

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНО ЕСЕННО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

8 – 9 НОЕМВРИ 2014 Г., ПЛЕВЕН

Тема 7. клас, Решения и указания

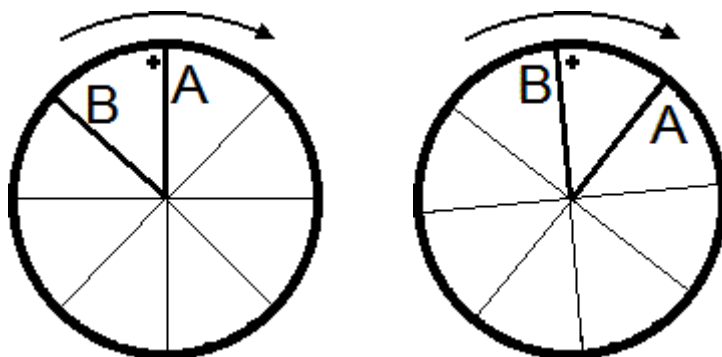
Задача 1. Стреляй в целта

Част 1.

Максималното време, с което разполага стрелата, за да премине между спиците, е

$$t = \frac{T}{n} = 0,01 \text{ s.} \quad [2,5 \text{ т.}]$$

Например, ако върхът на стрелата достигне равнината на колелото в момент, в който спица А е в положение „12 часа“ (точката на „пронизване“ е означена на чертежа), то стрелата разполага с време за преминаване само докато съседната спица В на свой ред заеме положение „12 часа“ (в рамките на един оборот на колелото).



Имайки предвид дължината на стрелата, тя се нуждае от време $t_{\text{стрела}} = \frac{l}{v} = 0,012 \text{ s.} [1 \text{ т.}]$

Сравняваме: $t_{\text{стрела}} > t$, следователно принцът не може да спечели принцесата. [0,5 т.]

Забележка: Би могъл да я спечели, ако скъси стрелата си с поне 10 см.

Част 2.

Първоначалното опъване е със сила $F_1 = 120 \text{ N}$, следователно скоростта на първата стрела е $v_1 = 40 \text{ m/s.} [0,5 \text{ т.}]$

Времето, за което първата стрела достига мишената, е $t = \frac{L}{v_1} = \frac{120}{40} = 3 \text{ s.} [0,5 \text{ т.}]$

Втората стрела е изстреляна t_0 след първата със скорост v_2 . Следователно $t = t_0 + \frac{L}{v_2}$,

откъдето $v_2 = \frac{L}{t - t_0} = \frac{120}{3 - 1} = 60 \text{ m/s.} [1 \text{ т.}]$

От графиката – съответната сила на опъване е $F_2 = 180 \text{ N.} [0,5 \text{ т.}]$

Третата стрела има скорост v_3 . Изстреляна е t_0 след втората и $2t_0$ след първата. Следователно $t = 2t_0 + \frac{L}{v_3}$, откъдето $v_3 = \frac{L}{t - 2t_0} = \frac{120}{3 - 2} = 120 \text{ m/s}$. [1 т.]

От графиката – съответната сила на опъване е $F_3 = 360 \text{ N}$. [0,5 т.]

Част 3.

Ако разстоянието от Вилхелм до ябълката е x , то от ябълката до мишената е $L - x$.

Времето, за което стрелата ще долети при ябълката е $t_1 = \frac{x}{v_0}$; времето, за което стрелата ще

измине разстоянието от ябълката до мишената е $t_2 = \frac{L - x}{0,9v_0}$. [0,5 т.]

От условието следва, че $t_1 + t_2 = t_0$. Заместваме изразите за t_1 и t_2 , т.е. $t_0 = \frac{x}{v_0} + \frac{L - x}{0,9v_0}$,

откъдето $x = 10L - 9t_0v_0 = 10 \cdot 100 - 9 \cdot 3 \cdot 35 = 55 \text{ m}$. [1,5 т.]

