

Fisica Generale 1 – 018IN

Esercizi

Prof. Pierre Thibault
pthibault@units.it



Compito 4, #2

$$a) \Delta t = \frac{200 \text{ km}}{120 \text{ km/h}} - \frac{200 \text{ km}}{135 \text{ km/h}} = 11 \text{ minuti}$$

b) Resistenza dell'aria

$$F_r \propto v^2$$

$$F_r = \beta v^2$$

$$\beta = \frac{1}{2} AC \rho$$

(non importa)

$$\text{Lavoro: } W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r} = -F_r d$$

$$W_{120} = -\beta v_{120}^2 d$$

$$W_{135} = -\beta v_{135}^2 d$$

$$\text{Aumento relativo } \frac{|W_{135}| - |W_{120}|}{|W_{120}|} = \frac{(135 \text{ km/h})^2 - (120 \text{ km/h})^2}{(120 \text{ km/h})^2} = 26\%$$

Compito 4, #3

a) $F(x) = k_1 x + k_2 x^3$

$$W_e = \int_0^l F dx = \int_0^l (k_1 x + k_2 x^3) dx = \left. \frac{1}{2} k_1 x^2 + \frac{1}{4} k_2 x^4 \right|_0^l = \frac{1}{2} k_1 l^2 + \frac{1}{4} k_2 l^4$$

$W_e = -20 \text{ kJ}$ da una forza esterna: $-W_e = 20 \text{ kJ}$

b) La resistenza dell'aria è trascurata: l'energia totale è conservata

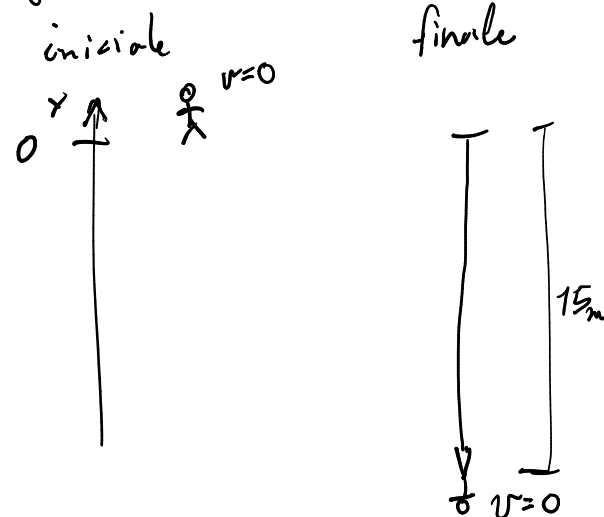
$$E_i = E_f$$

$$K_i + U_{gi} + U_{ei} = K_f + U_{gf} + U_{ef}$$

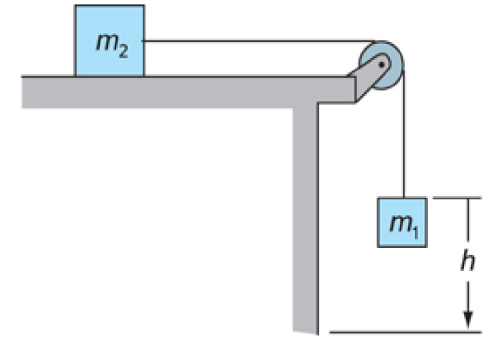
$$0 + 0 + 0 = 0 + mgy - W_e$$

$$0 = -mgl - \frac{1}{2} k_1 l^2 - \frac{1}{4} k_2 l^4$$

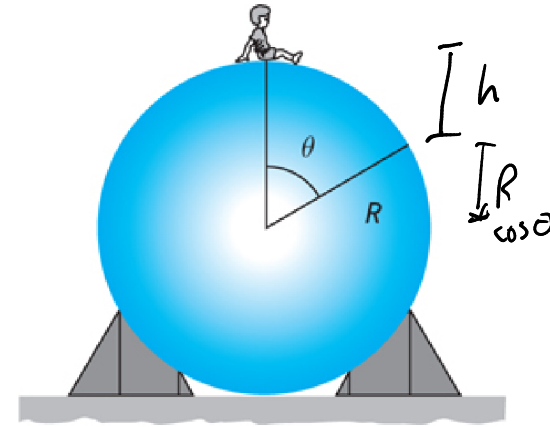
$$m = \frac{(\frac{1}{2} k_1 l^2 + \frac{1}{4} k_2 l^4)}{gl} = 136 \text{ kg}$$



