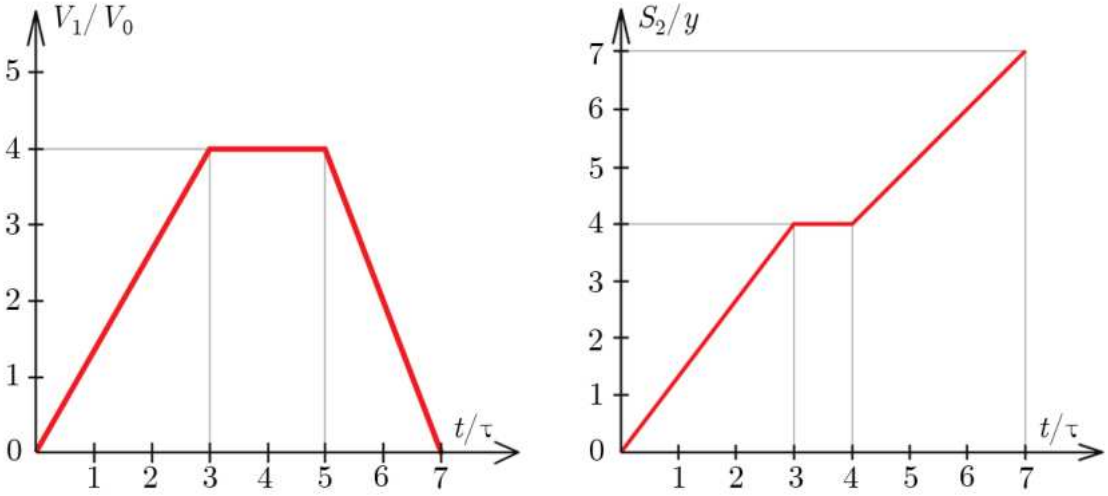
Максимальное количество баллов за олимпиаду — 30

Задание 1. Вариант 1. В летние каникулы Павел и Василиса совершали тренировочные пробежки. Зависимости скорости $V_1(t)$ Павла от времени и пути $S_2(t)$ Василисы от времени одной из тренировок изображены на графиках, где $V_0 = 0.05$ км/мин, $y = 0.1$ км, $\tau = 1$ мин.



а) С какой наибольшей скоростью бежал Павел? Ответ выразите в км/ч, округлите до десятых.
Ответ: засчитывается в диапазоне [11.9; 12.1]
Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) С какой наибольшей скоростью бежала Василиса? Ответ выразите в км/ч, округлите до десятых.
Ответ: засчитывается в диапазоне [7.9; 8.1]
Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Кто пробежал большее расстояние?
Ответ: Павел
Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1 балл

г) Чему равна средняя путевая скорость Павла? Ответ выразите в км/ч, округлите до десятых.
Ответ: засчитывается в диапазоне [7.6; 7.8]
Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2.5 балла

д) Чему равна средняя путевая скорость Василисы? Ответ выразите в км/ч, округлите до десятых.
Ответ: засчитывается в диапазоне [5.9; 6.1]
Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2.5 балла
Максимальный балл за задание — 10
Решение.
а) Скорость отложена на графике скорости по оси ординат. Павел бежал с наибольшей скоростью

$$v_{1,\max} = 4V_0 = 0.2 \text{ км/мин} = 12.0 \text{ км/ч}.$$

б) Скорость Василисы определим по графику зависимости пройденного пути от времени как наибольший угловой коэффициент наклона прямой:

$$v_{2,\max} = \frac{4y}{3\tau} \approx 0.133 \text{ км/мин} = 8.0 \text{ км/ч}.$$

в) Путь Павла найдём как площадь под графиком скорости:

$$s_1 = 18V_0\tau = 0.9 \text{ км}.$$

Путь Василисы отложен на графике пути по оси ординат: $s_2 = 7y = 0.7$ км. Значит, большее расстояние пробежал Павел.

г) Средняя путевая скорость Павла равна

$$v_{1,\text{ср}} = \frac{s_1}{7\tau} \approx 0.13 \text{ км/мин} = 7.7 \text{ км/ч}.$$

д) Средняя путевая скорость Василисы равна

$$v_{2,\text{ср}} = \frac{s_2}{7\tau} = 0.1 \text{ км/мин} = 6.0 \text{ км/ч}.$$

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 1.

