

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ И ИНДИВИДУАЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ ПО
КУРСУ «ФИЗИКА»
2 семестр изучения физики

Самостоятельная работа, ее организация играют большую роль в обучении, а также в **научной** и творческой работе студента вуза. От того, насколько студент подготовлен и включен в самостоятельную деятельность, зависят его успехи в учебе, научной и профессиональной работе.

Первые умения самостоятельной работы личность осваивает в школе, и результате общения, конечно, зависит от уровня овладения этими умениями. Результаты учебной деятельности зависят от уровня самостоятельной работы студента, который определяется личной подготовленностью к этому труду, желанием заниматься самостоятельно и возможностями реализации этого желания.

Самостоятельная работа представлена такими **формами учебного процесса**, как лекция, семинар, практические и лабораторные занятия, экскурсии, подготовка к ним. Студент должен уметь вести краткие записи лекций, составлять конспекты, планы и тезисы выступлений, подбирать литературу и т.д.

Самостоятельная работа осуществляется в виде аудиторных и внеаудиторных форм познавательной деятельности по каждой дисциплине учебного плана.

Самостоятельная работа студентов во внеаудиторное время может предусматривать:

- Проработку лекционного материала, работу с научно-технической литературой при изучении разделов лекционного курса, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовку к семинарам, лабораторным и практическим занятиям;
- Решение задач, выданных на практических занятиях;
- Подготовку к контрольным работам;
- Выполнение курсовых проектов (работ) и индивидуальных заданий, предусмотренных учебным планом;

Самостоятельная работа студентов в аудиторное время весьма многообразна и может предусматривать:

- Выполнение самостоятельных работ;
- Выполнение контрольных работ, чертежей, составление схем, диаграмм;
- Решение задач;
- Работу со справочной, методической и научной литературой;
- Защиту выполненных работ;
- Оперативный (текущий) опрос по отдельным темам изучаемой дисциплины;
- Собеседование, деловые игры, дискуссии, конференции;
- Тестирование и т.д.

Видами заданий для самостоятельной работы могут быть:

для овладения знаниями:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы);
- составление плана текста;
- графическое изображение структуры текста;
- конспектирование текста;
- выписки из текста;
- работа со словарями и справочниками; ознакомление с нормативными документами;
- учебно-исследовательская работа;
- использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.;

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекции (обработка текста); повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио- и видеозаписей);
- составление плана и тезисов ответа;

- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- ответы на контрольные вопросы;
- подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции;
- тестирование и др.:

для формирования умений:

- решение задач и упражнений по образцу;
- решение вариативных задач и упражнений;
- выполнение чертежей, схем; выполнение расчетно-графических работ;
 - проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности.

Виды заданий для самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать специфику специальности, изучаемой дисциплины, индивидуальные особенности студента.

В вузе все виды самостоятельной работы студента подчиняются целям учебного процесса, организуются при его главенстве. Организация самостоятельной работы студентов должна сочетаться со всеми применяемыми в вузе методами обучения и вместе с ними представлять единую систему средств по приобретению знаний и выработке навыков.

Самостоятельная работа направлена на закрепление и углубление полученных теоретических и практических знаний, развитие навыков практической работы.

Руководство по СРС и выполнению индивидуального домашнего задания.

Требования к оформлению индивидуального задания

Индивидуальное задание решается в соответствии с номером варианта.

Вариант выполнения индивидуального задания каждого семестра определяется по порядковому номеру в списке группы (для студентов очной формы обучения) или по двум последним цифрам номера зачетной книжки (для студентов заочной и очно-заочной формы обучения). Если номер зачетной книжки больше 30, то номер варианта определяется вычитанием из последних цифр номера зачетной книжки числа 30. Вычитать необходимо до тех пор, пока не получится номер варианта, меньший или равный 30. Например, при номере зачетной книжки, заканчивающемся на 78, следует решать задачи 18 варианта.

Индивидуальное задание оформляется в обычной тетради (в клетку) или на листах форматом А4 (с одной стороны листа).

На титульном листе указываются:

- полное наименование образовательного учреждения и соответствующей кафедры;
- тема домашнего задания;
- ФИО студента, номер группы и факультет (институт);
- номер варианта;
- ФИО преподавателя.