Задача 2. Солено или сладко

а)

Поради избора на стойност за $\rho_0 = 1,23 \text{ g/cm}^3$, определянето на вида на разтвора – солен или сладък, може да стане само след намиране на плътността на солен разтвор, приготвен с максималното количество сол, т.е. най-соления разтвор.

В подточка а) се дават точки само за най-соления разтвор.

Ако е намерена плътността на най-сладкия разтвор, то се дават съответните точки от подточка в).

За най-соления разтвор:

Обемът на $m_{\text{вода}} = 1 \text{ g}$ вода е $V_{\text{вода}} = 1 \text{ cm}^3$.

Обемът на $0,4 \text{ g}$ сол е $V_{\text{сол}} = \frac{m_{\text{сол}}}{\rho_{\text{сол}}} = \frac{0,4}{2,10} = 0,19 \text{ cm}^3$. [0,2 т.]

Масата на най-соления разтвор е $m_{\text{солен р-р}} = m_{\text{сол}} + m_{\text{вода}} = 1 + 0,40 = 1,40 \text{ g}$. [0,4 т.]

Обемът на най-соления разтвор е $V_{\text{солен р-р}} = V_{\text{вода}} + V_{\text{сол}} = 1 + 0,19 = 1,19 \text{ cm}^3$. [0,4 т.]

Плътността на най-соления разтвор е $\rho_{\text{солен р-р}} = \frac{m_{\text{солен р-р}}}{V_{\text{солен р-р}}} = \frac{1,40}{1,19} \text{ g/cm}^3 \approx 1,18 \text{ g/cm}^3$. [0,5 т.]

Разтворът е сладък, тъй като плътността му е по-голяма от максималната плътност за солен разтвор. [0,5 т.]

б)

Плътността на разтвора е $\rho_0 = \frac{m_0}{V_0} = 1,23 \text{ g/cm}^3$.

Масата m_0 на разтвора, приготвен от 1 g вода (по условие) и маса m_x захар, е $m_0 = m_{\text{вода}} + m_x$. [0,5 т.]

Обемът V_0 на разтвор, приготвен с обем V_x захар, е $V_0 = V_{\text{вода}} + V_x$. [0,5 т.]

От друга страна (плътността на захарта $\rho_{\text{захар}}$ е известна) $V_x = \frac{m_x}{\rho_{\text{захар}}}$. [0,5 т.]

Заместваме $\rho_0 = \frac{m_0}{V_0} = \frac{m_{\text{вода}} + m_x}{V_{\text{вода}} + V_x} = \frac{m_{\text{вода}} + m_x}{V_{\text{вода}} + \frac{m_x}{\rho_{\text{захар}}}}$, следователно $m_x = \rho_{\text{захар}} \frac{\rho_0 V_{\text{вода}} - m_{\text{вода}}}{\rho_{\text{захар}} - \rho_0}$ ИЛИ

$$m_x = 1,40 \frac{1,23 - 1}{1,40 - 1,23} \approx 1,89 \text{ g}. \quad [1,5 \text{ т.}]$$

в)

За плътността на най-сладкия разтвор:

$$\text{Обемът на 5 g захар е } V_{\text{захар}} = \frac{m_{\text{захар}}}{\rho_{\text{захар}}} = \frac{5}{1,40} = 3,57 \text{ cm}^3. \quad [0,2 \text{ т.}]$$

$$\text{Масата на най-сладкия разтвор е } m_{\text{сладък р-р}} = m_{\text{захар}} + m_{\text{вода}} = 1 + 5 = 6 \text{ g}. \quad [0,4 \text{ т.}]$$

$$\text{Обемът на най-сладкия разтвор е } V_{\text{сладък р-р}} = V_{\text{вода}} + V_{\text{захар}} = 1 + 3,57 = 4,57 \text{ cm}^3. \quad [0,4 \text{ т.}]$$

$$\text{Плътността на най-сладкия разтвор е } \rho_{\text{сладък р-р}} = \frac{m_{\text{сладък р-р}}}{V_{\text{сладък р-р}}} = \frac{6}{4,57} \text{ g/cm}^3 \approx 1,31 \text{ g/cm}^3. \quad [0,5 \text{ т.}]$$

