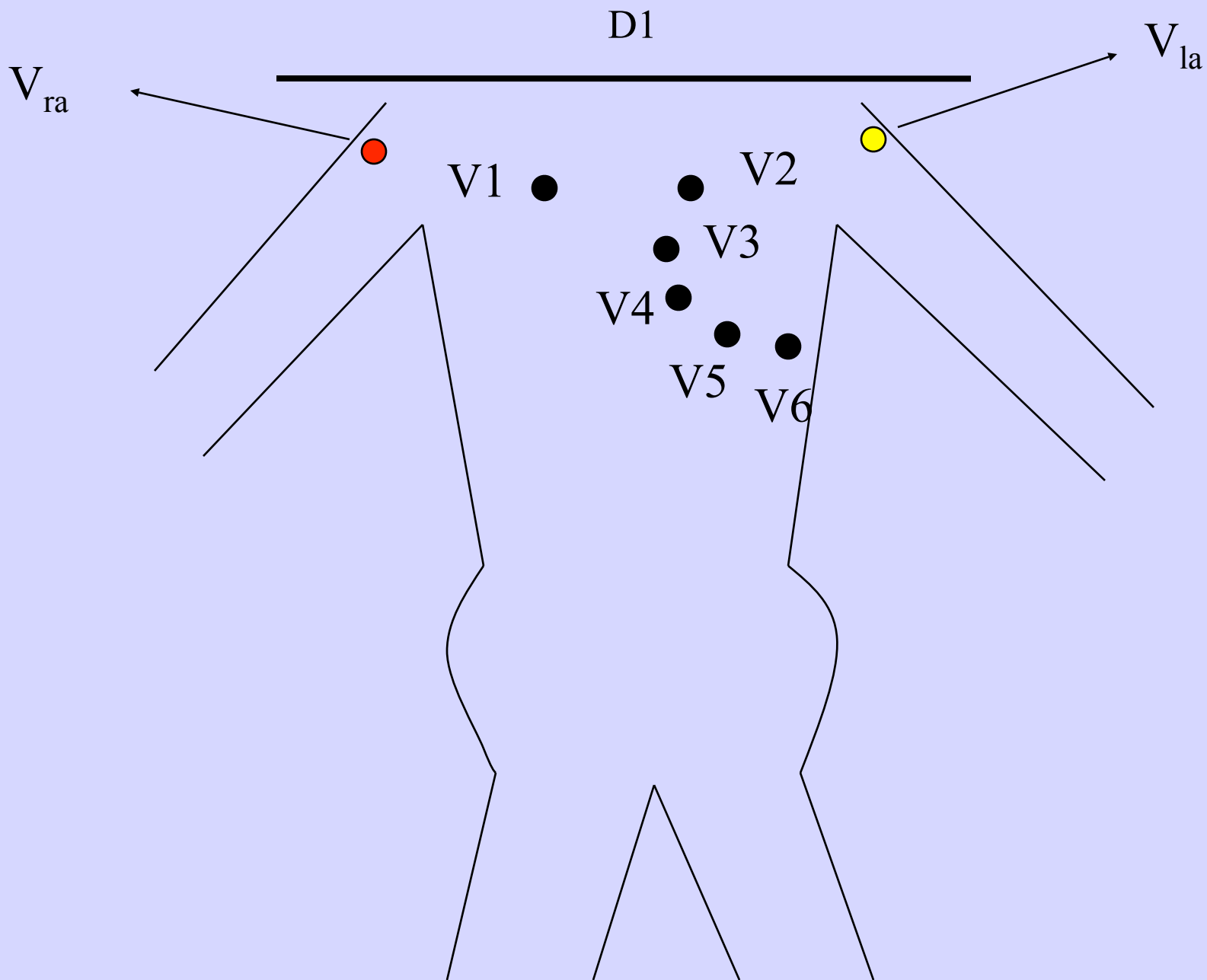


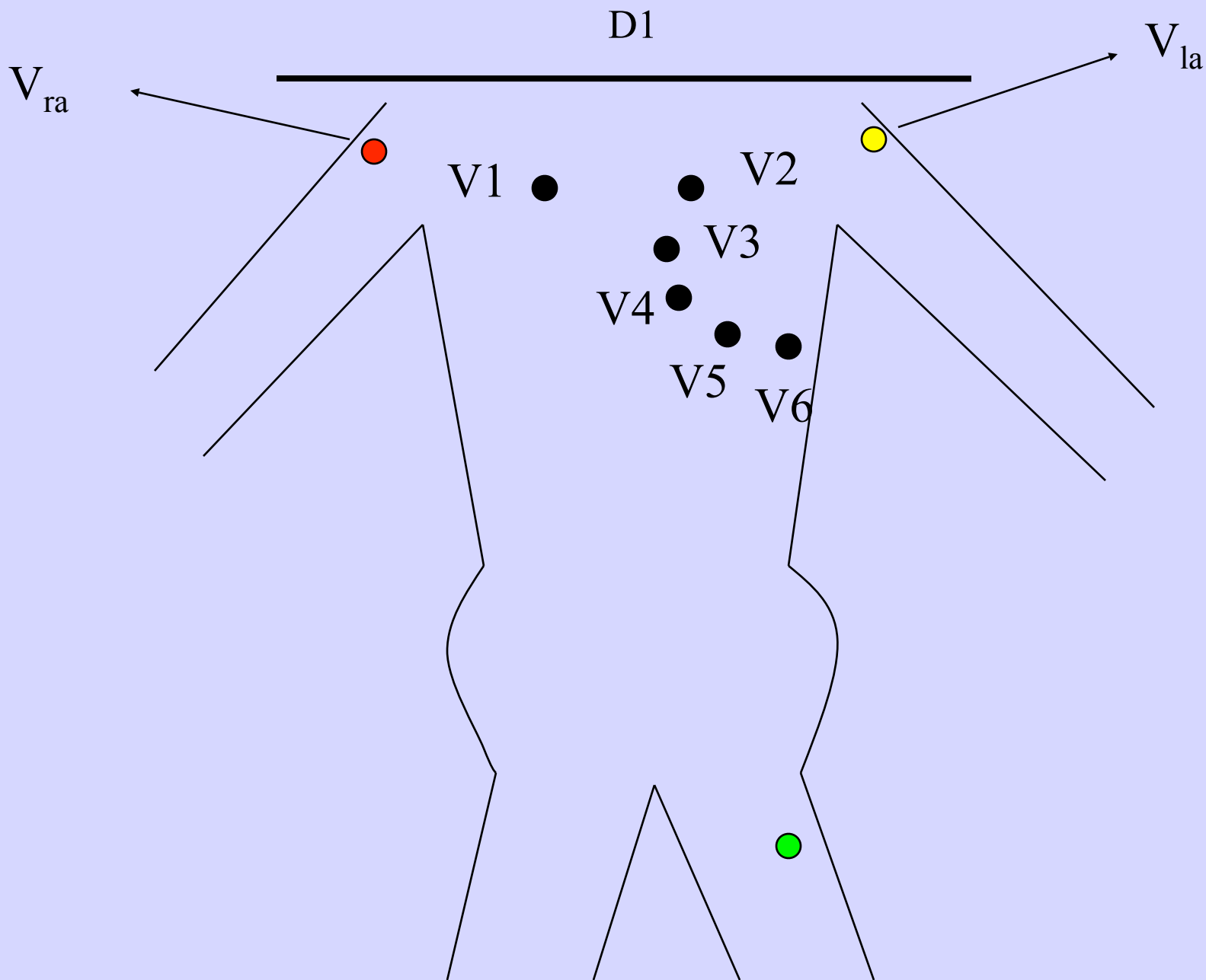


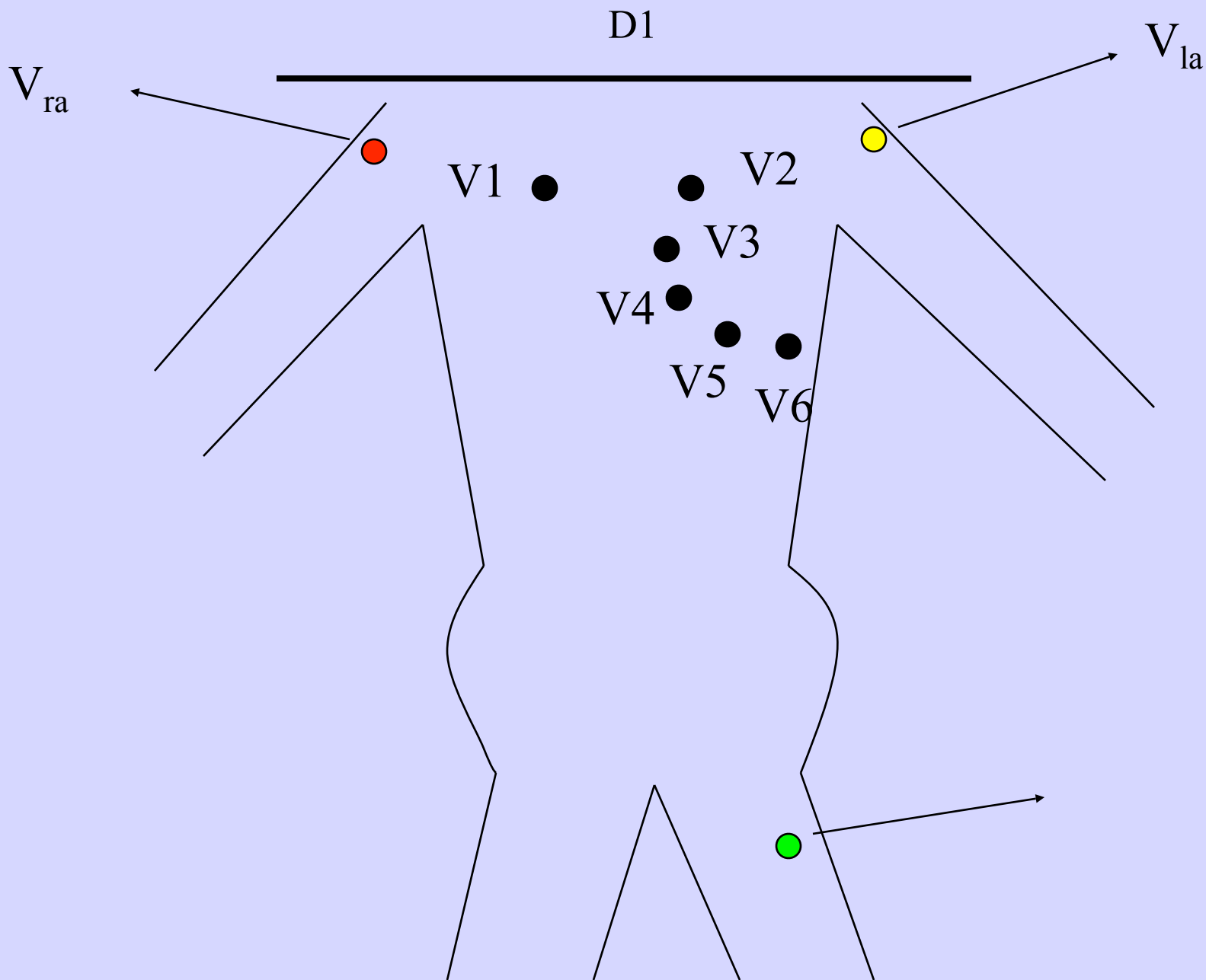


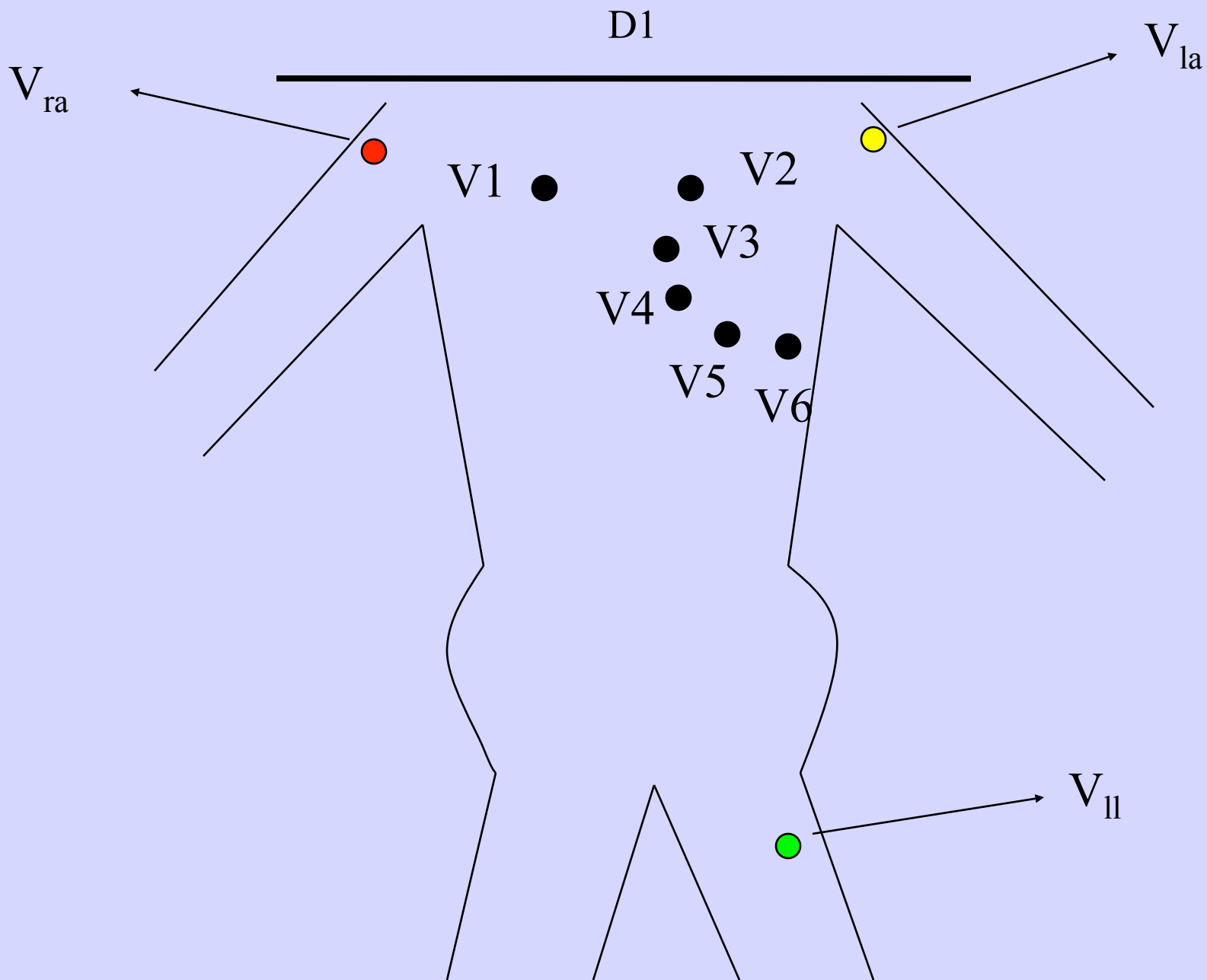