№ варианта	V_0, км/мин	τ, мин	y, км	Ответ в диапазоне (пункт а)		Ответ в диапазоне (пункт б)		Ответ (пункт в)	Ответ в диапазоне (пункт г)		Ответ в диапазоне (пункт д)	
1	0.05	1	0.1	11.9	12.1	7.9	8.1	Павел	7.6	7.8	5.9	6.1
2	0.04	1.5	0.15	9.5	9.7	7.9	8.1	Павел	6.1	6.3	5.9	6.1
3	0.04	1.6	0.16	9.5	9.7	7.9	8.1	Павел	6.1	6.3	5.9	6.1
4	0.04	1.7	0.15	9.5	9.7	7.0	7.2	Павел	6.1	6.3	5.2	5.4
5	0.04	1.8	0.15	9.5	9.7	6.6	6.8	Павел	6.1	6.3	4.9	5.1
6	0.04	1.9	0.17	9.5	9.7	7.1	7.3	Павел	6.1	6.3	5.3	5.5
7	0.03	2.2	0.2	7.1	7.3	7.2	7.4	Василиса	4.5	4.7	5.4	5.6
8	0.02	2.3	0.21	4.7	4.9	7.2	7.4	Василиса	3.0	3.2	5.4	5.6
9	0.04	1.1	0.12	9.5	9.7	8.6	8.8	Василиса	6.1	6.3	6.4	6.6
10	0.03	1.2	0.13	7.1	7.3	8.6	8.8	Василиса	4.5	4.7	6.4	6.6
11	0.02	1.3	0.14	4.7	4.9	8.5	8.7	Василиса	3.0	3.2	6.4	6.6
12	0.03	1.1	0.14	7.1	7.3	10.1	10.3	Василиса	4.5	4.7	7.5	7.7
13	0.04	1.1	0.14	9.5	9.7	10.1	10.3	Василиса	6.1	6.3	7.5	7.7
14	0.04	1.2	0.17	9.5	9.7	11.2	11.4	Василиса	6.1	6.3	8.4	8.6
15	0.04	1.3	0.19	9.5	9.7	11.6	11.8	Василиса	6.1	6.3	8.7	8.9
16	0.03	1.4	0.12	7.1	7.3	6.8	7.0	Василиса	4.5	4.7	5.0	5.2
17	0.02	1.5	0.13	4.7	4.9	6.8	7.0	Василиса	3.0	3.2	5.1	5.3
18	0.03	1.6	0.15	7.1	7.3	7.4	7.6	Василиса	4.5	4.7	5.5	5.7
19	0.03	2.1	0.18	7.1	7.3	6.8	7.0	Василиса	4.5	4.7	5.0	5.2
20	0.03	2.4	0.22	7.1	7.3	7.2	7.4	Василиса	4.5	4.7	5.4	5.6

Задание 2. Вариант 1. Два одинаковых калориметра наполнены водой комнатной температуры: первый — на 1/3 вместимости, второй — на 1/5 вместимости. Когда в каждый калориметр долили до краёв горячую воду, в первом калориметре установилась температура $t_1 = 56\,^\circ\text{C}$, во втором — $t_2 = 64\,^\circ\text{C}$. Теплоёмкостью калориметров и теплопотерями можно пренебречь.

Ответы выразите в градусах Цельсия, округлите до целых.

а) Чему равна комнатная температура t_0?

Ответ: засчитывается в диапазоне [15; 17]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

б) Чему равна температура $t_\text{х}$ горячей воды?

Ответ: засчитывается в диапазоне [75; 77]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

в) Какая установится температура $t_\text{у}$, если воду из калориметров смешать в третьем калориметре, в два раза большей вместимости?