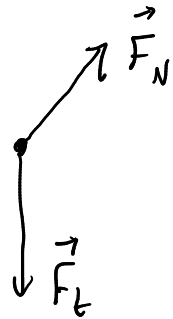
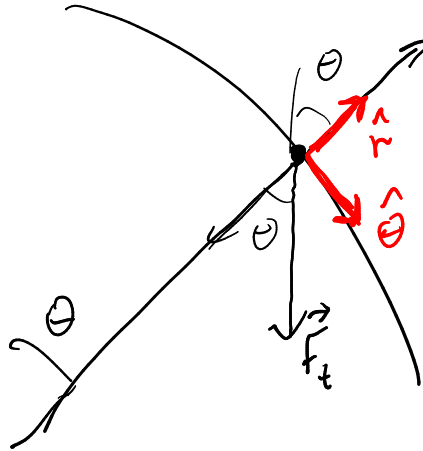
9.6 Due blocchi sono collegati da un filo di massa trascurabile che passa su una piccola puleggia, come mostra la [Figura P9.5](#). Essi vengono lasciati andare da fermi e gli attriti possono essere trascurati. (a) Dimostrare che la somma dei lavori compiuti dalla tensione del filo sui due blocchi è nulla. (b) Servendosi di metodi basati sull'energia, determinare la velocità comune dei due blocchi quando m_1 è caduto di un tratto h . Esprimere la risposta in termini di m_1 , m_2 , g e h .



9.35 Un bambino sta seduto in cima a un serbatoio cilindrico di raggio R , come mostra la **Figura E9.10**. La superficie è molto liscia e il bambino comincia a scivolare con attrito trascurabile. Si determini il valore dell'angolo in corrispondenza del quale il bambino si stacca dalla superficie cilindrica.



Cerchiamo l'angolo tale che $F_N = 0$



$$m\vec{a} = \vec{F}_N + \vec{F}_t$$

$$\vec{a} = a_r \hat{r} + a_\theta \hat{\theta}$$

$$ma_r = m\vec{a} \cdot \hat{r} = \vec{F}_N \cdot \hat{r} + \vec{F}_t \cdot \hat{r} \\ = F_N - mg \cos \theta$$

per la parte
circolare :

$$a_r = -\frac{v^2}{R}$$

$$-\frac{mv^2}{R} = F_N - mg \cos \theta \quad (*)$$

Per trovare v : conservazione dell'energia!

non sappiamo v

$$E_i = E_f$$

$$0 \nearrow K_i + U_i = K_f + U_f$$

$$K_f = U_i - U_f$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh$$

$$h = R - R\cos\theta$$

$$v^2 = 2gR(1 - \cos\theta)$$

$$\text{✗} : v^2 = gR\cos\theta - \frac{F_N R}{m}$$

$$2gR(1 - \cos\theta) = gR\cos\theta - \frac{F_N R}{m}$$

$$F_N = 3mg\cos\theta - 2mg = mg(3\cos\theta - 2)$$

$$F_N = 0 \Leftrightarrow 3\cos\theta - 2 = 0$$

$$\cos\theta = \frac{2}{3}$$

$$\theta \approx 48^\circ$$

6.4 Nella **Figura P6.3**, $m_A = m_B = 5.0 \text{ kg}$ e μ_k tra il blocco A e la superficie è 0.40 . Il blocco A sta scivolando in salita lungo il piano inclinato. Si determinino (a) il modulo dell'accelerazione del sistema e (b) la tensione del filo. Si trascurino l'attrito e gli effetti rotazionali della puleggia.