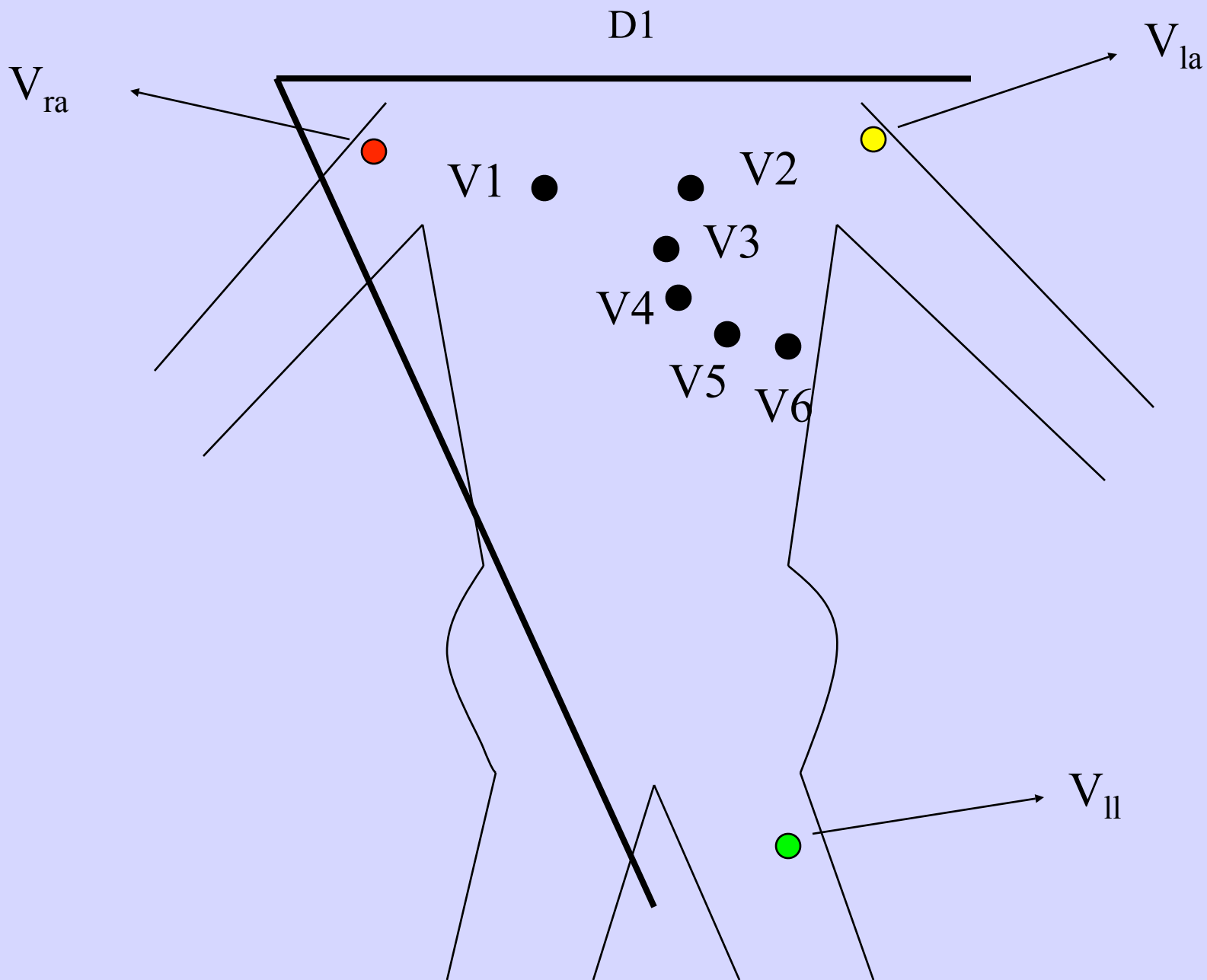


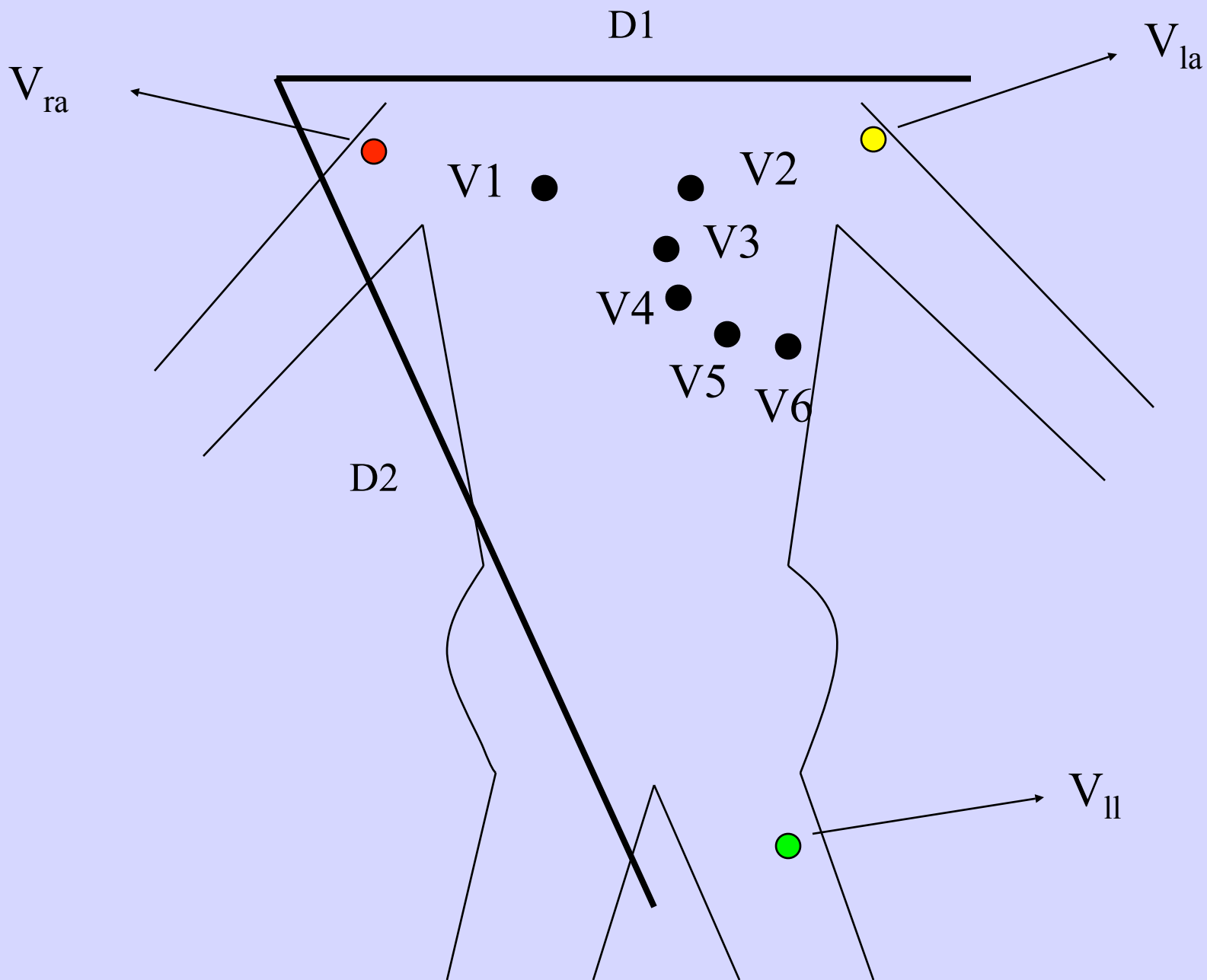


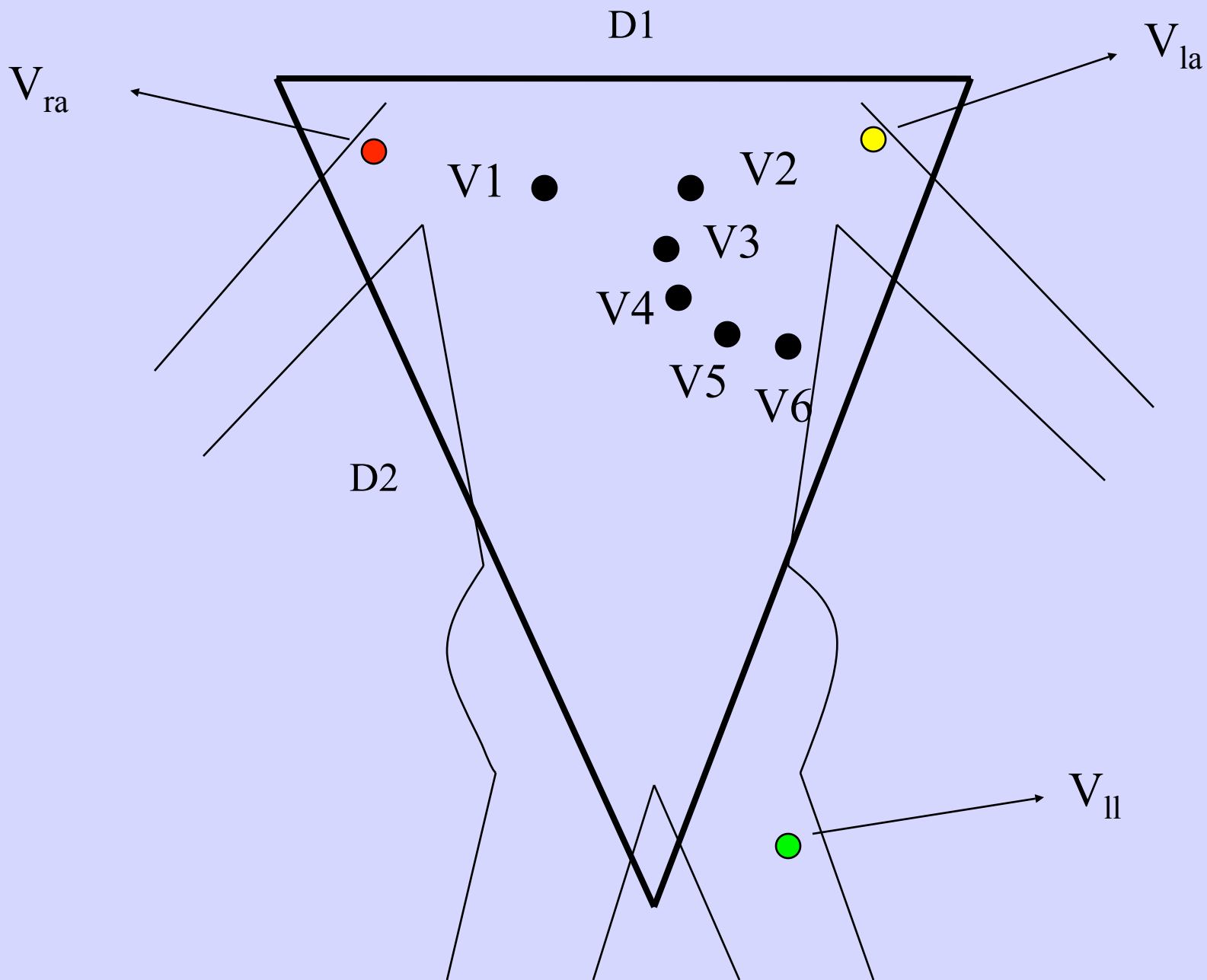


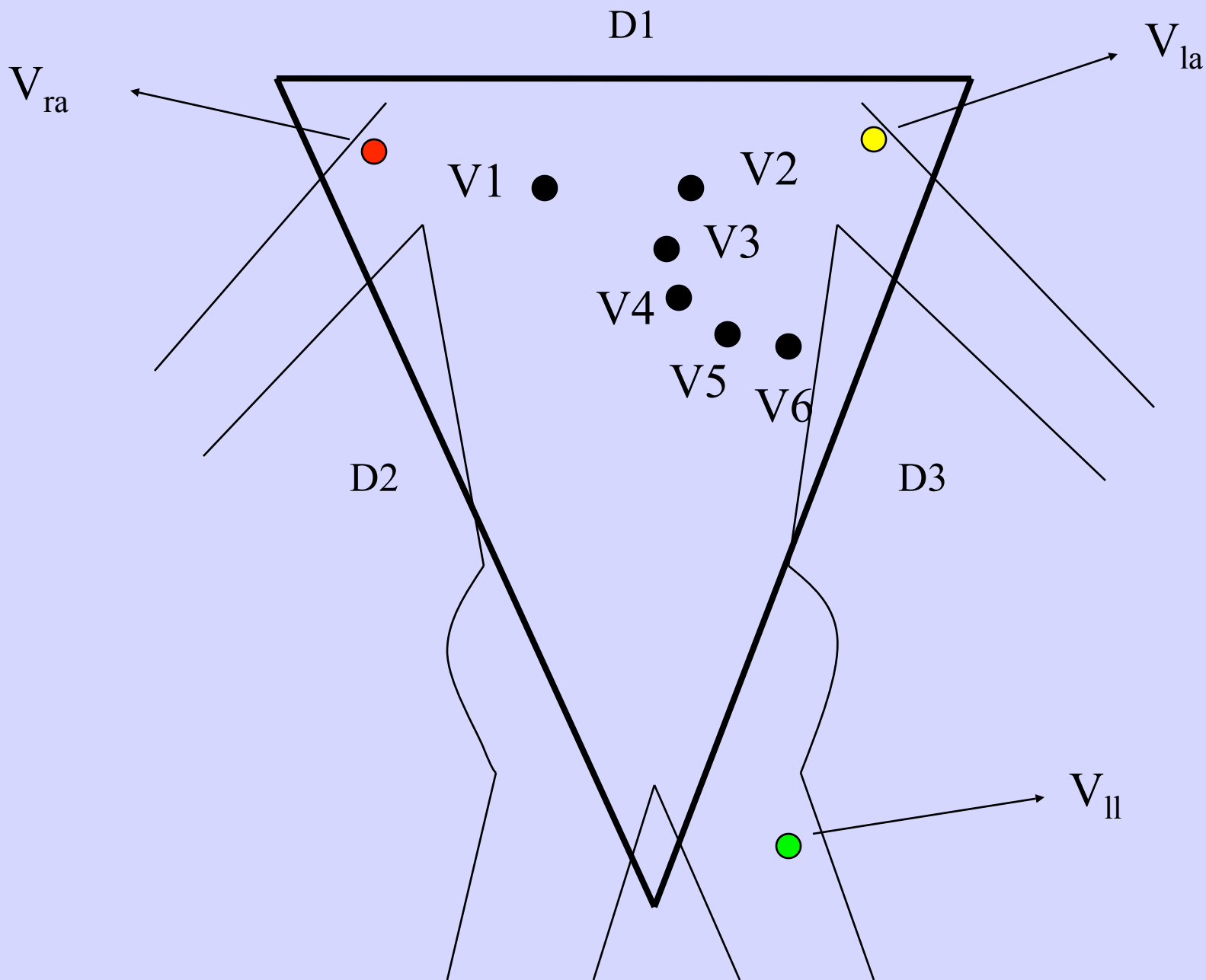