Образец оформления титульного листа приведен в Приложении 1.

Порядок оформления решения задач

1. После полного текста задания кратко оформить условие задачи: ввести обозначения всех величин, которые будут использованы в процессе решения задачи, и их числовые значения. Числовые значения, исключая те случаи, когда определяются безразмерные отношения, следует тут же перевести в систему СИ, проставляя рядом соответствующее наименование. В краткой записи условия следует также выписать все искомые величины (или отношения величин) со знаком вопроса.

2. Указать те основные законы и формулы, на которых базируется решение данной задачи. Разъяснить смысл буквенных обозначений, входящих в исходную формулу. Если такая формула является частным случаем фундаментального закона, то ее необходимо вывести из этого закона, используя граничные условия.

3. Сделать чертеж или график, поясняющий содержание задачи (в тех случаях, когда это возможно). Выполнить его надо аккуратно, подобрав оптимальный размер. Рисунок может быть выполнен на компьютере или при помощи карандаша, циркуля, линейки. На чертеже или графике должны быть нанесены обозначения всех буквенных величин, которые используются в расчетных формулах и могут быть пояснены чертежом.

4. Каждый этап решения задачи сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.

5. Произвести расчеты, записать в ответе числовое значение и сокращенное наименование единиц измерения искомой величины.

6. При подстановке в рабочую формулу, а также при выражении ответа числовые значения величин следует записывать как произведение десятичной дроби с одной значащей цифрой перед запятой на десять в соответствующей степени. Например, вместо 3520 надо записать $3,52 \cdot 10^3$, вместо 0,00129 записать $1,29 \cdot 10^{-3}$ и т.д. Рекомендуемая запись числовых значений облегчает расчетные действия с ними, является более компактной и наглядной.

Образец оформления решения задач индивидуального задания приведен в Приложении

2.

Содержание дисциплины «Физика» и сборник индивидуальных заданий

2 семестр

Модуль 3. Электричество и магнетизм

Электростатическое поле и его характеристики. Электрический заряд и его дискретность. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электрического поля. Потенциал и его связь с напряженностью поля. Теорема Гаусса в интегральной форме и ее применение для расчета электростатических полей в вакууме

Проводники в электростатическом поле. Равновесие зарядов в проводнике. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии электростатического поля между проводниками. Электростатическая защита. Емкость уединенного проводника. Взаимная емкость проводников. Конденсаторы. Электроемкость конденсатора.

Диэлектрики в электрическом поле. Электрическое поле диполя. Поляризация диэлектриков. Деформационная и ориентационная поляризация диэлектриков. Вектор электрического смещения (электрической индукции). Диэлектрическая проницаемость среды. Электрическое поле в однородном диэлектрике.

Энергия электростатического поля. Энергия взаимодействия электрических зарядов. Энергия заряженного проводника и конденсатора. Объемная плотность энергии электростатического поля.

Постоянный электрический ток. Законы постоянного тока. Сила и плотность тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа.

Классическая электронная теория электропроводности металлов. Электропроводность металлов. Основы классической электронной теории электропроводности металлов. Электронные теплоемкость и теплопроводность. Недостатки классической теории электропроводности металлов.

Магнитостатика. Магнитное взаимодействие постоянных токов. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Сила Лоренца. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции (закон полного тока).

Магнитное поле в веществе. Магнитное поле и магнитный момент кругового тока. Намагничивание магнетиков. Классификация магнетиков. Магнитная проницаемость. Напряженность магнитного поля. Условия для магнитного поля на границе раздела магнетиков.

Электромагнитная индукция. Закон Фарадея. Правило Ленца. Взаимная индукция. Самоиндукция. Работа по перемещению контура с током в магнитном поле. Энергия магнитного поля. Плотность энергии магнитного поля.

Основы теории Максвелла для электромагнитного поля. Система уравнений Максвелла в интегральной форме и физический смысл входящих в нее уравнений.