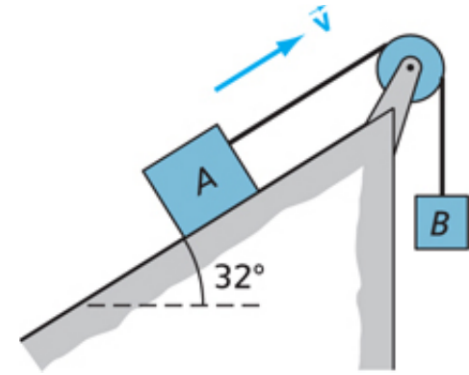
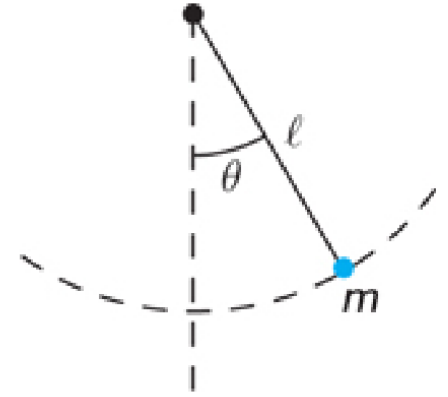


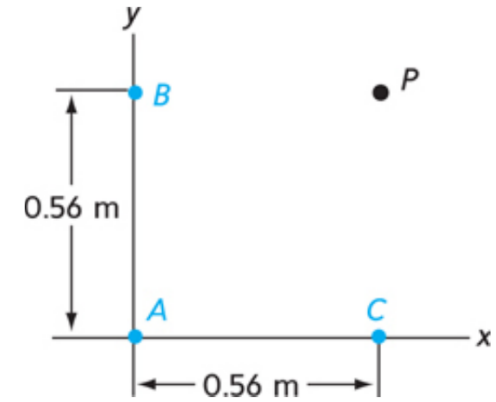
Figura P6.3 Problema 6.4.

9.32 Un semplice modello della molecola d'idrogeno utilizza un'energia potenziale unidimensionale $U(x) = U_0(e^{-2x/a} - 2e^{-x/a})$, dove $U_0 = 7.5 \times 10^{-19} \text{ J}$ e $a = 7.0 \times 10^{-11} \text{ m}$. (a) Costruire un grafico di $U(x)$ in funzione di x per $-1.5 \leq x/a \leq 3$. In base al grafico, determinare i punti di inversione del moto se (b) $E = -2.5 \times 10^{-19} \text{ J}$ e (c) $E = +2.5 \times 10^{-19} \text{ J}$.

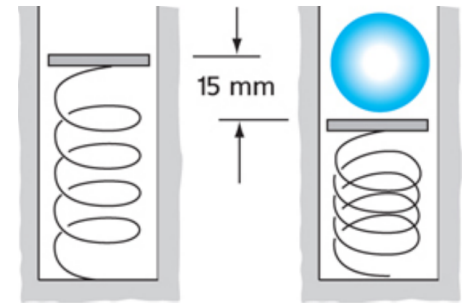
9.13 Un pendolo semplice può essere realizzato attaccando una sferetta a un'estremità di un filo di massa trascurabile; l'altra estremità del filo viene tenuta fissa e la sferetta è libera di oscillare in un piano verticale. Supponiamo che la sferetta venga lasciata andare con velocità nulla dalla posizione mostrata nella [Figura E9.3](#), con ℓ 450 mm e $\theta = 30.0^\circ$. Si determini (a) il modulo della velocità della sferetta e (b) la tensione del filo quando la sferetta passa per la posizione più bassa.



7.29 Tre particelle, A , B e C , hanno una massa di 1.9 kg ciascuna e sono disposte ai vertici del quadrato rappresentato nella [Figura E7.3](#). (a) Qual è il campo gravitazionale nel vertice vuoto (punto P)? Si formuli la risposta in termini dei versori $\hat{i}$ e $\hat{j}$. (b) Qual è la forza gravitazionale che agisce su una particella di massa 2.3 kg posta nel vertice vuoto?



