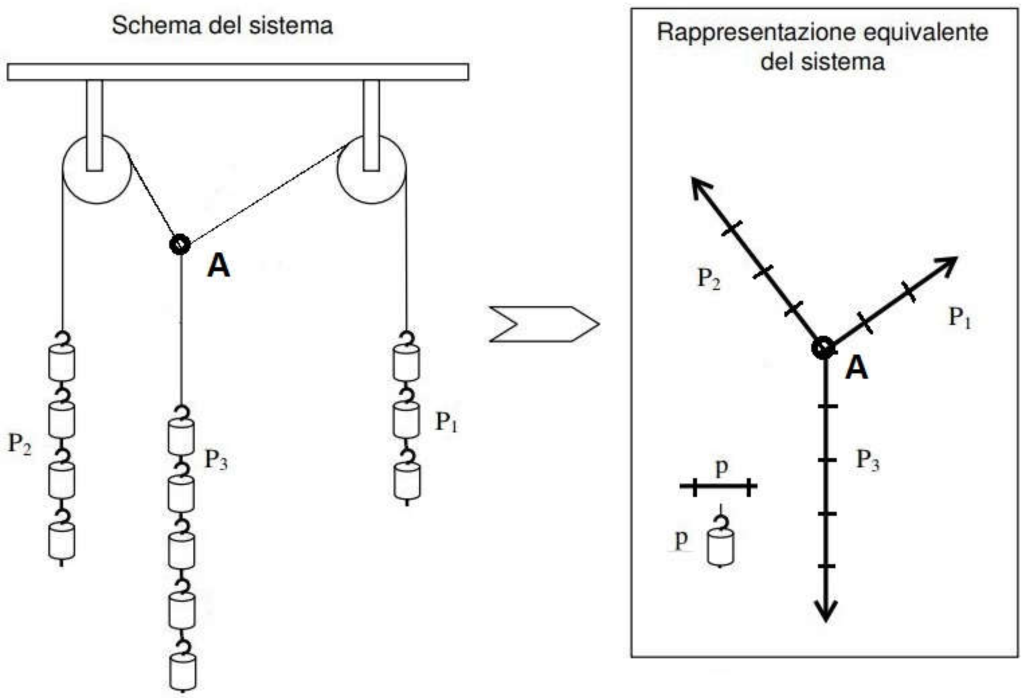
Relazione di laboratorio sulla Verifica dell'equilibrio delle Forze

Introduzione

Lo scopo di questa prova di laboratorio è quello di verificare che un punto è in equilibrio se la somma vettoriale di tutte le forze che agiscono su di esso detta "risultante" e' ZERO.
Nel caso studiato in laboratorio le forze applicate al punto A sono le tre forze peso $P_1 + P_2 + P_3$ per cui:

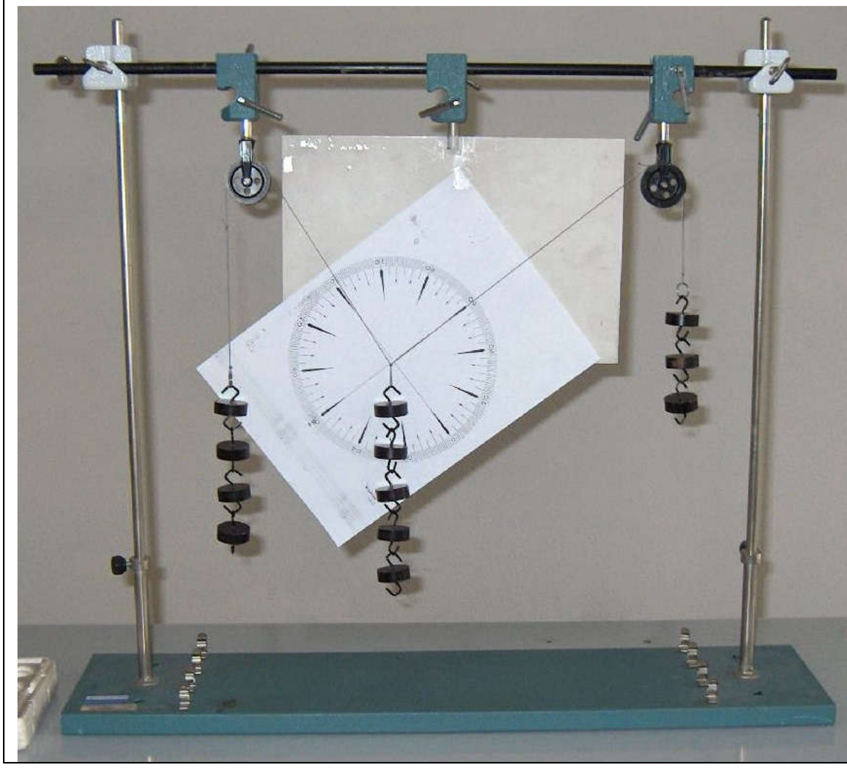
$$Risultante \;=\sum \vec{P} = \overrightarrow{P_1} + \overrightarrow{P_2} + \overrightarrow{P_3} = 0\,(zero) = equilibrio$$

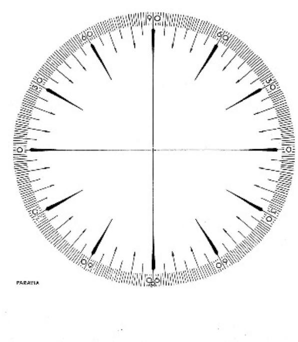
La prova è stata realizzata in laboratorio e lo svolgimento dei calcoli è stato realizzato attraverso la composizione delle forze secondo la regola del parallelogrammo (metodo grafico) e attraverso la scomposizione delle forze sugli assi cartesiani.
Il sistema usato per la verifica è un telaio a due carrucole in cui tre gruppi di masse sono uniti con un filo inestensibile cosi' da formare un sistema in equilibrio come schematizzato in figura:



Elenco dei Materiali e degli Strumenti impiegati

Materiali usati:
telaio a due carrucole composto da:
-basamento rigido con due aste verticali e traversa orizzontale per formare il telaio
-due carrucole con gola proporzionata al filo che consideriamo ideali cioe' senza attrito e massa, fissate tramite morsa alla traversa orizzontale
-filo inestensibile e flessibile, sezione cilindrica e diametro costante
-set di masse
-bilancia elettronica
-schermo rigido per posizionamento del goniometro
-goniometro su foglio A4

Telaio


bilancia	set masse	carrucola	filo	goniometro
				

Introduzione Teorica Generale

In questa esperienza di laboratorio sono presenti solo le seguenti grandezze fisiche:

- massa: è una grandezza scalare
  necessita solo di un valore e la sua unita' di misura
- forza (peso): è una grandezza vettoriale

In fisica le grandezze vettoriali necessitano di

- un MODULO o intensità con la sua unità di misura (è la lunghezza del segmento blu)
- una DIREZIONE: è la direzione della retta (tratteggiata) su cui giace il vettore
- un VERSO (punta della freccia)
- un punto di applicazione (il punto A)

Quando rappresentiamo graficamente un vettore con una freccia si dice:
- coda del vettore il suo punto di applicazione;
- punta del vettore la punta della freccia

Per indicare che una grandezza è vettoriale, tracciamo una freccia sopra al simbolo che la rappresenta. Per esempio, con $\vec{P}$ indichiamo la forza peso presente nell'esercitazione.
Per indicare il modulo di una grandezza vettoriale scriviamo il simbolo senza la freccetta oppure con la dicitura matematica ||

$$modulo\ di\ \ \vec{P} = P = \left|\vec{P}\right|$$

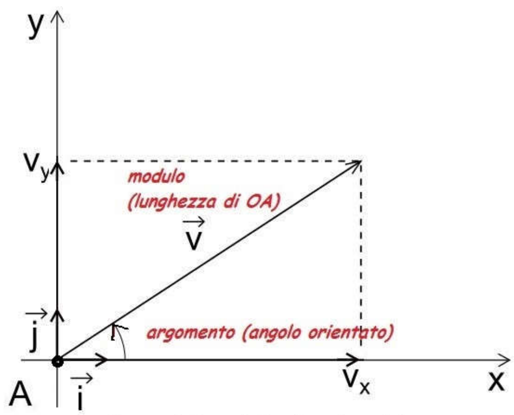
Il vettore generico $\vec{V}$ puo' essere rappresentato in vari modi in un piano cartesiano:

- con MODULO ed ARGOMENTO
- con la rappresentazione delle componenti in x e y
- con i versori (vettorini di modulo unitario disposti come asse x e y e dello stesso verso degli assi con punto di applicazione nell'origine degli assi)

<u>Rappresentazione vettori con MODULO ed ARGOMENTO</u>
Il MODULO o intensità rappresenta il valore numerico della grandezza vettoriale. Il modulo non puo' mai essere un numero negativo.
l'ARGOMENTO esprime la direzione ed il verso di un vettore. Viene definito come l'ampiezza dell'angolo compreso tra la semiretta su cui giace il vettore e la semiretta positiva dell'asse orizzontale con il suo segno. Per convenzione l'argomento viene preso in senso antiorario con segno positivo

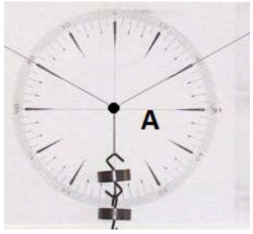
$$modulo\ del\ vettore\ \ |\vec{V}| = \sqrt{(V_x^2\ +\ V_y^2)}$$

$$argomento\,\vec{V}\ =\ \tan^{-1}\left(\frac{V_y}{V_x}\right)$$



Rappresentazione cartesiana di un vettore nel piano

Nella prova di laboratorio l'argomento dei vettori sara' ricavato con il goniometro misurando l'angolo che il filo teso forma nelle due direzioni nel punto A



Per le definizioni di seno, coseno e tangente vedere il materiale di trigonometria di supporto alla relazione.

