

**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА**  
**ПРОЛЕТНО НАЦИОНАЛНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА**

9 - 11 март 2018 г., Стара Загора

Тема за 7. клас (търва състезателна група)

**Задача 1. Движение.** (две независими части)

*I част*

а) Гледаме нощното небе. Точно над нас преминават едновременно самолет и Международната космическа станция. Кой обект ще ни се струва, че се движи по-бързо – самолетът или Станцията? Самолетът лети със скорост 900 km/h на височина 10 km, а Станцията лети със скорост 8 km/s на височина 400 km. Подкрепете отговора си с изчисления. Можете да приемете, че за времето на наблюдение и двата обекта се движат равномерно, праволинейно и хоризонтално. [3 т.]

б) Кога е възможно да се случи това наблюдение – скоро след като е мръкнало, в полунощ или малко преди да разсъмне? Обяснете. [1 т.]

*II част*

Разстоянието между Видин и Русе по река Дунав е  $s$ . Скоростта на течението на реката навсякъде е постоянна:  $v_0 = 3$  km/h. Два еднакви кораба тръгват едновременно от двата града и се разминават след време  $t_1$ . Тяхната скорост спрямо реката е  $v_1 = 15$  km/h. След като двата кораба пристигнали в другото пристанище, установили, че единият се е движил  $t_0 = 8$  h 20 min по-малко време от другия. Изчислете:

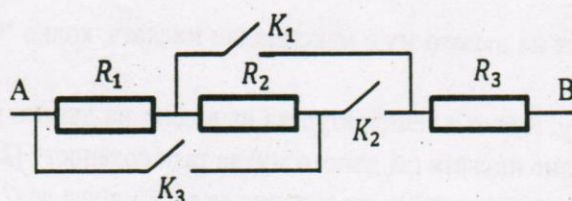
в) разстоянието  $s$  (в km); [2 т.]

г) времето  $t_1$  (в часове); [2 т.]

д) времето  $t_{B-P}$ , за което тези кораби пътуват от Видин до Русе (в часове); [1 т.]

е) времето  $t_{P-B}$ , за което тези кораби пътуват от Русе до Видин (в часове). [1 т.]

**Задача 2. Електрическа схема с прекъсвачи.**



Дадена е електрическа схема, съдържаща три резистора с неизвестни различни съпротивления  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$  и три прекъсвача  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$  (виж фигурата). Измерва се съпротивлението  $R_{AB}$  между

№	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$R_{AB}$
1	0	0	0	?
2	0	0	1	?
3	0	1	0	?
...	...	...	...	?
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.

точките А и В. Нека бележим отворен превключвател с "0", а затворен – с „1“.

а) Направете таблица (как да изглежда е показано вляво), в която запишете какво съпротивление  $R_{AB}$  ще се измери за всички възможни комбинации от състоянията на трите превключвателя. [4 т.]

б) След като е измерено съпротивлението  $R_{AB}$  за всички възможни комбинации от състоянията на трите

превключвателя, се оказало че омметърът е показал само 4 различни крайни стойности. Най-малката е била  $50 \Omega$ , най-голямата –  $100 \Omega$ , а една от междинните –  $70 \Omega$ . Изчислете стойностите на трите съпротивления  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$ . Разгледайте всички възможности. [5 т.]

в) Колко ома е показал омметърът за другата междинна стойност? [1 т.]

### Задача 3. Вода, сол и лед.

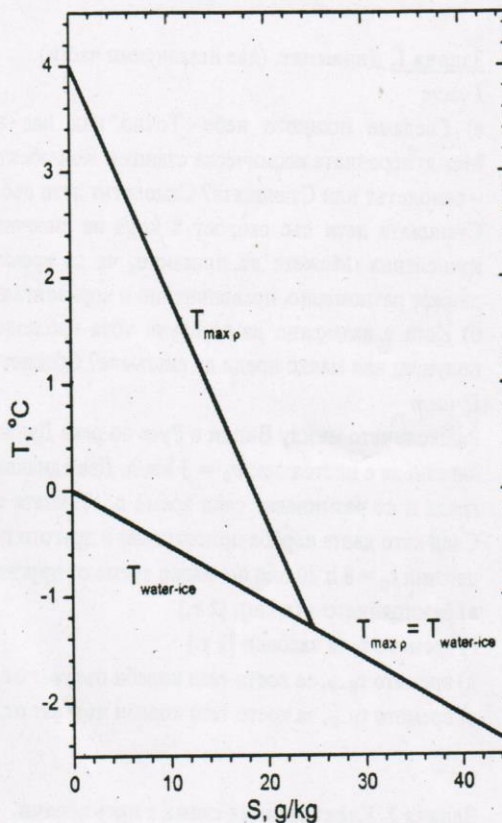
Солеността  $S$  на морската вода се измерва в грамове разтворени соли на килограм морска вода. Както и чистата вода, морската вода също има температурна аномалия – при някаква температура  $T_{\max \rho}$  тя има максимална плътност.  $T_{\max \rho}$  зависи от солеността  $S$ . Температурата на втвърдяване (ледообразуване)  $T_{\text{water-ice}}$  също зависи от  $S$ . Тези две зависимости са представени на фигурата.