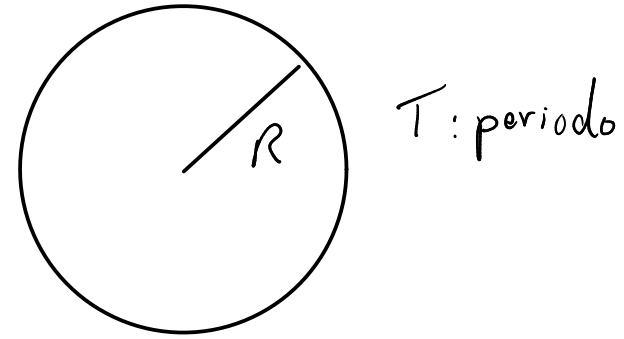
9.18 Una molla di piccola massa e di costante elastica $k = 1600 \text{ N/m}$ viene compressa di 15 mm . Su di essa viene appoggiata una biglia di massa 75 g , come mostra la [Figura E9.7](#). Quando la molla viene liberata, la biglia viene scagliata verso l'alto. Si ammetta che la biglia si stacchi dalla molla quando questa ha la sua lunghezza naturale e che gli attriti siano trascurabili. (a) Qual è l'altezza massima raggiunta dalla biglia? (b) Con quale velocità la biglia si stacca dalla molla?



7.24 Il raggio dell'orbita di Marte è 1.52 volte quello dell'orbita terrestre.
Utilizzando questa informazione e la terza legge di Keplero si
determini il periodo della rivoluzione di Marte in anni.

X

$$\begin{aligned} T^2 &\propto R^3 \\ \frac{T^2}{R^3} &= \text{costante} \\ \frac{T_t^2}{R_t^3} &= \frac{T_m^2}{R_m^3} \end{aligned}$$



dipende solo della massa del sole!
 $\Rightarrow$ stessa per tutti i pianeti

$$R_m = 1.52 R_t$$

$$T_m = T_t \left(\frac{R_m}{R_t} \right)^{3/2} = T_t (1.52)^{3/2} = 1.87 \text{ anni}$$

6.1 Nella **Figura P6.1**, il blocco B ha massa m , il carro C ha massa M , e il coefficiente di attrito statico tra il blocco e il carro è μ_s . Trascurando gli attriti che tendono a rallentare il carro e gli effetti rotazionali delle ruote, si determini un'espressione del valore minimo di F_a sufficiente a impedire che il blocco scivoli.

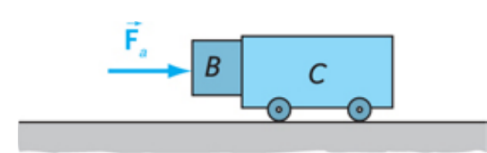


Figura P6.1 Problema 6.1.

8.4

Supponiamo che il disco da hockey del **Problema 8.8** abbia una velocità di modulo v_0 nella posizione più bassa. (a) Determinare il valore minimo di v_0 che consente al disco di completare il suo percorso circolare. (*Suggerimento*: nella posizione più elevata la tensione del filo sarà nulla). (b) Determinare per queste condizioni la tensione del filo nella posizione più bassa. (c) Descrivere il moto qualitativamente nell'ipotesi che il disco abbia la velocità minima v_0 nella posizione più bassa, ma che gli attriti, benché piccoli, non siano trascurabili.

