

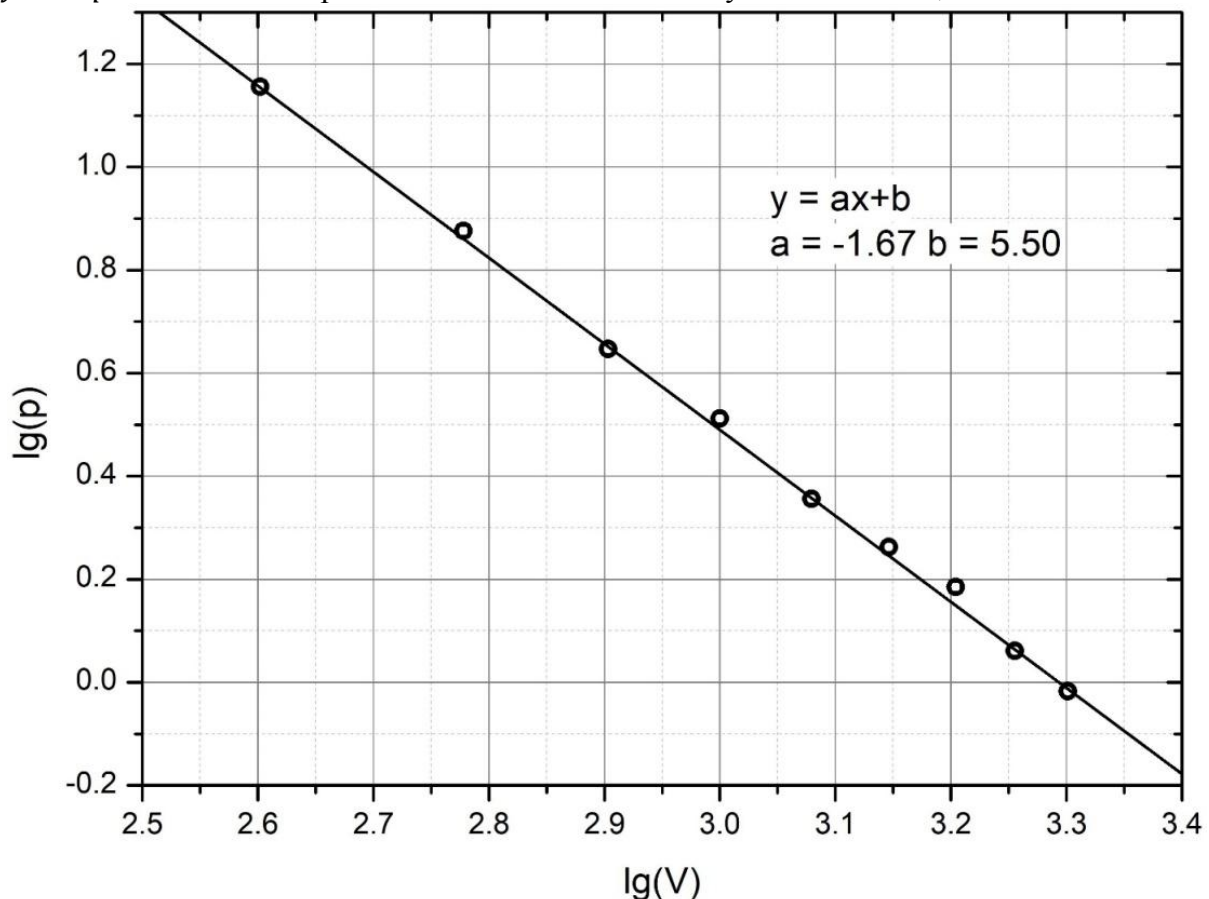
**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА**  
**ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА, ОБЛАСТЕН КРЪГ, 18 февруари 2024 г.**  
**Решения на темата за 12. клас (шеста състезателна група)**

**Задача 1. Адиабатен процес**

а) От уравнението на адиабатния процес  $p \cdot V^\gamma = \text{const} = C$ , след логаритмуване, се получава  $\lg p = \lg C - \gamma \lg V$ . Ако се въведат нови променливи  $x = \lg V$  и  $y = \lg p$ , зависимостта  $y(x)$  е линейна с наклон  $-\gamma$ . [1 т] Нанасяме изчислените стойности на новите променливи в празните колони на таблицата. [1 т] Чертаем графика по данните за  $x$  и  $y$  [1.5 т] и определяме от нея наклона на получената линейна зависимост:  $-\gamma = -1,67$ . [0.5 т] За свободния член имаме  $\lg C = 5,50$  (или  $C = 3,16 \cdot 10^5 \text{ atm} \cdot \text{l}^\gamma$ ). [1.5 т] Следователно показателят на адиабатата е  $\gamma = 1,67$ . [0.5 т]

$V, \text{l}$	$p, \text{atm}$	$x = \lg V$	$y = \lg p$
2000	0,96	3,301	-0,018
1800	1,15	3,255	0,061
1600	1,53	3,204	0,185
1400	1,83	3,146	0,262
1200	2,27	3,079	0,356
1000	3,25	3,000	0,512
800	4,43	2,903	0,646
600	7,51	2,778	0,876
400	14,3	2,602	1,155

Възможно е учениците да използват натурален логаритъм, вместо десетичен. В този случай трябва да се провери дали данните в таблицата съответстват на  $x = \ln V$  и  $y = \ln p$ . Тогава за логаритъма на константата се получава  $\ln C = 12,7$ .



