IV ППМГ Бургас Challenge

Състезание по физика, 28 май 2022

Тема за 6 клас

Задача 1. Тренировки за шампиони.

Бургаските акули от баскетболен клуб Черноморец имат специални тренировки, които им помагат да захапят победата.

Част 1. Да загреем със „совалка".

Совалката е упражнение, при което спортистите бягат по права линия от края на игрището до дадена точка, връщат се, после бягат по права линия до друга по-далечна точка, връщат се, бягат до нова точка и така нататък.

Ачо прави интересна совалка. Той започва да бяга от единия край на игрището, достига до точка, намираща се на разстояние a от началото, връща се в края на игрището, бяга до точка, намираща се на разстояние $2a$ от началото, връща се до началото, бяга на разстояние $3a$, връща се в началото и продължава по същия начин.

1.1.1. Ако $a = 6\ \mathrm{m}$, дължината на игрището е $L = 30\ \mathrm{m}$ и Ачо бяга със скорост $v = 5\ \mathrm{m/s}$, открийте след какво време t_1 Ачо ще стигне до другия край на игрището, бягайки по описания начин. **[1 т.]**

Част 2. Най-бързият начин топката да стигне до целта.

Ачо и Боби застават един срещу друг на разстояние $x_0 = 2\ \mathrm{m}$ и започват да си подават топка с постоянна хоризонтална скорост. Всеки път, когато едно от момчетата получи топката, то светкавично (тоест за пренебрежимо малко време) увеличава разстоянието между тях с $a = 4\ \mathrm{m}$. Тренировката приключва, когато разстоянието между тях стане $D = 30\ \mathrm{m}$ и завършва с последно подаване от това разстояние.

1.2.1. Колко подавания N включва тази тренировка? **[1 т.]**

1.2.2. Колко разстояние s в метри ще прелети топката? **[1 т.]**

1.2.3. На какво разстояние d един от друг ще са двете момчета, когато е изтекло половината от времето, нужно за направят цялата тренировка? **[1.5 т.]**

Част 3. Совалки и пасове.

Ачо и Боби започват да бягат един до друг. Скоростта на Ачо е $v_1 = 5\ \mathrm{m/s}$, а тази на Боби $v_2 = 6\ \mathrm{m/s}$, а дължината на игрището е $L = 30\ \mathrm{m}$. Те бягат от единия до другия край на игрището, като щом стигнат до другия край на игрището, те продължават да бягат наобратно и повтарят това до края на упражнението. Единият от тях трябва да бяга с топката, но ако се срещнат, те си я подават и другият започва да бяга с нея.

1.3.1. Колко пъти N_1 ще си подадат топката за първите $T_1 = 61\ \mathrm{s}$ момчетата? **[4 т.]**

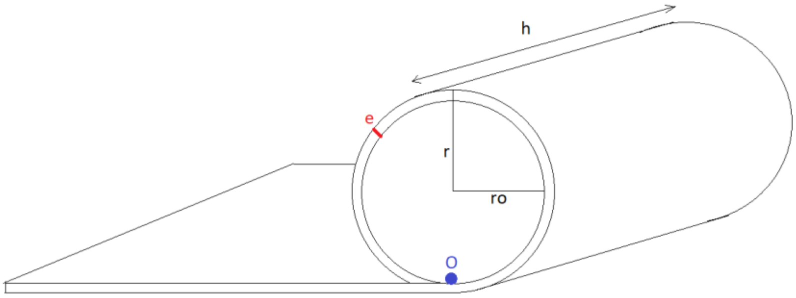
1.3.2. След колко време T_2 момчетата ще са си подали топката $N_2 = 99$ пъти? **[1.5 т.]**

Задача 2. Леденото кралство.

Всяка година Международният фестивал на снега и леда в китайския град Харбин се превръща в смразяващо предизвикателство за законите на физиката. В тази задача ще разгледаме какви физични принципи стоят зад снежната архитектура.

Част 1. Снежни колони.

Чан иска да направи снежен замък. Планът му е да търкаля количество сняг във формата на цилиндър с височина $h = 0{,}5\ \mathrm{m}$ върху снежна покривка. В началото снежният цилиндър има радиус $r_0 = 3\ \mathrm{cm}$. При търкалянето към дъното на цилиндъра се залепва нов слой сняг с дебелина $e = 0{,}5\ \mathrm{cm}$. Чан търкаля цилиндъра със скорост $v = 0{,}05\ \mathrm{m/s}$. Плътността на снега е $\rho = 200\ \mathrm{kg/m^3}$.



2.1.1. След колко време T_0 снежният цилиндър ще тежи $m = 2\ \mathrm{kg}$? **[2 т.]**

2.1.2. Чан отбелязва мястото, където снегът започва да се залепя към първоначалния цилиндър (т. O на схемата). Той засича моментите, за които т. O прави един оборот (преминава отново през най-ниското си положение). Изчислете всички такива моменти, докато радиусът на цилиндъра надвиши $r = 5\ \mathrm{cm}$. **[2 т.]**

2.1.3. Замъкът на Чан трябва да има размер $16\ \mathrm{cm}$. За тази цел той трябва да избира между две стратегии – дали да направи една колона с радиус $R_1 = 8\ \mathrm{cm}$ или две колони с радиуси $R_2 = 4\ \mathrm{cm}$. Коя от двете стратегии е по-бърза? **[1 т.]**

2.1.4. Опишете качествено и количествено как ще изглежда търкаляният сняг в момент $T_1 = 59.4\ \mathrm{s}$ от началото. **[2 т.]**

Част 2. Анализ на модела на снежния цилиндър.

