Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников
по физике (2018 -2019 учебный год)
Решения.

7 класс

1) Для начала найдем скорость катера относительно реки. Это будет скорость отдаления катера от плота. $V_{\text{отн}} = {S_1}/{t} = 10\text{м/с}$. Расстояние между пунктами прибытия $S = 12600$ м, а с другой стороны это будет сумма расстояний, пройденных катером и плотом после момента встречи. Т.е.

$(V_{\text{отн}} - V_T)t_1 + V_T t_2 = S$, где V_T–скорость течения реки, t_1–время прибытия катера после встречи, t_2–время прибытия плота после встречи.

Решая уравнение находим скорость течения реки $V_T = \left(\frac{4}{3}\right)\text{м/с}$

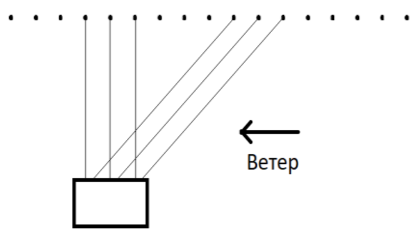
№	Критерий	Балл
1	Найдена скорость катера относительно реки $V_{\text{отн}} = 10\text{м/с}$	4
2	Составлено следующее уравнение $(V_{\text{отн}} - V_T)t_1 + V_T t_2 = S$	4
3	Уравнение верно решено и получен ответ $V_T = \left(\frac{4}{3}\right)\text{м/с}$	2

2)

№	Критерий	Балл
1	Есть формула средней скорости длявсей пути и для $\frac{2}{3}$ пути $V_{\text{ср}} = \left(\dfrac{\frac{2}{3}S}{\frac{S}{3V_1} + \frac{S}{3V_2}}\right)$	3
2	Получена средняя скорость для $\frac{2}{3}$ пути, равная 60 км/ч	4
3	Ответ 72 км/ч	3

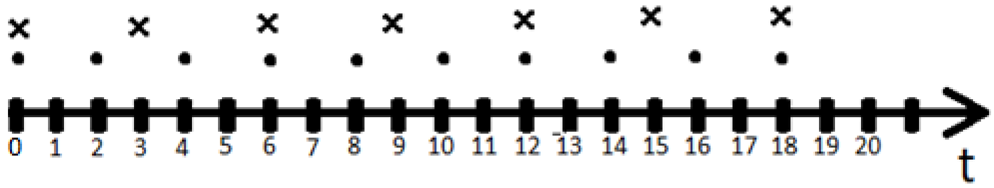
3)Пусть капли дождя распределены равномерно. Нарисуем следующий рисунок, если капли попадают в ведро вертикально, то в ведро попадает три капли. А если попадают под углом (ветер отклоняет капли), то все равно попадает три капли (см. рис.). При движении грузовика, меняется только положение ведра. Площадь ведра постоянная, соответственно будет падать одно и тоже количество капель, где бы ведро не находилось. Аналогично будет и при падении под углом.

Из этого следует, что ведро наполнится за одинаковое время вне зависимости от движения грузовика.



№	Критерий	Балл
1	Рассмотрены случаи, когда капли падают вертикально на стоящую и едущую машину	4
2	Рассмотрены случаи, когда капли падают под углом на стоящую и едущую машину	4
3	Одинаково	2

4) Нарисуем временную ось t. На этой оси будем отмечать удары каждого из часов, одновременно ведя счет количества ударов часов. Подсчитав нужное количество ударов по временной оси, находим длительность боя часов.