Ответ: засчитывается в диапазоне [59; 61]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 баллов

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

а-в) Применим уравнение теплового баланса для обоих калориметров:

$$c\frac{m}{3}(t_1 - t_0) = c\frac{2m}{3}(t_\text{х} - t_1), \qquad c\frac{m}{5}(t_2 - t_0) = c\frac{4m}{5}(t_\text{х} - t_2).$$

Отсюда

$$t_1 - t_0 = 2(t_\text{х} - t_1), \qquad t_2 - t_0 = 4(t_\text{х} - t_2).$$

Решив систему, получаем комнатную температуру

$$t_0 = 6t_1 - 5t_2 = 16\,^\circ\text{C}$$

и температуру горячей воды

$$t_{\text{х}} = \frac{5t_2 - 3t_1}{2} = 76\,^{\circ}\text{C}.$$

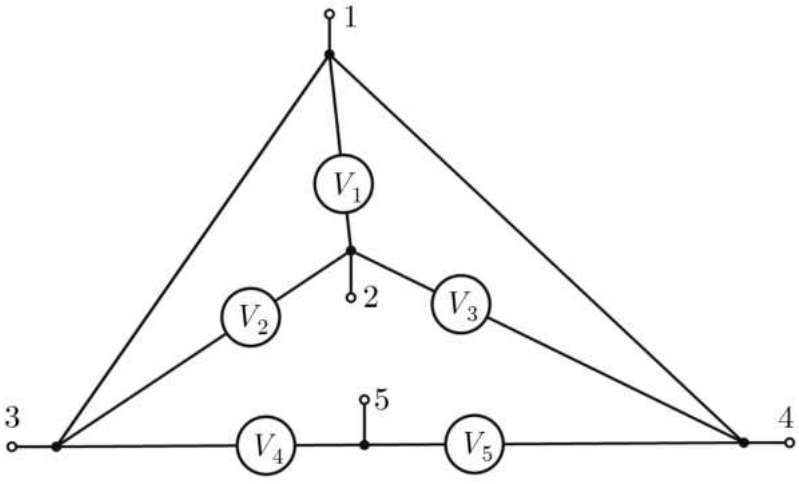
Теплоёмкости воды в полностью заполненных калориметрах одинаковы, поэтому после смешивания

$$t_{\text{у}} = \frac{t_1 + t_2}{2} = 60\,^{\circ}\text{C}.$$

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 2.

№ варианта	t_1, °C	t_2, °C	Ответ в диапазоне (пункт а)		Ответ в диапазоне (пункт б)		Ответ в диапазоне (пункт в)	
1	56	64	15	17	75	77	59	61
2	57	65	16	18	76	78	60	62
3	58	66	17	19	77	79	61	63
4	59	67	18	20	78	80	62	64
5	60	68	19	21	79	81	63	65
6	61	69	20	22	80	82	64	66
7	62	70	21	23	81	83	65	67
8	63	71	22	24	82	84	66	68
9	64	72	23	25	83	85	67	69
10	65	73	24	26	84	86	68	70
11	66	74	25	27	85	87	69	71
12	67	75	26	28	86	88	70	72
13	68	76	27	29	87	89	71	73
14	69	77	28	30	88	90	72	74
15	70	78	29	31	89	91	73	75
16	71	79	30	32	90	92	74	76
17	72	80	31	33	91	93	75	77
18	73	81	32	34	92	94	76	78
19	74	82	33	35	93	95	77	79
20	75	83	34	36	94	96	78	80

Задание 3. Вариант 1. Пять одинаковых вольтметров соединены по изображённой схеме.

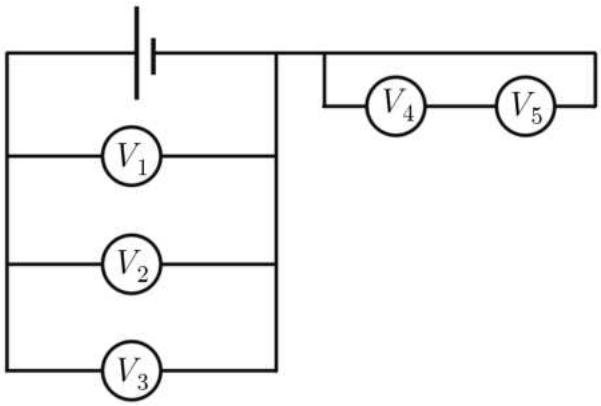


Источник постоянного напряжения U = 110 В подключают к парам клемм, указанным в таблице. Определите показания вольтметров. Сопротивлением соединительных проводов пренебрегите. Ответы выразите в вольтах, округлите до целых.