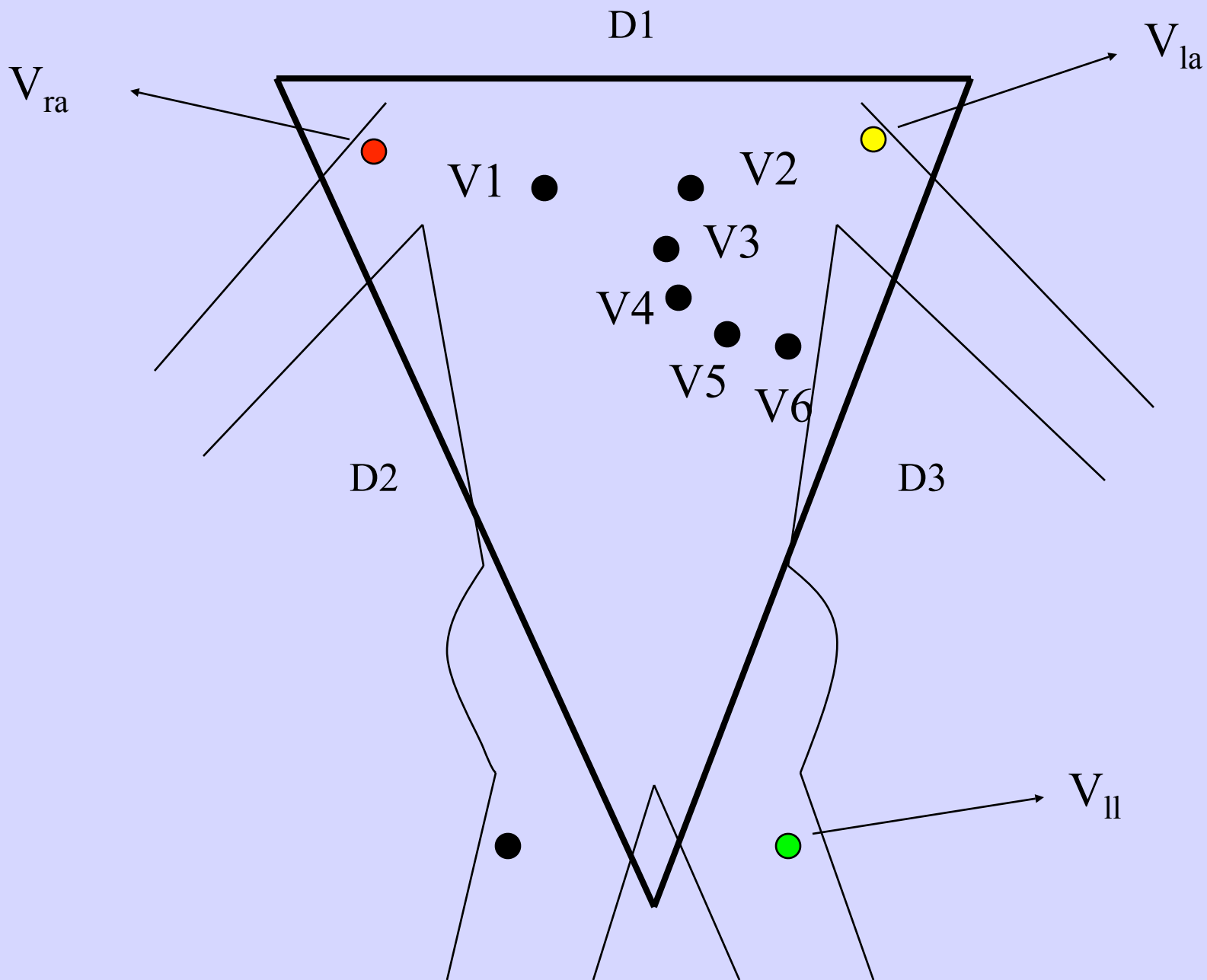


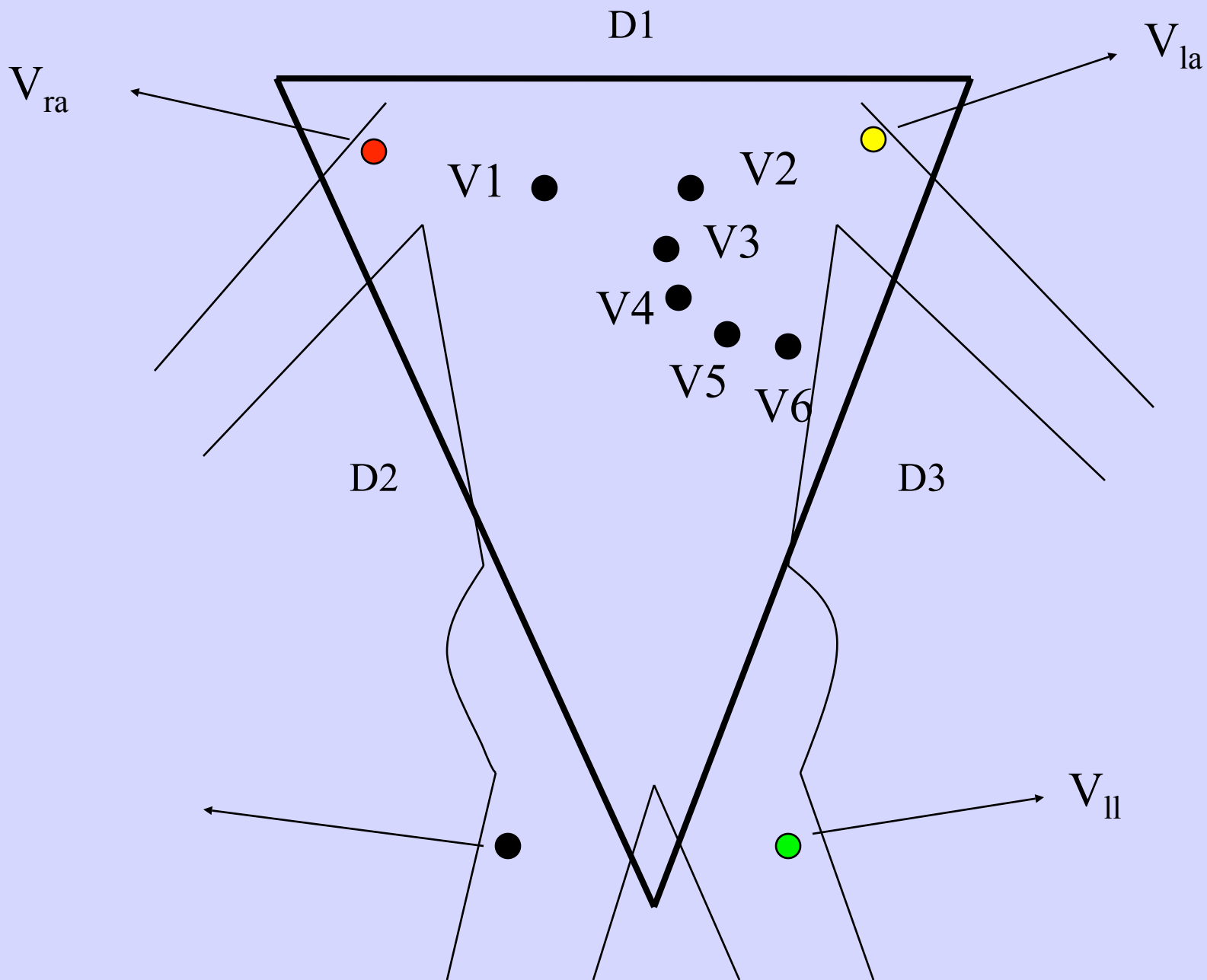


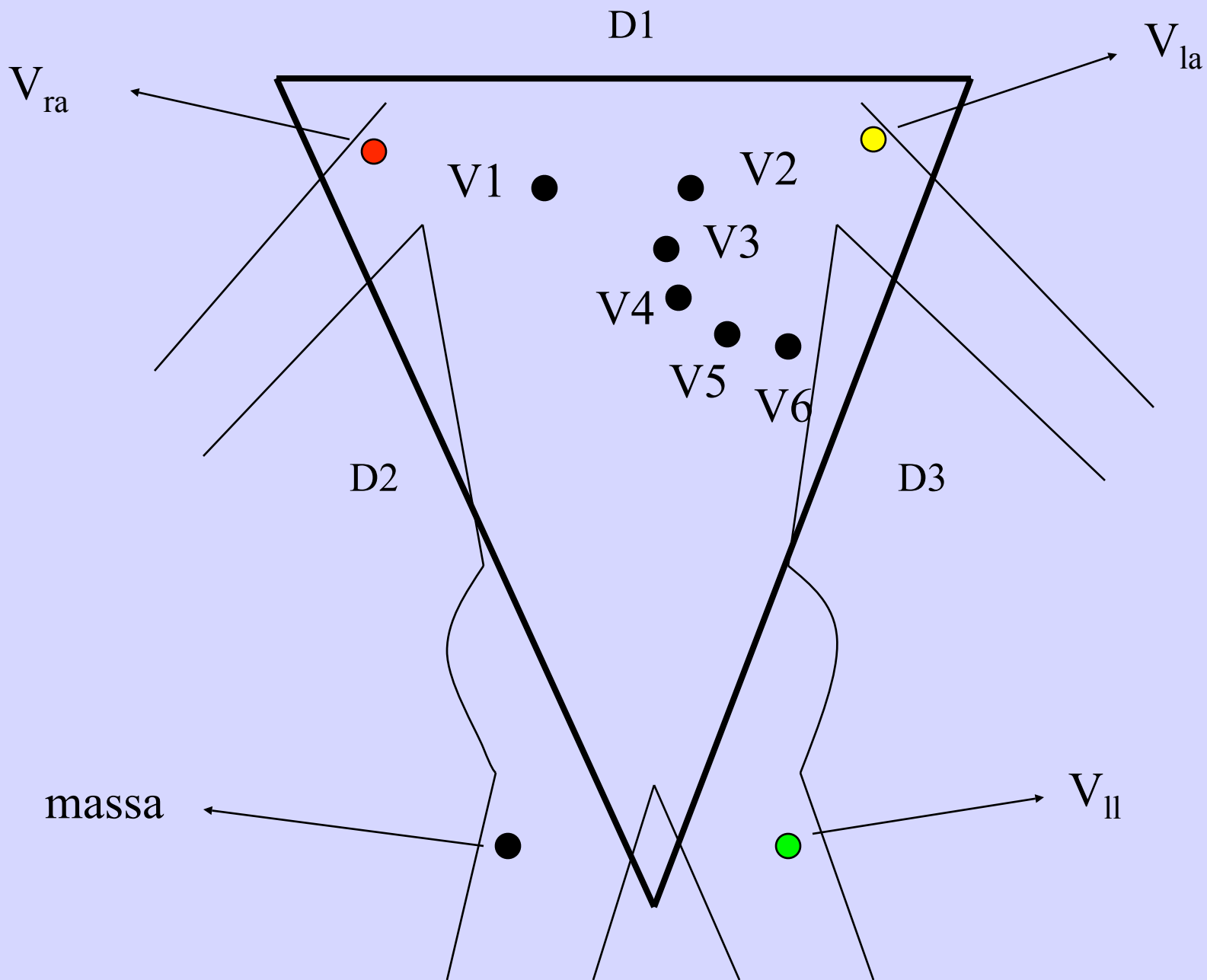


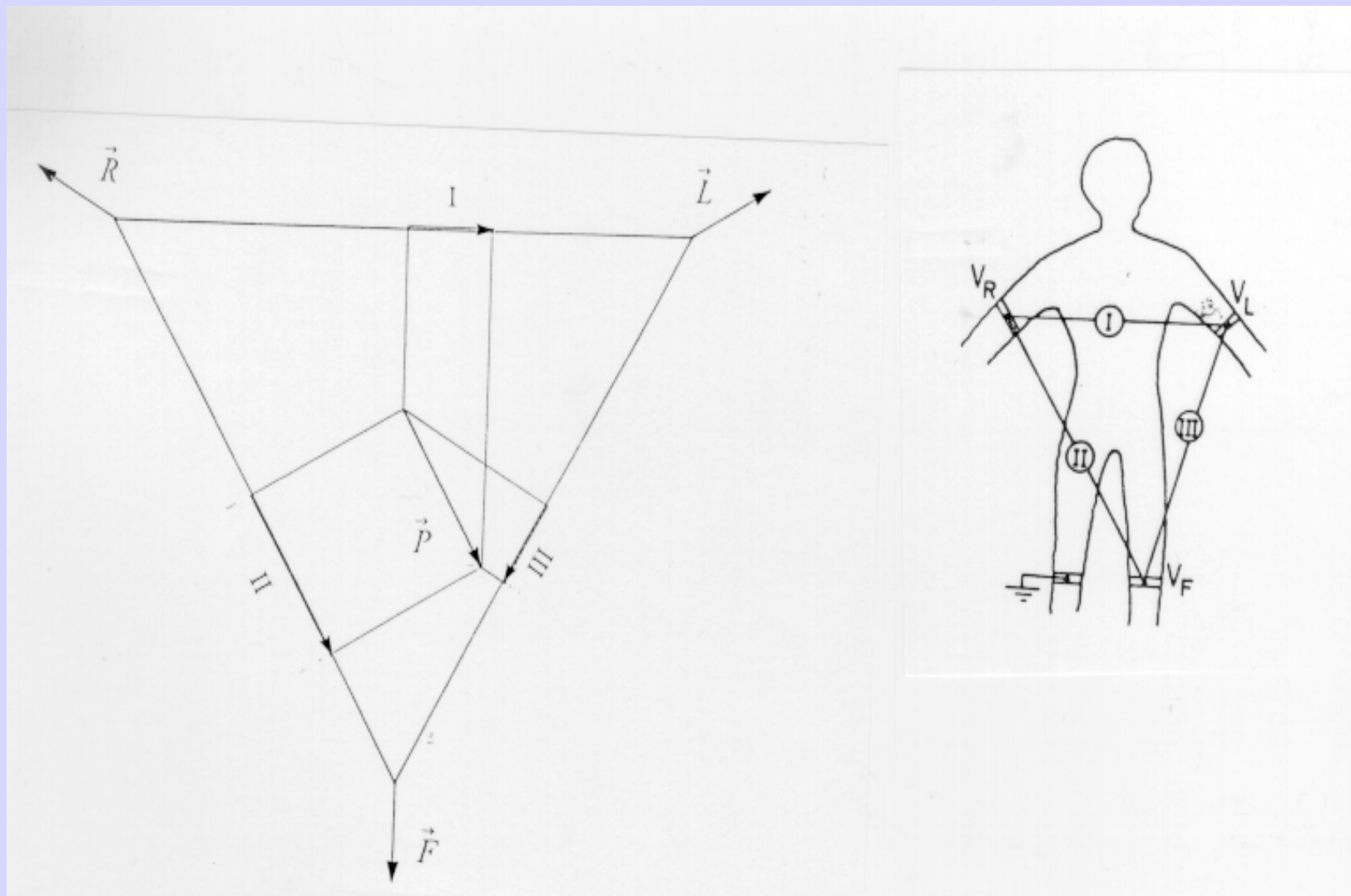