№	Критерий	Балл
1	На временной оси отмечен бой первых часов	3
2	На временной оси отмечен бой вторых часов	3
3	Верно сосчитано общее количество ударов	2
4	Правильный ответ t=18 сек	2

8 Класс

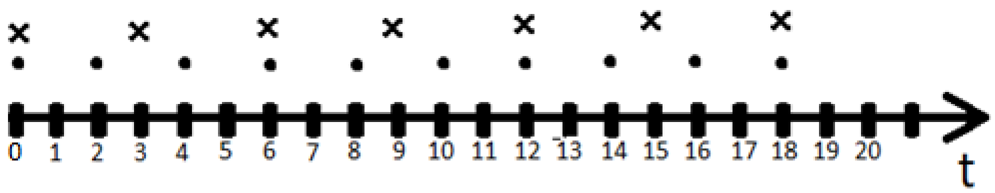
1)

№	Критерий	Балл
1	Давление воды на дно равно общей силе тяжести деленной на площадь: $P=mg_{общ}/S$.	4
2	Если зачерпнуть воду из кастрюли и влить в ведро общая масса не изменяется, значит, и давление.	4
3	Давление определяется высотой жидкости, т.е. и высота не меняется.	2

2)

№	Критерий	Балл
1	Массе 3.4 кг соответствует более длинное плечо конфет	3
2	$l*x=3.4*l_Г$, где $l_Г$-плечо гири	2
3	После перестановки $$l*3=x*l_Г$$	2
4	$$\frac{x}{3}=\frac{3.4}{x} x=\sqrt{3*3.4}\approx 3.2кг$$	3

3. Нарисуем временную осьт. На этой оси будем отмечать удары каждого из часов, одновременно ведя счет количества ударов часов. Подсчитав нужное количество ударов по временной оси, находим длительность боя часов.



№	Критерий	Балл
1	На временной оси отмечен бой первых часов	3
2	На временной оси отмечен бой вторых часов	3
3	Верно сосчитано общее количество ударов	2
4	Правильный ответ t=18 сек	2

4)

№	Критерий	Балл
1	Из первого сосуда и из третьего сосуда воды перельем в пустой сосуд и перемешаем. В результате получим 10 л воды со средней температурой 60^0С.	3
2	Половину воды из 10 л сосуда перельем в пустой	3
3	Заполняем большой сосуд из второго сосуда с температурой 80^0С и находим искомую температуру.	4

9 класс

1) Переиначим задачу. Посчитаем сколько раз встречаются в сутки минутная и часовая стрелки. Тогда половина от этого количества будет количество оборотов биссектрисы.

Скорость часовой стрелки:

$$\omega_1 = \frac{2\pi}{12}$$

Скорость минутной стрелки:

$$\omega_2 = \frac{2\pi}{1}$$

Тогда минутная стрелки будет догонять часовую стрелку каждые:

$$T = \frac{2\pi}{\omega_2 - \omega_1} = \frac{12}{11}\text{ч}$$

Тогда в сутки минутная стрелка обгонит часовую:

$$N = \frac{24}{T} = 22\text{ раза}$$

И отсюда получаем, что биссектриса угла между минутной и часовой совершает 11 оборотов.

Внимание:

Скорости вращения часовой и минутной стрелок и число обгонов можно найти из рассуждений: часовая стрелка делает 2 оборота за сутки, а минутная 24. Из этого следует, что минутная обгоняет часовую 22 раза. Далее по ходу приведенного выше решения.

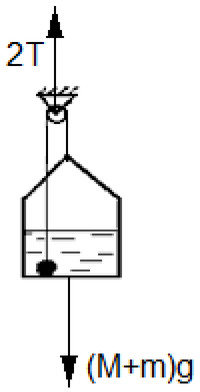
№	Критерий	Балл
1	Идея решения	3
2	Определена скорость вращения часовой стрелки	1
3	Определена скорость вращения минутной стрелки	1
4	Периодичность встречи	2
5	Число обгонов за сутки	2
6	Ответ	1

2)

