

Задача 5 т.

Пръчка с маса m и дължина l е подпряна с двата си краища на хоризонтален под и вертикална стена. Тя лежи в равнина, перпендикулярна на пода и стената. Земното ускорение е g . В началния момент време пръчката е неподвижна и сключва ъгъл α_0 с пода. След това се освобождава и започва да пада. Триене няма. Инерчният момент на пръчка около ос, минаваща през центъра на масата ѝ и перпендикулярна на пръчката, е $I = \frac{1}{12}ml^2$. Намерете:

а) скоростта v на центъра на масата на пръчката и ъгловата ѝ скорост ω като функция на ъгъла α , който сключва пръчката с пода при падането си, докато се допира до стената;

б) при какъв ъгъл α_1 пръчката ще се отлепи от стената;

в) каква ще бъде скоростта на пръчката v_∞ след като падне върху пода и продължи да се хлъзга по него.

KS-2
DM

Контролно 5 т. (ДМ)

Задача. Идеален едноатомен газ (${}^4_2\text{He}$), който е пример за газ от бозони, се охлажда при фиксирани обем V и брой частици N . При понижаване на температурата му се достига до температура T_0 , под която свойствата на газа се определят от квантовите свойства на градивните частици – вълновите свойства на всяка отделна частица и неразличимостта на еднаквите частици.

а) Намерете израз за температурата T_0 , като отчетете че вълновите свойства на частиците започват да се проявяват, когато дължината на вълната на Дьо Бройл при енергия на частицата, равна на средната енергия на топлинното движение, е равна приблизително на средното разстояние между частиците. Направете числена оценка на концентрацията $n = N/V$, ако $T_0 = 4 \text{ K}$.

При температура $T < T_0$ всички частици на газа могат да бъдат разделени на две групи, всяка една от които включва макроскопичен брой частици. Първата група се състои от N_0 на брой частици, които се намират на най-ниското енергетично ниво ($\varepsilon = 0$) и не участват в топлинното движение. Втората група от N^* на брой частици с положителна енергия са разпределени по нивата с $\varepsilon > 0$, те участват в топлинното движение, като техния брой зависи от температурата и се дава с израз

$$N^* = N \left(\frac{T}{T_0} \right)^{3/2}.$$

Описаната картина се отнася за така наречения изроден идеален бозе-газ.

б) Определете топлинния капацитет C_V на газа при $T < T_0$ и намерете уравнението на обратимия адиабатен процес за този температурен интервал в TV -променливи.

в) Намерете налягането P на газа при $T < T_0$. Посочете характерната особеност на получения резултат за налягането.

Освен термодинамичните величини T, V, N , търсените характеристики трябва да включват константата на Планк h (квантови свойства), константа на Болцман k (топлинни свойства) и масата m на хеливия атом.

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$m = 6,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Асинхронен електродвигател

Вс

На фигурата е показано принципното устройство на т.нар. *асинхронен електродвигател*. Роторът на двигателя се състои от два метални пръстена, закрепени към оста, и голям брой N метални пръчки, свързващи пръстените. Система от намотки, които не са показани на фигурата, създава равномерно нестационарно магнитно поле с индукция B , която е перпендикулярна на оста на двигателя. Намотките се захранват с променлив трифазен ток, в резултат на което векторът на магнитната индукция се върти около оста на двигателя с ъглова скорост ω_0 .

Радиусът на пръстените е a , дължината на пръчките – l . Съпротивлението на всяка от пръчките е R , а съпротивлението на пръстените се пренебрегва.

а) Получете израз за въртящия момент M , който действа на ротора на двигателя, в случай, че роторът е закрепен неподвижно.

б) Да приемем, че двигателят задвижва механично устройство, поради което роторът се върти с ъглова скорост ω ($0 < \omega < \omega_0$). Получете израз за въртящия момент като функция на ω . Колко е максималната полезна (механична) мощност $P_{\max}$ на двигателя?

Упътване. В зависимост от начина на решаване на задачата, може да използвате и друга отправна система.

