

Национално есенно състезание по физика
Русе, 18 – 20 ноември 2005 г.

Мирослав Абрашев, Виктор Иванов, Максим Максимов,
Димитър Мърваков и Людмил Василев

*Физически факултет, СУ “Св. Кл. Охридски”
София 1164*

Решения

9 клас

Задача 1. На фиг. 1 е показано разположението на зарядите. Съгласно с принципа на суперпозицията интензитетът на електричното поле във всяка точка е векторна сума от интензитетите на полетата, създадени от зарядите 1 и 2. За да бъде интензитетът на полето нула, интензитетите E_1 и E_2 трябва да са насочени в противоположни посоки и да имат еднакви големина. Точката C трябва да лежи на съединителната права между 1 и 2. На фиг. 1 е показан случая, когато зарядът q е положителен. Тогава

$$E_1 = k \frac{q}{r^2}, \quad E_2 = k \frac{nq}{(l-r)^2}$$

и от равенството $E_1 = E_2$ следва

$$nr^2 = (l-r)^2$$

Уравнението може да се запише във вида

$$(n-1)r^2 + 2lr - l^2 = 0$$

и след отделяне на пълен квадрат е

$$\left(r\sqrt{n-1} + \frac{l}{\sqrt{n-1}} \right)^2 = \frac{nl^2}{n-1}.$$

След коренуване на двете страни се получава

$$r = \frac{l}{n-1}(\sqrt{n}-1) = \frac{l}{\sqrt{n}+1} = 2 \text{ cm.}$$

На фиг. 2 е показан случаят, при който nq е заменен с $-nq$, а зарядът q остава положителен. За да имат интензитетите E_1 и E_2 противоположни посоки, т. D трябва да лежи на съединителната права извън отсечката, определена от зарядите 1 и 2. Тъй като $q < |nq|$, т. D трябва да се намира по-близо до заряда 1 отколкото до 2. Тогава

$$nr^2 = (l+r)^2$$

и това уравнение има решение

$$r = \frac{l}{n-1}(\sqrt{n}+1) = \frac{l}{\sqrt{n}-1} = 6 \text{ cm.}$$

Задача 2. I. а) Нека означим параметрите на състоянията 1 – 2 – 3 – 4 с

$$p_1, V_1, T_1 \rightarrow p_1', V_1', T_1 \rightarrow p_1', V_2', T_2 \rightarrow p, V_2, T_2.$$

Те са свързани помежду си с равенствата:

$$p_1 V_1 = p_1' V_1' \quad (\text{изотермно свиване}),$$

$$\frac{V_1'}{T_1} = \frac{V_2'}{T_2} \quad (\text{изобарно охлаждане}),$$

$$p_1' V_2' = p V_2 \quad (\text{изотермен процес}).$$

От тях получаваме

$$p = \frac{T_2 V_1}{T_1 V_2} p_1 = 4 \text{ atm} = p_1.$$

б) Виж фигурите 3, 4 и 5.

II. За изпаряването на маса m_1 вода при температура $T_1 = 373 \text{ K}$ е необходимо количество топлина

$$Q_1 = m_1 r.$$

За получаването на лед с маса m_2 от вода с температура T_2 трябва да се отнеме количество топлина

$$Q_2 = m_2 \lambda.$$

При цикъл на Карно

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2},$$

откъдето намираме

$$m_2 = m_1 \frac{T_2 r}{T_1 \lambda} \approx 10 \text{ kg.}$$

Задача 3.

а) На фиг. 6 са показани силите G – сила на тежестта, R – реакция на опората, f – сила на триене.

б) Всички показани сили са постоянни и движението е равноускорително. Следователно

$$v = \frac{2l}{\tau} \approx 7 \text{ m/s.}$$

в) В подножието на склона потенциалната енергия на шейната е нула, а кинетичната енергия е

$$\frac{mv^2}{2} \approx 1250 \text{ J.}$$

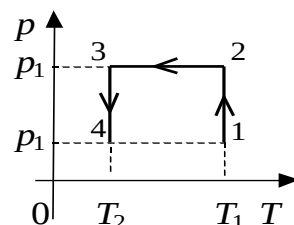
В началния момент кинетичната енергия е нула, а потенциалната –

$$mgh \approx 2500 \text{ J.}$$

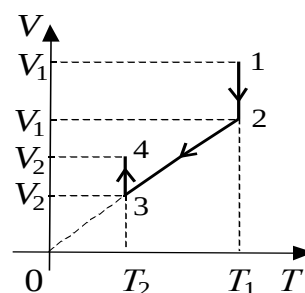
Изменението на пълната механична енергия е

$$\Delta E = A_f = -fl,$$

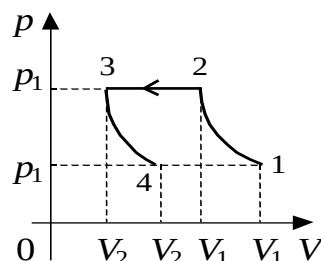
откъдето намираме



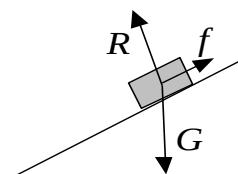
фиг. 3



фиг. 4



фиг. 5



фиг. 6

$$f = \frac{1}{l} \left(mgh - \frac{mv^2}{2} \right) = 125 \text{ N}.$$

По хоризонталния участък действа сила на триене f_1 . Тогава $\frac{mv^2}{2} = f_1 s$,

откъдето получаваме $f_1 = \frac{mv^2}{2s} \approx 160 \text{ N}$.