№	Критерий	Балл
1	$$\frac{R_1R_2}{R_1+R_2} + R_3 = 10$$	2
2	$$\frac{R_3R_2}{R_3+R_2} + R_1 = 1000$$	2
3	$$\frac{R_1R_3}{R_1+R_3} + R_2 = 10.02$$	2
4	Система уравнений правильно решена и получены значения: $R_1 = 997.6$ Ом, $R_2 = 6.02$ Ом, $R_3 = 4.016$ Ом	4

3)

№	Критерий	Балл
1	На систему действуют три внешние силы $2T, Mg, mg$	2
2	Правильно нарисованы внешние силы	4

2		
2	$2T = (M+m)g \qquad T = \frac{(M+m)g}{2}$	4

4) В условии указано, что масса второй льдинки не изменилась, это значит, что между водой и льдинкой установилась температура 0°С. Запишем уравнение теплового баланса и найдем отношение температур льдинки и воды.

$$m_{2\text{ль}}c_{\text{ль}}(0 - t_{\text{ль}}) + m_{\text{в}}c_{\text{в}}(0 - t_{\text{в}}) = 0$$

с учетом данных из условия получим, что $t_{\text{л}} = -2t_{\text{в}}$.

Запишем уравнение теплового баланса для первой льдинки:

$$m_{\text{в}}c_{\text{в}}(0 - t_{\text{в}}) + m_{1\text{ль}}c_{\text{ль}}(0 - t_{\text{ль}}) + \Delta m_{1\text{ль}}\lambda = 0$$

Отсюда находим температуры льдинок и воды: $t_{\text{ль}} = -16$°С, $t_{\text{в}} = 8$°С

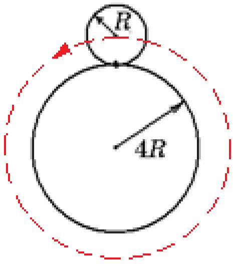
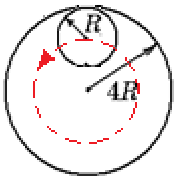
Теперь найдем изменение массы третьей льдинки. Для этого запишем уравнение теплового баланса

$$m_{\text{в}}c_{\text{в}}(0 - t_{\text{в}}) + m_{3\text{ль}}c_{\text{ль}}(0 - t_{\text{ль}}) + \Delta m_{3\text{ль}}\lambda = 0$$

Получаем $\Delta m_3 = 2$ гр, это значит, что масса льда увеличивается. Тогда масса третьей льдинки получится $m_3 = 42$гр

№	Критерий	Балл
1	Найдена минимальная масса льда, при котором возможно плавание, $m = 24$гр	3
2	Если к этому куску сообщить тепло, то кусок с дробинкой утонет	1
3	Найдена максимальная масса куска, которая после сообщения теплоты станет равной минимальной $24000 = \lambda m_p$, где m_p–масса растаявшего льда	3
4	$m_p \approx 70$гр	1
5	Найдено численное значение максимальной массы льда $M = m + m_p = 94$гр	1
6	Ответ получен в виде диапазона $24\text{гр} \leq m_{\text{льда}} \leq 94$ гр	1

5)

№	Критерий	Балл
1	За один оборот малый круг проходит расстояние равное длине окружности круга радиусом R	2
2	Центр малого круга должен пройти расстояние равное длине окружности радиуса 4R+R=5R (см. рис.). $$\frac{2\pi 5R}{2\pi R} = 5$$  Также считается правильным решение, рассчитанное в случае, когда малый круг пущен по внутренней стороне внешнего круга (см. рис.). В этом случае центр малого круга пройдет расстояние, равное длине окружности круга радиусом 4R-R=3R и, соответственно, сделает 3 оборота. 	8
3	**Внимание!** Если число оборотов рассчитано по формуле $\frac{2\pi 4R}{2\pi R} = 4$, и ответ равен 4, то за всё решение дается 4б. Если, после этого добавлено, что малый круг совершит еще 1 оборот вокруг своей оси и окончательно получен ответ 5, то добавляется еще 6 баллов, т.е. задача считается решенной правильно.	

