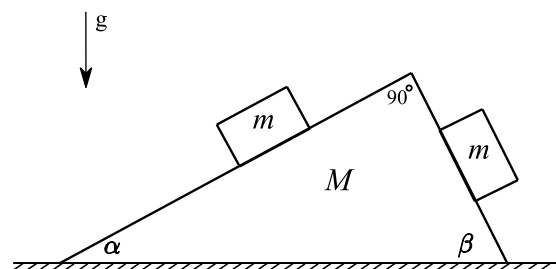
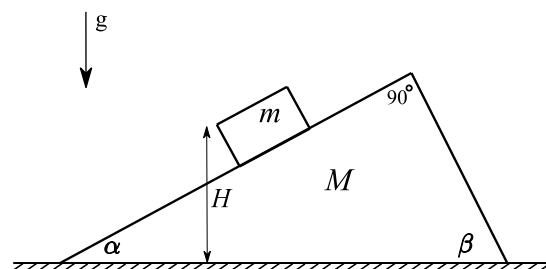


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНО ПРОЛЕТНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА
12 – 13 март 2016 г., Бургас
Тема за 11-12. клас

Задача 1. Механика



Фиг. 1 а



Фиг. 1 б

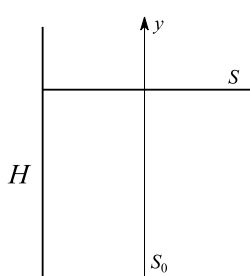
Клин с маса M и с форма на правоъгълен триъгълник е поставен върху равнина, както е показано на фиг. 1 а и б. Всички повърхности по-долу са гладки, т.е. отсъства сила на триене.

а) Клинт се захваща неподвижно за равнината. Две малки тела с маси m са поставени неподвижно върху клина, при което започват да се пързят по него (фиг. 1 а). Определете нормалната сила N , с която системата от трите тела действа върху равнината. [3т]

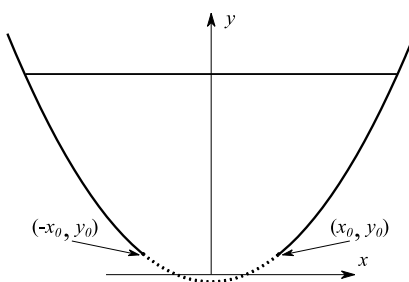
б) Клинт вече може да се движи свободно без триене по равнината. Определете ускорението a , с което се движи той, докато телата се пързят по него. [3т] Намерете силата N , с която системата от трите тела действа върху равнината. [1т]

в) Нека в началото е поставено неподвижно само едно тяло с маса m на височина H (фиг. 1 б). Намерете скоростите на тялото и клина в момента, когато тялото достига основата на клина. Намерете числен резултат за стойностите $g = 10 \text{ m/s}^2$, $H = 3 \text{ m}$, $\alpha = 45^\circ$, $m = 1 \text{ kg}$, $M = 2 \text{ kg}$. Приемете, че малкото тяло е с пренебрежими размери. [3т]

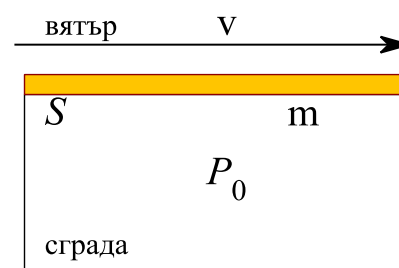
Задача 2. Флуиди



Фиг. 2 а



Фиг. 2 б



Фиг. 2 в

а) В правоъгълен съд с площ S е налята вода до височина H , както е показано на фиг. 2 а. Водата изтича през дупчица с площ S_0 , намираща се на дъното на съда. Нека с v_y означим скоростта, с която спада нивото на водата, а с v_0 – скоростта на водната струя, изтичаща през дупчицата. Намерете v_y и v_0 като функция на нивото на водата y . [3т]

б) В съд с ротационна форма е налята вода, която изтича през дупка на дъното на съда (фиг. 2б). Дупката е симетрична, като краищата ѝ са с координати $(-x_0, y_0)$ и (x_0, y_0) . Формата на съда е

такава, че нивото на водата у спада равномерно с времето. Следователно тази система може да се използва за измерване на времето. Намерете формата на съда $y = f(x)$. [4т]

Упътване за а) и б): Водата да се разгледа като течност с пренебрежим вискозитет.

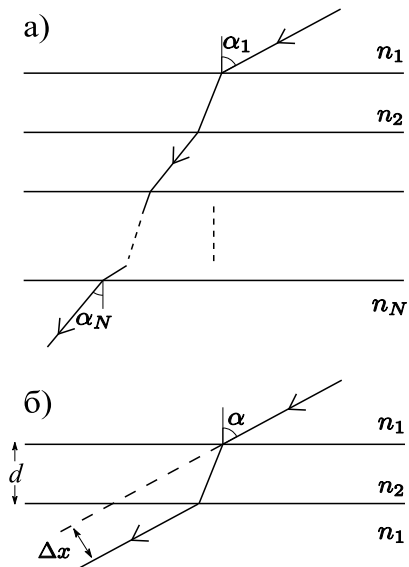
в) На фиг. 2 в е показана сграда, която е изложена на вятър със скорост v . Пресметнете минималната скорост v_0 , при която вятърът ще отдели покрива от сградата. Максималната допустима сила на опън на конструкцията, поддържаща покрива, е F_0 , площта и масата на покрива са съответно S и m , а плътността на въздуха е ρ . [3т]

Задача 3. Оптика

Част А

а) Светлинен лъч преминава последователно през среди с различни показатели на пречупване $n_1, n_2, \dots, n_N$, както е показано на фиг. 3 а). Границите на средите, $N-1$ на брой, са успоредни една на друга. Намерете изходния ъгъл α_N при даден входен ъгъл α_1 . [1т]

б) Лъч пада под ъгъл α върху плоско-паралелна пластинка с дебелина d . Показателите на пречупване на средите са показани на фиг. 3 б). Намерете отместването на лъча Δx . Намерете числен резултат за стойностите $\alpha = 45^\circ$, $n_1 = 1$, $n_2 = 1.5$, $d = 1\text{ cm}$. [3т]



Фиг. 3

Част Б

Фотоапарат има прост обектив, който се състои от една леща с фокусно разстояние $f = 1\text{ cm}$ и диаметър $d = 1\text{ cm}$. Сензорът, върху който се проектира изображението от обектива, представлява квадрат със страна $L = 20\text{ mm}$.

а) Апаратът е фокусирал обект на разстояние $a = 1\text{ m}$. Намерете зрителното поле ϕ на фотоапарата. Зрително поле е максималният ъглов диаметър, който може да се заснеме с дадения фотоапарат. [2т]

б) Фотографът насочва фотоапарата към Слънцето и го оставя с отворена бленда, така че то да осветява сензора за продължително време. Слънчевата светлина преминава през филтър, така че интензитетът ѝ е $I_0 = 0.1\text{ W/m}^2$, а ъгловият диаметър на Слънцето е приблизително $\alpha = 0.5^\circ$. Намерете равновесната температура T_0 на осветената част от сензора. [4т]

Упътване б): Равновесна температура се постига, когато за единица време тялото поглъща и излъчва еднакво количество енергия.

Приемете, че сензорът поглъща целия светлинен поток и че е с нулева топлинна проводимост (не провежда топлина към неосветената си част и към останалата част от фотоапарата). Сензорът излъчва топлина единствено от осветената от Слънцето страна.

Константа на Стефан-Болцман $\sigma = 5.67 \times 10^{-8}\text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$.