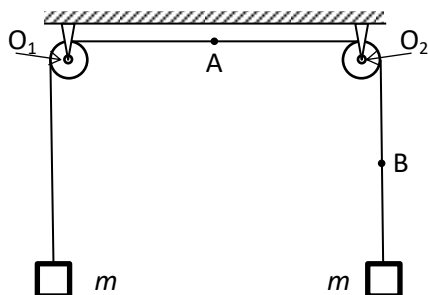


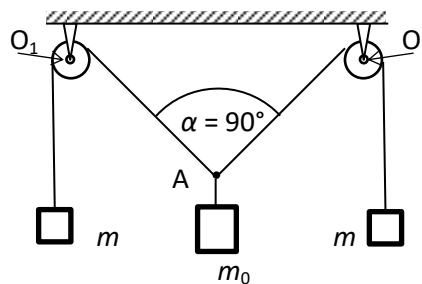
58. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2016/2017
Krajské kolo kategórie E
Texty úloh

1. Rovnováha sústavy telies na kladkách

Cez dve kladky je preložené vlákno, na koncoch ktorého sú privityazané dve rovnaké telesá s hmotnosťou $m = 0,25 \text{ kg}$. Stred vodorovnej časti vlákna označíme A a stred zvislej časti vlákna B. Osi kladiek sú označené O_1 a O_2 , obr. E3–1.



Obr. E3–1



Obr. E3–2

- Obrázok prekresli do riešenia a vyznač v ňom symbolmi (vektormi) gravitačné sily F_{g1} , F_{g2} pôsobiace na telesá a sily F , ktoré pôsobia na body A a B vlákna. Urči veľkosti všetkých síl. Urči veľkosť F sily, ktorou je napínané vlákno.
- Uveď a zdôvodni, či sústava oboch telies na obr. E3–1 je v pokoji alebo v pohybe.

V strede A vodorovnej časti vlákna zavesíme tretie teleso tak, že vznikne rovnovážny stav telies. Bod A poklesne do polohy podľa obr. E3–2 tak, že medzi šikmými úsekmi vlákna v bode A je uhol $\alpha = 90^\circ$.

- Obrázok prekresli do riešenia a vyznač v ňom symbolmi gravitačné sily F_{g1} , F_{g2} , F_{g3} pôsobiace na telesá, ako aj ťahové sily F_{t1} , F_{t2} vlákna v bode A závesu.
- Urči hmotnosť m_0 tretieho telesa, aby vznikla v sústave rovnováha, ako je znázornená na obr. E3–2. Urči veľkosti všetkých síl zakreslených v obrázku.
- Nakresli obrázok jednej kladky a vyznač v ňom silu F_o pôsobiacu na os O kladky v prípade rovnováhy sústavy podľa obr. E3–2. Do obrázku podľa bodu c) znázorni sily F_{o1} , F_{o2} , ktoré pôsobia na osi kladiek. Z obrázku približne odhadni veľkosť sily F_o . Geometricky urči uhol, ktorý zvierajú sily F_{o1} , F_{o2} so zvislým smerom.

Gravitačná konštanta $g \approx 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$. Hmotnosť vlákna je veľmi malá. Hmotnosť kladiek a trenie v osiach kladiek neuvažuj. Závesy oboch kladiek sú pevné.

2. RC dron

Dron (z angl. drone – bezpilotné lietadlo) so štyrmi vrtulami sa označuje ako kvadrokoptéra, obr. E3–3. RC–modely (z angl. remote control – diaľkové ovládanie) sú v súčasnosti nielen atraktívnou hračkou, ale užitočným pomocníkom, napr. v geodézii, starostlivosti o životné prostredie, dopravnej službe (pošta), ale aj pre bezpečnostné zložky (hasičský zbor, polícia, armáda).



Obr. E3–3

Dron na obr. E3–3 má štyri motory s vrtulami. Stabilný let v niekoľkých smeroch zabezpečujú špeciálne zotrvačníky, ktoré nazývame gyroskopy. Aj hračkársky dron má trojosový gyroskop, ktorý dokáže udržať let v troch smeroch hore – dolu, dopredu – dozadu, doprava – doľava. RC dron, okrem elektrického zdroja, je vybavený rádiovým prijímačom pre diaľkové ovládanie a regulačnými obvody pre riadenie letu.

Vzhľadom na možné zneužitie platia pre prevádzku dronov prísne pravidlá. Veková podmienka pre držiteľa a prevádzkovateľa dronu je 14 rokov.

Roman, technický talent a obdivovateľ moderných zariadení, dostal k 14. narodeninám od rodičov vytúžený darček – malú RC kvadrokoptéru.