10 класс

1)

№	Критерий	Балл
1	$x_С = \frac{at^2}{2}, x_B = l + \frac{at^2}{2}, x_A = 2l + \frac{at^2}{2}$ *x_C – координата конца задней стенки последнего вагона, x_B – координата сцепки между вагонами, x_A- координата передней стенки предпоследнего вагона*	3
2	*Пусть в момент времени T $x_A = S$, тогда $x_B(T+T_1) = x_C(T+T_1+T_2) = S$*	2
3	$S = 2l + \frac{aT^2}{2}; S = l + \frac{a(T+T_1)^2}{2}; S = \frac{a(T+T_1+T_2)^2}{2}$	3
4	$T = \frac{(T_2^2 + 2T_1T_2 - T_1^2)}{2(T_1 - T_2)}$	2

2) В условии указано, что масса второй льдинки не изменилась, это значит, что между водой и льдинкой установилась температура 0℃. Запишем уравнение теплового баланса и найдем отношение температур льдинки и воды.

$$m_{2ль}c_{ль}(0 - t_{ль}) + m_в c_в(0 - t_в) = 0$$

с учетом данных из условия получим, что Получено что $t_л = -2t_в$.

Запишем уравнение теплового баланса для первой льдинки:

$$m_в c_в(0 - t_в) + m_{1ль}c_{ль}(0 - t_{ль}) + \Delta m_{1ль}\lambda = 0$$

Отсюда находим температуры льдинок и воды: $t_{ль} = -16℃$, $t_в = 8℃$

Теперь найдем изменение массы третьей льдинки. Для этого запишем уравнение теплового баланса

$$m_в c_в(0 - t_в) + m_{3ль}c_{ль}(0 - t_{ль}) + \Delta m_{3ль}\lambda = 0$$

Получаем $\Delta m_3 = 2$ гр, это значит, что масса льда увеличивается. Тогда масса третьей льдинки получится $m_3 = 42$гр

№	Критерий	Балл
1	Получено что $t_л = -2t_в$	3
2	Найдены температуры воды и льда $t_л = -16℃, t_в = 8℃$	3
3	Найдено изменение массы третьего льда $\Delta m_3 = 2$ гр	2
4	Найдена масса льда $m_3 = 42$гр	2

3)Нарисуем контур любой фигуры на поверхности однородной пластины и вырежем фигуру. Затем взвесим ее и квадрат со стороной равной единице масштаба, вырезанной из той же пластины. Тогда отношение веса фигуры и веса квадратной пластины равно площади фигуры $S = \left({P}/{P_{кв}}\right)$ см^2. В случае круга $S = \pi R^2;\ S_{кв} = R^2$. Отсюда получаем, что ${P}/{P_{кв}} = \pi$

№	Критерий	Балл
1	Указана идея с пластиной	4
2	Указано, что $S = \left({P}/{P_{кв}}\right)$ см^2	3
3	Рассмотрен случай круга $S = \pi R^2;\ S_{кв} = R^2$	2
4	${P}/{P_{кв}} = \pi$	1

4)

№	Критерий	Балл
1	Указано, что $a_{XA} = 0$	2
2	Так как стержни нерастяжимые найдем скорость точки А, $V = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$	3
3	$a_n = \dfrac{V_0^2}{2R}$	2
4	$$a_{YA} = \sqrt{a_n^2 + a_t^2} = a_n\sqrt{2} = \frac{V_0^2}{R\sqrt{2}}$$	3

5)

№	Критерий	Балл
1	$$\frac{R_1R_2}{R_1 + R_2} + R_3 = 10$$	2
2	$$\frac{R_3R_2}{R_3 + R_2} + R_1 = 1000$$	2
3	$$\frac{R_1R_3}{R_1 + R_3} + R_2 = 10.02$$	2
4	Система уравнений правильно решена и получены значения: $R_1 = 997.6$ Ом, $R_2 = 6.02$ Ом, $R_3 = 4.016$ Ом	4

