

Т Е М А

за Републиканския кръг на олимпиадата по ФИЗИКА

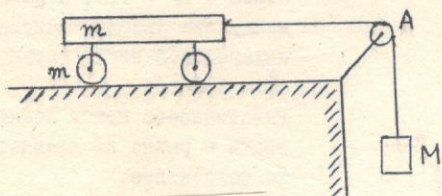
21 април 1985 г.

ЗАДАЧА 1: Количка с маса на платформата m има четири колела, всяко с маса m и радиус R . От състояние на покой количката започва да се движи под действието на теглилка с маса M , свързана с количката посредством безтегловна неразтеглива нишка /фиг.1/. Масата на марката А, през която е прехвърлена нишката е пренебрежимо малка. Колелата на количката се движат по хоризонталната равнина без хлъзгане.

Определете:

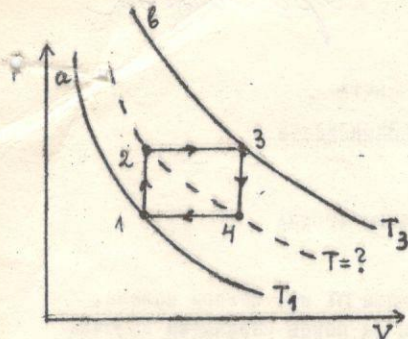
1. Ускорението a , с което ще се движи количката.
2. Силата на опъване на нишката T .
3. Хоризонталната сила F , с която всяка ос действа на всяко от колелата.
4. Силата на триене $F_{тр}$, приложена към всяко от колелата.
5. При какъв коефициент f на триене е възможно описаното движение на количката?

Силите на триене в осите се пренебрегват. Колелата са плътни хомогенни цилиндри. Инерчният момент на такъв цилиндър спрямо оста му е $J = \frac{1}{2} m R^2$. Максималната сила на триене при покой да се приеме равна на силата на триене при хлъзгане.



фиг. 1

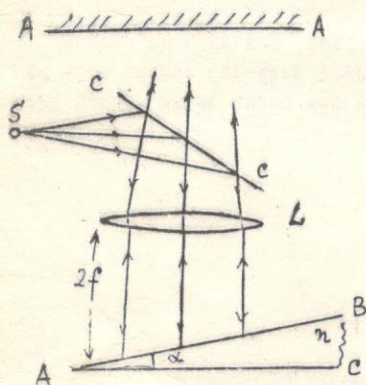
ЗАДАЧА 2: На фигура 2 кривите a и b са две изотерми на един мол идеален газ, на които съответствуват температури $T_1 = 400\text{ K}$ и $T_3 = 900\text{ K}$. Точките 1, 2, 3 и 4 съответствуват на върховете на термодинамичен цикъл с правоъгълна форма, като точките 1 и 3 лежат на изотермите T_1 и T_3 , а точките 2 и 4 лежат също на една изотерма. Участъците 1 - 2 и 3 - 4 съответствуват на изохорен процес, а 2 - 3 и 4 - 1 на изобарен процес.



Фиг. 2

ЗАДАЧА 3: От източника S /фиг.3/ върху плоскопаралелната пластинка CC , която частично отразява и частично пропуска светлината, пада монохроматична светлина с дължина на вълната λ . Отразените лъчи, като минат през лещата L стават успоредни и попадат върху стъклената призма ABC , перпендикулярно на основата AB . Отразените от призмата лъчи отново преминават през лещата L и плоскопаралелната пластинка CC и дават върху екрана AA интерференчна картина.

1. На какво разстояние трябва да се намира екранът от лещата L ?
Пречупващият ъгъл α на призмата е много малък, от порядъка на десетки секунди.
2. Определете ъгъла α на призмата, ако $\lambda = 5 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$, показателят на пречупване на стъклото на призмата е $n = 1,5$, а разстоянието между два съседни максимума на интензитета върху екрана AA и $l = 2,5 \text{ cm}$.
Разстоянието между лещата и призмата е равно на двойното фокусно разстояние.



Фиг. 3

Изчислете:

Караджова

МИНИСТЕРСТВО НА НАРОДНАТА ПРОСВЕТА

Централна комисия за провеждане на олимпиадата

Т Е М А

за Републиканския кръг на олимпиадата по ФИЗИКА

21 април 1985 г.

Задача 1: 1. Законът за запазване на енергията, като вземем под внимание, че силите на триене между колелата и равнината са сили на триене при покой и следователно работата им е нула, може да се изрази:

$$Mgh = \frac{1}{2}mv^2 + 4\frac{1}{2}m\omega^2 + 4\frac{J\omega^2}{2} + \frac{MV^2}{2} \quad /1/. \text{ Тук } h$$

е височината, на която се е спуснала тегилката с маса M , а изразът в дясно е кинетичната енергия на цялата система. Понеже движението е без хлъзгане $V = \omega R$ /2/.

$$\text{От } /1/ \text{ и } /2/ \text{ получаваме } Mgh = \frac{7}{2}mv^2 + \frac{MV^2}{2} \quad /3/.$$

$$\text{Понеже действуват постоянни сили } h = \frac{1}{2}at^2 \quad /4/, \quad V = at \quad /5/$$

$$\text{и следователно } Mg\frac{1}{2}at^2 = \frac{7m+M}{2}at^2 \quad /6/, \text{ от където}$$

$$a = \frac{M}{7m+M}g \quad /7/.$$

2. Опъването T на нишката определяме от уравнението

$$Mg - T = Ma \quad /8/ \quad T = M(g - a) = \frac{7Mm}{7m+M}g \quad /9/$$

3. Силата на взаимодействие F на всяка ос с колелото определяме

$$\text{от условието } T - 4F = ma = \frac{mMg}{7m+M} \quad /10/.$$

$$\text{откъдето } F = \frac{3}{2} \frac{Mmg}{7m+M} \quad /11/.$$

4. Момент на силата на триене $F_{тр}$ при покой, приложена към

$$\text{всяко колело е } F_{тр}R = J\varepsilon \quad /12/, \quad J = \frac{1}{2}mR^2, \quad \text{а } \varepsilon = \frac{a}{R} \quad /13/$$