Le derivazioni del 'triangolo di Einthoven' (1903)

Collocando tre elettrodi in corrispondenza delle due braccia e della gamba sinistra, in modo che vengano a formare un triangolo, si ottengono le derivazioni:

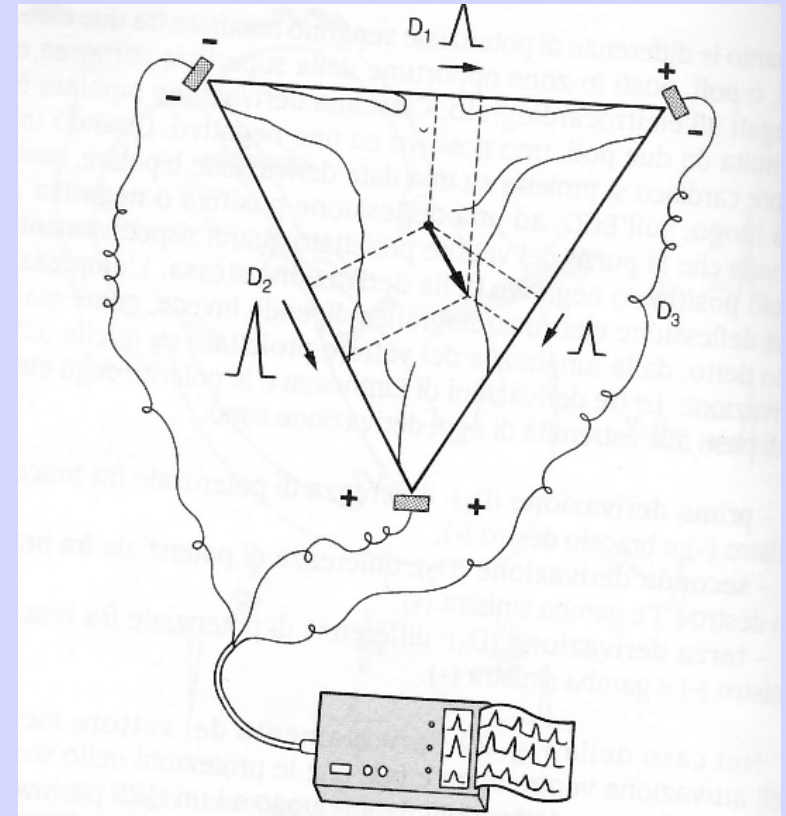
V_{ra} (right arm), V_{la} (left arm) e V_{ll} (left leg)