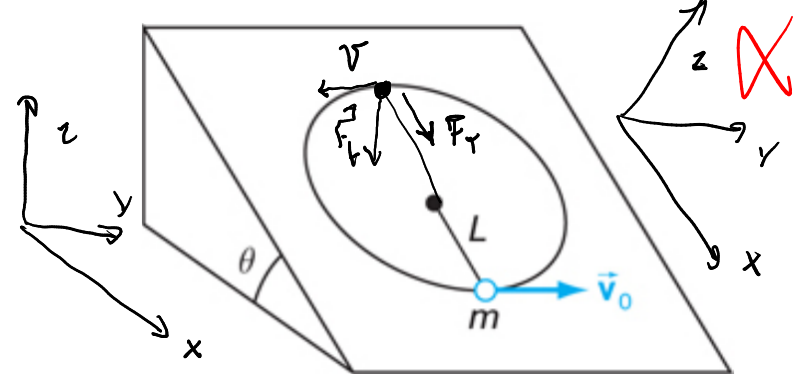
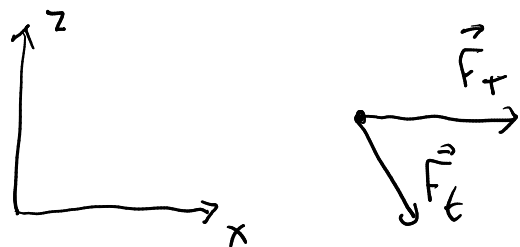
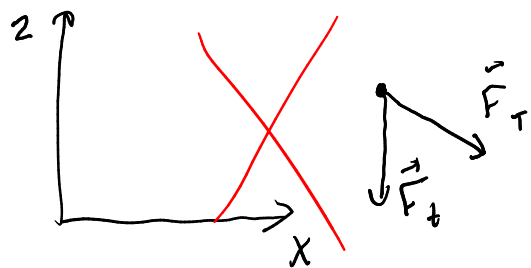


Figura P8.2 Problema 8.8.



in questo piano: $F_{Tx} + F_{gx} = \text{forza centripeta}$

$$\begin{aligned} \text{Qui: } F_T &= 0 & F_{Tx} &= mg \sin \theta \\ & & &= \frac{mv^2}{r} \\ & & \Rightarrow v &= \sqrt{rg \sin \theta} \end{aligned}$$

Per trovare v_0 si applica la conservazione dell'energia

$$K_i + U_i = K_f + U_f$$

$$K_f = K_i + U_i - U_f$$

8.4

Supponiamo che il disco da hockey del [Problema 8.8](#) abbia una velocità di modulo v_0 nella posizione più bassa. (a) Determinare il valore minimo di v_0 che consente al disco di completare il suo percorso circolare. (*Suggerimento*: nella posizione più elevata la tensione del filo sarà nulla). (b) Determinare per queste condizioni la tensione del filo nella posizione più bassa. (c) Descrivere il moto qualitativamente nell'ipotesi che il disco abbia la velocità minima v_0 nella posizione più bassa, ma che gli attriti, benché piccoli, non siano trascurabili.

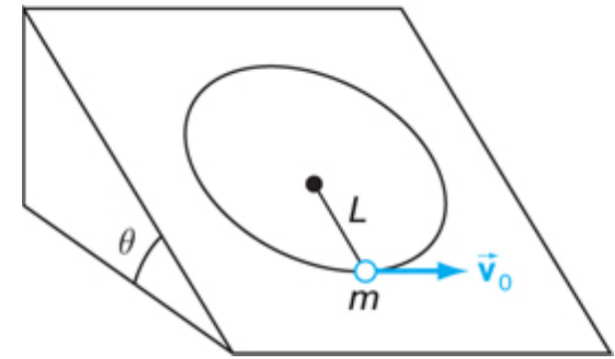
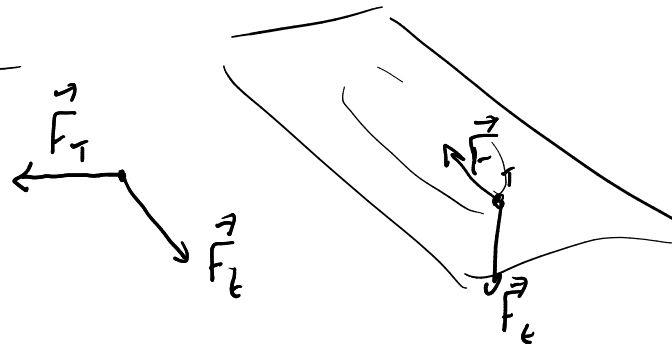
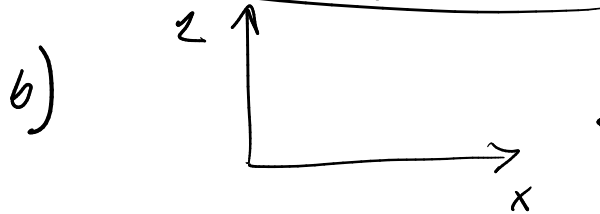


