

# Fisica - Esperienza sull'equilibrio di un asta rigida infulcrata ad un estremo

## Argomento

Applicazione del Teorema di Varignon per un'asta rigida infulcrata ad un estremo

## Obiettivi

1. Verificare la validità del teorema di Varignon per un'asta vincolata ad un estremo
2. Valutare che le misure siano precise

## Strumenti

- Asta forata
- Castello
- 1 masserella da 50 g
- Asta metrica (portata: 575 mm - 0,575 m | sensibilità: 1 mm / div.)
- 3 masserelle da 10 g
- 1 porta masserelle da 10 g
- Dinamometro rosso (portata: 1,00 N | sensibilità: 0,01 N / div.)
- Dinamometro verde (portata: 2,00 N | sensibilità: 0,02 N / div.)
- Morsetto con asta

## Procedimento

### Assemblaggio del castello

Innanzitutto sulla base in ghisa attacchiamo verticalmente due aste in acciaio, e porre sopra di esse un'altra asta (sempre in acciaio) orizzontalmente. A questo punto il castello è pronto.

### Posizionamento dell'asta

Vicolare all'estremo (destra) l'asta forata usando il morsetto con asta. Poi agganciare il dinamometro sull'asta orizzontale del castello e sull'asta forata (all'estremo sinistro, poi si spostano il dinamometro di foro in foro verso destra)

### Calcoli $M_p$

$$M_p = P \cdot b_p$$

N1

$$0,74 * 0,02 = 0,0148$$

N2

$$0,74 * 0,04 = 0,0296$$

N3

$$0,74 * 0,06 = 0,0444$$

N4

$$0,74 * 0,08 = 0,0592$$

N5

$$0,74 * 0,10 = 0,0740$$

N6

$$0,74 * 0,12 = 0,0888$$

N7

$$0,74 * 0,14 = 0,1036$$

N8

$$0,74 * 0,16 = 0,1184$$

N9

$$0,74 * 0,18 = 0,1332$$

N10

$$0,74 * 0,20 = 0,1480$$

N11

$$0,74 * 0,22 = 0,1628$$

N12

$$0,74 * 0,24 = 0,1776$$

N13

$$0,74 * 0,26 = 0,1924$$

N14

$$0,74 * 0,28 = 0,2072$$

N15

$$0,74 * 0,30 = 0,2220$$

N16

$$0,74 * 0,32 = 0,2368$$

N17

$$0,74 * 0,34 = 0,2516$$

N18

$$0,74 * 0,36 = 0,2664$$

N19

$$0,74 * 0,38 = 0,2812$$

N20

$$0,74 * 0,40 = 0,2960$$

Calcoli Md

$$Md = Fd * 40$$

N1

$$0,44 * 0,40 = 0,1760$$

N2

$$0,46 * 0,40 = 0,1840$$

N3

$$0,50 * 0,40 = 0,2000$$

N4

$$0,54 * 0,40 = 0,2160$$

N5

$$0,58 * 0,40 = 0,2320$$

N6

$$0,62 * 0,40 = 0,2480$$

N7

$$0,64 * 0,40 = 0,2560$$

N8

$$0,68 * 0,40 = 0,2720$$

N9

$$0,72 * 0,40 = 0,2880$$

N10

$$0,76 * 0,40 = 0,3040$$

N11

$$0,80 * 0,40 = 0,3200$$

N12

$$0,83 * 0,40 = 0,3320$$

N13

$$0,86 * 0,40 = 0,3440$$

N14

$$0,90 * 0,40 = 0,3600$$

N15

$$0,94 * 0,40 = 0,3760$$

N16

$$0,98 * 0,40 = 0,3920$$

N17

$$1,02 * 0,40 = 4080$$

N18

$$1,05 * 0,40 = 4200$$

N19

$$1,09 * 0,40 = 0,4360$$

N20

$$1,12 * 0,40 = 0,4480$$

Calcoli precisione

Md - (Mp + M asta)

