

SCUOLA SUPERIORE SANT'ANNA
CONCORSO DI AMMISSIONE AL I ANNO DI INGEGNERIA
PROVA SCRITTA DI FISICA
5 SETTEMBRE 2017

Durante lo svolgimento degli esercizi si discutano eventuali approssimazioni. Effettuare tutti i calcoli in modo simbolico, sostituendo i valori solo alla fine. Si ricorda che i passaggi devono essere adeguatamente giustificati. Ogni esercizio verrà valutato in base alla correttezza ed alla chiarezza delle spiegazioni fornite. La sola scrittura del risultato non ha alcun valore.

Esercizio 1: Il forno e i tarallucci

In un biscottificio industriale, i biscotti (raggio $r = 3$ cm) vengono cotti su teglie quadrate (lato $L = 1$ m) scorrendo su un nastro trasportatore ($v = 1$ cm/s) all'interno di un forno di lunghezza F (Figura 1A). Il grado di cottura dei biscotti è controllato da una telecamera con apertura angolare $\alpha = \pi/2$ rad (Figura 1B) attivata da una fotocellula posta a distanza $D = 50$ cm dall'asse della telecamera. La telecamera produce immagini monocromatiche da 640×640 pixel in cui a ciascun pixel in posizione (x, y) è associato un valore $I(x, y)$ che varia da 0 (bianco) a 255 (nero). Esempi tipici di fotografie delle teglie con biscotti sono riportati in Figura 1C.

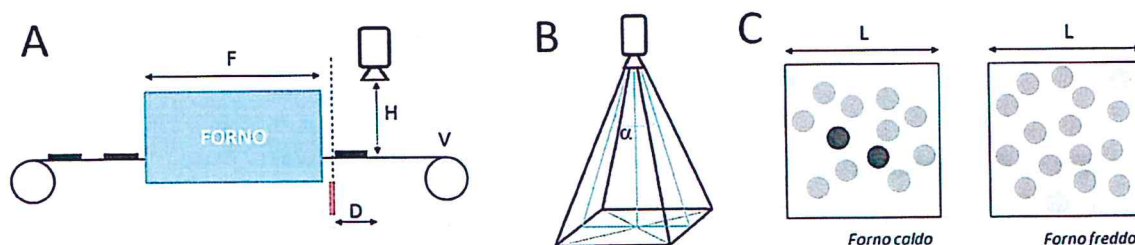


Figura 1

Si consideri che ogni biscotto cuoce uniformemente e che la sua cottura ideale è rappresentata da un valore del pixel pari a 100 ± 10 ; i biscotti poco cotti sono più chiari (ma mai bianchi), mentre quelli troppo cotti sono più scuri. Sapendo che le teglie hanno una superficie bianca:

1. Determinare l'altezza ottimale H dal nastro alla quale posizionare la telecamera e il ritardo con cui programmare l'acquisizione dell'immagine a partire dall'istante di attivazione della fotocellula.
2. Descrivere un metodo che, in funzione del valore dei pixel dell'immagine, stimi il numero N di biscotti presenti nella teglia, il numero N_p di quelli poco cotti ed il numero N_t di quelli troppo cotti.
3. Descrivere schematicamente la sequenza di passi da effettuare per attivare la telecamera all'istante opportuno ed elaborare l'immagine prodotta per calcolare N , N_p ed N_t utilizzando il metodo precedentemente proposto.

NOTA: Per la descrizione richiesta nel punto 3 è possibile utilizzare anche le seguenti funzioni:

1. **LeggiFotocellula:** restituisce il valore della fotocellula: 1 se il campo è libero, 0 se ostruito;
Esempio: $F = \text{LeggiFotocellula}$ // mette in F il valore letto dalla fotocellula
2. **ScattaFoto:** acquisisce un'immagine dalla telecamera e aggiorna la funzione $I(x,y)$;
Esempio: ScattaFoto
3. **LeggiTempo:** restituisce il tempo dall'accensione dell'impianto in millisecondi.
Esempio: $t = \text{LeggiTempo}$ // mette in t il tempo corrente

Esercizio 2: Il pistone e la massa

Un pistone a sezione circolare di diametro $D = 5 \text{ cm}$ è collegato ad un cavo che, attraverso un sistema di carrucole, muove una massa $m = 100 \text{ Kg}$, come illustrato in Figura 2. In condizioni di equilibrio, il pistone contiene 0.1 moli d'aria (si assuma l'ipotesi di gas perfetto e di essere in condizioni standard).

Il cilindro viene compresso a temperatura costante fino a ridurre il volume dell'aria in esso contenuta di un fattore $1/3$. A sistema fermo, al tempo $t=0$, il gas viene quindi lasciato libero di espandersi.

1. Si determini la tensione del cavo e l'accelerazione della massa sospesa al tempo $t=0$.
2. Si calcoli la velocità massima che può essere raggiunta dalla massa sospesa.
3. In condizione di equilibrio, alla massa viene impresso un piccolo spostamento x . Si determini la frequenza naturale delle oscillazioni della massa.

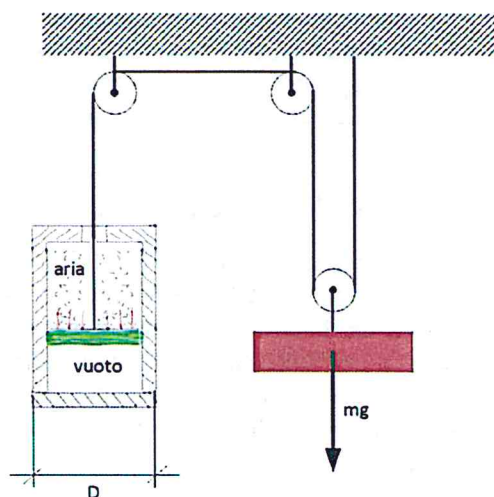


Figura 2

Esercizio 3: Il blocco sul nastro

Un blocco omogeneo di massa m , collegato ad una molla con coefficiente elastico k , è appoggiato su un nastro trasportatore come illustrato in Figura 3.

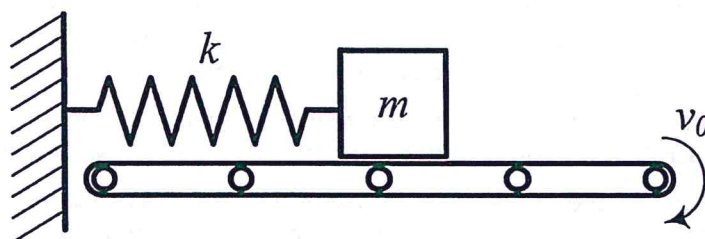


Figura 3

Il contatto tra il blocco ed il nastro presenta un coefficiente di attrito statico μ_s e un coefficiente di attrito dinamico μ_d indipendente dalla velocità di sfregamento ($\mu_d < \mu_s$). Al tempo $t=0$ la molla è nella posizione di riposo, il nastro si muove con velocità v_0 verso destra, ed il blocco si muove solidalmente con il nastro.

- 1) Calcolare la posizione in cui il blocco inizia a strisciare sul nastro.
- 2) Illustrare un grafico qualitativo dell'andamento della velocità del blocco in funzione del tempo.
- 3) Calcolare la posizione successiva in cui il blocco torna a spostarsi senza strisciare.