Figura P8.2 Problema 8.8.

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \underbrace{mg(h_i - h_f)}_{2r \sin \theta}$$

$$v_0^2 = rg \sin \theta + 4rg \sin \theta = 5rg \sin \theta$$

$$v_0 = \sqrt{5} \sqrt{rg \sin \theta}$$



$$F_{Tx} + F_{gx} = -\frac{mv_0^2}{r}$$

↑ verso -x

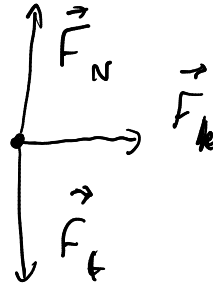
$$F_{Tx} = -\frac{mv_0^2}{r} - mg \sin \theta$$

$$= -\frac{m}{r} 5rg \sin \theta - mg \sin \theta$$

$$= -6mg \sin \theta$$

- 8.30** Una palla di massa 1.5 kg attaccata a un filo di massa trascurabile viene fatta ruotare lungo una circonferenza ~~orizzontale~~ di raggio 0.75 m . (a) Quanto lavoro compie la forza gravitazionale della Terra sulla palla mentre questa percorre un mezzo giro? (b) Quanto lavoro compie la tensione del filo?
- 8.17** Qual è la velocità iniziale minima che deve essere impressa alla palla dell'[Esercizio 8.30](#) perché essa nel suo moto faccia un giro completo? (*Suggerimento*: la velocità minima corrisponde a valore nullo della tensione del filo quando la palla raggiunge il punto più alto della circonferenza).
- verticale

8.18 Una cassetta portautensili con massa 15 kg è ferma sul ripiano orizzontale liscio di un autocarro. Quando l'autocarro si mette in moto da fermo con un'accelerazione di 2.5 m/s^2 , la cassetta portautensili scivola con un coefficiente di attrito cinetico pari a 0.20. Essa parte dalla quiete nella parte anteriore del pianale e scivola finché non urta contro la sponda posteriore del pianale lungo 2.0 m. Qual è il lavoro compiuto dalla forza d'attrito sulla cassetta durante questa fase del moto? Si usi un sistema di riferimento inerziale in quiete rispetto alla strada. (Avvertenza: rispetto a questo sistema di riferimento, lo spostamento della cassetta non è 2.0 m).



