**ATWOOD E’ STATO RALLENTATO**

****

**Figura 1**

La teoria alla base del funzionamento della **macchina di Atwood** è stata spiegata in altri appunti[[1]](#footnote-1). Adesso risolveremo alcuni semplici problemi riguardanti la macchina di Atwood e l’attrito statico**. In tutti problemi considereremo Mcorda=0**.

Problema1: le due cancelline (questo problema è già stato proposto negli appunti “ATWOOD SI E’ BLOCCATO”. Lo ripropongo qua come confronto per gli argomenti che seguono). Il Prof ha mostrato in classe una semplicissima macchina di Atwood: due bottigliette di cancellina legate da un semplice spago sospeso al dito del Prof. Le bottigliette pesano: MA=324g , MB=196g , Mcorda trascurabile.

* Qual è l’accelerazione del Sistema? [a=2,41m/s2 con verso orario B→A]
* Qual è il valore della tensione T? [T=2,39N]
* Qual è il valore della forza vincolare Rv? [Rv=4,78N]

**MACCHINA DI ATWOOD CON ATTRITO DINAMICO**

In classe il Prof ha posto la corda sopra il suo dito: dopo qualche tentativo, la corda iniziava a scorrere ma la sua accelerazione era palesemente inferiore al valore a=2,41m/s2 calcolato sopra. Come mai? Sicuramente lo scorrere del filo era rallentato dalla presenza dell’attrito dinamico (**Fd**) fra la corda ed il filo (Figura1). La forza Fd è disegnata applicata sulla corda, diretta **parallelamente alla corda** in quanto la direzione parallela è quella del movimento (e perciò è la direzione su cui deve stare Fd se vuole bloccare lo spostamento). Nota che il (+) è sotto B: cosicché il verso positivo è A→B, cioè anti-orario.

Vediamo adesso qual è l’effetto dell’attrito dinamico sul movimento. Possiamo fare solo una cosa: scrivere l’equazione del moto del Sistema aggiungendo anche Fd: poiché Fd agisce sulla corda, nel sistema[[2]](#footnote-2) bisogna scrivere anche l’equazione di moto della corda.

Inoltre, come già detto tante volte, per il **Principio di Azione e Reazione** T’A=TA , T’B=TB (in modulo); inoltre noi consideriamo sempre l’approssimazione Mcorda=0: perciò il sistema diventa:

**(equazione del moto con attrito dinamico sulla corda)**

Analizziamo brevemente il sistema: **esso possiede 3 equazioni e 4 incognite:** **TA , TB , a , Fd**. Perciò io devo conoscere almeno uno di queste 4 grandezze per avere un’unica soluzione.[[3]](#footnote-3)

**PROBLEMI IN LIBERTA’**

Problema2: la corda strisciante. Supponiamo di avere le due cancelline del Problema1 e si sapere che sulla corda l’attrito dinamico è Fd=0,6N, diretto verso B (vedi Figura1). Qual è l’accelerazione del Sistema? Quali sono i valori delle forze di tensione TA e TB? Ed infine, qual è il valore di Rv?

[a=-1,258m/s2 ; TA=2,77N ; TB=2,17N ; Rv=4,94N]

Problema3: la corda strisciante 2. Adesso le due cancelline del Problema1 e 2 sopra sono poste… su di un altro dito! La corda scorre: misuri che essa ha un’accelerazione a=1,8m/s2 in senso orario (B→A ; Figura1). Questo valore è inferiore a quello ideale (accel. ideale=2,41m/s2, calcolata nel Problema1): perciò deve esistere un attrito dinamico Fd agente sulla corda. Qual è il valore di Fd? Infine: quali sono i valori di TA, TB e Rv? [Fd= 0,318N ; TA=2,59N ; TB=2,27N ; Rv=4,87N]



Problema4: la spinta di Atwood. Atwood in persona, alzatosi una mattina un po’ annoiato, decise di spingere la sua macchina applicando una forza Fo=10N alla massa m2 come in Figura2. Se m1=4kg e m2=6kg, qual è l’accelerazione del Sistema? Quali sono i valori di T1, T2 e Rv?