11 класс

1)Запишем уравнения движения Тузика вверх и вниз:

$$\frac{L}{2} = Vt_1 + \frac{at_1^2}{2}$$

$$\frac{L}{2} = -Vt_2 + \frac{at_2^2}{2}$$

Из этих уравнений находим, что $t_1 = \left(\sqrt{V^2 + aL} - V\right)\!/_{a}$, $\quad t_2 = \left(\sqrt{V^2 + aL} + V\right)\!/_{a}$

И в конце получаем

$$T = t_1 + t_2 = \frac{2\sqrt{V^2 + aL}}{a}$$

№	*Критерий*	*Балл*
	$t_1 = \left(\sqrt{V^2 + aL} - V\right)\!/_{a}$	*4*
	$t_2 = \left(\sqrt{V^2 + aL} + V\right)\!/_{a}$	*4*
	$T = t_1 + t_2 = \frac{2\sqrt{V^2 + aL}}{a}$	*2*

2) Всего на графике изображено три отдельных участка. Для начала рассмотрим первый участок. Так как средняя скорость увеличивается, значит увеличиваются и расстояния, проходимые за единицы времени и так как средняя скорость от времени возрастает линейно и от 0, можно сказать, что движение в начале равноускоренное. Действительно

$$S = V_0 t + \frac{at^2}{2};$$

Тогда средняя скорость будет равна

$$V_{\text{ср}} = \frac{S}{t} = V_0 + \frac{at}{2}; (1)$$

Т.к. $V_0 = 0$ то $V_{\text{ср}} = \frac{at}{2}$. Можно заметить, что средняя скорость в два раза меньше мгновенной скорости в конце первого отрезка

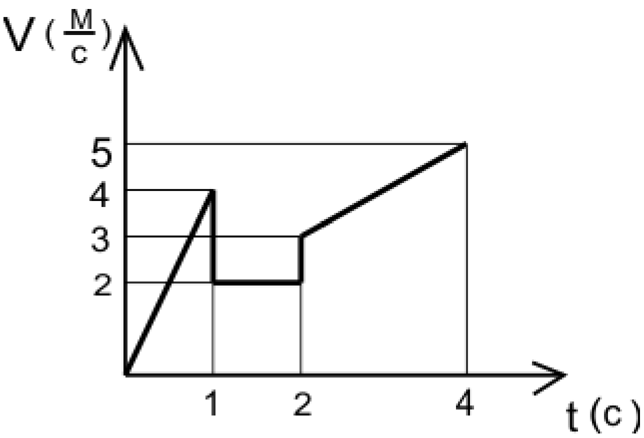
Во втором отрезке средняя скорость не меняет своего значения, т.е. движение равномерное, со скоростью равной средней скорости. Т.е. мгновенная скорость уменьшается в 2 раза.

И третий участок описывается уравнением (1). Подставляя численные данные из графика получим:

1)$V_1 = 4t$;

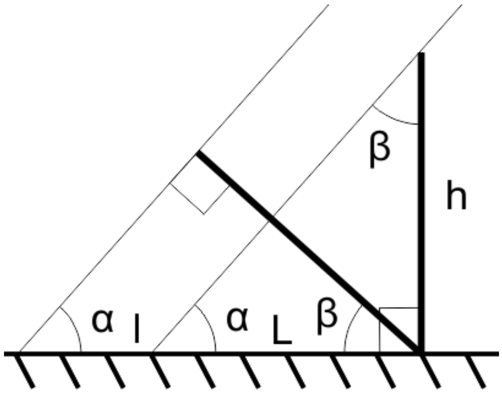
2)$V_2 = 2\text{м/с}$

3)$V_3 = 1 + 1t$



№	Критерий	Балл
1	Подчеркнута линейность средней скорости	2
2	Сделан вывод, что движение равноускоренное	2
3	Получен график мгновенной скорости первого отрезка времени	2
4	Сделан график второго отрезка времени	2
5	Сделан график третьего отрезка времени	2

