

## Esercizio 1: Calcio di punizione

L'arbitro ha fischiato un calcio di punizione! Il pallone è in posizione centrale a venticinque metri dalla porta, che è alta come da regolamento 2,44 metri. La barriera si schiera come da regolamento a 9,15 metri dal pallone ed è composta da difensori alti un metro e ottanta. L'attaccante incaricato di tirare ha studiato ricerca operativa e quindi vuole ottimizzare la traiettoria. Il suo obiettivo ovviamente è quello di inquadrare la porta e di fare arrivare il pallone in porta nel minor tempo possibile. Egli può calciare il pallone con qualsiasi inclinazione rispetto al terreno, ma con una velocità massima di 20 metri al secondo.

*Domanda 1: Se il problema fosse puramente geometrico, quale sarebbe la traiettoria (parabolica) ideale?*

Un suo collega centrocampista, gli ricorda che la partita si disputa sul pianeta Terra, dove l'accelerazione di gravità è una data costante ( $9,81 \text{ m/sec}^2$ ) e non si può scegliere a piacere! Accidenti: tutto il lavoro è da rifare! Il problema non è solo geometrico, ma fisico.

*Domanda 2: Tra le traiettorie fisicamente possibili, qual è la migliore?*

*Domanda 3: Quanto tempo in più impiega il pallone a raggiungere la porta rispetto al caso della traiettoria ideale (domanda 1)?*

*Domanda 4: A che altezza passa il pallone sopra la barriera e a che altezza arriva in porta?*

*Domanda 5: Qual è il minimo valore della velocità iniziale del pallone per cui il problema ammette soluzione?*

[Naturalmente è lecito trascurare sempre l'attrito.]