$$\vec{F}_N = -\vec{F}_g$$

$$F_N = mg$$

$$F_k = \mu_k mg$$

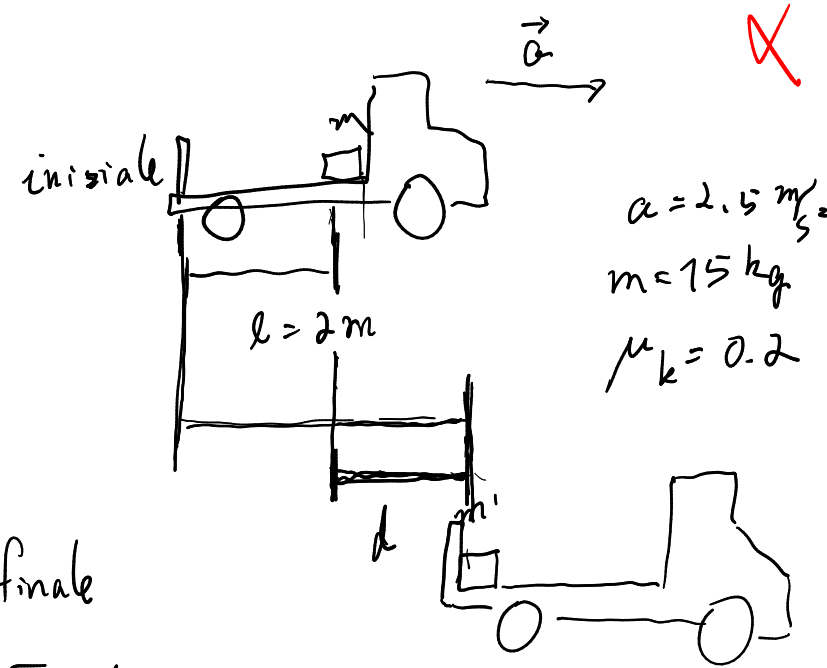
$$ma_c = F_k = \mu_k mg$$

$$W = \int \vec{F}_k \cdot d\vec{r} = F_k d$$

$$d = ?$$

$$x_a(t) = \frac{1}{2} at^2$$

$$\begin{aligned} x_c(t) &= x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \\ &= l + \frac{1}{2} \mu_k g t^2 \end{aligned}$$



$$x_a(t_1) = x_c(t_1)$$

$$\frac{1}{2} at_1^2 = l + \frac{1}{2} \mu_k g t_1^2$$

$$\frac{1}{2} (a - \mu_k g) t_1^2 = l$$

$$t_1^2 = \frac{2l}{a - \mu_k g}$$

t_1 : tempo dell'urto

8.18 Una cassetta portautensili con massa 15 kg è ferma sul ripiano orizzontale liscio di un autocarro. Quando l'autocarro si mette in moto da fermo con un'accelerazione di 2.5 m/s^2 , la cassetta portautensili scivola con un coefficiente di attrito cinetico pari a 0.20. Essa parte dalla quiete nella parte anteriore del pianale e scivola finché non urta contro la sponda posteriore del pianale lungo 2.0 m. Qual è il lavoro compiuto dalla forza d'attrito sulla cassetta durante questa fase del moto? Si usi un sistema di riferimento inerziale in quiete rispetto alla strada. (Avvertenza: rispetto a questo sistema di riferimento, lo spostamento della cassetta non è 2.0 m).

$$\begin{aligned}
 d &= x_c(t_1) - l \\
 &= \frac{1}{2} \mu g t_1^2 \\
 &= \frac{1}{2} a t_1^2 - l \\
 &= \frac{1}{2} a \left(\frac{2l}{a - \mu_k g} \right) - l \\
 &= \frac{al}{a - \mu_k g} - \frac{l(a - \mu_k g)}{(a - \mu_k g)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d &= \frac{l \mu_k g}{a - \mu_k g} \quad ! \\
 W &= F \cdot d = m \mu_k g \frac{l \mu_k g}{a - \mu_k g} = l m \frac{(\mu_k g)^2}{a - \mu_k g}
 \end{aligned}$$