Rappresentazione vettori attraverso le coordinate cartesiane

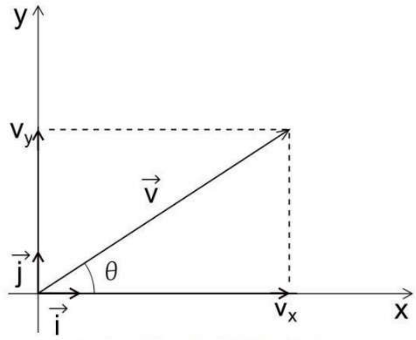
Si proietta il vettore $\vec{V}$ sugli assi fino ad ottenere le componenti cartesiane in X e in Y

- V_x è la componente di $\vec{V}$ lungo l'asse x

$$V_x = V\cos\vartheta$$

- V_y è la componente di $\vec{V}$ lungo l'asse y

$$V_y = V\sin\vartheta$$



Rappresentazione cartesiana di un vettore nel piano

Rappresentazione vettori con uso dei versori

Con l'uso dei versori $\vec{\imath}\ e\ \vec{\jmath}$ dove $\vec{\imath}$ e' il versore dell'asse x e $\vec{\jmath}$ e' il versore dell'asse y:

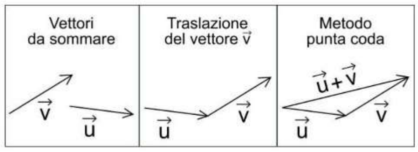
$$\vec{V} = V_x\ \vec{\imath} + V_y\ \vec{\jmath} = V\cos\vartheta\ \vec{\imath} + V\sin\vartheta\ \vec{\jmath}$$

Operazione tra i vettori

I vettori si possono sommare tra loro ma in modi diverso rispetto alle grandezze scalari in quanto la somma di due vettori o piu' vettori dipende dal modulo, direzione e verso

- Metodo punta-coda

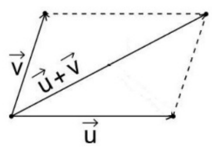
  Per trovare la somma di due vettori $\vec{\boldsymbol{u}}\ \boldsymbol{e}\ \vec{\boldsymbol{v}}$ col metodo punta coda si trasla il vettore $\vec{\boldsymbol{v}}$ in modo che la sua coda coincida con la punta del vettore $\vec{\boldsymbol{u}}$ .Il vettore che unisce la coda di $\vec{\boldsymbol{u}}$ con la punta di $\vec{\boldsymbol{v}}$ è il vettore somma $\vec{\boldsymbol{u}} + \vec{\boldsymbol{v}}$



- Metodo del parallelogramma

  Con una traslazione facciamo in modo che le origini dei due vettori $\vec{u}$ e $\vec{v}$ coincidano. Costruiamo poi un parallelogramma avente come lati i due vettori.

  Il vettore somma $\vec{u} + \vec{v}$ è la diagonale del parallelogramma uscente dall'origine comune.



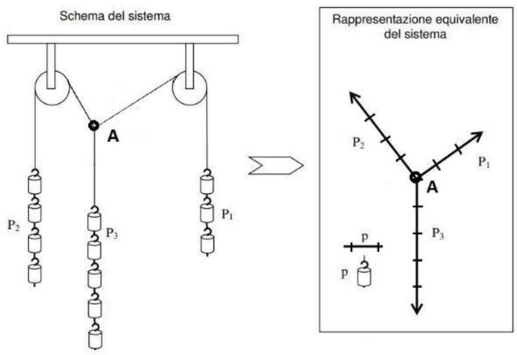
  I componenti in x e y del vettore somma $\vec{S} = \vec{u} + \vec{v}$ sono la somma delle componenti degli assi:

$$S_x = u_x + v_x$$
$$S_y = u_y + v_y$$

  Il modulo e l'argomento sono :

$$modulo\ del\ vettore\ somma\quad |\vec{S}| = |\vec{u} + \vec{v}\,| = \sqrt{(S_x^2 + S_y^2)}$$

$$argomento\ \vec{S} = \tan^{-1}\left(\frac{S_y}{S_x}\right)$$



In questa esperienza l'equilibrio del punto A si riconduce al calcolo della risultante delle forze della rappresentazione equivalente al sistema.
Si ipotizza che il sistema è ideale, cioè:

- le carrucole non hanno massa e ruotano perfettamente.
- il filo puo' scorrere idealmente nella gola senza scivolare.
- il filo e' inestensibile.

Con queste ipotesi le carrucole e il filo hanno la proprietà di variare la direzione e il verso della forza ma non la sua intensità e nel calcolo dell'equilibrio del punto A abbiamo solo le forze che applicano i tre masse (non ci sono le forze di attrito)
L'equilibrio del punto A e' verificato solo se la risultante delle forze e' pari a zero:

$$Risultante \ = \sum_{i=1}^{3} \vec{P_i} = \vec{P_1} + \vec{P_2} + \vec{P_3} = 0 \ (zero)$$

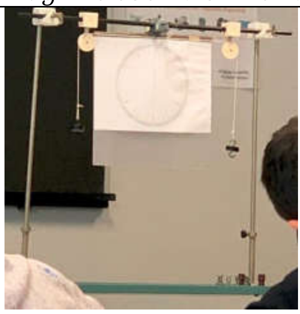
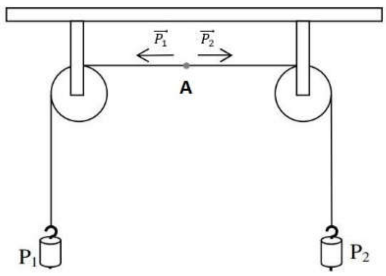
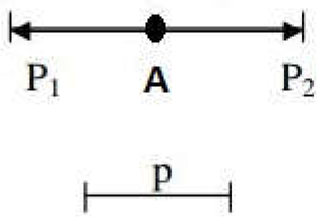
Esecuzione dell'esperienza

In primo luogo e' stata pesata la massa per ricavare la forza peso del set di masse

  massa 50 gr 49.32 gr approssimata a 50 gr	Forza peso $P = m\ g = 0.050 \cdot 9.8 = 0.49\ N$ dove: m = massa del singolo peso = 50 gr = 0.050 Kg g= accelerazione di gravita' terrestre 9.8 m/s^2 N = Newton unita' di misura delle forze Sistema Internazionale

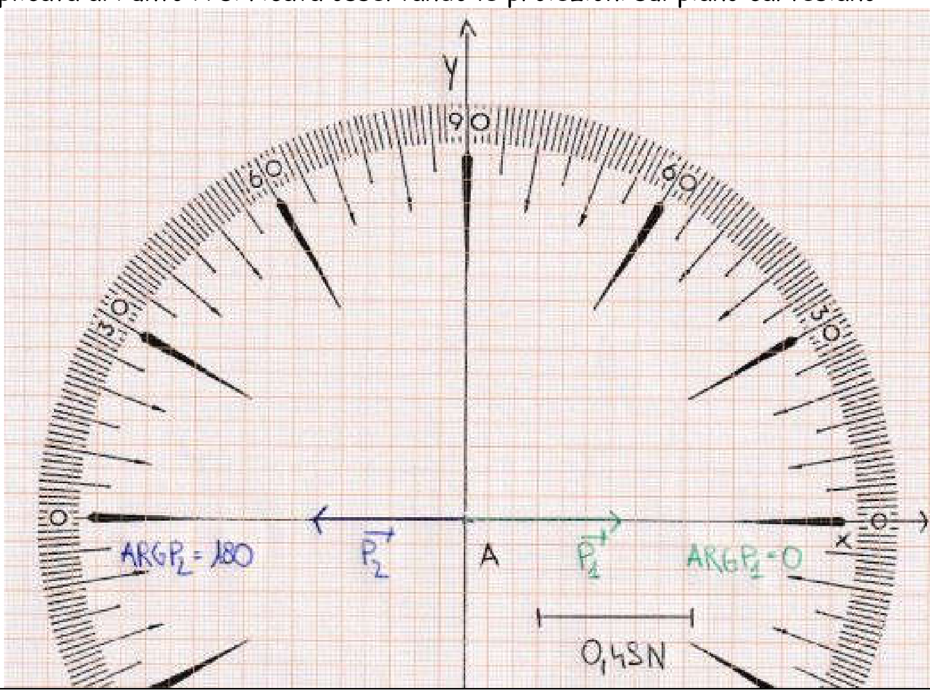
Sono state poi eseguite le prove di equilibrio appendendo le masse al filo tramite opportuno gancio e riconducendo sempre la prova sia ad uno schema equivalente che al relativo sistema cartesiano x y.

