

Liceo scientifico "Leonardo da Vinci" Pescara a.s. 2013-2014

LA FISICA DEGLI INGRANAGGI

ERONE da ALESSANDRIA

La meccanica Libro I, cap.2. Sui cerchi

Cerchi fissati sullo stesso asse si muoveranno sempre nella stessa direzione, e precisamente nella direzione in cui si muove l'asse. Ma cerchi fissati su due assi diversi, ma in contatto tra loro per mezzo di denti si muoveranno in direzioni opposte; l'uno ruoterà verso destra e l'altro verso sinistra. Se due cerchi sono uguali, a una singola rotazione dell'uno verso destra corrisponderà una singola rotazione dell'altro verso sinistra. Ma se essi sono diversi così che l'uno sia più grande dell'altro, il più piccolo ruoterà più volte prima che quello più grande abbia compiuto una rotazione. Il numero dei giri dipende dal rapporto fra le loro dimensioni.

1,3 In accordo con quest'asserzione introduttiva, facciamo ruotare due cerchi uguali attorno ai loro centri A e b. essi si toccano nel punto E. Quando essi si muovono dal punto E nello stesso tempo per distanze uguali ad una semicirconferenza, allora in questo tempo il punto e descrive l'arco EHD muovendosi verso il punto D, essendosi mosso di un'uguale distanza come punto C sull'arco CTE. Ci saranno punti che si muoveranno nella direzione oposta. I punti collocati similmente nei cerchi si muovono in direzioni opposte, mentre quelli disposti simmetricamente si muovono nella stessa direzione...

Marshall Clagett, La Scienza della Meccanica nel Medioevo

Abbiamo analizzato il funzionamento di un ingranaggio con due ruote. **E se le ruote fossero tre? In che modo potrebbero essere disposte? Che cosa accadrebbe? Giustifica con cura le tue ipotesi.**

Lo scopo è quello di arrivare ad individuare le due possibili disposizioni delle tre ruote (a "fila" se le due ruote laterali ingranano solo con quella in mezzo, e a "collana" quando le tre ruote ingranano ciascuna con le altre due).

Possiamo osservare che:

se tre ruote sono disposte "in fila" allora la prima e l'ultima girano nello stesso verso;

se tre ruote sono disposte "a collana" allora c'è un blocco: l'ingranaggio non funziona.

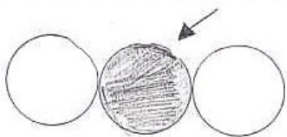
Quali tipi di risposte sono state date dagli alunni:

- argomentazioni di tipo "matematico" che fanno esplicito riferimento al postulato fondamentale: due ruote ingranate girano in versi opposti (protocollo 1),
- argomentazioni di tipo "fisico" che fanno esplicito riferimento alla struttura materiale delle ruote (protocollo 2).

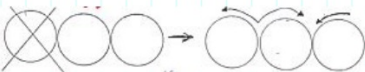
Protocollo 1 - Argomentazioni di tipo matematico

Abbiamo prima osservato il caso di due ruote e del verso di rotazione. Ora abbiamo un altro problema. Quello di tre ruote ingranate! Dal postulato fondamentale (due ruote ingranate girano in versi opposti) possiamo ricavare altre ipotesi.

1. Se abbiamo tre ruote



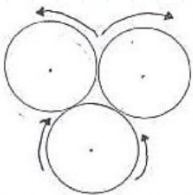
Prendiamo in considerazione quella in mezzo. Se gira in senso orario, allora quella di sinistra gira in senso antiorario. Immaginiamo di togliere la prima ruota, ora ne restano due e sapendo che la prima gira in senso antiorario ora vediamo la terza.



Se la seconda gira in senso orario allora la terza gira in senso antiorario (postulato fondamentale), quindi la prima e l'ultima girano nello stesso verso.

La struttura argomentativa di questo pezzo è esplicitamente di tipo matematico nel senso che fa riferimento a proprietà precedentemente verificate e assunte come vere.

2. Mettiamo le ruote in altro modo... Ma cosa succede?



Se le due ruote in alto girano in senso opposto, la terza ruota non saprebbe dove andare e i denti si spezzerebbero. Se la ruota in basso girasse, vorrebbe dire che le due ruote in alto girano nello stesso verso, di conseguenza il postulato non sarebbe valido, ma questo è impossibile allora la ruota in basso non può girare.

La struttura argomentativa di quest'ultima parte è del tutto simile ad una dimostrazione per assurdo.

Protocollo 2- Argomentazioni di tipo fisico



Le prime due ruote del disegno girano in senso opposto, ingranando; e fin qui andrebbe tutto bene, ma c'è anche una terza ruota che è ingranata a tutte e due e quindi è una specie di blocco e i denti si spezzerebbero. Succede tutto questo perché le due ruote vanno in senso contrario, e un dente spingendo contro un dente della ruota farebbe girare la ruota in un senso, ma c'è anche il dente dell'altra ruota che spinge nell'altro verso lo stesso dente. Conclusione: se le ruote sono messe in questo modo non possono girare.

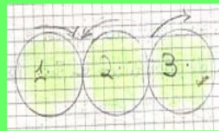


L'argomentazione di questo allievo è tutta sulla natura materiale delle ruote.

Le tre ruote

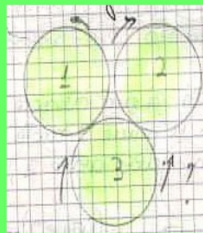
Se le ruote sono disposte in fila il meccanismo funziona, ma la prima e l'ultima girano nello stesso verso.

Giustificazione: Visto che due ruote ingranate girano in versi opposti, allora avrò la ruota 1 opposta alla 2 e la 3 opposta alla 2, ma allora essendo opposte alla stessa ruota la 1 e la 3 girano nello stesso verso.



Se ogni ruota ingrana le altre due avrò un blocco.

Giustificazione. Io so che due ruote ingranate girano in versi opposti, so anche che con tre ruote la prima e l'ultima girano nello stesso verso, allora se la terza ruota dell'ingranaggio girasse il postulato non sarebbe valido, quindi deve esserci un blocco.



Scheda Erone-Euclide

Queste sono due definizioni di cerchio date da due grandi matematici del passato: Euclide ed Erone. Individua fra queste due definizioni quella più vicina alla tua e spiega perché. Confronta le due definizioni scrivendo somiglianze e differenze.

EUCLIDE

Un cerchio è una figura piana contenuta da una linea tale che tutte le linee rette (segmenti) che giungono ad essa da un punto tra quelli interni alla figura sono uguali fra loro. Tale punto è chiamato centro del cerchio. (Definizione 15-16, Elementi, Libro I)

ERONE:

Un cerchio è la figura descritta quando una linea retta (segmento), sempre rimanendo nello stesso piano, si muove intorno ad uno dei suoi estremi fino a tornare alla posizione iniziale. (Definizione 27, La Meccanica)

Ruote e cerchi

RUOTE

1. Due ruote complanari ingranate girano in versi opposti.
2. Tre ruote ingranate disposte "a collana" non possono mai girare (blocco).

CERCHI

1. Due cerchi sono tangenti (esternamente) se
 - a. il punto di tangenza è allineato con i centri;
 - b. la distanza fra i due centri è uguale alla somma dei raggi.
2. Tre cerchi sono tangenti se
 - a. il punto di tangenza di ogni coppia di cerchi presi in considerazione è allineato con i rispettivi centri.
 - b. la distanza fra i centri di ogni coppia di cerchi presi in considerazione è uguale alla somma dei rispettivi raggi.