

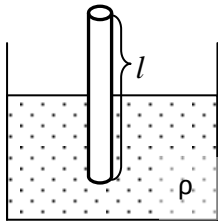
МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

1 април 2022 г.

Тема за III състезателна група (9. клас)

Задача 1. Задачата се състои от две независими части.

Част 1. Вземаме течност със сламка.



Фиг. 1

Тънкостенна стъклена тръба с дължина l е потопена наполовина в съд с течност с плътност ρ (фиг. 1). Горният край на тръбата се запушва и тръбата се изважда от течността, като през цялото време остава вертикална. В резултат на това част от течността се излива от тръбата (фиг. 1а).

А) Колко е височината H на стълба течност в тръбата, преди да се затвори горния ѝ край? [0,5 т]



Фиг. 1а

Б) Сравнете атмосферното налягане p_0 и налягането на въздуха p_1 , който остава затворен между горния край на тръбата и останалата в тръбата течност ($>$, $<$, или $=$). Обосновете отговора си. [0,5 т]

В) Намерете височината x на стълба течност, която е останала в тръбата. Анализирайте отговора. [5,0 т]

Уточнение: Под анализ на отговора се разбира: ако получите повече от едно решение, да прецените кое решение е вярно/възможно и защо, или може би и двете решения имат смисъл? Какъв е той? Има ли случай, при който задачата няма решение, т.е. при какви връзки между параметрите няма решение и др?.

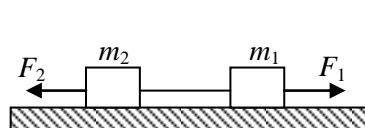
Атмосферното налягане е p_0 , а земното ускорение е g . Приемете, че температурата на цялата система е постоянна.

Част 2. Камък, с маса m и плътност ρ_1 , потъва към дъното на аквариум пълен с течност с плътност ρ_2 . Камъкът се движи с постоянна скорост v .

А) Направете подходящ чертеж и отбележете посоките на силите, действащи на камъка. [1,0 т]

Б) Какво количество топлина Q се отделя, докато камъкът потъне на дълбочина h ? [3,0 т]

Задача 2. Сили на опън



Фиг. 2

Две дървени трупчета, съответно с маси m_1 и m_2 , се намират върху гладка хоризонтална равнина и са свързани с нишка (фиг. 2). На трупчето с маса m_1 действа сила F_1 , насочена

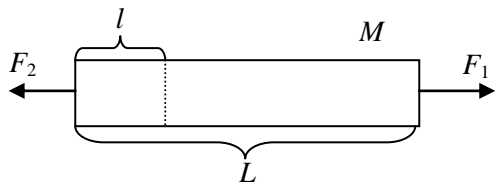
надясно, а на трупчето с маса m_2 – сила F_2 , насочена наляво. Ако приемете, че силите F_1 и F_2 са постоянни, намерете:

А) ускоренията a_1 и a_2 на трупчетата 1 и 2 съответно;

[2,0 т]

Б) силата T на опън на нишката.

[2,0 т]



Фиг. 2а

В) В стоманена пръчка с маса M и дължина L има малка пукнатина, намираща се на разстояние l от единият ѝ край (пунктираната линия на фиг. 2а). Към двата края на пръчката са приложени две сили с противоположна посока, които се изменят с времето t съответно по закона $F_1 = bt$ и $F_2 = 2bt$ (b е коефициент на пропорционалност). Пръчката

се чупи (разкъсва) на мястото на пукнатината при сила на опън T . Намерете след колко време t пръчката ще се счупи (разкъса).

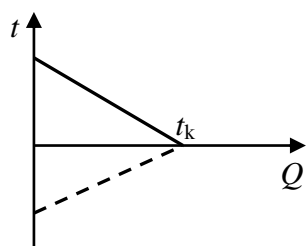
[6,0 т]

Задача 3. Превръщане на вода в лед и на лед във вода

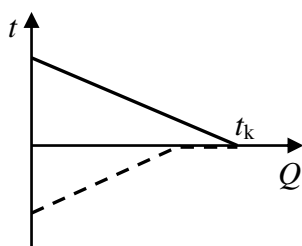
Задачата се състои от две независими части.

Част 1. Дали можем да четем графики?

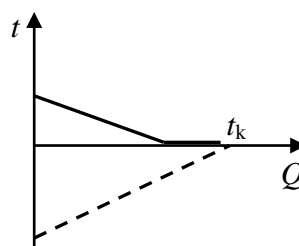
Клиент в магазин купува торбичка с лед от фризера, която пуска в калориметър с неизвестно количество вода. На фигурата са показани пет различни графики, показващи промяната на температурата в калориметъра (с непрекъснатата линия) и в торбичката (с пунктир) в зависимост от обмененото между тях количество топлина Q . Със символа t_k е означена равновесната температура, която се достига в калориметъра. Попълнете таблицата, като за всяка графика посочите дали е възможна от физична гледна точка и какво е крайното състояние на веществото в калориметъра и в торбичката – лед или вода. Теплообменът с околната среда да не се отчита. [2,5 т]



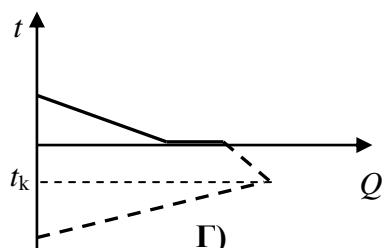
А)



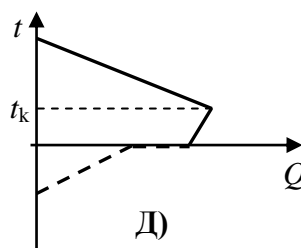
Б)



В)



Г)



Д)

Графика	Възможна ли е графиката? (Да/Не)	Крайно състояние в торбичката (лед или вода)	Крайно състояние в калориметъра (лед или вода)
А)			
Б)			
В)			
Г)			
Д)			

Част 2. Да напълним калориметъра със снежни топки.

В калориметър с нагревател, с постоянна мощност P , през равни интервали от време $t_0 = 6 \text{ min}$, се пускат снежни топки с еднаква маса m , но с неизвестна начална температура. Първата топка се е разтопила и превърнала във вода с температура 0°C след време $t = 5 \text{ min}$ и 20 s . В момента на пускане на втората снежна топка температурата в калориметъра се е повишила до $T_0 = 10^\circ\text{C}$. Втората снежна топка се разтопила по-бързо от първата топка, третата – по-бързо от втората, а стотната топка се е разтопила почти веднага.

А) Обяснете защо всяка следваща топка, пусната в калориметъра, се разтапя по-бързо от предходната. [0,5 т]

Б) Напишете уравнение за количеството топлина, необходимо за пълното разтопяване на първата снежна топка. [1,5 т]

В) Напишете уравнение за количеството топлина, нужна за нагряване на водата от вече разтопената първа снежна топка до температура T_0 . [1,5 т]

Г) Намерете температурата на водата преди пускането на стотната топка в калориметъра. [2 т]

Д) Намерете температурата на водата след като стотната топка се е разтопила. [2 т]

Жокер: В условието е казано, че стотната топка се разтопила почти веднага. Това означава, че количеството топлина получено от нагревателя е малко, т.е. основното количество топлина към стотната снежна топка се получава от получената вода с маса $99m$ при начална температура T_0 .