[a=-0,96m/s2 ; T1 = T2 = T = 43,04N ; Rv = 86,08N]



**Figura 2**

**Figura 3**

Problema5: la massa nascosta di Atwood 2. Atwood stavolta appende una massa m1=5kg ed una massa m2 non nota. Misura che il Sistema accelera da m2→m1 (in verso anti-orario) con accelerazione a=+3m/s2. Se la macchina di Atwood è ideale, qual è il valore di m2? [m2=2,656kg , T=34N]

**SOLUZIONI**

**Problema2: la corda strisciante.** E’ sufficiente… inserire i valori noti nel sistema e risolverlo! Ottengo:

La soluzione è immediata: a=-1,258m/s2 ; TA=2,77N ; TB=2,17N.

Nota che l’accelerazione è negativa: ciò significa che essa è diretta nel verso “-“, cioè nel verso B→A (verso orario).

Nota una cosa importante: in questo caso sulla corda non ho un’unica tensione T ma due tensioni separate, una dalla parte di A (TA=3,175N) e l’altra dalla parte di B (TB=1,921N). La stessa situazione era avvenuta nel caso dell’attrito statico (appunti “ATWOOD SI E’ BLOCCATO”): qual è l’unico caso in cui la tensione è unica? Il Sistema deve essere senza…………….. e la corda non deve…………….. Non te lo ricordiii?!?! Malissimo! Riguardati gli appunti presi in classe, ciuco!

Ora che conosciamo i valori delle tensioni TA e TB possiamo calcolare Rv usando l’eq. (1) degli appunti “LA MACCHINA DI ATWOOD”: Rv = TA+TB = 2,77N + 2,17N = 4,94N

**Problema3: la corda strisciante 2.** Hai 3 equazioni e 3 incognite: TA, TB, Fd. Sostituisci nel sistema il valore a=-1,8m/s2 (“-“ perché il verso dell’accelerazione è B→A e noi abbiamo preso come positivo il verso A→B):

Come sempre, poni T’A=TA , T’B=TB. Ottieni, dopo semplici calcoli: Fd= 0,318N ; TA=2,59N ; TB=2,27N ; Rv=4,87N.

Nota che il valore di Fd del Problema3 è inferiore a quello del Problema2: ciò è ovvio: è chiaro che all’aumentare del valore di Fd il modulo dell’accelerazione decresce (maggiore è l’attrito più grande è la resistenza al moto e minore è l’accelerazione); il Problema2 ha un’accelerazione inferiore a quella del Problema3 → l’attrito del Problema2 deve essere maggiore di quello del Problema3.

**Problema4: la spinta di Atwood.** Fo è applicata a m2, perciò devo aggiungerla nell’equazione di m2. Nota che il (+) è sotto B: cosicché il verso positivo è A→B, cioè anti-orario. Tenendo conto dei segni, il sistema si scrive:

 → (m1=4kg , m2=6kg, Fo=10N) →

Come sempre, poni T’1=T1 e T’2=T2. Ho 3 equazioni in 3 incognite: a, T1, T2.

La soluzione è: a=-0,96m/s2 ; T1 = T2 = T = 43,04N. Infine, calcolo Rv=T1+T2 = 2⋅T= 86,08N.

**Problema5: la massa nascosta di Atwood.** Scriviamo il sistema, tenendo conto anche dell’equazione della corda con Mcorda=0 (terza equazione. Nota bene: non è indispensabile scrivere questa terza equazione, tanto poi si annulla: io la scrivo solo per completezza).

 → (m1=5kg , T’1=T’2 → T1=T2=T) →

La soluzione è: m2=2,656kg , T=34N.

1. Negli appunti “LA MACCHINA DI ATWOOD”. [↑](#footnote-ref-1)
2. Come già detto, nei miei appunti uso la parola **Sistema** (“S” maiuscola) per indicare il Sistema fisico dei corpi su cui agiscono le forze e la parola **sistema** (“s” minuscola) per indicare il sistema matematico. [↑](#footnote-ref-2)
3. Come voi **DOVETE** sapere, un sistema possiede un’unica soluzione se e solo se il numero delle incognite è uguale a quello delle equazioni. [↑](#footnote-ref-3)