

Задание 1. Как Уильям Томсон стал лордом Кельвином

Пункт	Содержание	Всего за часть	Всего за пункт	Баллы	Оценки
	Задача 1.	10			
	<i>Засчитываются правильные ответы с коэффициентами в обыкновенных дробях</i>				
1.1	Значения сил токов $6 \times 0,5 = 3$		3	3	
1.2	Значение сопротивления всей цепи		5	5	
	Значение силы тока I_0			1	
	Значение силы тока I_3			1	
1.3	Значение отношения I_1 / I_0		2	1	
	Значение отношения I_2 / I_1			1	
	Задача 2.	10			
2.1	Основная идея – начальное пренебрежение токами через поперечные резисторы		4	3	
	Значения сил токов $I_0 \approx I_1$			1	
2.2	Разность токов $\Delta I = (I_0 - I_1)$ есть сумма токов утечки		6	2	
	Значения напряжений на поперечных резисторах (5)			1	
	Значения сил токов (6)			1	
	Суммирование сил токов (8)			1	
	Численное значение			1	
	Задача 3.	15			
3.1	Идея расчета – отбросить первое звено		5	2	
	Уравнение (9)			1	
	Решение (11)			1	
	Результат (12)			1	
3.2	Рекуррентное соотношение (13)		3	1	
	Формула для геометрической прогрессии (14) с указанием отношения сил токов (16)			2	
3.3	Формула (16)		2	2	
3.4	Приближенное выражение (17)		5	2	
	Значение знаменателя прогрессии			1	
	Сила тока в цепи I_0			1	
	Формула (19)			1	
	Задача 4	15			
	<i>(за не правильное округление штраф -1 балл)</i>				
4.1	Формула для сопротивления (20)		3	1	
	Численное значение (21)			1	
	Сопротивление всего кабеля (22)			1	

4.2	Формула для сопротивления изоляции		4	1	
	Использованное среднее значение площади радиуса изоляции			1	
	Численное значение			1	
	Сопротивление всей изоляции			1	
4.3	Эквивалентная схема цепочка Задачи 3		2	2	
4.4	Использование формулы (24)		6	2	
	Формула (27) при $N > 100$			2	
	Численное значение отношения сил токов			2	
	ВСЕГО за задание		50		

Задание 2. Вытекание

Пункт	Содержание	Всего за часть	Всего за пункт	Баллы	Оценки
Часть 1. Бросок		20			
1.1	Формула (3)		2	2	
1.2	Проекция ускорения и начальной скорости (1+1)		2	2	
1.3	Формула для $v_z(z)$ (6)		4	3	
	Указан знак минус			1	
1.4	Закон равноускоренного движения		4	1	
	Формула (9)			3	
1.5	График зависимости $z(t)$: - парабола ветви вверх; - максимальные значения h_0 ; - вершина параболы - τ ; - максимальное время 2τ .		4	1 1 1 1	
1.6	Показатели степеней α и β (1+1)		2	2	
1.7	Значение C (решение квадратного уравнения) выбран меньший корень		2	1 1	
Часть 2. Дырявый сосуд		20			
2.1	Использование закона сохранения энергии		6	2	
	Изменение потенциальной энергии			1	
	Кинетическая энергия струи			1	
	формула (18)			2	
2.2	Уравнение равенства объемов (19)		5	2	
	Отношение площадей через отношение диаметров			1	
	Формула (21)			1	
	указание знака			1	
2.3	Использование аналогии с движением шарика		5	2	
	формула для ускорения			2	
	правильный знак			1	

2.4	Формула (23)		1	1	
	Подстановка выражения для начальной скорости			1	
2.5	Формула для времени (24)		1	1	
2.6	Численное значение времени (за не правильное округление -1)		2	2	
	ВСЕГО за задание	40			

Задание 3. Теплокровный сферический кот

Пункт	Содержание	Всего за часть	Всего за пункт	Баллы	Оценки
Часть 1. Спящие коты		18			
	Основная идея – тепловой баланс		6	2	
	Уравнение баланса (2)			2	
	Выражение для температур (3)			1	
1.1	Формула для температуры		3	2	
	Численное значение			1	
1.2.1	Формула для температуры		3	2	
	Численное значение			1	
1.2.2	Уравнение баланса (9)		6	3	
	Температура границы (10)			1	
	Уравнение (11)			1	
	Формула для коэффициента (12)			1	
Часть 2. «Живая» модель		42			
2.1	Оптимальная температура : формула, численное значение (1+1)		2	2	
2.2	Нормировочная постоянная $C = \alpha_0$; физический смысл; формулы для \bar{W} , \bar{q} (1+1); численное значение постоянной \bar{A} ;		5	1 1 1 2	
2.3	График $\bar{W}(t)$: - парабола, ветви вниз; - указаны точки нулей; - правильные координаты вершины; График $\bar{q}(t)$: - прямая; - коэффициент наклона 1; - проходит через вершину параболы; - правильное значение нуля.		7	1 1 1 1 1 1	
2.4	Уравнение (18);		14	2	
	Графическая иллюстрация: две «правильные» прямые;			2	
	температура $t_0 = 35^\circ$; Численные значения корней уравнения (18) Выбран больший корень			2 1	