б) Налягането  $p_1$  на газа при обем  $V_1 = 200 \text{ l}$ , е  $p_1 = \frac{C}{V_1^\gamma}$  [1.5 т] = 45.4 atm. [1.5 т] (присъждат се същия брой точки за всеки друг начин на намиране на  $p_1$  без пресмятане на  $C$ )

в) Показателят на адиабатата за идеален газ е  $\gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{s+2}{s}$ , [0.4 т] където  $s = 3, 5$  или  $6$ , съответно за едноатомен, двуатомен или триатомен газ. При  $\gamma = 1.67$  намираме  $s \approx 3$ . [0.4 т] Следователно газът е едноатомен, т.е. аргон (Ar). [0.2 т]

### Задача 2. Химична реакция

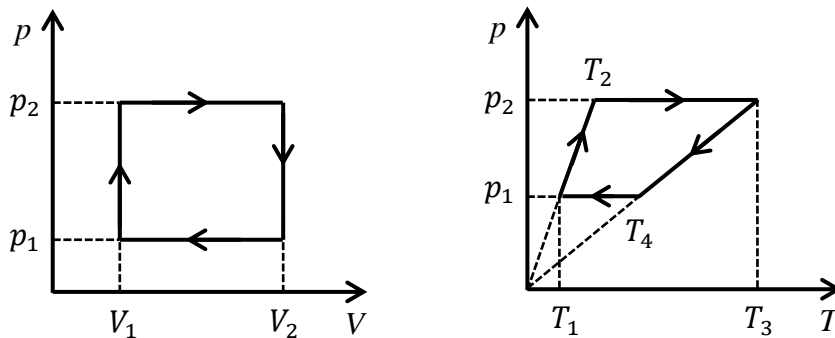
а) Тъй като в бутилката има общо 3 мола газ, то от уравнението на идеалния газ  $pV = nRT$ ,  $p = nRT/V$  [1 т] следва, че налягането  $p_1$  в бутилката преди да реагират е  $p_1 = \frac{3.8,314.300}{75.10^{-3}} = 9,98.10^4 \text{ Pa}$  [2 т] = 0.998 atm.

б) Тъй като се образуват два мола вода, [1 т] то масата на образувалата се вода е  $m = 2\mu_{\text{H}_2\text{O}} = 36.0 \text{ g}$ . [2 т]

в) Налягането  $p_2$  на водните пари в бутилката, след като те са се охладили до  $100^\circ\text{C}$ , е  $p_2 = \frac{nRT}{V} = \frac{2.8,314.373}{75.10^{-3}} = [2 \text{ т}] = 8,27.10^4 \text{ Pa}$  [2 т] = 0.827 atm.

### Задача 3. Работен цикъл на парна машина

а) Диаграмите изглеждат така:



$$T_1 = \frac{p_1 V_1}{R}, T_2 = \frac{p_2 V_1}{R}, T_3 = \frac{p_2 V_2}{R}, T_4 = \frac{p_1 V_2}{R}. [4 \text{ т}]$$

$$\text{б) } T_{max} = T_3 = \frac{p_2 V_2}{R}, [1 \text{ т}] T_{min} = T_1 = \frac{p_1 V_1}{R} [1 \text{ т}]$$

в) Извършената работа  $A$  от газа за един цикъл е  $A = (p_2 - p_1) \cdot (V_2 - V_1)$  [1 т]

г) Коефициентът на полезно действие е  $\eta = \frac{A}{Q}$ . [0.5 т] Полученото количество топлина е

$Q = Q_{T_1 \rightarrow T_2} + Q_{T_2 \rightarrow T_3}$ . От първия принцип на термодинамиката  $Q_{T_1 \rightarrow T_2} = \Delta U_{1-2} = C_V(T_2 - T_1)$ ,  $Q_{T_1 \rightarrow T_2} = \frac{C_V}{R}(p_2 V_1 - p_1 V_1)$ . [1 т] Пак от първия принцип на термодинамиката

$Q_{T_2 \rightarrow T_3} = \Delta U_{2-3} + p_2(V_2 - V_1) = C_V(T_3 - T_2) + R(T_3 - T_2) = (C_V + R)(T_3 - T_2) =$

$$\frac{(C_V + R)}{R}(p_2 V_2 - p_2 V_1). [1 \text{ т}] \text{ Следователно } \eta = \frac{(p_2 - p_1) \cdot (V_2 - V_1)}{\frac{C_V}{R}(p_2 V_1 - p_1 V_1) + \frac{(C_V + R)}{R}(p_2 V_2 - p_2 V_1)}. [0.5 \text{ т}]$$