

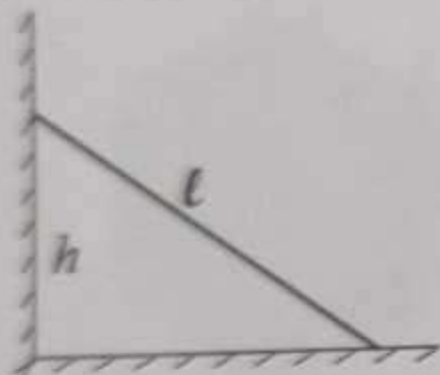
Задача 1

Частица с маса M и скорост v_0 се удря в по-лека от нея частица с маса m ($m < M$), която първоначално е в покой. Ударът е идеално еластичен, но нецентрален. Определете максималния ъгъл $\theta_{\max}$, на който може да отскочи тежката частица след удара спрямо началната си посока на движение.

Задача 2.

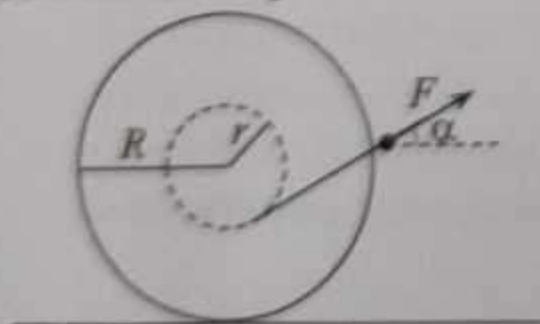
Стълба (еднородна пръчка) с дължина ℓ е опряна вертикално на стената. Ако долният край на стълбата бъде отместен на много малко разстояние от стената, стълбата започва да се свлича, опирайки се на пода и стената. На каква височина h от пода горният край на стълбата ще се отдели от стената?

Силите на триене между стълбата и пода и между стълбата и стената се пренебрегват.



Задача 3.

Еднороден цилиндър с маса m и радиус R е поставен върху хоризонтална равнина. В диска е прорязан много тесен улей с радиус r , около който е намотана лека нишка, както е показано на фигурата. Към свободния край на нишката е приложена сила F под ъгъл α спрямо равнината, при което цилиндърът започва да се търкаля без приплъзване. Определете големината и посоката (наляво или надясно спрямо чертежа) на ускорението $\vec{a}_C$, с което се движи центърът C на диска, като функция на ъгъла α .



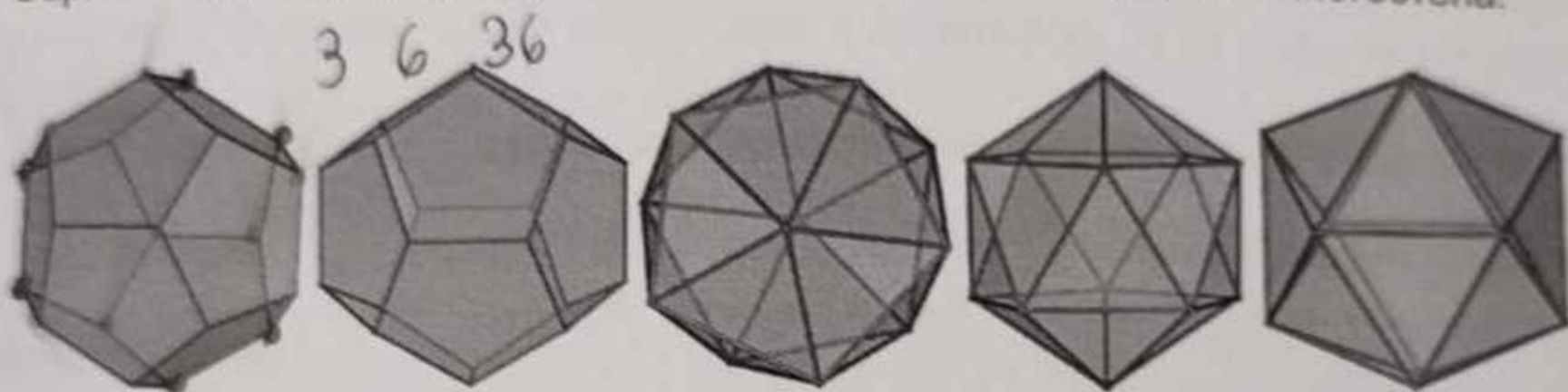
Зад. 4. Съпротивление

Додекаедър се нарича многостен с 12 стени, които са правилни петоъгълници. Всеки от 20-те му върха е обща точка за 3 правилни петоъгълници. Икосаедър се нарича многостен с 20 стени, които са равностранни триъгълници. Всеки от 12-те му върха е обща точка за 5 равностранни триъгълници.