	температура $t_0 = 25^\circ$: Численные значения корней уравнения (18); Выбран больший корень; Показана устойчивость и неустойчивость корней.			2 1 4	
2.5	Графическая иллюстрация: - прямая для максимальной температуры; - прямая для минимальной температуры (касательная к параболе)		6	1 1	
	Указана максимальная температура			1	
	Касательная – дискриминант равен нулю Численное значение минимальной температуры			2 1	
2.6	Уравнение баланса (23)		3	1	
	Зависимость (24)			1	
	Графическая иллюстрация (прямые, проходящие через вершину параболы)			1	
2.7	График зависимости $\alpha(t_0)$ кривая, выпуклостью вниз;		2	2	
2.8	Приближение (прямая проходит через вершину параболы)		3	2	
	Численное значение коэффициента			1	
	ВСЕГО за задание 3		60		

Итоговая ведомость

Код работы _____

	Задание 1	Задание 2	Задание 3	Всего за ТТ
Оценки после проверки				
Подпись проверяющего				
Изменения после ознакомления				
Итоговые баллы				
Подпись участника				
Подпись члена жюри				

Задание 1. Цирковая разминка

Пункт	Содержание	Всего за часть	Всего за пункт	Баллы	Оценки
Задача 1. Девочка на шаре		15			
1.1	Условия равновесия: - сумма сил равна нулю; - сумма моментов сил равна нулю; - условие устойчивости равновесия;		4	1 1 2	
	Энергетический поход: - потенциальная энергия минимальна; - потенциальная энергия пропорциональна высоте центра масс; - рисунок (с указанием положения ЦМ); - вычисление высоты ЦМ формула (1); - разложение по малому углу отклонения (4); - условие равновесия (5);		11	3 1 2 2 2 1	
	<i>Альтернатива: расчет моментов;</i> - моменты рассчитываются относительно точки касания; - момент силы тяжести – «возвращающий»; - рисунок с указанием сил и их плеч; - расчет плеча силы тяжести; - условие равновесия (4); - приближение малых углов; - условие равновесия (5).		11	1 2 2 1 2 2 1	
Задача 2. Канатоходцы		20			
2.0	Расчет удлинения проволоки (1); Приближение малого провисания (2); Относительное удлинение (3); Условие равновесия (4); Приближение малого угла (5); Связь силы упругости и удлинения (6)		9	1 2 1 2 1 2	
2.1	Доказательство линейности деформации; Формула для силы (8) Уравнение (9); Формула для провисания (10); Численное значение x		7	2 1 1 2 1	
2.2	Использование предельной точки; Использование уравнения (6); Максимальная масса: - формула; - численное значение;		4	1 1 1 1	
	<i>За не правильное округление -1 балл</i>				
	ВСЕГО за задание 1	35			

Задание 2. Газовые законы

Пункт	Содержание	Всего за часть	Всего за пункт	Баллы	Оценки
Часть 1. Горизонтальный сосуд.		35			
1.0	Уравнение состояния газа; 1 закон термодинамики; Выражение для внутренней энергии газа.		6	2 2 2	
1.1	Условия термодинамического равновесия (1)-(2)		13	2	
	Уравнения состояния (2)-(3)			2	
	Значения объемов V_{1a} , V_{1b}			2	
	Уравнение закона сохранения энергии (7)			2	
	Газ работы не совершает			1	
	Значения давлений (8)			2	
	Значения температуры (10)			2	
1.2	Значения объемов и параметров в части б неизменны		9	2	
	Изменение энергии равно количеству теплоты Уравнение (13)			2	
	Значение давления (15)			3	
	Значение температуры (17)			2	
1.3	Условия равновесия (18)		7	1	
	Значение давлений (20)			3	
	Значения температур (22)			3	
Часть 2. Вертикальный сосуд.		15			
2.1	Значения начальных объемов		15	1	
	Значения конечных объемов			1	
	Уравнение 1 закона термодинамики (27)			1	
	Разность давлений постоянна			1	
	Вычисление работы газа (28) (изменение потенциальной энергии поршня)			2	
	Вычисление изменения внутренней энергии (29)			3	
	Вычисление ΔP			2	
	Выражение для изменения внутренней энергии (33)			2	
	Окончательное выражение для количества теплоты (34)			2	
	ВСЕГО за задание (2)	50			