Ответ:

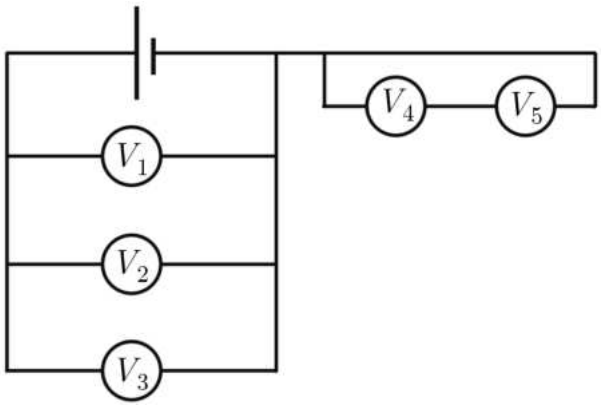
Номера клемм	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
1 и 2	110	110	110	0	0
2 и 3	110	110	110	0	0
3 и 5	0	0	0	110	110
2 и 5	44	44	44	66	66

Критерий оценивания: точное совпадение каждого показания — 0.5 балла
Максимальный балл за задание — 10
Решение.
При подключении источника к клеммам 1 и 2 эквивалентная схема имеет вид:



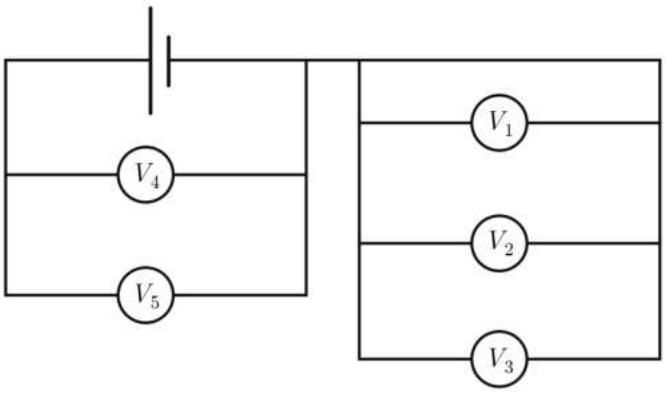
Поэтому $U_1 = U_2 = U_3 = 110$ В, а $U_4 = U_5 = 0$ В.

Для клемм 2 и 3 эквивалентная схема та же:



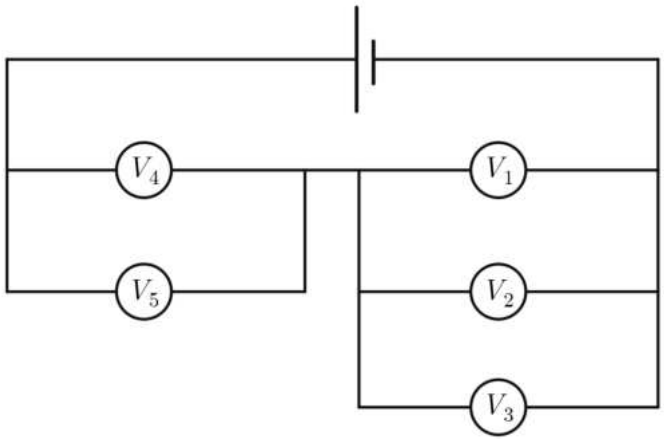
Следовательно, $U_1 = U_2 = U_3 = 110$ В, $U_4 = U_5 = 0$ В.

При подключении источника к клеммам 3 и 5 получаем схему:



Следовательно, $U_4 = U_5 = 110$ В, $U_1 = U_2 = U_3 = 0$ В.