Con il goniometro si misura l'angolo che formano i due fili tra loro. Sono state eseguite molte esperienze

PRIMA ESPERIENZA : due set di masse uguali e contrarie 1-1		
Sistema fisico	Rappresentazione equivalente	Rappresentazione equivalente
$P_1 = m\ g = 0.050 \cdot 9.8 = 0.49\ N$ $P_2 = m\ g = 0.050 \cdot 9.8 = 0.49\ N$	$P_1 = 0.49\ N$ $P_2 = 0.49\ N$	$P_1 = 0.49\ N$ $P_2 = 0.49\ N$
		

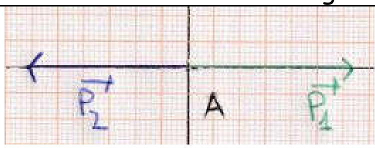
Poiche' il filo è teso le due forze giacciono sul filo per cui il loro angolo rispetto al filo e' nullo.

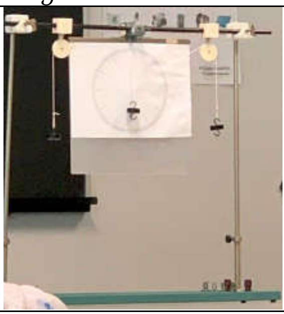
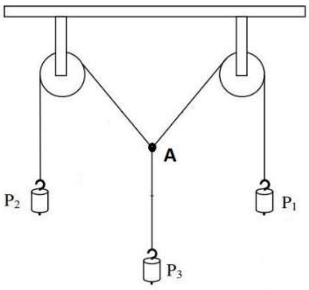
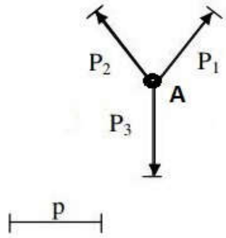
La risultante applicata al Punto A si ricava osservando le proiezioni sul piano cartesiano:



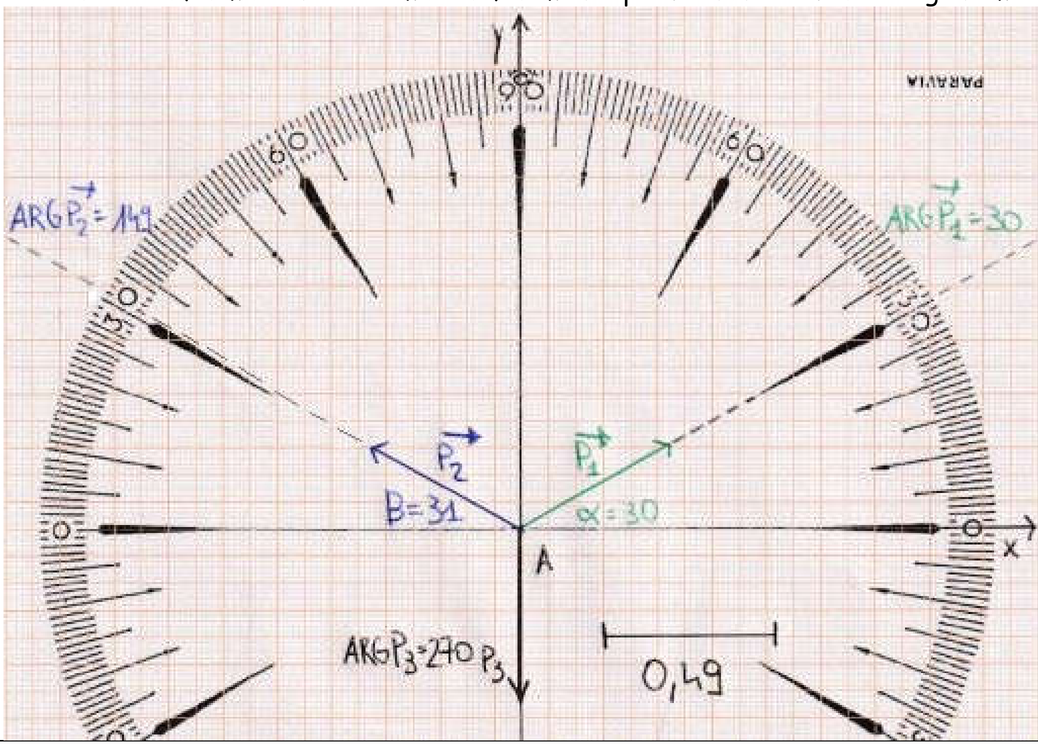
Rappresento i due vettori sia con la rappresentazione modulo e argomento che con i componenti x y

vettore	Modulo ed Argomento	Componenti x e y
$\vec{P_1}$	$modulo\ \lvert\vec{P_1}\rvert = 0.49\ N$ $arg\ \vec{P_1} = 0$	$P_{1\,x} = 0.49\ N$ $P_{1\,y} = 0$
$\vec{P_2}$	$modulo\ \lvert\vec{P_2}\rvert = 0.49\ N$ $\arg \vec{P_2} = 180°$	$P_{2\,x} = -0.49\ N$ $P_{2\,y} = 0$

Calcolo la risultante Metodo grafico	Metodo con i componenti cartesiani
 Forze uguali ed opposte $Risultante \quad \vec{R} = \sum \vec{P} = \vec{P_1} + \vec{P_2} = 0$	$R_x = P_{1x} + P_{2x} = 0.49 - 0.49 = 0$ $R_y = P_{1y} + P_{2y} = 0$ $Risultante\ \ di\ componenti\ nulle$ $\vec{R} = 0$

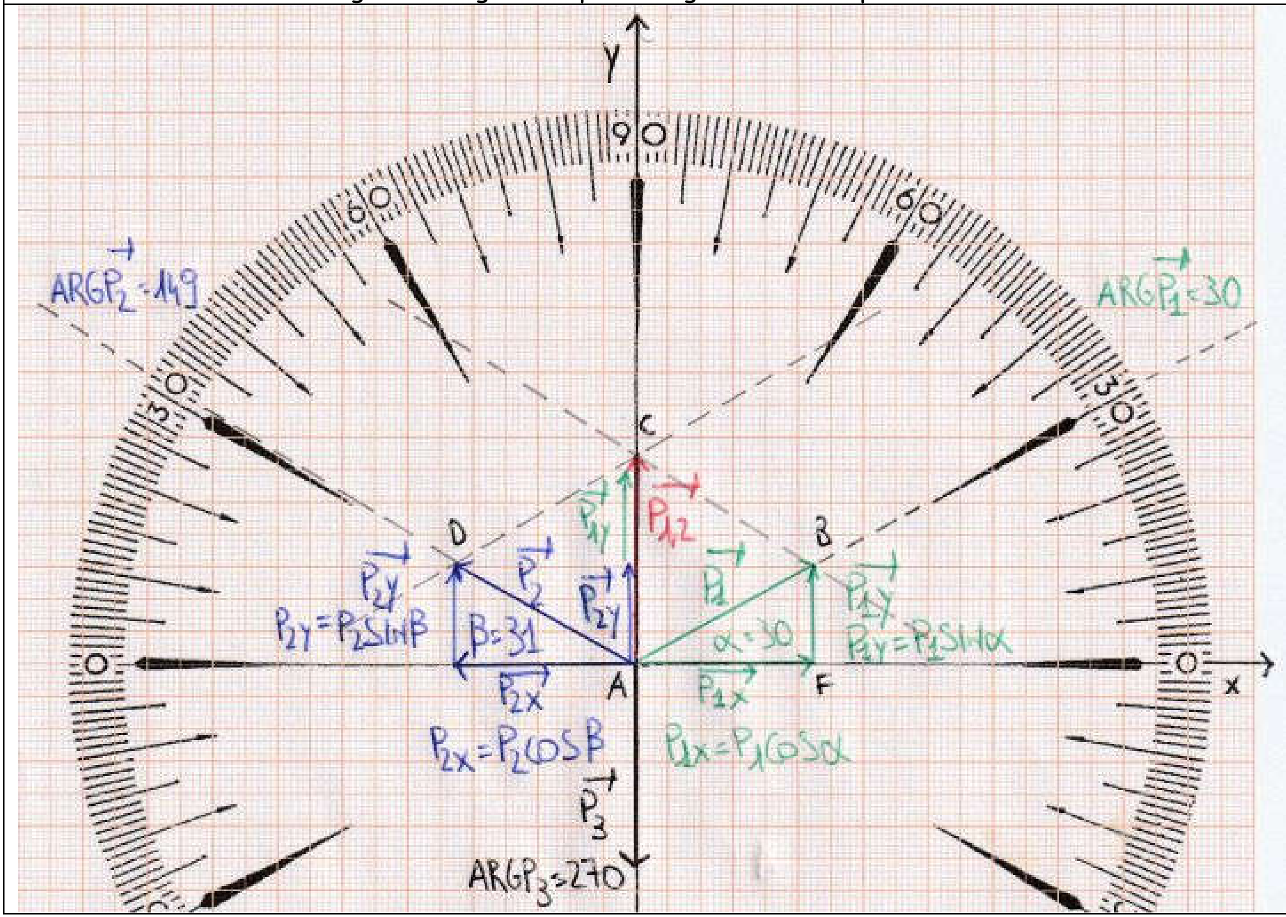
SECONDA ESPERIENZA : tre set di masse uguali 1-1-1		
Sistema Fisico	Rappresentazione equivalente	Rappresentazione equivalente
$P_1 = m\ g = 0.050\ \cdot 9.8 = 0.49\ N$ $P_2 = m\ g = 0.050\ \cdot 9.8 = 0.49\ N$ $P_3 = m\ g = 0.050\ \cdot 9.8 = 0.49\ N$	$P_1 = 0.49\ N$ $P_2 = 0.49\ N$ $P_3 = 0.49\ N$	$P_1 = 0.49\ N$ $P_2 = 0.49\ N$ $P_3 = 0.49\ N$
		