Задание 3. Поле в диэлектрике

Пункт	Содержание	Всего за часть	Всего за пункт	Баллы	Оценки
Часть 1. Нормальное поле		40			
1.1	Определение емкости конденсатора		6	1	
	выражение для заряда на обкладке			1	
	выражение для разности потенциалов			2	
	Формула для напряженности (3)			2	
1.2	Основная идея – суперпозиция полей		7	2	
	Уравнение (4)			1	
	Уравнение (5)			1	
	Формула для поверхностной плотности (6)			2	
	Формула (7)			1	
1.3	Суперпозиция полей (7)		7	2	
	Связь между полями (8)			2	
	Использование «определения» ε			1	
	формула для плотности заряда (9)			2	
1.4	Напряженности полей вне и внутри пластины (10)-(11):		20	2	
1.4.1	формулы для плотностей зарядов; правильные знаки		4	2 2	
1.4.2	<i>Емкость конденсатора</i>		4		
	Расчет разности потенциалов (13)			2	
	Формула для емкости конденсатора (14)			2	
1.4.3	<i>Давление поля</i>		10		
	формула для давления (16)			2	
	Учет напряженности только внешних полей			3	
	формула (17)			2	
	окончательное выражение (18)			2	
	Пластина растягивается			1	
Часть 2. Наклонное поле		25			
2.1.1	Постоянство тангенциальных составляющих (обоснование)		7	2 1	
	Условие для нормальных составляющих (20)			2	
	Использование «тангенсов»			1	
	Закон преломления (22)			1	
2.1.2	Выражение для модуля поля внутри пластины (23)		3	2	
	Выражение для отношения полей (24)			1	
2.2.1	Выбор траектории для расчета разности потенциалов		10	2	
	Выражение для разности потенциалов (25)			1	
	Формула для разности потенциалов (28)			4	

	Формула для заряда на обкладках			1	
	Формула для емкости (29)			2	
2.2.2	Использование разложения косинуса		5	1	
	Преобразования (30)			2	
	Окончательный результат (31)			2	
	ВСЕГО за задание 3		65		

Итоговая ведомость

Код работы _____

	Задание 1	Задание 2	Задание 3	Всего за ТТ
Оценки после проверки				
Подпись проверяющего				
Изменения после ознакомления				
Итоговые баллы				
Подпись участника				
Подпись члена жюри				

Задание 1. Гигантомания

Пункт	Содержание	Всего за часть	Всего за пункт	Баллы	Оценки		
Задача 1.1 Падение камушка		10					
1.1.1.a			2				
	Результат (2): формула, численное значение			2		2	2
1.1.2 a			2				
	Результат (4): формула, численное значение			2		2	2
1.1.1б			4				
	Движутся два тела			1		1	1
	Ускорения равны g			1		0	1
	Результат (4): формула, численное значение			2		0	0
1.1.2б			2				
	Результат (5): формула, численное значение			2		0	2
Задача 1.2 Космический корабль		8					
1.2.1a			3				
	Закон Ньютона (1)			1		1	1
	Результат (3): формула и численное значение			2		0	1
1.2.1б			5				
	Движение вокруг ЦМ			1		1	1
	Радиус траектории – $R/2$			1		0	1
	Уравнение (5)			1		0	1
	Результат (7): формула и численное значение			2		0	1
Задача 1.3 Эталон часа		12					
1.3			12				
	Формула для периода мат. маятника не применима			2		0	1
	Рисунок (указаны силы или моменты сил)						
	Приближение малых углов отклонения - траектория горизонтальна; - модуль силы тяжести не изменяется; - синус угла равен углу;			3		2	3
	Уравнение (4) (или равносильное)			3		0	3
3	Уравнение (6)			2		0	2
	Результат (7): формула и численное значение			2		0	0