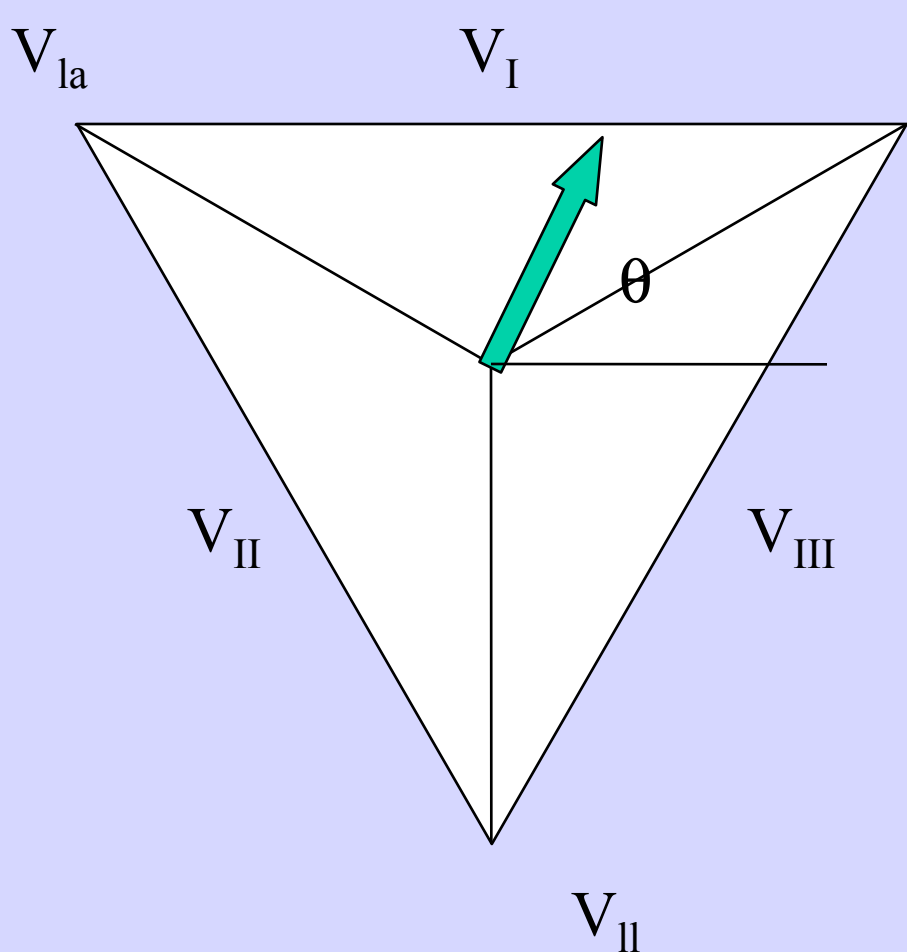
Le differenze tra questi potenziali forniscono le cosiddette **derivazioni bipolari**:

$$D_1 = V_{la} - V_{ra}$$

$$D_2 = V_{ra} - V_{ll}$$

$$D_3 = V_{la} - V_{ll}$$





Se la direzione del dipolo ad un certo istante è individuata dall'ampiezza M e dall'angolo θ , avremo 3 diverse proiezioni sulle 3 derivazioni:

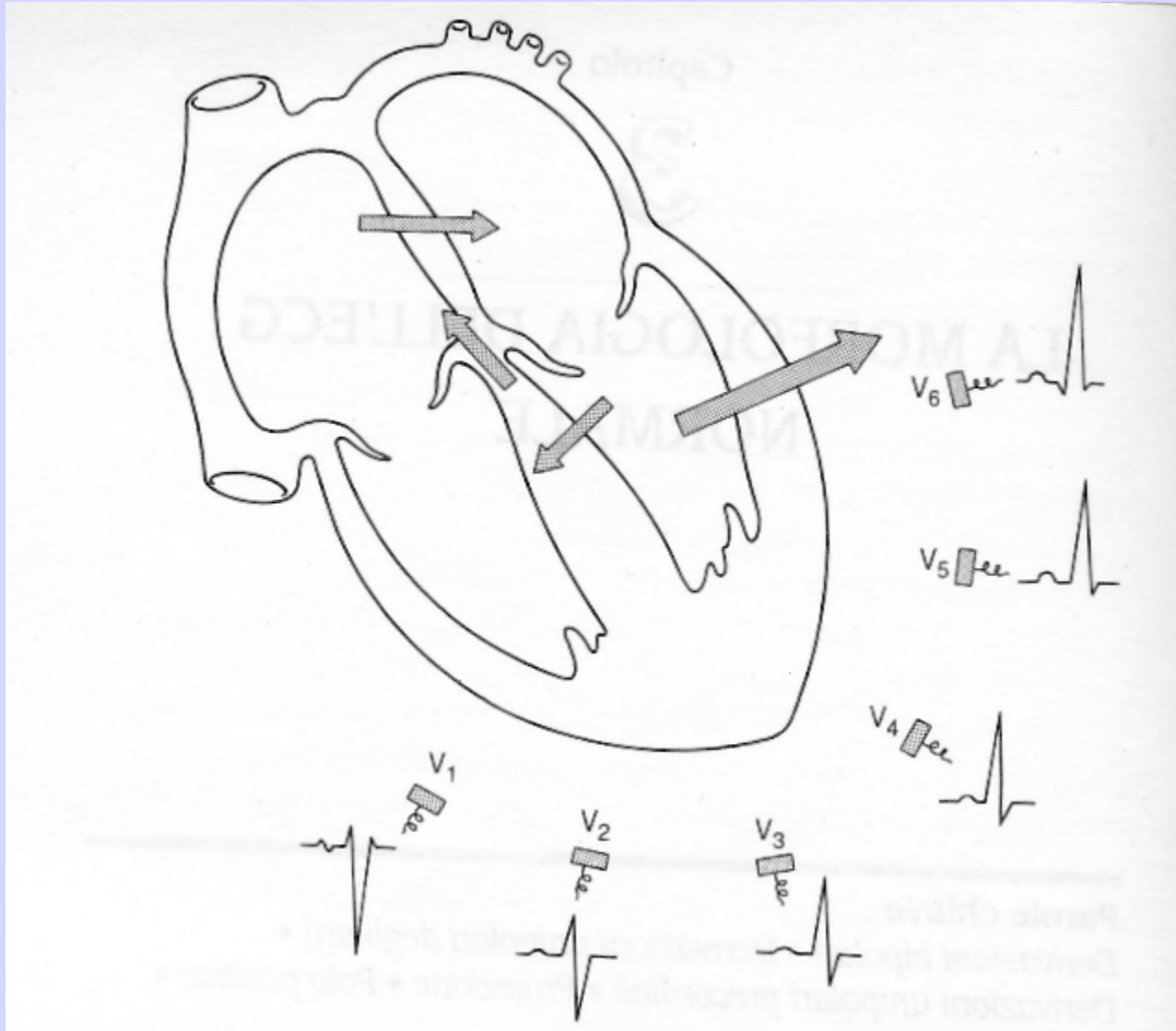
$$V_{ra} = M \cos (\theta - 30^\circ)$$

$$V_{la} = M \cos (150^\circ - \theta)$$

$$V_{II} = M \cos (270^\circ - \theta)$$

Sviluppando i calcoli si verifica inoltre che $V_{ra} + V_{la} + V_{II} = 0$, dunque collegando i tre elettrodi si ha un riferimento a potenziale nullo.

Si utilizzano anche le derivazioni precordiali, che **sono monopolari**



Basi di registrazione elettrocardiografica

Per la registrazione dell'E.C.G. esistono 6 elettrodi toracici o precordiali, e 4 pinze che si posizionano sugli arti superiori ed inferiori. Di tali 4 pinze, 3 sono elettrodi bipolari, ovvero, registrano sia il potenziale nella sede, sia la differenza di potenziale tra di loro; 1 invece è la massa.

Gli elettrodi precordiali prendono il nome di V1 V2 V3 V4 V5 V6. Le pinze invece si chiamano Var (R sta per Right, destra, sul braccio destro), Val (L sta per left, sinistra, sul braccio sinistro) ed Vll (l sta per leg, gamba sinistra) la massa si trova sulla gamba destra.

La differenza di potenziale registrata tra Var ed Val si chiama D1; tra Var ed aVll si chiama D2; tra Val ed Vll si chiama D3.

Relazione tra le varie onde

Ovviamente tra le varie onde presenti sull'E.C.G. esistono delle relazioni standard. Il tracciato viene eseguito su carta millimetrata in modo da meglio valutare voltaggio e tempo, e quindi anche le relazioni tra le varie onde

Esistono delle “distanze” convenzionali o “tratti”:

- Tratto PQ: comprende tutta la contrazione atriale e la fase di pre-attivazione ventricolare corrispondente all'attività rallentata del nodo A-V, fascio di His, branche e sistema del Purkinje.
- Tratto QRS o complesso QRS: rappresenta la sistole ventricolare
- Tratto ST: è la pausa prima della ripolarizzazione ed indica il periodo refrattario assoluto
- Tratto QT: periodo comprendente sistole ventricolare e ripolarizzazione nella sua interezza

Normalmente il tratto PQ non deve superare i 5 mm (ogni millimetro in direzione orizzontale corrisponde a 0,04 sec).

Il complesso QRS deve rimanere entro i 3mm (0,12sec).

ST e QT presentano una variabilità individuale e risultano meno importanti nei termini didattici ma lo sono molto per un cardiologo.

Va inoltre sottolineato che sarà necessario valutare anche la morfologia di ciascun'onda che, correlata ai tratti sopra descritti permetterà di individuare eventuali patologie cardiache.