а) Едно от Седемте рилски езера, Окото, е дълбоко 38 m. През зимата то се е заледило и ледът е достигнал дебелина 2 m. Температурата на въздуха е  $-10^\circ\text{C}$ . Колко е температурата на водата на дъното на езерото? [2 т.] Колко е температурата на водата на границата между водата и долната повърхност на леда? [2 т.]

б) Солеността на Северният ледовит океан близо до бреговете на Канада е  $34 \text{ g/kg}$ . Ако температурата на водата на дъното му е максимално ниската, колко  $^\circ\text{C}$  е тя? [2 т.]

в) Солеността на Черно море е  $17 \text{ g/kg}$ . Колко е температурата на водата на дъното му, ако тя е с  $8,8^\circ\text{C}$  по-висока от максимално ниската (за дъното му) за тази соленост? [2 т.] При каква температура на водата на повърхността му ще започне да се образува лед? [2 т.]

Всички получени температури в тази задача представете с точност  $0,1^\circ\text{C}$ .



МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА  
НАЦИОНАЛНО ПРОЛЕТНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

9 - 11 март 2018 г., Стара Загора

Решения на темата за 7. клас (първа състезателна група)

**Задача 1. Движение.** (две независими части)

*I част*

а) Нека разгледаме движението на двата обекта за времето, за което те ще се изместят от точката над нас (зенита) до точка, която виждаме под ъгъл  $45^\circ$ . Тъй като триъгълникът, образуван от точките „ние“, „зенит“ и „точка под ъгъл  $45^\circ$ “, е правоъгълен и равнобедрен, то изминатият път от обектите е равен на височината, на която се намират над нас. Тогава времето ще е равно на височината, разделена на скоростта. Така за самолета се получава  $t_{\text{самолет}} = \frac{10 \text{ km}}{900 \text{ km/h}} = 1/90 \text{ h} = 2/3 \text{ min} = 40 \text{ s}$ . [1 т.]

б) За Международната космическа станция се получава  $t_{\text{МКС}} = \frac{400 \text{ km}}{8 \text{ km/s}} = 50 \text{ s}$ . [1 т.]

Следователно, ще ни се струва, че самолетът се движи по-бързо от МКС. [1 т.]

б) Докато самолетът свети със собствена светлина (лампите, които мигат на крилата му), то МКС може да се види, само ако е огряна от Слънцето. [0,5 т.] Затова в полунощ не можем да я видим. Можем да я видим само скоро след като е мръкнало или малко преди да разсъмне (когато МКС не се намира в сянката на Земята). [0,5 т.]

*II част*

в) Времето  $t_{p-B}$ , за което тези кораби пътуват от Русе до Видин, е  $t_{p-B} = \frac{s}{v_1 - v_0}$ .

Времето  $t_{B-p}$ , за което тези кораби пътуват от Видин до Русе, е  $t_{B-p} = \frac{s}{v_1 + v_0}$ . Разликата

на тези времена е времето  $t_0: \frac{s}{v_1 - v_0} - \frac{s}{v_1 + v_0} = t_0$ . [0,5 т.] Преобразувайки равенството,

се получава  $s = \frac{(v_1 - v_0)(v_1 + v_0)t_0}{2v_0}$  [1 т.] =  $\frac{(15 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 3 \frac{\text{km}}{\text{h}})(15 \frac{\text{km}}{\text{h}} + 3 \frac{\text{km}}{\text{h}})25 \text{ h}}{2 \cdot 3 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 300 \text{ km}$ . [0,5 т.]

г) До момента на срещата единият кораб е изминал път  $s_B$ , а другият -  $s_P$ .  $s_B + s_P = s$ .