	<i>За неправильное округление (-1)</i>						
	ВСЕГО за Задание 1	30				9	23

Задание 2. Магнитное динамо

Пункт	Содержание	Всего за часть	Всего за пункт	Баллы	Оценки		
Часть 1. Поле в слое		15					
1.1	Направления векторов		4				
	вектор \vec{v}			1		1	1
	вектор \vec{E}			1		1	1
	вектор \vec{B}			2		0	2
1.2	Магнитное поле		4				
	плотность тока (1)			2		0	2
	Формула (2)			2		0	0
1.3			2				
	Направления сил 1x2			2		0	1
1.4			5				
	Модуль электрической силы (3)			2		1	2
	Модуль магнитной силы (4)			3		1	3
Часть 2. Заряды и токи		25					
2.1	Формула для силы тока (5)		10	1			
	Формула для «напряжения» (6)			3			
	Формула для сопротивления (7)			1		1	1
	Закон Ома			1			
	Уравнение (9)			4			
2.2	Идея: производная должна быть положительна		5	2		0	0
	Выражение для скорости (10)			1		0	0
	Численное значение (11)			2		0	0
2.3	Результат: формула (13), численное значение		3	2 1		0	0
2.4	Приближение (15) с численным обоснованием		7	2 1		0	0
	Формулы для оценки времени (16)			3		0	0
	Численное значение			1		0	0
Часть 3. Спасает ли модель масса электрона?		10					
3.1	Учет центробежной силы		5	1		0	0
	Уравнение стационарности (17)			2		0	0
	Плотность заряда (18)			2		0	0
3.2	Индукция магнитного поля формула, численное значение		4	1 3		0	0
3.3	Отрицательный ответ		1	1		0	0
	<i>За неправильное округление (-1)</i>						
	ВСЕГО за задание 2	50				5	13

Задание 3. Таутохронизм и принцип Ферма

Пункт	Содержание	Всего за часть	Всего за пункт	Баллы	Оценки		
Часть 1. Математическое введение.		3					
1.1	Разложение (1)		1	1		1	1
1.2	Уравнение окружности		2	1		1	1
	Разложение (3)			1		1	1
Часть 2. Таутохронизм							
<i>«Традиционные выводы известных формул не оцениваются!»</i>							
Задача 2.1		10			13		
2.1	Основная идея – постоянство времени			2		2	2
	Рисунок: ход луча; - указание геометрических параметров y, f			1 1		0	2
	Формула для пути луча (4)			2		2	2
	Разложение (5)			2		0	2
	Функция поверхности (6)			1		0	1
	Формула для фокусного расстояния			1		0	1
Задача 2.2		10			23		
2.2	Рисунок: ход луча; - указание геометрических параметров y, f			1 1		0	2
	Время движения в среде (9)			1		1	1
	Равенство (10)			2		2	2
	Разложение (11)			2		0	2
	Функция поверхности (12)			1		0	1
	Формула для фокусного расстояния (14)			2		2	2
Задача 2.3		10			33		
2.3.1	Рисунок: ход луча; - указание геометрических параметров y, f		9	1 1		0	9
	Равенство (15)			2		0	
	Разложение (16) - (17)			3		0	
	Формула (19)			1		0	
	Вывод: есть постоянство времени			1			
2.3.2	Формула (20)		1	1			
Задача 2.4		7			40		
2.4.1	Предложение считать «расстояния» отрицательными		2	2		2	2
2.4.2	Рисунок: ход луча; - указание геометрических параметров y, f		5	1 1		0	2
	Равенство (20)			1		0	1
	Разложение (21)			1		0	1

	Формула (22)			1		1	1
2.4.3	Обоснование принципа:		5				
	- волновая природа света;			2		1	2
	- интерференция волн;			2		0	2
	- все волны в одной фазе, поэтому максимум!			1		1	1
Часть 3. Принцип Ферма							
Задача 3.1		10			55		
3.1	Рисунок с указанием всех параметров			2		0	2
	Идея: время должно быть минимальным			2		0	2
	Выражение для времени распространения (23)			2		0	2
	Выражение для производной (24)			2		0	2
	Геометрические соотношения (25)			1		1	1
	Закон преломления (26)			1		1	1
Задача 3.2		10			65		
3.2.1	Формула для длины хорды (27)		8	1		1	1
	Формула для длины пути (28)			3		1	3
	Схематический график: - две ветви синусоиды; - первая ниже второй; - два максимума с правильным указанием координат			1 1 2		0	0
3.2.2	Правильные значения точек отражения		2	2		2	2
Задача 3.3		5					
3.3.1	Формулировка: время движение экстремально или стационарно			2		1	2
3.3.2	Обоснование: - вблизи «стационарной» точки время распространения света по близким траекториям почти одинаково; - различие времен имеет второй порядок малости; - максимум интерференции			1 1 1		0	3
ИТОГО за Задание 3		70				24	65

Итоговая ведомость

Код работы _____

	Задание 1	Задание 2	Задание 3	Всего за ТТ
Оценки после проверки				
Подпись проверяющего				
Изменения после ознакомления				

Итоговые баллы				
Подпись участника				
Подпись члена жюри				