



68. РЕПУБЛИЧКИ НАТПРЕВАР ПО ФИЗИКА

25 април 2026

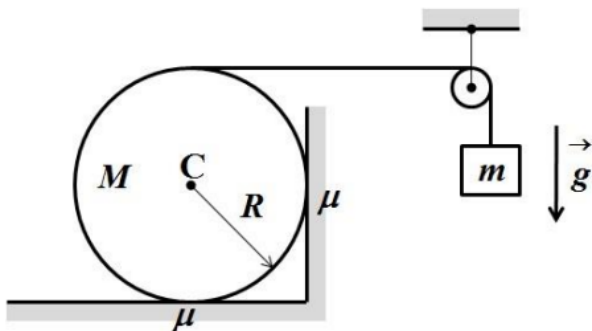
IV година

Задача 1. Во однос на системот S , протон се движи со брзина $v = 4c/5$ кон антипротон, којшто мирува. Да се одреди енергијата на секоја од честичките, во однос на референтниот систем S' , во којшто вкупниот импулс на двете честички е еднаков на нула. Масата на мирување на протонот е еднаква на масата на мирување на антипротонот и изнесува $m = 938 \text{ MeV}/c^2$.

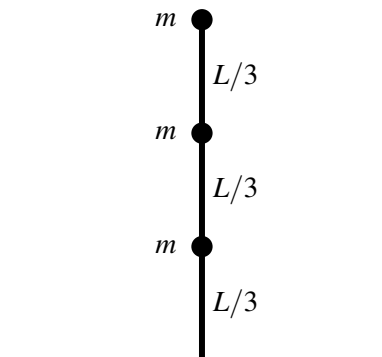
Задача 2. Фотон со бранова должина $\lambda = 2 \text{ nm}$ се расејува од слободен електрон, којшто мирува. По судирот, фотонот се движи долж првобитниот правец на движење, но во спротивната насока. Да се најде кинетичката енергија на електронот по расејувањето. Енергијата на мирување на електронот е еднаква на $E_0 = 511 \text{ keV}$, а производот на Планковата константа и брзината на светлината во вакуум е $hc = 1240 \text{ eV}\cdot\text{nm}$.

Задача 3. Хомоген цилиндар со маса $M = 8 \text{ kg}$ е поставен на хоризонтална подлога и притоа е потпрен на вертикален ѕид, како на Слика 1. Коефициентот на триење помеѓу цилиндарот и подлогата, како и помеѓу цилиндарот и ѕидот е $\mu = 0,5$. На цилиндарот е намотан тенок нерастеглив конец со занемарлива маса. Другиот крај на конечот, преку макара со занемарлива маса, е закачен за тег со маса $m = 11 \text{ kg}$. Да се најде забрзувањето на тегот, ако конечот не пролизгува во однос на цилиндарот. При движењето на системот, цилиндарот е постојано во контакт со ѕидот, т.е тој не врши транслаторно движење. Земјиното забрзување е еднакво на $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Моментот на инерција на цилиндарот, во однос на оската на ротација, е даден со $I = MR^2/2$, каде што R е неговиот радиус.

Задача 4. Хомогена прачка со маса m и должина $L = 1,2 \text{ m}$ е прицврстена на едниот крај за хоризонталната подлога, како што е прикажано на Слика 2. На прачката се прицврстени три еднакви топчиња со маса m , на меѓусебни растојанија $L/3$. Во почетниот момент, прачката стои исправена во вертикалната рамнина, а потоа се ослободува да се движи. Да се најде брзината на секое од топчињата, во моментот кога ќе удрат во хоризонталната подлога. Моментот на инерција на прачката, во однос на оската, којашто е нормална на неа и минува низ едниот нејзин крај, е даден со $I = mL^2/3$. Земјиното забрзување е еднакво на $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.



Слика 1



Слика 2

Задача 5. Атомите кај двоатомните молекули, каков што е O_2 , можат да осцилираат околу центарот на маса на системот, долж правецот којшто ги спојува нивните центри. Како резултат на тоа, кај овие молекули се набљудува вибрационен спектар. За опишување на вибрациите на молекулот O_2 , може да се искористи моделот на Морзе, според којшто потенцијалната енергија на заемнодејството помеѓу двата атома, кога тие се оддалечени на растојание r , може да се запише како

$$U(r) = D_e \left[1 - e^{-a(r-r_0)} \right]^2,$$

каде што $r_0 = 1,21 \cdot 10^{-10}$ m е рамнотежното растојание помеѓу атомите, $a = 2,6 \cdot 10^{10}$ m⁻¹, а D_e е потенцијалната енергија на атомите кога тие се оддалечени на многу големо растојание, т.е. кога хемиската врска е раскината. Во рамките на овој модел, вибрационите енергетски нивоа на молекулот се дискретни (квантувани), па на вибрациона состојба со вибрационен квантен број v ($v = 0, 1, 2, \dots$) ѝ одговара енергија

$$E_v = \hbar\omega_0 \left(v + \frac{1}{2} \right) - \hbar\omega_0\chi \left(v + \frac{1}{2} \right)^2,$$

каде што $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ е редуцираната Планкова константа, ω_0 е кружната фреквенција, со којашто се вршат осцилациите, а $\chi = 0,0077$ е коефициент на анхармоничност. Притоа, основната состојба е состојбата со минимална енергија, т.е. состојбата определена со $v = 0$.

а) Да се определи кружната фреквенција ω_0 , ако се знае дека, при премин од првата екситирана состојба во основната состојба, се емитува фотон со бранова должина $\lambda = 6,412$ μ m.

б) Експериментално е одредено дека, минималната енергија, којашто треба да ја апсорбира молекулот за да дисоцира, кога тој се наоѓа во основната состојба, е еднаква на $D_0 = 5,12$ eV. Да се определи енергијата D_e .

в) Колкав е бројот на вибрациони енергетски нивоа кај O_2 ?

Брзината на светлината во вакуум е еднаква на $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, додека, пак, Планковата константа е еднаква на $h = 4,136 \cdot 10^{-15}$ eV \cdot s.