



Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky
**Úlohy regionálního kola 44. ročníku FO
kategorie A**

Ve všech úlohách počítejte s tíhovým zrychlením $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

1. Sprinter

Sprinter Frankie Frederick z Namibie o hmotnosti 75 kg dosáhl v roce 1991 svých osobních rekordů v běhu na dráze $s_1 = 60 \text{ m}$ časem $t_1 = 6,47 \text{ s}$ a na dráze $s_2 = 100 \text{ m}$ časem $t_2 = 9,95 \text{ s}$. Předpokládejme, že se na obou tratích rozbíhá se shodným konstantním výkonem, než dosáhne shodné maximální rychlosti, kterou se pak rovnoměrně pohybuje až do cíle. Odpor vzduchu zanedbejte.

- Určete maximální rychlost sprintera v_m .
- Určete na zrychleném úseku dobu pohybu t_0 , dráhu s_0 a výkon sprintera P .
- Určete okamžité zrychlení a_0 na konci zrychleného úseku.

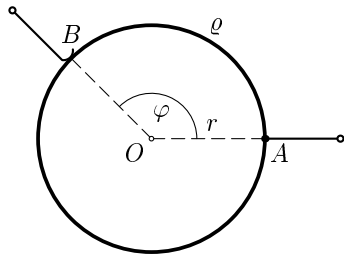
Úlohu řešte nejprve obecně, pak pro zadané hodnoty.

Poznámka: Na OH v Atlantě r. 1996 ve svém druhém výkonnostním vrcholu zlepšil svůj osobní rekord v běhu na 100 m časem 9,89 s.

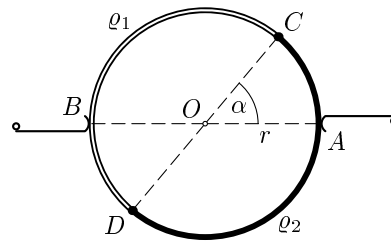
2. Odporový drát

Řešte následující úlohy:

- a) Odporový drát konstantního průřezu vyrobený z materiálu o rezistivitě ρ je stočen do kružnice o poloměru r se středem v bodě O . Jeden vývod je připojen pevně v bodě A , druhý je spojen s kartáčkem B , který se může otáčet pod různým úhlem φ vzhledem k polopřímce OA (obr. 1).
1. Určete závislost elektrického odporu R mezi body A a B na úhlu φ .
 2. Určete úhel φ , při kterém je tento odpor největší.
- b) Odporový drát konstantního průřezu stočený do kružnice se středem v bodě O se skládá ze dvou půlkružnic vyrobených z materiálů o rezistivitách ρ_1 , ρ_2 . V protilehlých bodech k němu přiléhají kartáčky A , B vnějšího vedení (obr. 2).
1. Určete závislost odporu R mezi kartáčky na úhlu α , o který se otočí průměr CD .
 2. Jak musíme zvolit úhel α , aby odpor byl co největší?



Obr. 1



Obr. 2

V obou případech a) i b) určete obecně také hodnotu maximálního odporu.

3. Osvětlení duté polokoule

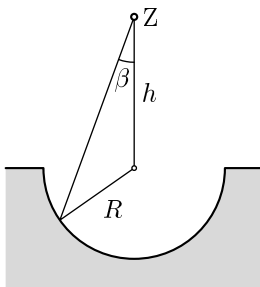
Nad středem polokoule o poloměru R je ve výšce h bodový zdroj Z o svítivosti I (obr. 3).

- Odvoďte obecný vztah $E = E(I, h, R, \beta)$ pro výpočet osvětlení jednotlivých bodů polokoule.
- Určete místa největšího osvětlení E_{\max} a nejmenšího osvětlení E_{\min} na polokouli, je-li $h = R$, a velikost osvětlení v těchto místech.
- Určete úhel β , kde osvětlení nabývá střední hodnoty z úlohy b), tj.

$$E_s = \frac{E_{\min} + E_{\max}}{2}.$$

- Kam bychom museli umístit zdroj Z , aby polokoule byla osvětlena rovnoměrně, a jaká by byla hodnota tohoto osvětlení?

Řešte obecně a pro hodnoty $R = 1,00$ m, $I = 200$ cd.



Obr. 3

4. Bublinka ve vodě

V nádobě s vodou sycenou plynem CO_2 se tvoří bublinky. Budeme zkoumat svislý pohyb jedné z bublinek, která se odtrhla ode dna nádoby. Předpokládejte, že má poloměr $r = 0,250$ mm, který se při pohybu nemění. Rovněž hustotu plynu $\rho_p = 2,00 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ předpokládejte konstantní.

- Odvoďte funkci $v = v(t)$ popisující závislost rychlosti bublinky na čase za předpokladu působení odporové síly podle Stokesova vztahu.
- Vypočítejte mezní rychlost v_m bublinky.
- Určete mezní rychlost v'_m bublinky, která vznikne spojením dvou stejných bublinek o poloměru r . Vliv povrchového napětí vody na změnu celkového objemu neuvažujte.
- Vypočítejte dobu t_1 od okamžiku, kdy se naše bublinka odtrhla ode dna, za kterou dosáhne 99 % mezní rychlosti v_m . Posudte, která veličina nejvíce ovlivňuje fakt, že pohyb bublinky je od samého začátku prakticky rovnoměrný.

Výsledné vztahy zjednodušte při uvážení $\rho_p \ll \rho$, kde $\rho = 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ je hustota vody. Dynamická viskozita vody je $\eta = 1,07 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$.