При подключении к клеммам 2 и 5 схема имеет вид:



Эквивалентное сопротивление группы V_4, V_5 равно $R/2$, а группы V_1, V_2, V_3 — $R/3$. Напряжения на группах относятся как 3 : 2. Поэтому

$$\mathrm{U}_4 = \mathrm{U}_5 = \frac{3}{5} \cdot 110 = 66 \text{ В}, \qquad \mathrm{U}_1 = \mathrm{U}_2 = \mathrm{U}_3 = \frac{2}{5} \cdot 110 = 44 \text{ В}.$$

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 3.

№ варианта	U, В	Номера клемм	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
1	110	1 и 2	110	110	110	0	0
		2 и 3	110	110	110	0	0
		3 и 5	0	0	0	110	110
		2 и 5	44	44	44	66	66
2	310	1 и 2	310	310	310	0	0
		2 и 3	310	310	310	0	0
		3 и 5	0	0	0	310	310
		2 и 5	124	124	124	186	186
3	50	1 и 2	50	50	50	0	0
		2 и 3	50	50	50	0	0
		3 и 5	0	0	0	50	50
		2 и 5	20	20	20	30	30
4	60	1 и 2	60	60	60	0	0
		2 и 3	60	60	60	0	0
		3 и 5	0	0	0	60	60
		2 и 5	24	24	24	36	36
5	70	1 и 2	70	70	70	0	0
		2 и 3	70	70	70	0	0
		3 и 5	0	0	0	70	70
		2 и 5	28	28	28	42	42
6	80	1 и 2	80	80	80	0	0
		2 и 3	80	80	80	0	0
		3 и 5	0	0	0	80	80
		2 и 5	32	32	32	48	48

№ варианта	U, В	Номера клемм	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
7	90	1 и 2	90	90	90	0	0
		2 и 3	90	90	90	0	0
		3 и 5	0	0	0	90	90
		2 и 5	36	36	36	54	54
8	40	1 и 2	40	40	40	0	0
		2 и 3	40	40	40	0	0
		3 и 5	0	0	0	40	40
		2 и 5	16	16	16	24	24
9	30	1 и 2	30	30	30	0	0
		2 и 3	30	30	30	0	0
		3 и 5	0	0	0	30	30
		2 и 5	12	12	12	18	18
10	20	1 и 2	20	20	20	0	0
		2 и 3	20	20	20	0	0
		3 и 5	0	0	0	20	20
		2 и 5	8	8	8	12	12
11	120	1 и 2	120	120	120	0	0
		2 и 3	120	120	120	0	0
		3 и 5	0	0	0	120	120
		2 и 5	48	48	48	72	72
12	130	1 и 2	130	130	130	0	0
		2 и 3	130	130	130	0	0
		3 и 5	0	0	0	130	130
		2 и 5	52	52	52	78	78
13	140	1 и 2	140	140	140	0	0
		2 и 3	140	140	140	0	0
		3 и 5	0	0	0	140	140
		2 и 5	56	56	56	84	84
14	150	1 и 2	150	150	150	0	0
		2 и 3	150	150	150	0	0
		3 и 5	0	0	0	150	150
		2 и 5	60	60	60	90	90
15	160	1 и 2	160	160	160	0	0
		2 и 3	160	160	160	0	0
		3 и 5	0	0	0	160	160
		2 и 5	64	64	64	96	96
16	170	1 и 2	170	170	170	0	0
		2 и 3	170	170	170	0	0
		3 и 5	0	0	0	170	170
		2 и 5	68	68	68	102	102

№ варианта	U, В	Номера клемм	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
17	180	1 и 2	180	180	180	0	0
		2 и 3	180	180	180	0	0
		3 и 5	0	0	0	180	180
		2 и 5	72	72	72	108	108
18	190	1 и 2	190	190	190	0	0
		2 и 3	190	190	190	0	0
		3 и 5	0	0	0	190	190
		2 и 5	76	76	76	114	114
19	200	1 и 2	200	200	200	0	0
		2 и 3	200	200	200	0	0
		3 и 5	0	0	0	200	200
		2 и 5	80	80	80	120	120
20	210	1 и 2	210	210	210	0	0
		2 и 3	210	210	210	0	0
		3 и 5	0	0	0	210	210
		2 и 5	84	84	84	126	126

Сириус.Курсы — для тех, кто хочет знать больше!