За да плава топчето в сладък, но не и в солен разтвор, средната му плътност трябва да е по-голяма от тази на най-соления разтвор и по-малка от плътността на най-сладкия:

$$\rho_{\text{солен р-р}} < \rho_{\text{топче}} < \rho_{\text{сладък р-р}} \text{ или } 1,18 \text{ g/cm}^3 < \rho_{\text{топче}} < 1,31 \text{ g/cm}^3. \quad [1 \text{ т.}]$$

Нека кухнята заема част $V_{\text{кухина}} = xV_{\text{топче}}$ от обема на топчето. Тогава алуминият заема обем $V_{\text{алуминий}} = (1-x)V_{\text{топче}}$.

$$\text{Масата на топчето е } m_{\text{топче}} = \rho_{\text{алуминий}} V_{\text{алуминий}} = (1-x)\rho_{\text{алуминий}} V_{\text{топче}}. \quad [0,5 \text{ т.}]$$

$$\text{Средната плътност на топчето е } \rho_{\text{топче}} = \frac{m_{\text{топче}}}{V_{\text{топче}}} = \frac{(1-x)\rho_{\text{алуминий}} V_{\text{топче}}}{V_{\text{топче}}} = (1-x)\rho_{\text{алуминий}}. \quad [0,5 \text{ т.}]$$

Най-малката средна плътност на топчето определя **максималната кухня**. [0,25 т.]

Тя се намира от равенството $\rho_{\text{топче}} = \rho_{\text{солен р-р}}$ или $1,18 = (1-x)2,7$. Тогава $x \approx 0,56$. [0,5 т.]

Най-голямата средна плътност на топчето определя **минималната кухня**. [0,25 т.]

Тя се намира от равенството $\rho_{\text{топче}} = \rho_{\text{сладък р-р}}$ или $1,31 = (1-x)2,7$. Тогава $x \approx 0,51$. [0,5 т.]

Задача 3. Флуиди под налягане

Част 1. Точки се дават за следното или еквивалентно обяснение (може и нарисувано) :

При стискане на бутилката, налягането в нея се повишава. [0,5 т.]

Увеличеното налягане се предава и на водата в епруветката. [1 т.]

В резултат, още малко от водата навлиза в епруветката, а въздухът в нея намалява обема си. [1 т.]

Епруветката, заедно с водата, става по-тежка (т.е. силата на тежестта става по-голяма от изтласкващата) и потъва. [0,5 т.]

Част 2.

а)

Вследствие от закона на Паскал, налягането p , създадено от натиска върху бутало (2), се предава еднакво във всички посоки, включително върху върху буталата (1) и (3). [1 т.]

Това налягане е $p = \frac{F}{3A_0}$. [0,5 т.]

Налягането върху буталата (1) и (3) е еднакво. За да не се движат другите две бутала, върху всяко от тях трябва да действа сила (със същата посока като F)

$F_1 = pA_0 = \frac{F}{3A_0} A_0 = \frac{F}{3} \approx 67 \text{ N}$. [1,5 т.]

б)

Вследствие от закона на Паскал, всяко от буталата (2), (3) и (4) ще се премести на едно и също разстояние. [1 т.]

Тъй като веществото (флуидът) се запазва, то всяко бутало ще се премести в посока „навън“ на разстояние $\frac{l}{3} = 1 \text{ cm}$. [1 т.]

в)

Вследствие от закона на Паскал налягането върху буталата (2), (3) и (4) е еднакво. [1 т.]

Тъй като в този случай буталата са с еднаква площ, то върху тях трябва да се приложи същия по големина натиск, т.е. $F_{2,3,4} = 300 \text{ N}$. [1 т.]