Kvadrokoptéra mala celkovú hmotnosť $m = 260$ g a bola vybavená Li–pol (lítium – polymérovou) batériou s nominálnym (prevádzkovým) napätím $U_0 = 11,1$ V. Začiatočná kapacita (tzv. nábojová kapacita) plne nabitej batérie $K_0 = 850$ mAh. Zaručený dosah vysielачa, a teda aj prevádzkovania dronu v nezastavanom priestore $d = 100$ m, maximálna povolená výška letu $h = 30$ m a prevádzková doba s využitím $p \approx 70$ % nábojovej kapacity batérie $t_0 \approx 10$ min. Počas vybíjania na hodnotu $1 - p \approx 30$ % začiatočnej nábojovej kapacity možno považovať napätie U_0 zdroja za konštantné. Pri ďalšom vybíjaní napätie aj výkon zdroja výrazne klesajú.

Roman vyskúšal let dronu v zvislom smere zo zeme do výšky h nad miestom vzletu.

- Nakresli situačný náčrtok dronu vo výške h a symbolmi (vektormi) vyznač sily pôsobiace na dron v prípade, že dron si udržuje stabilnú polohu vo výške h vzhľadom na miesto štartu. Vysvetli fyzikálnu podstatu vznášania dronu, ako vzniká nadnášajúca sila F_d ? Urči veľkosť F ťahovej sily jednej vrtule dronu, ak predpokladáš, že stabilitu dronu zabezpečujú všetky vrtule rovnakou mierou.
- Urči prácu W_0 , ktorú vykonala nadnášajúca sila F dronu pri vznesení dronu zo zeme do výšky h a prácu, ktorú koná nadnášajúca sila F , ak sa dron vznáša vo výške h .
- Urči nábojovú kapacitu K Li–pol batérie dronu v jednotkách Ah, Amin a As. Urči energiu E , ktorú je batéria schopná dodať do spotrebiča, ak sa využije $p \approx 70$ % jej nábojovej kapacity K .

- d) Roman sa presvedčil, ako bolo uvedené v technickom návode, že za dobu t_0 skutočne klesla nábojová kapacita o hodnotu $p \approx 70\%$ začiatočnej hodnoty K_0 . Urči približnú hodnotu prúdu I , ktorý odoberali z batérie spolu všetky motorčeky počas letu dronu, ak príkon prijímača a stabilizátorov dronu boli zanedbateľne malé.
- e) Urči približnú hodnotu príkonu P všetkých motorčekov počas skúšobného letu a rýchlosť v v vzduchu, ktorý prúdi cez vrtule dronu.

Počas skúšobného letu dronu bolo úplné bezvetrie. Gravitačná konštanta $g \approx 10 \frac{N}{kg}$.

3. Socha ľadového medveďa



V marci roku 2015 uverejnili správu, že podľa sledovania od roku 1979 v tejto zime bolo v Arktíde rekordne najnižšie množstvo každoročne ubúdajúceho ľadu. To núti ľadové medvede – ohrozený druh – tráviť čoraz dlhšie obdobie počas leta v oblastiach s nižším prísunom potravy, ako to možno vidieť na fotografii vychudnutého ľadového medveďa (Obr. E3-4).

Obr. E3-4

Milovníci a ochrancovia prírody zorganizovali súťaž vo výrobe ľadových soch, aby tak upozornili na krehkosť prírody

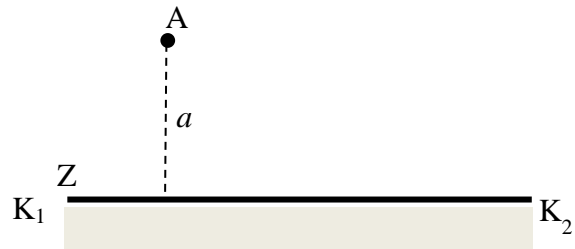
a úbytok ľadu v dôsledku globálneho otepľovania. Tvorcovia víťaznej ľadovej sochy ľadového medveďa s hmotnosťou $m = 150 \text{ kg}$ sa rozhodli počas súťaže umiestniť sochu na ľadovú kryhu v tvare kvádra s rozmermi $a = 2,00 \text{ m}$, $b = 1,50 \text{ m}$, $c = 0,500 \text{ m}$, plávajúcu v dostatočne hlbokej nádrži s vodou s plochou voľnej hladiny (pred vložením kryhy) $S = 3,00 \times 2,00 \text{ m}^2$. Sochu umiestnili na kryhu tak, že horný povrch kryhy zostal vodorovný.

