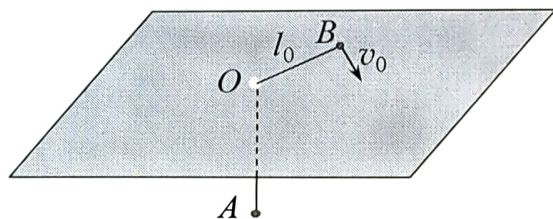


Задача. Две еднакви топчета (материални точки) A и B с маса m са свързани с лека и нерастеглива нишка, която минава през малък отвор O в хоризонтална маса, както е показано на фигурата. Топчето A виси под масата, а топчето B се намира върху масата на разстояние l_0 от отвора. Триенето между топчето B и масата, както и триенето между нишката и ръбовете на отвора се пренебрегват. Земното ускорение е g .



а) Каква начална скорост v_0 трябва да бъде придадена на топчето B така, че то да обикаля по окръжност около т. O ? **(1 точка)**

б) След като на топчето B е придадена начална скорост v_0 , към топчето A е закрепена допълнителна тежест с маса Δm . В резултат на това топчето A започва да се спуска надолу, като издърпва нишката. Намерете дължината l на участъка от нишката, намиращ се върху масата, в момента, когато топчето A достига най-ниското си положение. **(2.5 точки)**

в) Ако $\Delta m \ll m$, топчето A трепти приблизително хармонично между най-високото и най-ниското си положение. Изразете периода T на това трептене чрез дадените в условието параметри. **(1.5 точка)**

Зад. 5 т. Фазова дифракционна решетка

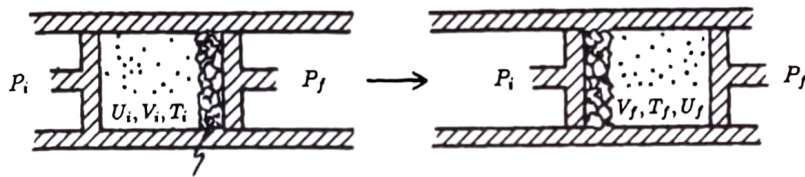
Фазова дифракционна решетка представлява плоскопаралелна пластинка с дебелина h , съставена от редуващи се ивици с равна ширина b и с показатели на пречупване съответно n_1 и n_2 . Широчината на цялата дифракционна решетка е $2Nb$ (N – цяло число, $N \gg 1$). Успореден сноп монохроматична светлина с дължина на вълната λ пада нормално върху пластинката. Наблюдават се дифрактиралите успоредни снопове под ъгъл θ спрямо нормалата на решетката. Отраженията на повърхностите на пластинката се пренебрегват.

- а) При каква минимална дебелина h_{min} интензивността на дифракционната картина в центъра на дифракционната картина $I(\theta = 0) = 0$? В следващите подусловия използвайте тази дебелина на решетката.
- б) Под какъв ъгъл θ_1 (или негова тригонометрична функция) ще се наблюдава първият максимум в дифракционната картина?
- в) Под какъв ъгъл θ_2 (или негова тригонометрична функция) ще се наблюдава вторият максимум в дифракционната картина?
- г) Намерете аналитичния вид на ъгловата зависимост на интензивността на дифракционната картина $I(\theta)$ в зависимост от параметрите на задачата.

Задача 5т. (Мърваков)

Ефект на Джаул–Томсън: дроселиране

Дроселирането е процес, при който газ се прекарва през пореста среда, която унищожава макроскопичното му движение. Обикновено процесът протича при топлинна изолация на газа от околната среда. Най-популярната схема на този процес се нарича процес на Джаул–Томсън, която е показана на фиг. 1. Неподвижна пореста преграда разделя топлоизолиран цилиндър на две части. Първоначално газът заема обем V_i и има температура T_i , като налягането му е P_i . При



Фиг. 1

движение на лявото бутало надясно налягането на газа в ляво е P_i , а налягането на преминалия в дясно газ е $P_f < P_i$. То се поддържа постоянно чрез движение на буталото надясно до пълното преминаване на газа през порестата преграда. В резултат на процеса температурата на газа се променя с $\Delta T = T_f - T_i$ при изменение на налягането с $\Delta P = P_f - P_i$, което се нарича ефект на Джаул–Томсън.

а) Като използвате първия принцип на термодинамиката, намерете връзка между параметрите на началното (i) и крайното (f) състояние на газа. Приемете, че енергията на макроскопичното движение е пренебрежима. **2 точки**

б) Покажете, че газ с уравнение на състояние на Ван дер Ваалс

$$\left(P + \frac{v^2 a}{V^2} \right) (V - vb) = vRT$$

при $a = 0$ винаги се нагрива в опита на Джаул–Томсън. Определете повишението на температурата при разширението на газа. Приемете, че $vb/V \ll 1$. **(1,5 точки)**

в) Покажете, че при разширение на газ на Ван дер Ваалс с $b = 0$ в опита на Джаул–Томсън, газът винаги се охлажда. Намерете понижението на температурата **(1,5 точки)**