Per il calcolo della risultante delle forze applicate al punto applicata al punto A si ricavano con il goniometro gli angoli che la cordicella forma con il sistema di riferimento posizionando lo zero del goniometro in A:



Rappresento e ricavo i vettori nella rappresentazione modulo, argomento e componenti cartesiane

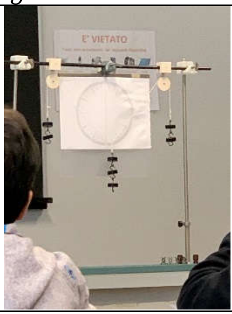
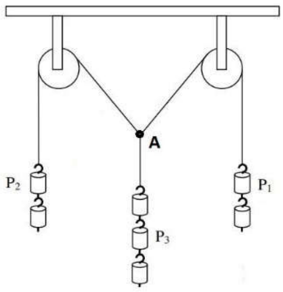
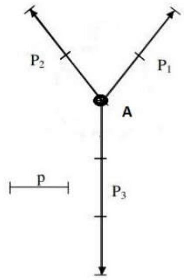
Metodo grafico regola del parallelogrammo e componenti cartesiane



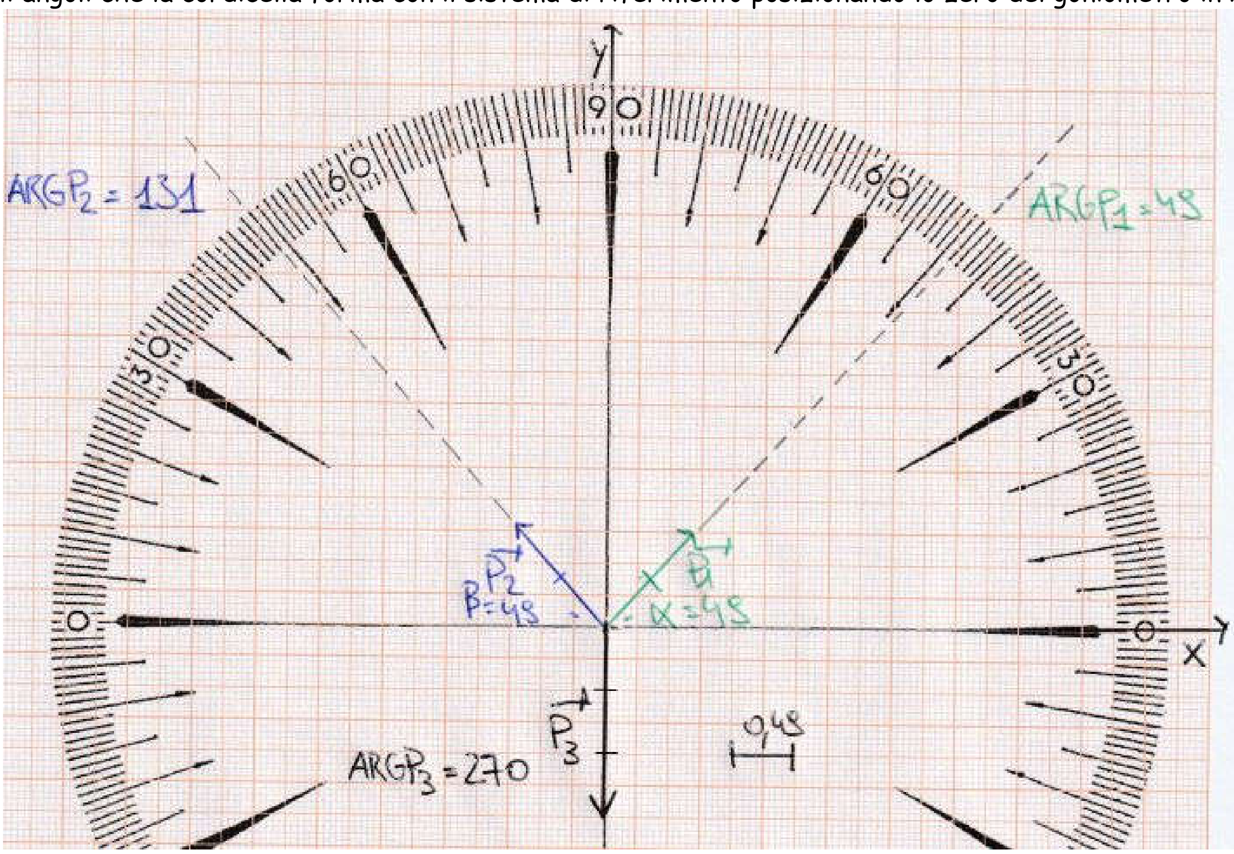
vettore	Modulo Argomento	Componenti cartesiane dei vettori	Componenti x e y Considero i triangoli rettangoli ABF e ADE
$\overrightarrow{P_1}$	$modulo\ \lvert\overrightarrow{P_1}\rvert = 0.49\ N$ $arg\ \overrightarrow{P_1} = 30°$	$P_{1\,x} = P_1 \cos\alpha$ $P_{1\,y} = P_1 \sin\alpha$	$P_{1\,x} = 0.49\ cos30 = 0.42N$ $P_{1\,y} = 0.49\ sin30 = 0.25N$
$\overrightarrow{P_2}$	$modulo\ \lvert\overrightarrow{P_2}\rvert = 0.49\ N$ $\arg\overrightarrow{P_2} = 149°$	$P_{2\,x} = P_2 \cos\beta$ $P_{2\,y} = P_2 \sin\beta$	$P_{2\,x} = 0.49\ cos31 = -0.42\ N$ quadrante2 $P_{2\,y} = 0.49\ sin31 = 0.25N$
$\overrightarrow{P_3}$	$modulo\ \lvert\overrightarrow{P_3}\rvert = 0.49\ N$ $\arg\overrightarrow{P_3} = 270°$	$P_{3\,x} = P_3 \cos\gamma$ $P_{3\,y} = P_3 \sin\gamma$	$P_{3\,x} = 0.49 \cos 270 = 0$ $P_{3\,y} = 0.49\ sin270 = -0.49N$ quadrante3
Risultante		$R_x = P_{1x} + P_{2x} + P_{3x}$ $R_y = P_{1y} + P_{2y} + P_{3y}$	$R_x = 0.42 - 0.42 + 0 = 0$ $R_y = 0.25 + 0.25 - 0.49 = 0.01N \cong 0$
		$\vec{R} = 0$	Risultante uguale a zero
$\overrightarrow{P_{12}}$	$modulo\ \lvert\overrightarrow{P_{12}}\rvert \cong 0.50\ N$ $\arg\overrightarrow{P_{12}} = 90°$	*ricavato con regola parallelogramma somma di P_1 e P_2*	
Risultante	$\vec{R} = \overrightarrow{P_{12}} + \overrightarrow{P_3} = 0$	*forze uguali e contrarie*	Risultante uguale a zero

Approssimo la componete R_y a zero dovuto al piccolo errore di lettura del goniometro

Ottengo gli stessi risultati con il metodo grafico

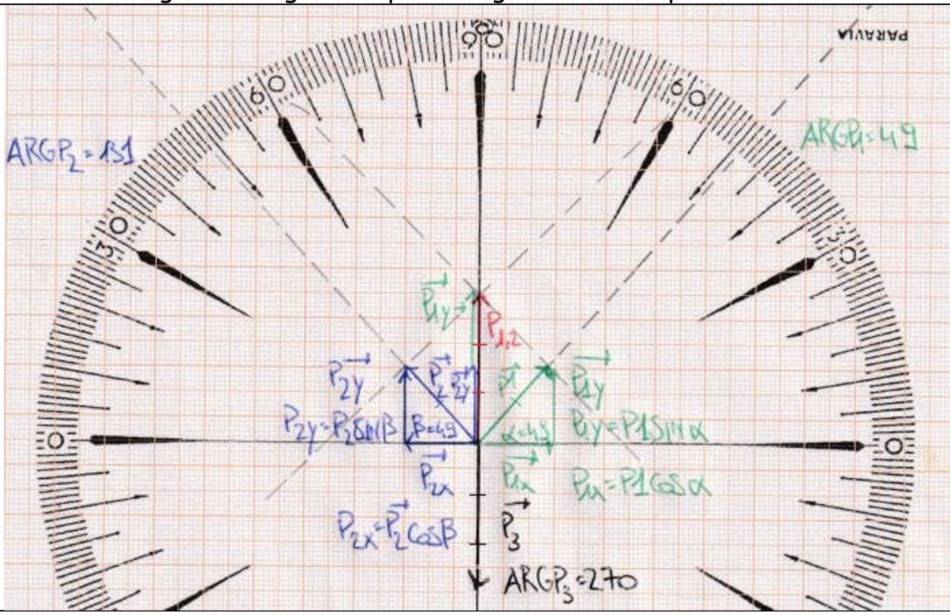
TERZA ESPERIENZA: due set di masse uguali estermita' e una diversa in centro 2-3-2		
Sistema fisico	Rappresentazione equivalente	Rappresentazione equivalente
$P_1 = 2\,m\,g = 2 \cdot 0.050 \cdot 9.8 = 0.98\,N$ $P_2 = 2\,m\,g = 2 \cdot 0.050 \cdot 9.8 = 0.98\,N$ $P_3 = 3\,m\,g = 3 \cdot 0.050 \cdot 9.8 = 1.47\,N$	$P_1 = 0.98\,N$ $P_2 = 0.98\,N$ $P_3 = 1.47\,N$	$P_1 = 0.98\,N$ $P_2 = 0.98\,N$ $P_3 = 1.47\,N$
		