$$= 213 \text{ J}$$

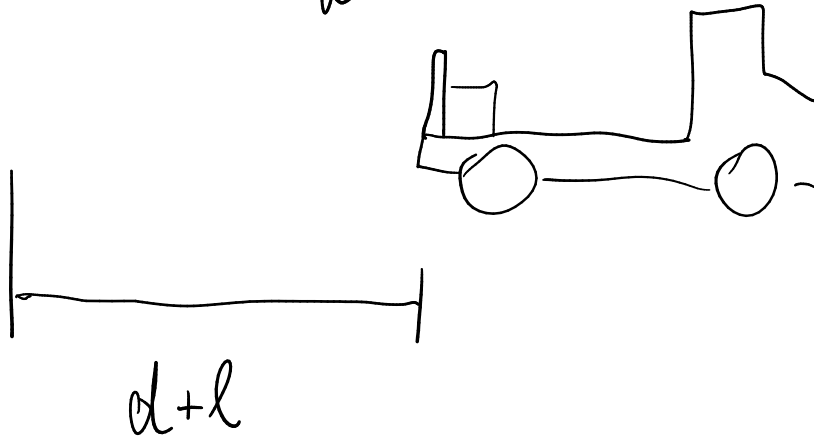
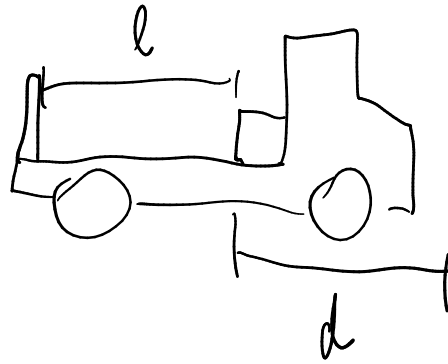
$$= 210 \text{ J}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{d}{l} &= \frac{\mu_k g}{a'} & t &= \sqrt{\frac{2l}{a'}} \\
 a' &= a - \mu_k g
 \end{aligned}$$

$$da' = l \mu_k g$$

$$\begin{aligned}
 d + l &= \frac{1}{2} a t_1^2 \\
 d &= \frac{1}{2} \mu_k g t_1^2
 \end{aligned}$$

8.18 Una cassetta portautensili con massa 15 kg è ferma sul ripiano orizzontale liscio di un autocarro. Quando l'autocarro si mette in moto da fermo con un'accelerazione di 2.5 m/s^2 , la cassetta portautensili scivola con un coefficiente di attrito cinetico pari a 0.20. Essa parte dalla quiete nella parte anteriore del pianale e scivola finché non urta contro la sponda posteriore del pianale lungo 2.0 m. Qual è il lavoro compiuto dalla forza d'attrito sulla cassetta durante questa fase del moto? Si usi un sistema di riferimento inerziale in quiete rispetto alla strada. (Avvertenza: rispetto a questo sistema di riferimento, lo spostamento della cassetta non è 2.0 m).



$$\left. \begin{aligned} d &= \frac{1}{2} \mu_k g t^2 \\ d+l &= \frac{1}{2} a t^2 \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{d+l}{d} = \frac{a}{\mu_k g}$$

$$\vdots$$

$$d = \dots$$

8.2 Un'auto di massa 1600 kg con marcia in folle raggiunge una velocità finale di 110 km/h dopo aver percorso una discesa con pendenza del 10% (pendenza del 10% significa che si scende di 1 m per ogni 10 m di strada in discesa). L'auto è frenata da una forza di attrito $b\theta^2$. Qual è la potenza necessaria per guidare quest'auto a 90 km/h su una strada orizzontale?

7.21 Nella [Figura E7.2](#) la particella A ha una massa di 1.4 kg e la particella B ha una massa di 3.1 kg . Qual è il campo gravitazionale nel punto P ?

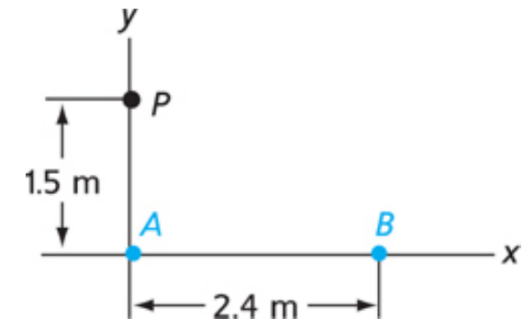


Figura E7.2 Esercizio 7.21.

1) Riassunto

2) Concetto/i più difficile/i

- DA 1. Unità e vettori
- FB 2. Cinematica
- FA 3. I principi della dinamica
- DC 4. Legge di gravitazione universale
- EC 5. Lavoro - energia cinetica
- EB 6. Conservazione dell'energia