Нека са направени такива многостени от запоени пръчки с равна дължина, всяка една със съпротивление R . Изчислете:

а) съпротивленията R_1 между два противоположни и R_2 между два съседни върха на додекаедъра;

б) съпротивленията R_3 между два противоположни и R_4 между два съседни върха на икосаедъра. Дадени са различни проекции на двата многостена.



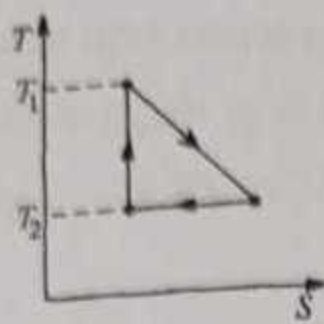
Зад. 5. Оцветен сапунен мехур

Намерете минималната дебелина d_{min} на тънък слой с показател на пречупване $n = 1.33$, при която светлина с дължина на вълната 640 nm ще се отразява най-много, а светлина с дължина на вълната 400 nm няма да се отразява изобщо. Ъгълът, под който пада светлината, е 30° . От двете страни на слоя има въздух (с показател на пречупване единица). За кои други дължини на вълните от видимата област при тези условия и дебелина също ще бъде изпълнено условието за минимум (или за максимум)?

Зад. 6. Слънчево и лунно хало

В студени зимни дни (нощи) или високо в планините в ясно време може да се забележи ярка светеща окръжност (хало) около Слънцето (Луната). Това явление се дължи на пречупването на светлината в ледените кристали. Допуснете, че ледените кристали имат формата на правилни шестоъгълни призми и равнината, в която лежат падащия и пречупените лъчи, е успоредна на дъната на призмата. Показателят на пречупване на леда за средата на видимата област е 1.31 . Изчислете ъгъла на халото (ъгълът между светещото тяло и точка от окръжността (халото)). Как ще бъде оцветено халото от външната и вътрешната си страна?

Задача 7. На фиг. 1 е показан цикъл на топлинен двигател, който работи между максимална T_1 и минимална T_2 температури.



Фиг. 1

а) Дайте геометрична интерпретация на работата, извършена от топлинния двигател.

б) Намерете КПД η на цикъла, изразен чрез минималната и максималната температура. Каква минимална информация е достатъчна, за да намерим числената му стойност?

в) Предложете конкретна минимална информация и пресметнете КПД η .

Задача 8. Въздухът в топлоизолирана стая с обем $V = 27 \text{ m}^3$ бавно се нагрява. В стаята има леко откренато малко прозорче, като през този отвор въздухът може да излиза. Налягането навън е $P = 1 \text{ atm}$.

а) Какво количество топлина Q е необходимо, за да се повиши температурата на въздуха в стаята от 0 до 20°C ?

б) Намерете изменението на вътрешната енергия ΔU на въздуха в стаята.

в) Определете изменението на ентропията ΔS на въздуха в стаята при нагряването му.

Задача 9. Маса на π -мезоните, трансуранови елементи

А. Съгласно със съвременните представи ядрените сили на привличане се дължат на обмен на частици, наречени π -мезони. Като използвате съотношенията за неопределеност, пресметнете масата m на π -мезоните.

В. Според класическите представи електростатичното поле на ядрото на елемент с номер $Z > 92$ може да привлече електрон към себе си. Обаче според съотношението за неопределеност локализацията на електрона в обема на ядрото води до силно нарастване на кинетичната му енергия. Какъв трябва да е номерът Z , за да може ядрото да удържи електрона, ако елементът е устойчив?

Константа на Планк $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$,

скорост на светлината във вакуум $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Задача 10.

Първоначално два протона и два позитрона се удържат неподвижни във върховете на квадрат със страна $a = 1 \text{ cm}$, като протоните са в краищата на единия диагонал, а позитроните – в краищата на другия. Всички частици едновременно се освобождават. Оценете техните скорости, когато частиците са се разлетели на големи разстояния една от

друга. Протоните и позитроните могат да се разглеждат като класически точкови маси, чието гравитационно взаимодействие може да се пренебрегне.

Полезни числови данни:

Връзка между масата на протона и позитрона – $M \approx 2000 m$; $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Елементарен електричен заряд $q_0 = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$;

Електрична константа $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$.