Per il calcolo della risultante delle forze applicate al punto applicata al Punto A si ricavano con il goniometro gli angoli che la cordicella forma con il sistema di riferimento posizionando lo zero del goniometro in A:



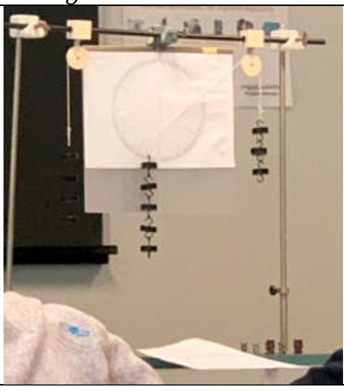
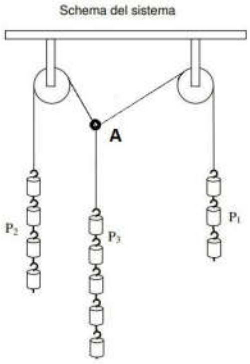
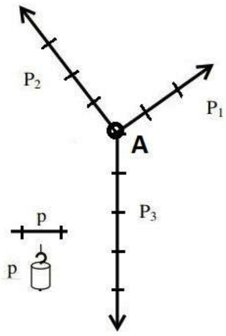
Rappresento e ricavo i vettori nella rappresentazione modulo, argomento e componenti cartesiane

Metodo grafico regola del parallelogrammo e componenti cartesiane

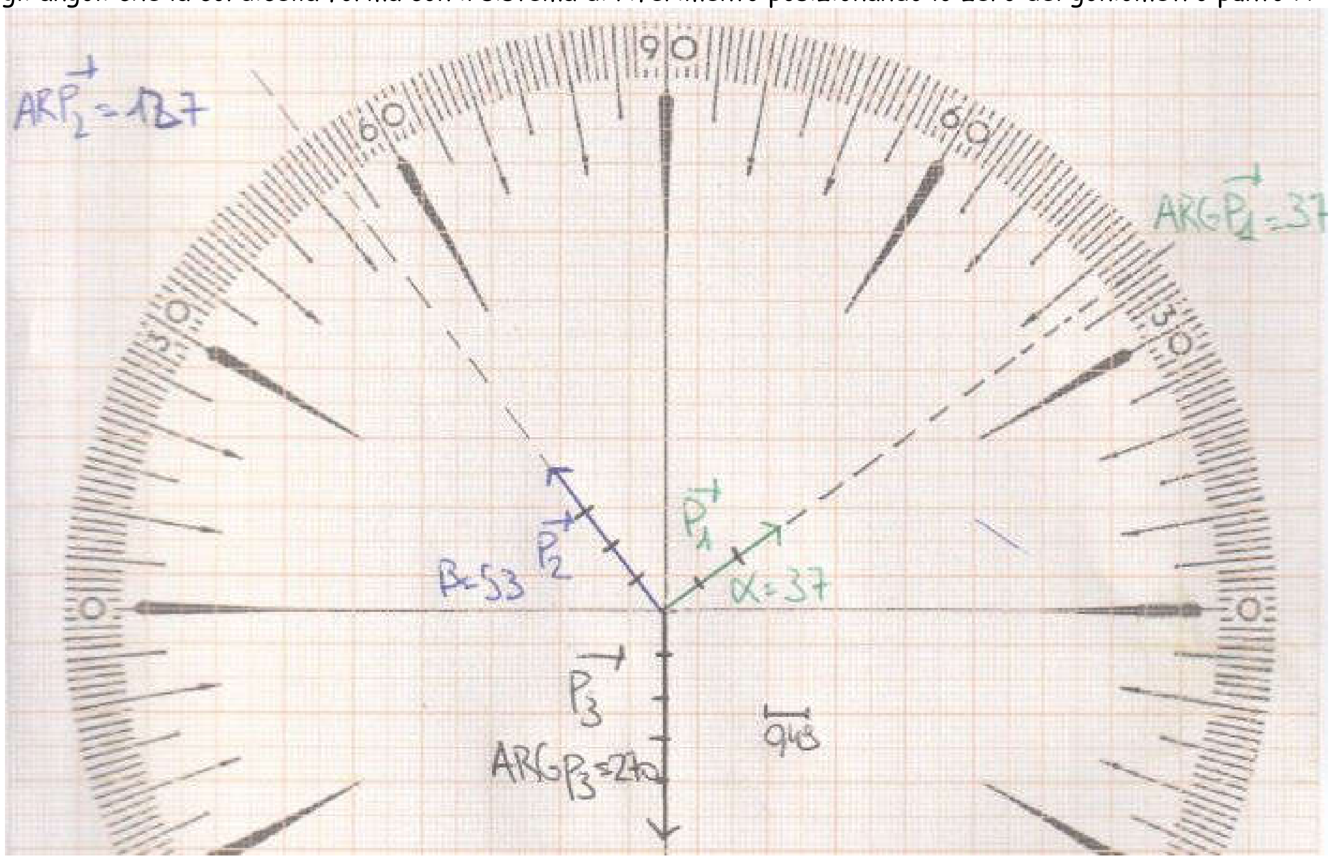


vettore	Modulo Argomento	Componenti cartesiane dei vettori	Componenti x e y
$\overrightarrow{P_1}$	$modulo\ \lvert\overrightarrow{P_1}\rvert = 0.98\ N$ $arg\ \overrightarrow{P_1} = 49°$	$P_{1\,x} = P_1 \cos\alpha$ $P_{1\,y} = P_1 \sin\alpha$	$P_{1\,x} = 0.98\ cos49 = 0.64N$ $P_{1\,y} = 0.98\ sin49 = 0.74N$
$\overrightarrow{P_2}$	$modulo\ \lvert\overrightarrow{P_2}\rvert = 0.98\ N$ $\arg\overrightarrow{P_2} = 131°$	$P_{2\,x} = P_2 \cos\beta$ $P_{2\,y} = P_2 \sin\beta$	$P_{2\,x} = 0.98\ cos49 = -0.64\ N$ quadrante2 $P_{2\,y} = 0.98\ sin49 = 0.74N$
$\overrightarrow{P_3}$	$modulo\ \lvert\overrightarrow{P_3}\rvert = 1.47\ N$ $\arg\overrightarrow{P_3} = 270°$	$P_{3\,x} = P_3 \cos\gamma$ $P_{3\,y} = P_3 \sin\gamma$	$P_{3\,x} = 1.47 \cos 270 = 0$ $P_{3\,y} = 1.47\ sin270 = -1.47N$ quadrante3
Risultante		$R_x = P_{1x} + P_{2x} + P_{3x}$ $R_y = P_{1y} + P_{2y} + P_{3y}$	$R_x = 0.64 - 0.64 + 0 = 0$ $R_y = 0.74 + 0.74 - 1.47 = 0.01N \cong 0$
		$\vec{R} = 0$	Risultante uguale a zero Il punto A e' un equilibrio
$\overrightarrow{P_{12}}$	$modulo\ \lvert\overrightarrow{P_{12}}\rvert \cong 1.48\ N$ $\arg\overrightarrow{P_{12}} = 90°$	*ricavato con regola parallelogramma somma di P_1 e P_2*	
Risultante	$\vec{R} = \overrightarrow{P_{12}} + \overrightarrow{P_3} = 0$	*forze uguali e contrarie*	Risultante uguale a zero Il punto A e' un equilibrio

Approssimo la componete $\mathrm{R_y}$ a zero dovuto al piccolo errore di lettura del goniometro; ottengo gli stessi risultati con il metodo grafico.