Тъй като  $s_B = (v_1 + v_0)t_1$  [0,3 т.], а  $s_P = (v_1 - v_0)t_1$  [0,3 т.], то  $s = 2v_1 t_1$ , откъдето

$t_1 = \frac{s}{2v_1}$  [0,4 т.] =  $\frac{300 \text{ km}}{2 \cdot 15 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 10 \text{ h}$ . [1 т.]

д) Времето  $t_{B-p}$ , за което тези кораби пътуват от Видин до Русе, е  $t_{B-p} = \frac{s}{v_1 + v_0}$  [0,5 т.] =

$\frac{300 \text{ km}}{18 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 16 \frac{2}{3} \text{ h}$ . [0,5 т.]

е) Времето  $t_{p-B}$ , за което тези кораби пътуват от Русе до Видин, е  $t_{p-B} = \frac{s}{v_1 - v_0}$  [0,5 т.] =

$\frac{300 \text{ km}}{12 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 25 \text{ h}$ . [0,5 т.]

**Задача 2. Електрическа схема с прекъсвачи.**

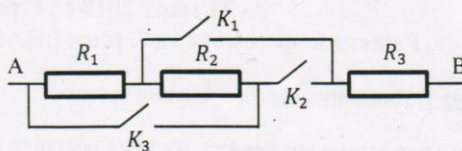
а) Таблицата изглежда така (показана е по-долу). [4 т.] (За всяко правилно изчислено съпротивление  $R_{AB}$  за осемте възможности по [0,5 т.] )

б) Сравнявайки съпротивлението  $R_{AB}$  за осемте възможности, се забелязва, че  $R_3 < \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 < R_1 + R_3 < R_1 + R_2 + R_3$ . [0,5 т.] Следователно  $R_3 = 50 \Omega$ , [0,5 т.] а

$R_1 + R_2 + R_3 = 100 \Omega$ . [0,5 т.] Нека допуснем, че по-голямата от двете междинни стойности е  $70 \Omega$ , т.е.  $R_1 + R_3 = 70 \Omega$ . Тогава получаваме, че  $R_1 = 20 \Omega$ , [1 т.] а  $R_2 = 30 \Omega$  [1 т.]. Нека проверим другата възможност, при която по-малката от двете

междинни стойности  $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 = 70 \Omega$ . Тъй като  $R_3 = 50 \Omega$ , тогава  $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 20 \Omega$ , а  $R_1 + R_2 = 50$

№	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$R_{AB}$
1	0	0	0	$\infty$
2	0	0	1	$\infty$
3	0	1	0	$R_1 + R_2 + R_3$
4	1	0	0	$R_1 + R_3$
5	0	1	1	$R_3$
6	1	0	1	$\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3$
7	1	1	0	$R_1 + R_3$
8	1	1	1	$R_3$



$\Omega$ .

От първото равенство се вижда, че  $R_1 > 20 \Omega$ ,  $R_2 > 20 \Omega$ . Но тогава от второто равенство следва, че  $R_1 < 30 \Omega$ ,  $R_2 < 30 \Omega$ . От първото равенство можем също да получим, че  $R_1 R_2 = (R_1 + R_2) \cdot 20 \Omega = 1000 \Omega^2$ . Последното, обаче, е невъзможно, понеже  $R_1 R_2 < 900 \Omega^2$ . Следователно втората допусната възможност не може да се осъществи. Задачата има само едно решение. [1,5 т.]

в) За другата междинна стойност ометърът е показал  $R_{AB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 = \frac{20 \Omega \cdot 30 \Omega}{20 \Omega + 30 \Omega} + 50 \Omega = 62 \Omega$  [1 т.]

### Задача 3. Вода, сол и лед.

а) Използвайки графиката вдясно, температурата на дъното на езерото е  $4,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . [2 т.] Температурата на границата между водата и леда е  $0,0 \text{ }^\circ\text{C}$  [2 т.]

б) Използвайки графиката вдясно, температурата на водата на дъното на Северния ледовит океан близо до бреговете на Канада е  $-1,8 \text{ }^\circ\text{C}$  [2 т.]

в) За дадената соленост на Черно море, максимално ниската температура на дъното му е  $0,3 \text{ }^\circ\text{C}$ . [1 т.] Следователно истинската температура на дъното му е  $0,3 \text{ }^\circ\text{C} + 8,8 \text{ }^\circ\text{C} = 9,1 \text{ }^\circ\text{C}$ . [1 т.] На повърхността му ще започне да се образува лед при температура на водата  $-0,9 \text{ }^\circ\text{C}$ . [2 т.]

