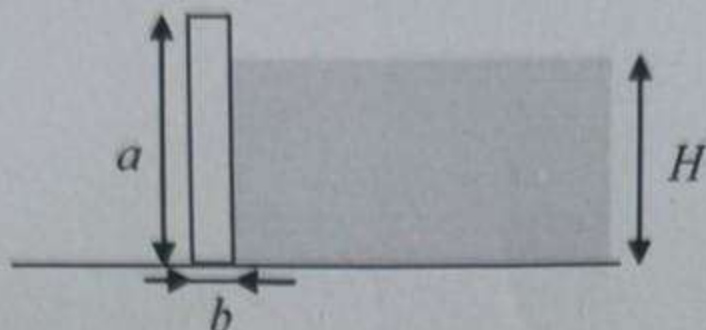
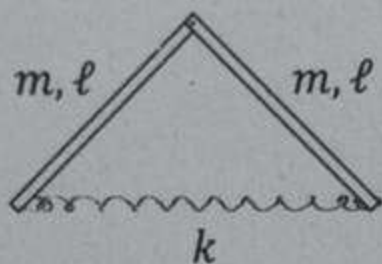


Задача 1. Канал с правоъгълно напречно сечение е преграден с бетонен блок с височина $a = 2.0 \text{ m}$ и дебелина $b = 0.2 \text{ m}$. Плътността на бетона е $\rho_1 = 2.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, а тази на водата – $\rho_0 = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$. Коефициентът на триене между бетона и дъното е $\mu = 1$. Намерете максималната височина H на водата в канала, при която преградата може да я задържи.



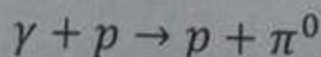
Задача 2. Две еднакви еднородни пръчки, всяка с маса m и дължина ℓ , са съединени с шарнирна връзка, така че може да се въртят без триене една спрямо друга. Свободните краища на пръчките са свързани с пружина с коефициент на еластичност k , така че в състояние на равновесие пръчките сключват прав ъгъл помежду си (вж. фигурата).



Пръчките са отклонени в противоположна посока на малък ъгъл спрямо равновесното си положение и са пуснати без начална ъглова скорост. Получете израз за честотата ν на възникналите трептения в системата.

Системата се намира в безтегловност.

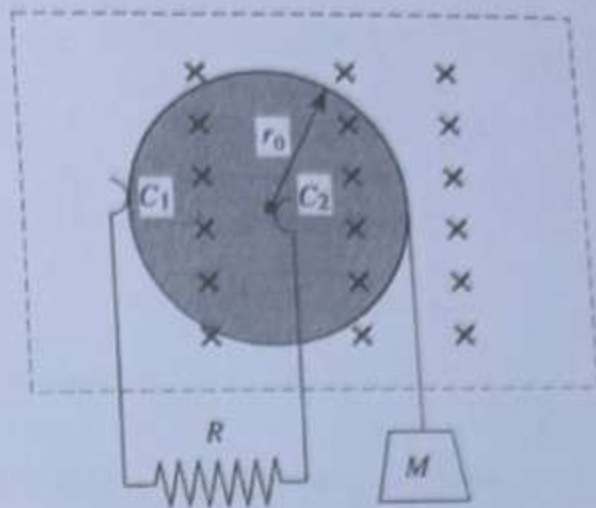
Задача 3. Гама-квант взаимодейства с неподвижен протон, в резултат на което се ражда π^0 мезон:



При каква минимална енергия на гама-кванта е възможен този процес? Масите в покой на протона и пи-мезона са: $m_p = 938 \text{ MeV}/c^2$ и $m_\pi = 135 \text{ MeV}/c^2$.