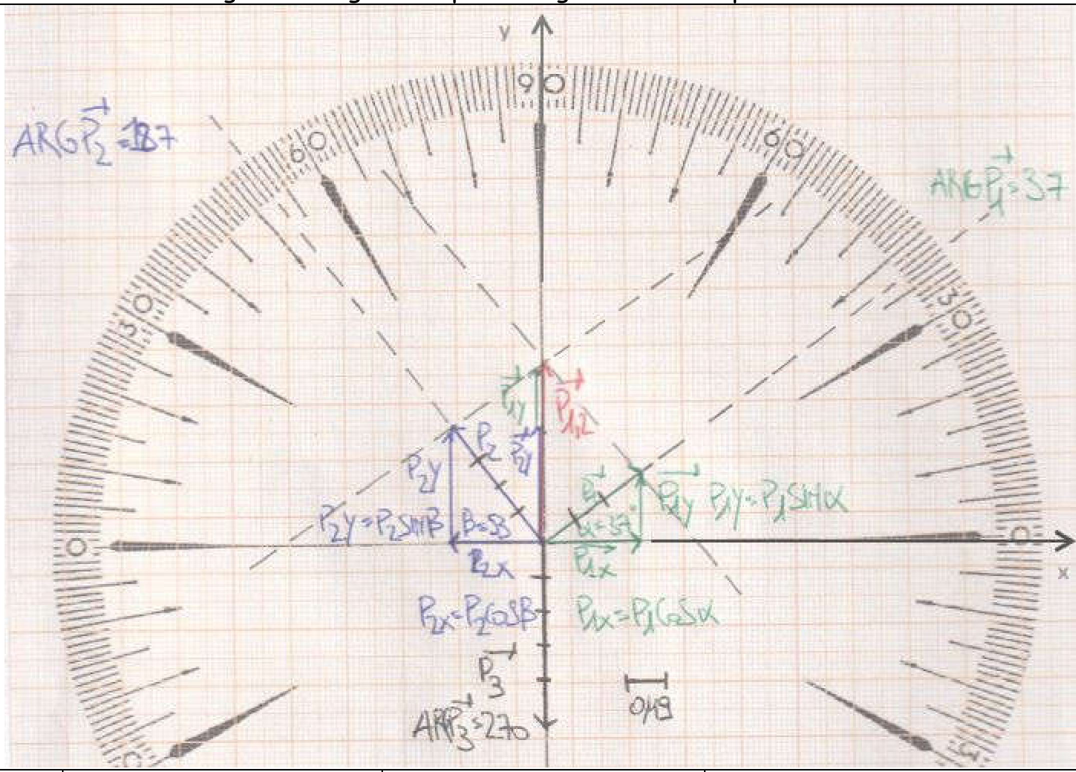
QUARTA ESPERIENZA : tre set di masse diverse 3-4-5		
Sistema fisico	Rappresentazione equivalente	Rappresentazione equivalente
$P_1 = 3\,m\,g = 3 \cdot 0.050 \cdot 9.8 = 1.47\,N$ $P_2 = 4\,m\,g = 4 \cdot 0.050 \cdot 9.8 = 1.96\,N$ $P_3 = 5\,m\,g = 5 \cdot 0.050 \cdot 9.8 = 2.45\,N$	$P_1 = 1.47\,N$ $P_2 = 1.96\,N$ $P_3 = 2.45\,N$	$P_1 = 1.47\,N$ $P_2 = 1.96\,N$ $P_3 = 2.45\,N$
		

Per il calcolo della risultante delle forze applicate al punto applicata al Punto A si ricavano con il goniometro gli angoli che la cordicella forma con il sistema di riferimento posizionando lo zero del goniometro punto A



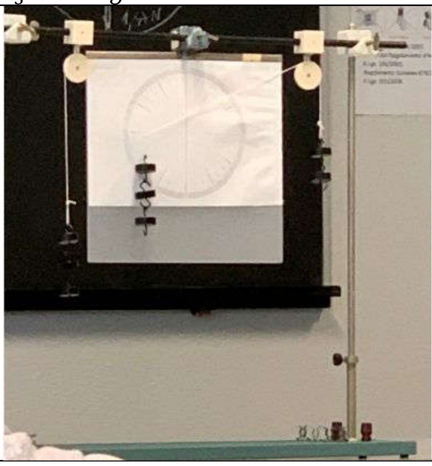
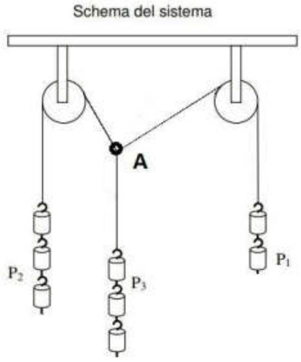
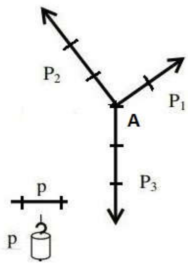
Rappresento e ricavo i vettori nella rappresentazione modulo, argomento e componenti cartesiane

Metodo grafico regola del parallelogrammo e componenti cartesiane

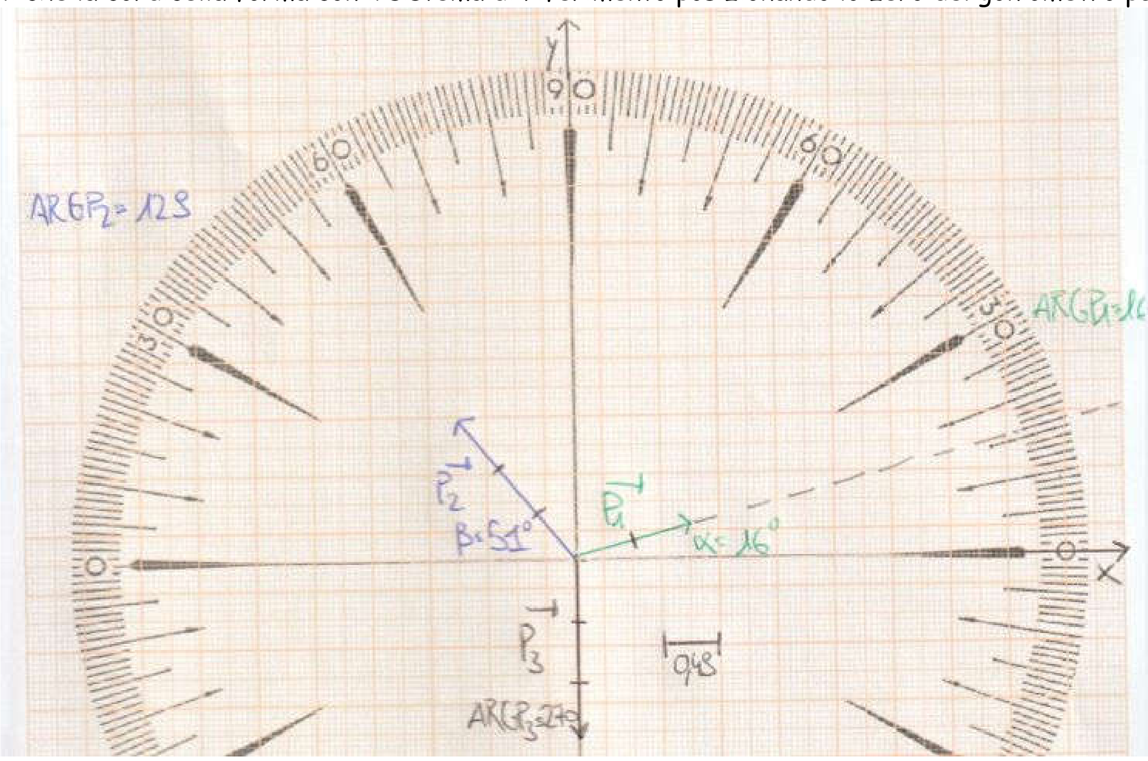


vettore	Modulo Argomento	Componenti cartesiane dei vettori	Componenti x e y
$\overrightarrow{P_1}$	$modulo\ \lvert\overrightarrow{P_1}\rvert = 1.47\ N$ $arg\ \overrightarrow{P_1} = 37°$	$P_{1\,x} = P_1 \cos\alpha$ $P_{1\,y} = P_1 \sin\alpha$	$P_{1\,x} = 1.47\ cos37 = 1.17N$ $P_{1\,y} = 1.47\ sin37 = 0.88N$
$\overrightarrow{P_2}$	$modulo\ \lvert\overrightarrow{P_2}\rvert = 1.96\ N$ $\arg\overrightarrow{P_2} = 127°$	$P_{2\,x} = P_2 \cos\beta$ $P_{2\,y} = P_2 \sin\beta$	$P_{2\,x} = 1.96\ cos53 = -1.18\ N$ quadrante2 $P_{2\,y} = 1.96\ sin53 = 1.57N$
$\overrightarrow{P_3}$	$modulo\ \lvert\overrightarrow{P_3}\rvert = 2.45\ N$ $\arg\overrightarrow{P_3} = 270°$	$P_{3\,x} = P_3 \cos\gamma$ $P_{3\,y} = P_3 \sin\gamma$	$P_{3\,x} = 2.45\cos 270 = 0$ $P_{3\,y} = 2.45\ sin270 = -2.45N$ quadrante3
Risultante		$R_x = P_{1x} + P_{2x} + P_{3x}$ $R_y = P_{1y} + P_{2y} + P_{3y}$	$R_x = 1.17 - 1.18 + 0 = -0.01N \cong 0$ $R_y = 0.88 + 1.57 - 2.45 = 0$
		$R = 0$	Risultante uguale a zero Il punto A e' un equilibrio
$\overrightarrow{P_{12}}$	$modulo\ \lvert\overrightarrow{P_{12}}\rvert \cong 2.46\ N$ $\arg\overrightarrow{P_{12}} = 90°$	*ricavato con regola parallelogramma somma di P_1 e P_2*	
Risultante	$\vec{R} = \overrightarrow{P_{12}} + \overrightarrow{P_3} = 0$	*forze uguali e contrarie*	Risultante uguale a zero Il punto A e' un equilibrio

Approssimo la componete R_y a zero dovuto al piccolo errore di lettura del goniometro; ottengo gli stessi risultati con il metodo grafico.