2.2.1. Коментирайте числените данни в условието – удобни за търкаляне ли са размерите на цилиндъра, защо плътността на снега е толкова по-ниска от водната, защо скоростта на търкаляне е малка? **[1 т.]**

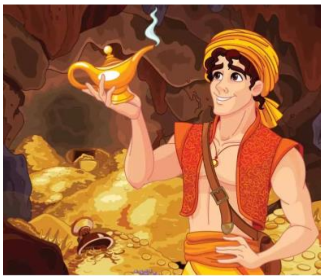
2.2.2. Коментирайте получените резултати за отделните моменти в 2.1.2. Също опишете как биха се променили те, ако се променят параметрите на задачата v и e. **[1 т.]**

2.2.3. Този модел реалистичен ли е? Какви фактори още трябва да се отчетат? **[1 т.]**

Полезна математика:

Квадратен корен ($\sqrt{}$) от число a е такова число y, че да е изпълнено $y^2 = a$. Например 4 е корен от 16, защото $4^2 = 16$. С обичаен калкулатор може да се намери квадратния корен на кое да е зададено число.

Задача 3. Аладин и златните физични тайни.



Аладин бил беден, но изключително умен момък с блестящи познания по физика. Дори и в пещера пълна с различни съкровища, той винаги познава златните предмети, защото може да реши задачи като тази без грешка.

Част 1. Специална характеристика.

3.1.1. Аладин разчита на една физична характеристика на телата, която не зависи от тяхната форма и размери, а само от съставящото ги вещество. От стойността на тази величина зависи например дали тяло ще плава или потъва във вода. Коя е тази характеристика? **[1 т.]**

3.1.2. Предложете как експериментално да определим тази характеристика за едно тяло в течно състояние. А за тяло в твърдо състояние? **[1 т.]**

Част 2. Да разгадаем златото на атомно ниво.

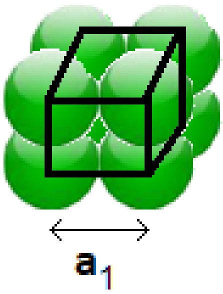
Телата са изградени от атоми, които са подредени в определена конфигурация (*решетка*). За тела, изградени от едно и също вещество, подредбата на атомите в решетката е еднаква.

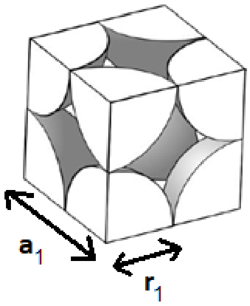
Разглеждаме кубична решетка, във върховете на която се намират златните атоми. Страната на един куб от решетката е a_1. Златните атоми се моделират като допиращи се еднородни сфери с плътност $\rho_0 = 26\,000\ \mathrm{kg/m^3}$. Пространството извън сферите е празно.

3.2.1. Каква част от a_1 е радиусът на една сфера r_1? **[0,25 т.]**

3.2.2. Колко общо сфери N има в границите на един куб от решетката? **[0,75 т.]**

3.2.3. Намерете плътността ρ_1 на един куб от решетката. **[2 т.]**

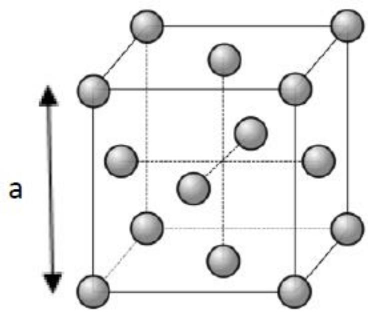


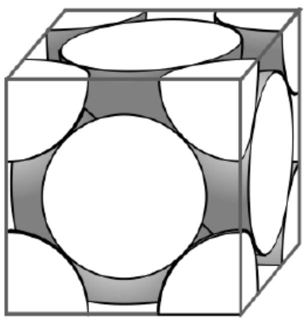


Част 3. Златната подредба.

След като получил резултата за плътността на златото при проста кубична решетка, Аладин се усъмнил в горната подредба. Той отгатнал истинската златна решетка със страна a_2, която може да видите на долните картинки – на лявата са нанесени позициите на центровете на златните атоми в решетката, а на дясната е показано, че атомите всъщност се допират един до друг. Известно е, че тогава $a_2 = 2.83 r_1$.

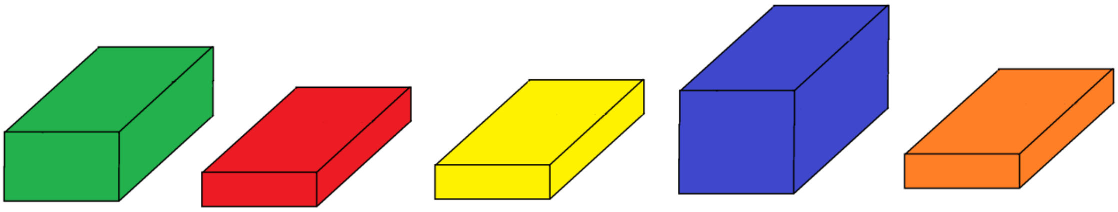
3.3.1. Каква е плътността на златото ρ_2? **[3 т.]**





Част 4. Опакованите съкровища.

3.4.1. Аладин открил в пещерата пет опаковани кутии, чиито размери са показани достоверно на дадените картинки. Във всяка от тях има скрит един от два възможни вида скъпоценности. Той трябва да избере две от кутиите, така че да получи от двата вида скъпоценности, и то възможно най-много от всеки вид. Кои две кутии трябва да избере? **[2 т.]**



Време за работа – 4 часа.

Успех!