3)Будем считать, что от солнца лучи идут параллельные друг другу. Тогда максимальная длина тени



l будет в тот момент, когда палка перпендикулярна солнечным лучам. Из геометрии задачи получим, что $ctg\alpha = \frac{L}{h}$

$$l = \frac{h}{\sin\alpha}$$

$$l = h * \sqrt{1 + ctg^2\alpha} = \sqrt{h^2 + L^2}\text{=1,5 м}$$

№	Критерий	Балл
1	Найден $ctg\alpha$, либо $tg\alpha$	3
2	Верно указано, когда тень будет наибольшей	2
3	Верно подсчитаны углы	2
4	$l = \frac{h}{\sin\alpha}$	1
5	$\frac{1}{\sin\alpha} = \sqrt{1 + ctg^2\alpha}$	1
6	$\sqrt{h^2 + L^2}$=1,5 м	1

4)В условии указано, что масса второй льдинки не изменилась, это значит, что между водой и льдинкой установилась температура 0℃. Запишем уравнение теплового баланса и найдем отношение температур льдинки и воды.

$$m_{2\text{ль}}c_{\text{ль}}(0 - t_{\text{ль}}) + m_{\text{в}}c_{\text{в}}(0 - t_{\text{в}}) = 0$$

с учетом данных из условия получим, что Получено что $t_{л} = -2t_{\text{в}}$.

Запишем уравнение теплового баланса для первой льдинки:

$$m_{\text{в}}c_{\text{в}}(0 - t_{\text{в}}) + m_{1\text{ль}}c_{\text{ль}}(0 - t_{\text{ль}}) + \Delta m_{1\text{ль}}\lambda = 0$$

Отсюда находим температуры льдинок и воды: $t_{\text{ль}} = -16℃$, $t_{\text{в}} = 8℃$

Теперь найдем изменение массы третьей льдинки. Для этого запишем уравнение теплового баланса

$$m_в c_в(0 - t_в) + m_{3ль} c_{ль}(0 - t_{ль}) + \Delta m_{3ль}\lambda = 0$$

Получаем $\Delta m_3 = 2$ гр, это значит, что масса льда увеличивается. Тогда масса третьей льдинки получится $m_3 = 42$гр

№	Критерий	Балл
1	Получено что $t_л = -2t_в$	3
2	Найдены температуры воды и льда $t_л = -16℃$, $t_в = 8℃$	3
3	Найдено изменение массы третьего льда $\Delta m_3 = 2$ гр	2
4	Найдена масса льда $m_3 = 42$гр	2

5)

Обозначим полный ток в схеме I, а напряжение как U. Напряжение на левом элементе U_1, а на правом U_2. Будем представлять, что мы увеличиваем полное напряжение цепи.

1.До достижения критического напряжения на левом элементе напряжение будет в два раза выше, чем у правого элемента: R'=R+R/2=3R/2.

Сила тока будет изменяться по закону

$$I = \frac{2U'}{3R} \qquad (1)$$

до достижения$U_1=U_{кр}$.Это значение будет достигнуто при общем напряжении

$$U_{max}'=U_1+ U_2=U_1+U_1/2=U_{кр}+U_{кр}/2=3U_{кр}/2 \qquad (2)$$

2. При достижении$U_{крит}$, левый элемент цепи перейдет в режим с сопротивлением $2R$. После этого перехода R''=2R+R/2=5R/2 и ток будет меняться по закону:

$$I = \frac{2U''}{5R} \qquad (3)$$

Так как сопротивление левого элемента больше сопротивления правого в 4раза, то ток будет изменяться по закону (3) до достижения на правом элементе критическое напряжения, тогда

$$U_{max}''=4U_{кр}+U_{кр}=5U_{кр}. \qquad (4)$$

3. Теперь при достижении $U_{крит}$ происходит переход у правого элемента. Тогда R'''=2R+R и на третьем отрезке ток будет меняться по закону

$$I = \frac{U'''}{3R} \qquad (5)$$

На графике изменению тока при увеличении напряжения соответствует кривая ОАВСДЕ.