- a) Aká podmienka musí byť splnená, aby zostala horná stena kryhy vodorovná? Odpoveď zdôvodni. Nakresli obrázok a vyznač v ňom vektormi pôsobiace sily a opíš ich význam.
- b) Urči hmotnosť m_1 , ktorú by mala mať socha, aby ju kryha uniesla a nad hladinou vody kryha vyčnievala výškou $\Delta h = 2,0 \text{ cm}$.
- c) Urči, aká časť p_1 objemu sochy sa ponorila pod vodu, ak vyrobenú sochu s pôvodnou hmotnosťou m postavili na kryhu. Výsledok vyjadri v percentách.
- d) Teplotu vody v nádrži udržiavali $t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$, ale vzduch bol teplý. Ľadová kryha zostávala bez zmeny, ale socha sa začala postupne roztápať. Urči roztopenú časť p_2 pôvodnej hmotnosti sochy, pri ktorej sa nachádzal horný povrch kryhy presne na úrovni hladiny vody v nádrži. Výsledok vyjadri v percentách.
- e) Urči zmenu ΔH_1 výšky hladiny vody v nádrži, ak sa do nej vložila kryha a na ňu sa postavila uvedená socha, a zmenu ΔH_2 výšky hladiny v nádrži, ak sa socha aj kryha roztopili.

Hustota ľadu $\rho_\Gamma = 920 \text{ kg/m}^3$, hustota vody $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$, gravitačná konštanta $g \approx 10 \frac{N}{kg}$.

4. Zobrazovanie v rovinnom zrkadle

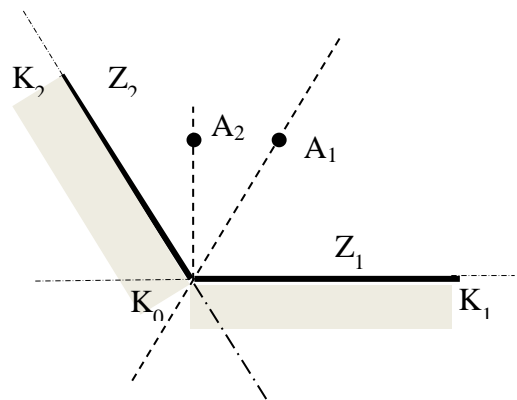
Pri zobrazovaní predmetu v zrkadle možno dosahovať rôzne efekty. Uvažujme najprv zobrazenie v jednoduchom rovinnom zrkadle, obr. E3–5. Zrkadlo Z má rozmer vyznačený krajnými bodmi K_1 a K_2 . V kolmej vzdialenosti a od zrkadla sa nachádza zobrazovaný predmet A .



Obr. E3-5

- Uved' základný zákon optiky pre odraz svetelných lúčov od zrkadla.
- Obrázok E3–5 prekresli do svojho riešenia. Do obrázku nakresli obraz A' bodu A v zrkadle a urči jeho polohu a vlastnosti. Do obrázku nakresli aspoň dva lúče, ktoré vychádzajú z bodu A a odrážajú sa od zrkadla.
- Možno obraz A' pozorovať z hocktorého bodu priestoru pred zrkadlom? Do obrázku vyznač, napr. šrafovaním, priestor pred zrkadlom, z ktorého možno obraz A' pozorovať, a ohranič tento priestor polpriamkami.

- Na obr. E3–6 sú znázornené dve zrkadlá Z_1 a Z_2 , ktorých zrkadliace plochy zvierajú uhol $\alpha = 120^\circ$. Na osi uhla zrkadiel (os zvierá so zrkadliacimi plochami oboch zrkadiel uhol 60°), pred zrkadliacimi plochami, je bod A_1 . Obrázok iba s bodom A_1 prekresli do svojho riešenia. Nakresli obrazy A_1' , A_1'' bodu A v oboch zrkadlách.
- Vyznač, napr. šrafovaním, priestor pred zrkadliacimi plochami, z ktorého možno súčasne pozorovať obrazy A_1' , A_1'' bodu A_1 v oboch zrkadlách. Tento priestor ohranič polpriamkami.



Obr. E3-6

- Prekresli obr. E3–6 iba s bodom A_2 , ktorý sa nachádza na kolmici k zrkadlu Z_2 , ktorá prechádza spoločným bodom K_0 zrkadiel Z_1 a Z_2 . V priestore pred zrkadlami možno pozorovať dva obrazy A_2' , A_2'' ako v predchádzajúcom prípade a navyše jeden tretí obraz A_2''' bodu A_2 . Vysvetli, prečo sú obrazy tri. Zakresli aspoň jeden lúč, ktorý vychádza z bodu A_2 a vytvára tretí obraz. Všetky obrazy zakresli do obrázku a v obrázku vyznač časť priestoru, z ktorej možno pozorovať súčasne všetky tri obrazy.

Poznámka: Zrkadliaca plocha zrkadiel je znázornená plnou čiarou.