Зад. 4. Хомополярен генератор на Фарадей

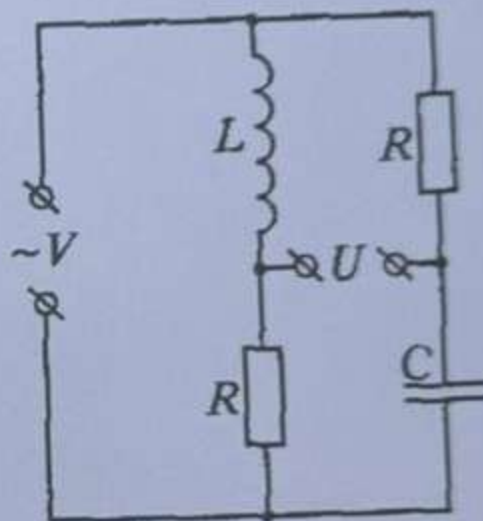
Идеално проводящ диск с радиус r_0 се намира в постоянно еднородно поле с магнитна индукция B , перпендикулярна на диска. Резистор със съпротивление R е свързан с центъра и периферията на диска. Тяло с маса M е закачено за нишка, навита на диска. Земното ускорение е g . Тялото започва да пада и след време дискът достига максималната си ъглова скорост. Получете тази ъглова скорост ω и тока I , който тече през резистора.



Зад. 5. Променливотоков мост

Променливотоков мост се състои от източник на променливо напрежение $V(t) = U_0 \cos(\omega t)$, два еднакви резистора, всеки със съпротивление R , кондензатор с капацитет C и намотка с индуктивност L . Между средните точки на моста се мери с осцилоскоп напрежение $U(t) = U_1 \cos(\omega t + \varphi)$.

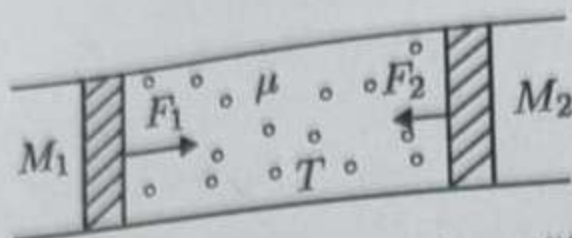
- При каква връзка между параметрите на моста $U_1 = 0$?
- При произволни параметри на моста при някаква честота ω , напреженията $V(t)$ и $U(t)$ са във фаза (т.е. $\varphi = 0$). Получете тази честота ω . При тази честота колко е отношението U_1/U_0 ?



Зад. 6. Топлинно лъчение.

Тяло с вакуумирана кухня в него е в термодинамично равновесие. Обемната плътност на енергията на топлинното лъчение в кухнята е u , а енергията на топлинното лъчение, падаща на единица площ върху повърхността на кухнята на тялото за единица време, е Φ . Изразете Φ чрез u .

Задача 7. В дълга хоризонтална цилиндрична тръба се намират бутала с маси $M_1 = 2 \text{ kg}$ и $M_2 = 1 \text{ kg}$, които могат да се движат практически без триене (фиг. 1). Между



Фиг.1

буталата се намира един мол идеален газ (хелий). Какво ще бъде установилото се разстояние l между буталата, ако към тях са приложени срещуположни сили $F_1 = 100 \text{ N}$ и $F_2 = 50 \text{ N}$, насочени по оста на тръбата? Температурата на газа T е постоянна и равна на 10 K . Тръбата се намира във вакуум. Приемете универсалната газова константа $R \approx 8,3 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$.

Задача 8. В цилиндър с огледално дъно и огледално бутало се намира един фотон с честота ω_0 , чийто импулс е насочен перпендикулярно на буталото. Буталото започва да се движи бавно с постоянна скорост, докато обемът на съда се намали k пъти. Определете крайната честота на фотона. Приемете, че дължината на вълната на фотона е много по-малка от размерите на съда, а така също импулсът на фотона е много по-малък от импулса на буталото.

Задача 9. В молекулата (CO_2) има голям брой близко разположени дискретни енергетични нива, преходите от които могат да доведат до генериране на лазерно лъчение с дължина на вълната около $\lambda \approx 10 \mu\text{m}$, като разстоянието между спектралните линии е $\Delta\lambda \approx 20 \text{ nm}$. За осъществяване на плавно пренастройване на честотата на лазера се използва повишаване на налягането, при което уширението на нивата при ударите между молекулите се определя от времето за свободен пробег и води до сливането на тези линии в една полоса.

Оценете налягането P при температура $T = 400 \text{ K}$, когато това сливане е възможно. Напречното сечение на удар между две молекули е $\sigma \approx 10^{-19} \text{ m}^2$.

Задача 10. 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 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 изрази

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

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

б) Определете топлинния капацитет C_V на газа при $T < T_0$.

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.

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

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

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