II.Будем представлять, что мы уменьшаем полное напряжение цепи.

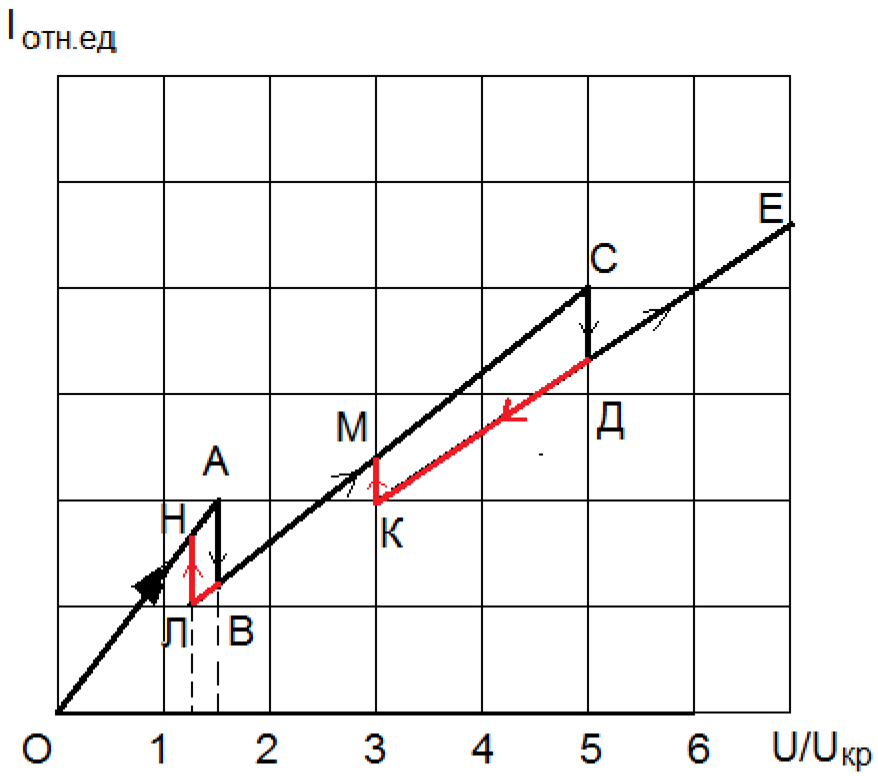
1.При уменьшении напряжения от точки Е перехода в точке Д не произойдет, т.к. сопротивление на правом элементе больше, чем на участке ВС при возрастании напряжения и теперь составляет 1/3 от общего. Переход произойдет при достижении напряжения:

$$U_{min}'''=2U_{кр}+U_{кр}=3U_{кр} \qquad (6)$$

2. Аналогично при уменьшении напряжения на участке от точки М переход в точке В не произойдет, т.к. сопротивление левого элемента больше, чем на участке ОА. Сопротивление левого элемента цепи составляет ¼ от правого, тогда

$$U_{min}''=U_{кр}+U_{кр}/4=5U_{кр}/4 \qquad (7)$$

На графике изменению тока при уменьшении напряжения соответствует кривая ЕКМЛНО.



№	Критерий	Балл
1	Найдены зависимости тока от напряжения – формулы (1), (3) и (5).	1,5
2	Найдены максимальные напряжения, соответствующие переходам из одного состояния в другое – формулы (2) и (4).	4
3	Найдены минимальные напряжения соответствующие переходам из одного состояния в другое – формулы (6) и (7).	4
4	Правильно построена зависимость тока от напряжения	0,5