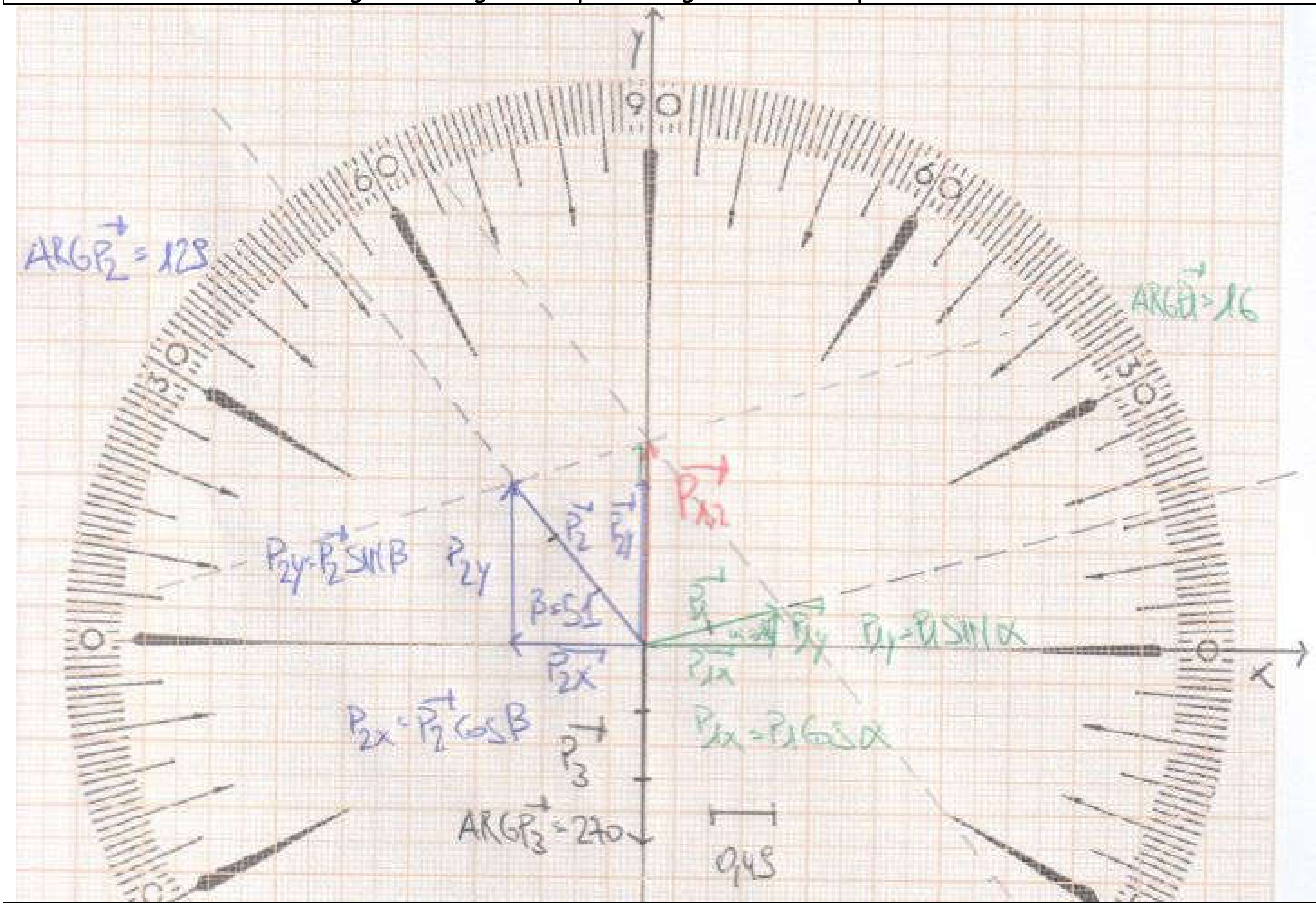
QUINTA ESPERIENZA: tre set masse diverse 2-3-3		
Sistema fisico	Rappresentazione equivalente	Rappresentazione equivalente
$P_1 = 2\,m\,g = 2 \cdot 0.050 \cdot 9.8 = 0.98\,N$ $P_2 = 3\,m\,g = 3 \cdot 0.050 \cdot 9.8 = 1.47\,N$ $P_3 = 3\,m\,g = 3 \cdot 0.050 \cdot 9.8 = 1.47\,N$	$P_1 = 0.98\,N$ $P_2 = 1.47\,N$ $P_3 = 1.47\,N$	$P_1 = 0.98\,N$ $P_2 = 1.47\,N$ $P_3 = 1.47\,N$
		

Per il calcolo della risultante delle forze applicate al punto applicata al Punto A si ricavano con il goniometro gli angoli che la cordicella forma con il sistema di riferimento posizionando lo zero del goniometro punto A



Rappresento e ricavo i vettori nella rappresentazione modulo, argomento e componenti cartesiane

Metodo grafico regola del parallelogrammo e componenti cartesiane

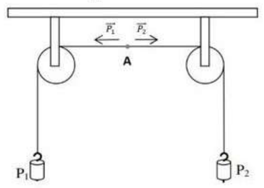
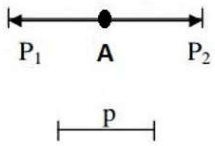
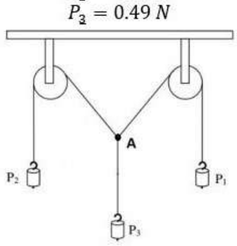
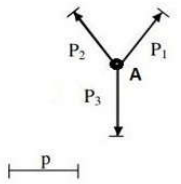
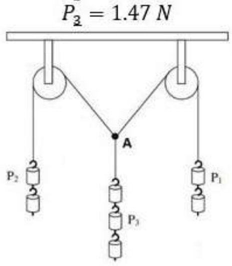
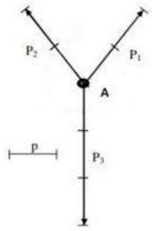
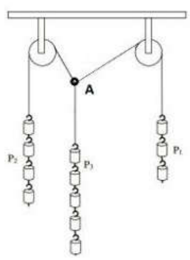
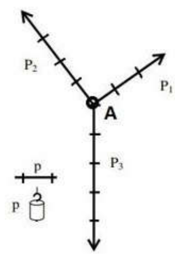
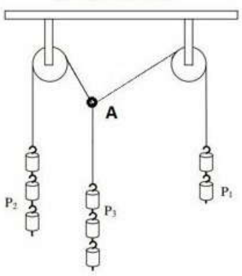
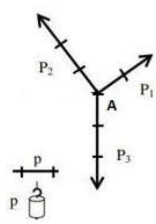


vettore	Modulo Argomento	Componenti cartesiane dei vettori	Componenti x e y
$\overrightarrow{P_1}$	$modulo\ \lvert\overrightarrow{P_1}\rvert = 0.98\ N$ $arg\ \overrightarrow{P_1} = 16°$	$P_{1\,x} = P_1\cos\alpha$ $P_{1\,y} = P_1\sin\alpha$	$P_{1\,x} = 0.98\ cos16 = 0.94N$ $P_{1\,y} = 0.98\ sin16 = 0.27N$
$\overrightarrow{P_2}$	$modulo\ \lvert\overrightarrow{P_2}\rvert = 1.47\ N$ $\arg\overrightarrow{P_2} = 129°$	$P_{2\,x} = P_2\cos\beta$ $P_{2\,y} = P_2\sin\beta$	$P_{2\,x} = 1.47\ cos51 = -0.93\ N$ quadrante2 $P_{2\,y} = 1.47\ sin51 = 1.14N$
$\overrightarrow{P_2}$	$modulo\ \lvert\overrightarrow{P_3}\rvert = 1.47\ N$ $\arg\overrightarrow{P_3} = 270°$	$P_{3\,x} = P_3\cos\gamma$ $P_{3\,y} = P_3\sin\gamma$	$P_{3\,x} = 1.47\cos 270 = 0$ $P_{3\,y} = 1.47\ sin270 = -1.47N$ quadrante3
Risultante		$R_x = P_{1x} + P_{2x} + P_{3x}$ $R_y = P_{1y} + P_{2y} + P_{3y}$	$R_x = 0.94 - 0.93 = 0.01N \cong 0$ $R_y = 0.27 + 1.14 - 1.47 = -0.06N \cong 0$
		$\vec{R} = 0$	Risultante uguale a zero Il punto A e' un equilibrio
$\overrightarrow{P_{12}}$	$modulo\ \lvert\overrightarrow{P_{12}}\rvert$ $\cong 1.41\ N$ $\arg\overrightarrow{P_{12}} = 90°$	*ricavato con regola parallelogramma somma di P_1 e P_2*	
Risultante	$\vec{R} = \overrightarrow{P_{12}} + \overrightarrow{P_3}$ $= 0.06\ N \cong 0$	*forze uguali e contrarie*	Risultante uguale a zero Il punto A e' un equilibrio

Approssimo la componete R_y a zero dovuto al piccolo errore di lettura del goniometro; ottengo gli stessi risultati con il metodo grafico.

