

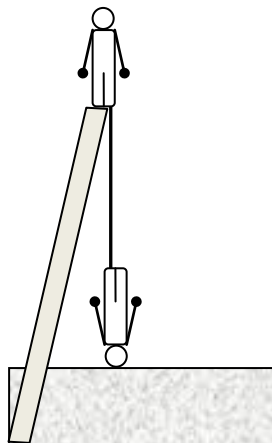
МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

София, 22 април 2023 г.

Тема за четвърта състезателна група (10. клас)

Задача 1. Скок с бънджи



Приятелите на Митко му правят подарък за рождения ден – скок с бънджи. Митко е висок $h_0 = 2$ m и има маса $m = 100$ kg. Той скача без начална скорост от платформа с височина $h = 25$ m над езеро. Краката му са завързани за еластично въже, другият край на което е закрепен към платформата. Митко започва да пада от изправено положение. Дължината и коефициентът на еластичност на въжето са подбрани така, че в най-долната точка Митко да докосне с главата си повърхността на водата. В края на скока, след като трептенията на въжето затихват, Митко се оказва с краката нагоре, а главата му се намира на разстояние $\Delta h = 8$ m над повърхността на водата.

Приемете човешкото тяло за еднороден цилиндър и земното ускорение $g = 10$ m/s².

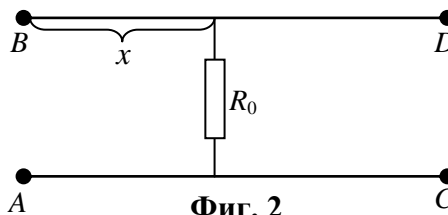
- А) Намерете максималната дължина l_1 на въжето в разтегнато състояние. (0,5 т)
- Б) Намерете дължината на въжето l_2 , когато Митко се намира в равновесие. (0,5 т)
- В) Намерете дължината на въжето l_0 в недеформирано състояние. (3,5 т)
- Г) Намерете коефициента k на еластичност на въжето. (1,0 т)
- Д) Намерете максималната скорост на Митко по време на падането. (2,0 т)
- Е) Намерете максималното ускорение на Митко по време на падането. (2,5 т)

Задача 2. Проблем с електрозахранването в стара къща

Електрическото захранване в стара къща е направено от двупроводна линия (фиг. 1), т.е. състои се от два еднакви изолирани един от друг проводника AC и BD , всеки с дължина l , както схематично е показано на фиг. 2. С времето изолацията на проводниците на някои места се нарушава поради стареене на материала. Съответно съпротивлението на изолацията намалява и между проводниците започва да протича ток. Нарушената изолация се намира на еднакво разстояние x от краищата A и B на двата проводника, както е показано на фиг. 2. Участъкът с нарушената изолация е еквивалентен на резистор със съпротивление R_0 , свързващ двата кабеля.



Фиг. 1



Фиг. 2

С цел определяне на x били измерени три съпротивления:

1. Съпротивлението R_1 между точките A и B , когато точките C и D не са свързани.
2. Съпротивлението R_2 между точките A и B , когато точките C и D са свързани накъсо.
3. Съпротивлението R_3 между точките C и D , когато точките A и B не са свързани.

А) Как зависи съпротивлението R на проводник от дължината му? Аргументирайте отговора си и пояснете смисъла на участващите във формулата величини. **(1,0 т)**

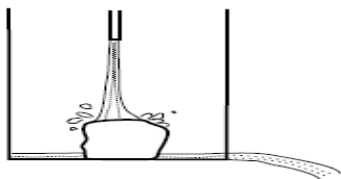
Б) Начертайте еквивалентна електрическата схема за всяко от трите измервания. Приемете, че е известно съпротивлението λ на единица дължина на проводниците (единицата за λ е Ω/m , т.е. ом върху метър). Съпротивлението на нарушената изолация е R_0 . **(1,5 т)**

В) Изразете съпротивлението R_0 на нарушената изолация чрез λ , R_1 , R_2 и R_3 . **(5,5 т)**

Г) Изразете разстоянието x до нарушената изолация чрез λ , R_1 , R_2 , R_3 . **(2,0 т)**

Задача 3. Задачата се състои от две независими части

Част 1. Изчистваме палубата на кораб от лед



Палубата на риболовен кораб е покрита с големи парчета лед с температура $T_0 = 0^\circ\text{C}$, останали след чистене на хладилните камери. Работник на кораба трябва да махне леда, като го полива от маркуч със струя вода с температура $T_1 = 20^\circ\text{C}$. За да не се наводнява палубата, в основата ѝ има процеци, през които излишната вода изтича в морето. Масата вода, която се излива от маркуча върху леда за единица време, е $q = 10 \text{ kg/s}$. Температурата на изтичащата от процепите вода е $T = 3^\circ\text{C}$. Топлообменът между водата и околната среда се пренебрегва.

Специфичният топлинен капацитет на водата е $c = 4200 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$, а специфичната топлина на топене на леда е $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$.

А) Напишете уравнението за топлинен баланс в общия случай, т.е. когато произволен брой n тела обменят топлина помежду си. (1 т)

Б) Получете израз за количеството топлина Q_1 , което падащата вода обменя с леда за определен интервал от време Δt . (2 т)

В) Получете израз за количеството топлина Q_2 , което ледът получава от падащата върху него вода за определен интервал от време Δt . (1 т)

Г) Получете израз и пресметнете масата вода q_1 , изтичаща от процепите в палубата за единица време. (4 т)

Жокер: Обърнете внимание, че размерността на q е kg/s ! Може да използвате, че за даден интервал от време Δt от маркуча се излива вода с маса $\Delta m = q\Delta t$.

Част 2. Как да изчакаме чаят да изстине!

Тази задача не изисква аналитично решение (формули), а само обяснение въз основа на природните закони.

Обичам да пия чай с малко добавено мляко. Сипвам си много горещ чай в чашата и изваждам млякото от хладилника. Как трябва да постъпя, така че чаят да се охлади по-бързо до температура, подходяща за пиене:

а) да изчакам 5 минути и после да добавя малко мляко;

б) веднага да добавя малко мляко и после да изчакам, докато сместа изстине. (2 т)

Жокер: Количеството топлина Q , отдадено в околното пространство за единица време зависи от разликата ΔT между температурите на чашата и тази на околната среда. Приемете, че чайт и млякото имат приблизително един и същ специфичен топлинен капацитет и масата на добавеното мляко е много по-малка от масата на чая.