МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

НАЦИОНАЛНО ЕСЕННО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

8 – 9 НОЕМВРИ 2014 Г., ПЛЕВЕН

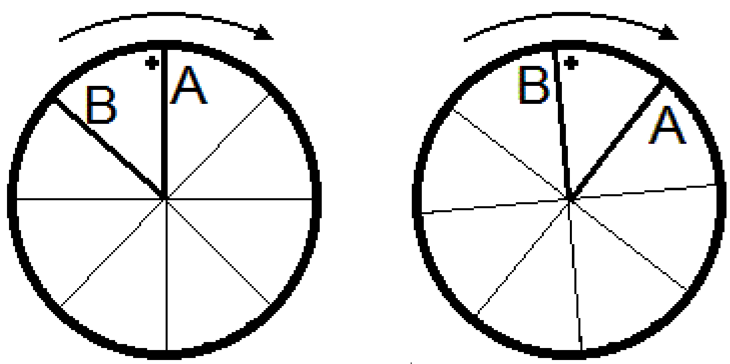
Тема 7. клас, Решения и указания

Задача 1. ***Стреляй в целта***

Част 1.

Максималното време, с което разполага стрелата, за да премине между спиците, е $t = \dfrac{T}{n} = 0,01\ \text{s}$. **[2,5 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 $t_{стрела} = \dfrac{l}{v} = 0,012\ \text{s}$. **[1 т.]**

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

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

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 т.]**

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

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

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

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

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

От графиката – съответната сила на опъване е $F_3 = 360\ \mathrm{N}$. **[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 $t_1 = \dfrac{x}{v_0}$; времето, за което стрелата ще измине разстоянието от ябълката до мишената е $t_2 = \dfrac{L-x}{0,9v_0}$. **[0,5 т.]**

От условието следва, че $t_1 + t_2 = t_0$. Заместваме изразите за t_1 и t_2, т.е. $t_0 = \dfrac{x}{v_0} + \dfrac{L-x}{0,9v_0}$, откъдето $x = 10L - 9t_0v_0 = 10\cdot 100 - 9\cdot 3\cdot 35 = 55\ \mathrm{m}$. **[1,5 т.]**

Задача 2. *Солено или сладко*

а)

Поради избора на стойност за ρ_0 = 1,23 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 $m_{\text{вода}} = 1\ \mathrm{g}$ вода е $V_{\text{вода}} = 1\ \mathrm{cm^3}$.

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

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

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

Плътността на най-соления разтвор е $\rho_{\text{солен р-р}} = \dfrac{m_{\text{солен р-р}}}{V_{\text{солен р-р}}} = \dfrac{1,40}{1,19}\ \mathrm{g/cm^3} \approx 1,18\ \mathrm{g/cm^3}$. **[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 $\rho_0 = \dfrac{m_0}{V_0} = 1,23\ \mathrm{g/cm^3}$.

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) $V_x = \dfrac{m_x}{\rho_{\text{захар}}}$. **[0,5 т.]**

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

$m_x = 1,40 \dfrac{1,23-1}{1,40-1,23} \approx 1,89$ g. **[1,5 т.]**

в)

За плътността на най-сладкия разтвор:

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

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

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

Плътността на най-сладкия разтвор е $\rho_{\text{сладък р-р}} = \dfrac{m_{\text{сладък р-р}}}{V_{\text{сладък р-р}}} = \dfrac{6}{4,57}\ \text{g/cm}^3 \approx 1,31\ \text{g/cm}^3$. **[0,5 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-солeния разтвор и по-малка от плътността на най-сладкия: $\rho_{\text{солен р-р}} < \rho_{\text{топче}} < \rho_{\text{сладък р-р}}$ или $1,18\ \text{g/cm}^3 < \rho_{\text{топче}} < 1,31\ \text{g/cm}^3$. **[1 т.]**

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

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

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

Най-малката средна плътност на топчето определя **<u>максималната кухина</u>**. **[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 **<u>минималната кухина</u>**. **[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) $F_1 = pA_0 = \frac{F}{3A_0} A_0 = \frac{F}{3} \approx 67\ \mathrm{N}$. **[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 $\frac{l}{3} = 1\ \mathrm{cm}$. **[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. $F_{2,3,4} = 300$ N. **[1 т.]**