Descrizione dei Risultati Ottenuti

La risultante in tutte le configurazione R e' zero in quanto i suoi componenti in x e y sono zero:

Configurazione	Risultante delle forze
$P_1 = 0.49\,N$ $P_2 = 0.49\,N$  $P_1 = 0.49\,N$ $P_2 = 0.49\,N$ 	$R_x = P_{1x} + P_{2x} = 0.49 - 0.49 = 0$ $R_y = P_{1y} + P_{2y} = 0$ $Risultante = 0$ *Il punto A e'in equilibrio*
$P_1 = 0.49\,N$ $P_2 = 0.49\,N$ $P_3 = 0.49\,N$  $P_1 = 0.49\,N$ $P_2 = 0.49\,N$ $P_3 = 0.49\,N$ 	$R_x = P_{1x} + P_{2x} + P_{3x}$ $R_y = P_{1y} + P_{2y} + P_{3y}$ $R_x = 0.42 - 0.42 + 0 = 0$ $R_y = 0.25 + 0.25 - 0.49 = 0.01N \cong 0$ $Risultante = 0$ *Il punto A e'in equilibrio*
$P_1 = 0.98\,N$ $P_2 = 0.98\,N$ $P_3 = 1.47\,N$  $P_1 = 0.98\,N$ $P_2 = 0.98\,N$ $P_3 = 1.47\,N$ 	$R_x = P_{1x} + P_{2x} + P_{3x}$ $R_y = P_{1y} + P_{2y} + P_{3y}$ $R_x = 0.64 - 0.64 + 0 = 0$ $R_y = 0.74 + 0.74 - 1.47 = 0.01N \cong 0$ $Risultante = 0$ *Il punto A e'in equilibrio*
$P_1 = 1.47\,N$ $P_2 = 1.96\,N$ $P_3 = 2.45\,N$  $P_1 = 1.47\,N$ $P_2 = 1.96\,N$ $P_3 = 2.45\,N$ 	$R_x = P_{1x} + P_{2x} + P_{3x}$ $R_y = P_{1y} + P_{2y} + P_{3y}$ $R_x = 1.17 - 1.18 + 0 = -0.01N \cong 0$ $R_y = 0.88 + 1.57 - 2.45 = 0$ $Risultante = 0$ *Il punto A e'in equilibrio*
$P_1 = 0.98\,N$ $P_2 = 1.47\,N$ $P_3 = 1.47\,N$  $P_1 = 0.98\,N$ $P_2 = 1.47\,N$ $P_3 = 1.47\,N$ 	$R_x = P_{1x} + P_{2x} + P_{3x}$ $R_y = P_{1y} + P_{2y} + P_{3y}$ $R_x = 0.94 - 0.93 = 0.01N \cong 0$ $R_y = 0.27 + 1.14 - 1.47 = -0.06N \cong 0$ $Risultante = 0$ *Il punto A e'in equilibrio*

Conclusioni

La condizione di equilibrio del punto A e' stata soddisfatta per ogni esperienza,infatti abbiamo trovato le componenti in X e Y della risultante delle forze nulle o prossime allo zero.

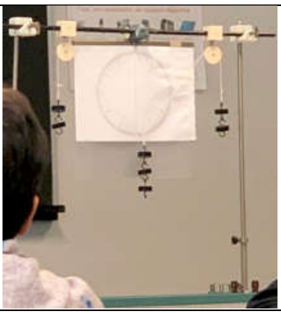
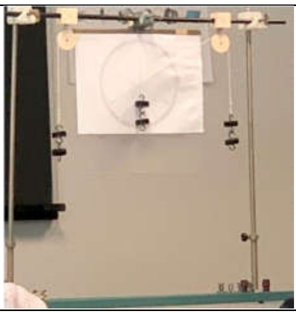
Anche la risultante delle forze ottenuta con la regola del parallelogramma ha dato lo stesso risultato. Infatti la risultante $\overrightarrow{P_{12}}$ ottentuta con la regola del parallelogramma come somma di $\overrightarrow{P_1} e \overrightarrow{P_2}$ si oppone sempre in modulo ed argomento alla forza $\overrightarrow{P_3}$ c

E' quindi soddisfatta sempre la relazione di equilibrio :

$$Risultante \ = \sum \vec{P} = \overrightarrow{P_1} + \overrightarrow{P_2} + \overrightarrow{P_3} = 0\ (zero) = equilibrio$$

Osservo inoltre che:

- in una configurazione simmetrica (lo stesso set di masse agli estremi della cordicella) l'angolo che la cordicella forma con l'asse delle x e' simmetrico $\alpha = \beta$ e che gli angoli sono proporzionali ai set delle masse cioe' se aumento le masse , aumentano in modo proporzionale α e β.

$\alpha = \beta$ simmetrico 2-3-2	$\alpha = \beta$ simmetrico 2-2-2
	

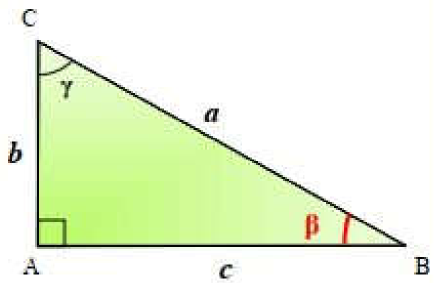
- nella configurazione 3-4-5 l'angolo in A e' di 90° (e' un triangolo rettangolo di cateto minore 3, cateto maggiore 4 e ipotenusa 5), per cui e' molto semplice il calcolo della risultante $\overrightarrow{P_{12}}$

Bibliografia

Appunti alle lezioni di Fisica e alle lezioni di matematica e libri
Fisica :Ugo Amaldi La fisica per i licei scientifici
Appunti di trigonometria www.matematika.it

Appunti di trigonometria

tutti i casi



$b = a \cdot sin(\beta)$	$a = \frac{b}{sin(\beta)}$	$sin(\beta) = \frac{b}{a}$
$c = a \cdot sin(\gamma)$	$a = \frac{c}{sin(\gamma)}$	$sin(\gamma) = \frac{c}{a}$
$b = a \cdot cos(\gamma)$	$a = \frac{b}{cos(\gamma)}$	$cos(\gamma) = \frac{b}{a}$
$c = a \cdot cos(\beta)$	$a = \frac{c}{cos(\beta)}$	$cos(\beta) = \frac{c}{a}$
$b = c \cdot tan(\beta)$	$c = \frac{b}{tan(\beta)}$	$tan(\beta) = \frac{b}{c}$
$c = b \cdot tan(\gamma)$	$b = \frac{c}{tan(\gamma)}$	$tan(\gamma) = \frac{c}{b}$
$b = c \cdot cot(\gamma)$	$c = \frac{b}{cot(\gamma)}$	$cot(\gamma) = \frac{b}{c}$
$c = b \cdot cot(\beta)$	$b = \frac{c}{cot(\beta)}$	$cot(\beta) = \frac{c}{b}$

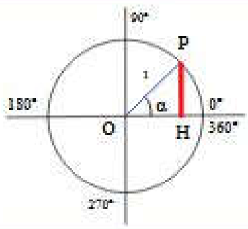
v 2.9 © 2019 - www.matematika.it 1 di 1

goniometria

Funzioni goniometriche: definizioni e proprietà

Data la circonferenza goniometrica di centro l'origine degli assi cartesiani e raggio 1 si definiscono le funzioni:

seno



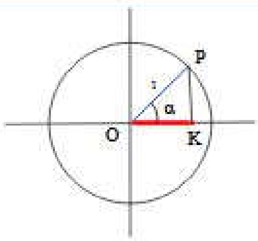
$$sin(\alpha) = \frac{PH}{OP} = \frac{PH}{1} = PH$$

angoli $\alpha°$	valori $sin(\alpha)$
0°	0
90°	1
180°	0
270°	−1

segno e crescenza nei quadranti

quadrante	segno	crescenza
1°	+	↗
2°	+	↘
3°	−	↘
4°	−	↗

coseno



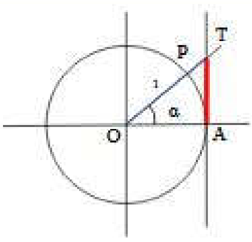
$$cos(\alpha) = \frac{OK}{OP} = \frac{OK}{1} = OK$$

angoli $\alpha°$	valori $cos(\alpha)$
0°	1
90°	0
180°	−1
270°	0

segno e crescenza nei quadranti

quadrante	segno	crescenza
1°	+	↘
2°	−	↘
3°	−	↗
4°	+	↗

tangente



$$tan(\alpha) = \frac{TA}{OP} = \frac{TA}{1} = TA$$

angoli $\alpha°$	valori $tan(\alpha)$
0°	0
90°	∞
180°	0
270°	∞

segno e crescenza nei quadranti

quadrante	segno	crescenza
1°	+	↗
2°	−	↗
3°	+	↗
4°	−	↗