/движение без хлъзгане/.

$$\text{От тук следва, че } F_{тр} = \frac{ma}{2} = \frac{mMg}{14m+2M} \quad /14/.$$

5. Но максималната сила на триене при покой е равна на силата на триене при пъзгане и следователно $F_{тр} = f(m + \frac{m}{4})g$

/15/, където $(m + \frac{m}{4})g$ е на-

тисктът на всяко колело върху равнината. От тук

$$f = \frac{4M}{5(14m + 2M)} \quad /16/.$$

ЗАДАЧА 2: 1. По закона на Тей Лусак за състоянията в т.1 и т.4

$$e \text{ в сила } \frac{V_4/V_1}{T_1/T_1} = T_1/T_1, \text{ а за състоянията в т.2 и т.3 } \frac{V_2/V_2}{T_2/T_2} = T_2/T_2 = T_3/T_3 = 600 \text{ K.}$$

2. Ватрешната енергия на един мол идеален газ е $U = N_A \bar{e}$ /3/.

$$\bar{e} = \frac{3}{2} kT = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T \quad /4/ \text{ и сл. } U = \frac{3}{2} RT \quad /5/.$$

Изменението $\Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T$ /6/. От I принцип на термодинамиката, зап-бен във вида $\Delta Q = \Delta U + \Delta A$ /7/, където $\Delta A = p \Delta V$

/работата при изширение при постоянно налягане/ можем да намерим съот-вните топлини като помислим, че $V_2 = V_1, V_3 = V_4, p_4 = p_1, p_2 = p_3, T_2 = T_1, T_4 = T$

$$\Delta Q_{12} = \frac{3}{2} (T - T_1) R = \frac{3}{2} (600 - 400) R = 300 R = 2490 \text{ J} \quad A_{12} = 0$$

$$\Delta Q_{23} = \frac{3}{2} R (T_3 - T) + p_3 (V_3 - V_2) = \frac{3}{2} R (T_3 - T) + p_3 V_3 - p_2 V_2 = \frac{3}{2} R (T_3 - T) + R T_3 - R T_2 = 750 R = 6225 \text{ J}$$

$$\Delta Q_{34} = \frac{3}{2} R (T - T_3) = -450 R = -3735 \text{ J} \quad A_{34} = 0$$

$$\Delta Q_{41} = \frac{3}{2} R (T_1 - T) + p_1 (V_1 - V_4) = \frac{3}{2} R (T_1 - T) + p_1 V_1 - p_4 V_4 = \frac{3}{2} R (T_1 - T) + R T_1 - R T_4 = -500 R = -4150 \text{ J}$$

$$\eta = \frac{\Delta Q_{23} + \Delta Q_{34} + \Delta Q_{41}}{\Delta Q_{23} + \Delta Q_{34} + \Delta Q_{41} + \Delta Q_{12}} = \frac{100R}{1050R} = 9.52\%$$

ЗАДАЧА 3: 1/. Екранът трябва да се намира на тикова разстояние от L, че върху него да се проектира горната повърхност на стъклената

призма, т.е. на разстояние 2f.

2/. При плоскопаралелна пластинка с дебелина d условието за интерференция е $2dn - \frac{1}{2}\lambda = m\lambda$ /1/, където d е дебелината на пластинката, а m = 0, 1, 2, Тъй като дебелината на призмата се измери, то условието /1/ се написва за две дебелини d₁ и d₂

$$2d_1n - \frac{1}{2}\lambda = m\lambda \quad /2/$$

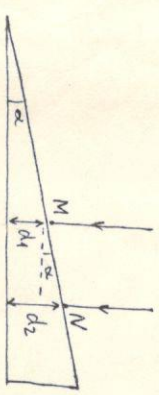
7 / m = 0, 1, 2, ...

и $2d_2n - \frac{1}{2}\lambda = (m+1)\lambda$ /3/, като в /3/ порядъка на максимумите на интензитета е с 1 по-голям отколкото в /2/. Чрез извадане наприеме $2n(d_2 - d_1) = \lambda$ /4/. От фигурата се вижда, че

$$\tan \alpha = \frac{d_2 - d_1}{MN} = \frac{d_2 - d_1}{e} \quad /5/.$$

$$\alpha = \frac{\lambda}{2ne} \approx 14''.$$

ФИГУРИ



УКАЗАНИЯ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ЗАДАЧИТЕ:

1. При пълно и върно решение да се дават 40 т.
2. Ако са решени условия 1 - 4 да се дават 35 т.
3. Ако са решени условията 1 - 3 да се дават 30 т.
4. Ако са решени условията 1 - 2 да се дават 20 т.
5. Ако са написали само условие 1 да се дават 10 т.

ЗАДАЧА 2:

1. При пълно и върно решение да се дават 30 т.
2. Ако е решена т.1 и т.2 да се дават 25 т.
3. Ако е решена т.1 и са написани поне две топлини 15 т.
4. За решението на т.1 да се дават 10 т.

ЗАДАЧА 3:

1. При пълно и върно решение да се дават 30 т.
2. Ако върно е отговорено на т.1 и са написани уравненията /2/ и /3/ да се дават 20 т.
3. Ако е написано само уравнение /1/ да се дават 10 т.