-----

Md

N1

$$0,1760 - (0,0148 + 0,1580)$$

-----

$$0,1760$$

$$= 0,0181$$

N2

$$= 0,0195$$

N3

$$= 0,0120$$

N4

$$= 0,0055$$

N5

$$= 0$$

N6

$$= 0,0048$$

N7

$$= 0,0218$$

N8

$$= 0,0162$$

N9

$$= 0,0111$$

N10

$$= 0,0066$$

N11

$$= 0,0025$$

N12

$$= 0,0108$$

N13

$$= 0,0186$$

N14

$$= 0,0144$$

N15

= 0,0106

N16

= 0,0071

N17

= 0,0039

N18

= 0,0105

N19

= 0,0073

N20

= 0,0134

**Tabella dati:**

| N | Fp<br>asta | b asta    | M<br>asta      | P         | bp   | Mp=(<br>P*bp) | Fd  <br>bd | Md=F<br>d*bd | (Md -<br>(Mp +<br>Masta<br>)) :<br>Md | Ir %      |
|---|------------|-----------|----------------|-----------|------|---------------|------------|--------------|---------------------------------------|-----------|
| 1 | 0,79<br>N  | 0,20<br>m | 0,158<br>0 N*m | 0,74<br>N | 0,02 | 0,014<br>8    | 0,44       | 0,176<br>0   | 0,081<br>0                            | 1,81<br>% |
| 2 |            |           |                |           | 0,04 | 0,029<br>6    | 0,46       | 0,184<br>0   | 0,019<br>5                            | 1,95<br>% |
| 3 |            |           |                |           | 0,06 | 0,044<br>4    | 0,50       | 0,200<br>0   | 0,012<br>0                            | 1,20<br>% |
| 4 |            |           |                |           | 0,08 | 0,059<br>2    | 0,54       | 0,216<br>0   | 0,005<br>5                            | 0,55<br>% |
| 5 |            |           |                |           | 0,10 | 0,074<br>0    | 0,58       | 0,232<br>0   | 0                                     | 0,00<br>% |
| 6 |            |           |                |           | 0,12 | 0,088<br>8    | 0,62       | 0,248<br>0   | 0,004<br>8                            | 0,48<br>% |
| 7 |            |           |                |           | 0,14 | 0,103<br>6    | 0,64       | 0,256<br>0   | 0,021<br>8                            | 2,18<br>% |

|    |  |  |  |  |      |            |      |            |            |           |
|----|--|--|--|--|------|------------|------|------------|------------|-----------|
| 8  |  |  |  |  | 0,16 | 0,118<br>4 | 0,68 | 0,272<br>0 | 0,016<br>2 | 1,62<br>% |
| 9  |  |  |  |  | 0,18 | 0,133<br>2 | 0,72 | 0,288<br>0 | 0,011<br>1 | 1,11<br>% |
| 10 |  |  |  |  | 0,20 | 0,148<br>0 | 0,76 | 0,304<br>0 | 0,006<br>6 | 0,66<br>% |
| 11 |  |  |  |  | 0,22 | 0,162<br>8 | 0,80 | 0,320<br>0 | 0,002<br>5 | 0,25<br>% |
| 12 |  |  |  |  | 0,24 | 0,177<br>6 | 0,83 | 0,332<br>0 | 0,010<br>8 | 1,08<br>% |
| 13 |  |  |  |  | 0,26 | 0,192<br>4 | 0,86 | 0,344<br>0 | 0,018<br>6 | 1,86<br>% |
| 14 |  |  |  |  | 0,28 | 0,207<br>2 | 0,90 | 0,360<br>0 | 0,014<br>4 | 1,44<br>% |
| 15 |  |  |  |  | 0,30 | 0,222<br>0 | 0,94 | 0,376<br>0 | 0,010<br>6 | 1,06<br>% |
| 16 |  |  |  |  | 0,32 | 0,236<br>8 | 0,98 | 0,392<br>0 | 0,007<br>1 | 0,71<br>% |
| 17 |  |  |  |  | 0,34 | 0,251<br>6 | 1,02 | 0,408<br>0 | 0,003<br>9 | 0,39<br>% |
| 18 |  |  |  |  | 0,36 | 0,266<br>4 | 1,05 | 0,420<br>0 | 0,010<br>5 | 1,05<br>% |
| 19 |  |  |  |  | 0,38 | 0,281<br>2 | 1,09 | 0,436<br>0 | 0,007<br>3 | 0,73<br>% |
| 20 |  |  |  |  | 0,40 | 0,296<br>0 | 1,12 | 0,448<br>0 | 0,013<br>4 | 1,34<br>% |

## Conclusioni

L'enunciato del teorema di Varignon è il seguente:

*"Un sistema di vettori le cui rette d'azione concorrano in uno stesso punto O è equivalente alla risultante del sistema applicata nel medesimo punto O. E, viceversa, un vettore applicato in un punto O può sempre essere scomposto in un sistema equivalente di n vettori applicati nello stesso punto"*

L'enunciato può essere espresso anche come: *"Il momento statico di un sistema di forze rispetto a un punto o un asse è equivalente al momento statico della risultante dello stesso sistema di forze rispetto allo stesso punto o asse".*

Il Teorema è stato verificato correttamente: la somma algebrica di tutti i momenti applicati all'asta è  $= 0$

L'incertezza percentuale non ha in nessun caso superato il 10%, quindi le misure ottenute possono essere definite precise