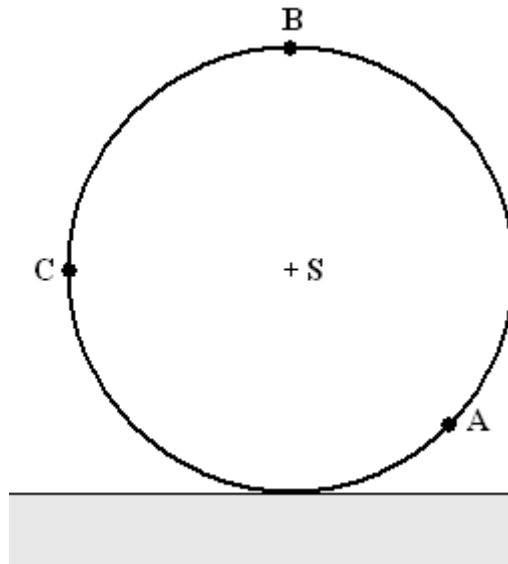


ÚLOHA: CYKLISTA V KOULI SMRTI

Zadání:

Nakreslete všechny síly, které působí na pohybujícího se artistu v „kouli smrti“ v polohách zobrazených na obr. 1.



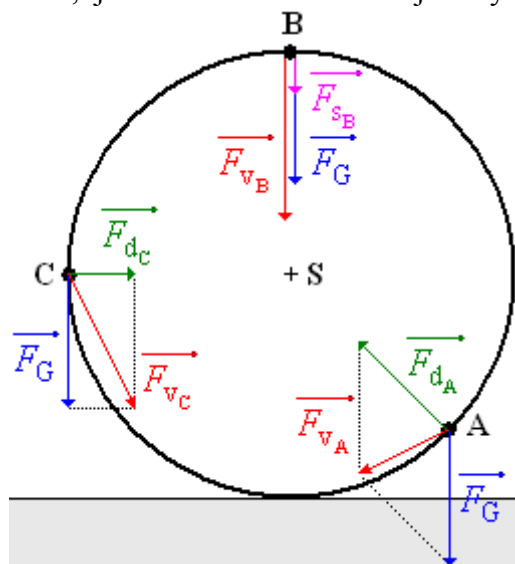
obr. 1

Řešení:

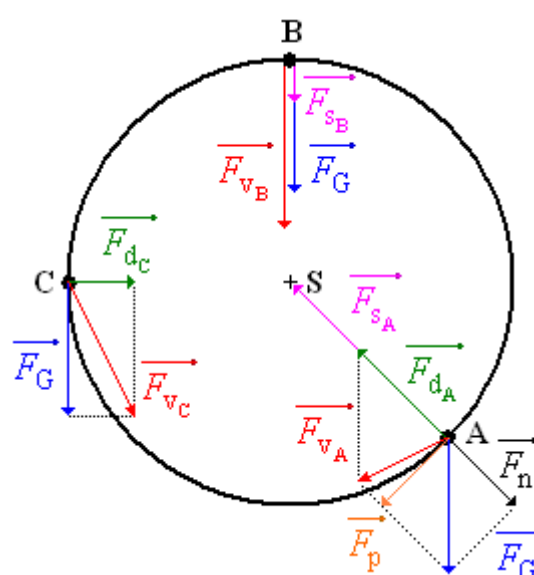
Úlohu budeme řešit z hlediska inerciální soustavy, tj. z hlediska vnějšího pozorovatele stojícího vedle koule smrti.

Ve všech bodech na artistu působí jeho tíhová síla \vec{F}_G . Nejjednodušší je situace v bodě B . V tomto bodě na artistu působí stěna koule tlakovou silou \vec{F}_{s_B} . Výslednicí těchto dvou sil je síla \vec{F}_{v_B} (viz obr. 2; všechny tři síly leží na stejné vektorové přímce, ale pro přehlednost jsou zakresleny odděleně). Vlivem této síly se artista pohybuje po kružnici - proto je tato síla silou dostředivou. V bodě B se artista pohybuje rychlostí o konstantní velikosti. V okolí bodu B se ale velikost jeho rychlosti mění - síla tíhová už nemíří do středu S koule, a proto mění velikost artistovy rychlosti.

V bodech A a C je situace komplikovanější a to proto, že tíhová síla artisty už nemíří do středu S koule. Do středu koule míří dostředivá síla \vec{F}_{d_A} resp. \vec{F}_{d_C} , která způsobuje pohyb artisty po kružnici (zakřivuje jeho trajektorii). Tato síla je realizována stěnou koule (tj. stěna „tlačí“ artistu směrem do středu koule). Výslednicí dostředivé síly a síly tíhové je síla $\vec{F}_{v_A} = \vec{F}_G + \vec{F}_{d_A}$ resp. $\vec{F}_{v_C} = \vec{F}_G + \vec{F}_{d_C}$, která má obecný směr. Vlivem této síly se artista pohybuje zrychleným pohybem po kružnici, tj. mění se velikost i směr jeho rychlosti.



obr. 2



obr. 3

Až dosud nebylo nutné vědět, jakým směrem artista kouli objíždí. Pro ujasnění dalších detailů jeho pohybu, předpokládejme, že se pohybuje ve směru $A-B-C$. To znamená, že v bodě A se pohybuje zpomaleným pohybem, protože pohybová složka \vec{F}_p tíhové síly \vec{F}_G (detailně rozkresleno na obr. 3) míří proti směru jeho pohybu a velikost jeho rychlosti se zmenšuje. V bodě C se pohybuje zrychleným pohybem - pohybová složka tíhové síly míří ve směru pohybu a velikost jeho rychlosti se proto zvětšuje. Vzhledem ke speciální volbě polohy bodu C (je koncovým bodem vodorovného průměru koule) je pohybová složka tíhové síly totožná s tíhovou silou artisty. Normálová složka \vec{F}_n tíhové síly je v bodě C nulová.

Z obr. 3 je také vidět, že v obecném případě (bod A) je síla \vec{F}_{s_A} , kterou na artistu působí stěna koule, dána vektorovým rozdílem dostředivé síly a normálové složky tíhové síly, tj. $\vec{F}_{s_A} = \vec{F}_{d_A} - \vec{F}_n$ (pro velikosti sil platí $F_{s_A} = F_{d_A} + F_n$).

Do pohybu uvádí artistu síla jeho svalů (jede-li na kole) nebo tahová síla motoru (jede-li na motocyklu). Tato síla míří stále ve směru pohybu artisty (resp. ve směru tečny ke kouli, po jejíž stěně se artista pohybuje). Na obr. 2 a obr. 3 není zakreslena, protože by obrázky byly méně přehledné. Kdybychom jí do výpočtu zahrnuli, změnila by nepatrně směr výsledné síly \vec{F}_{v_A} resp. \vec{F}_{v_B} .