Варианты индивидуальных заданий 2 семестра

№ варианта	Номера задач									
	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91
1	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91
2	2	12	22	32	42	52	62	72	82	92
3	3	13	23	33	43	53	63	73	83	93
4	4	14	24	34	44	54	64	74	84	94
5	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
6	6	16	26	36	46	56	66	76	86	96
7	7	17	27	37	47	57	67	77	87	97
8	8	18	28	38	48	58	68	78	88	98
9	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
11	1	12	23	34	45	56	67	78	89	100
12	2	13	24	35	46	57	68	79	90	91
13	3	14	25	36	47	58	69	80	92	81
14	4	15	26	37	48	59	70	93	82	71
15	5	16	27	38	49	60	94	83	72	61
16	6	17	28	39	50	95	84	73	62	51
17	7	18	29	40	96	85	74	63	52	41
18	8	19	30	97	86	75	64	53	42	31
19	9	20	98	87	76	65	54	43	32	21
20	10	99	88	77	66	55	44	33	22	11
21	10	19	28	37	46	55	64	73	82	91
22	9	18	27	36	45	54	63	72	81	100
23	8	17	26	35	44	53	62	71	90	99
24	7	16	25	34	43	52	61	80	89	98
25	6	15	24	33	42	51	70	79	88	97
26	5	14	23	32	41	60	69	78	87	96
27	4	13	22	31	50	59	68	77	86	95
28	3	12	21	40	49	58	67	76	85	94
29	2	11	30	39	48	57	66	75	84	93
30	1	20	29	38	47	56	65	74	83	92

Индивидуальные задания 2 семестра Электростатика и постоянный ток. Магнетизм

1. На расстоянии 8 см друг от друга в воздухе находятся два заряда по 1 нКл. Определить напряженность и потенциал поля в точке, находящейся на расстоянии 5 см от зарядов.

2. Заряды по 1 нКл помещены в вершинах равностороннего треугольника со стороной 0,2 м. Равнодействующая сил, действующих на четвертый заряд, помещенный на середине одной из сторон треугольника, равна 0,6 мкН. Определить этот заряд, напряженность и потенциал поля в точке его расположения.

3. На расстоянии 8 см друг от друга в воздухе находятся два разноименных заряда по 1 нКл. Определить напряженность и потенциал поля в точке, находящейся на расстоянии 5 см от зарядов.

4. Два шарика массой по 0,2 г подвешены в общей точке на нитях длиной 0,5 м. Шарикам сообщили заряд и нити разошлись на угол 90° . Определить напряженность и потенциал поля в точке подвеса шарика.

5. Два одинаковых заряда находятся в воздухе на расстоянии 0,1 м друг от друга. Напряженность поля в точке, удаленной на расстоянии 0,06 м от одного и 0,08 м от другого заряда, равна 10 кВ/м. Определить потенциал поля в этой точке и величины зарядов.

6. Два разноименных и одинаковых по величине заряда находятся в воздухе на расстоянии 0,1 м друг от друга. Напряженность поля в точке, удаленной на расстоянии 0,06 м от одного и 0,08 м от другого заряда, равна 10 кВ/м. Определить потенциал поля в этой точке и величины зарядов.

7. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами $q_1=40$ нКл и $q_2=10$ нКл, находящимися на расстоянии $d=10$ см друг от друга. Определить напряженность и потенциал поля в точке, удаленной от первого заряда на $r_1=12$ см и от второго на $r_2=6$ см.

8. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами $q_1=40$ нКл и $q_2=-10$ нКл, находящимися на расстоянии $d=10$ см друг от друга. Определить напряженность и потенциал поля в точке, удаленной от первого заряда на $r_1=12$ см и от второго на $r_2=6$ см.

9. Два одноименных заряда $q_1=0,27$ мкКл и $q_2=0,17$ мкКл находятся на расстоянии 20 см друг от друга. Определить: 1) в какой точке напряженность поля равна нулю?

2) потенциал поля в этой точке;

3) построить графики качественных зависимостей $E_x(x)$ и $\varphi(x)$, где x – ось, проходящая по линии, соединяющей заряды.

10. Два заряда $q_1=0,27$ мкКл и $q_2=-0,17$ мкКл находятся на расстоянии 20 см друг от друга. Определить:

1) в какой точке потенциал поля равен нулю?

2) напряженность поля в этой точке;

3) построить графики качественных зависимостей $E_x(x)$ и $\varphi(x)$, где x – ось, проходящая по линии, соединяющей заряды.

11. Две параллельные плоскости разноименно заряжены с поверхностной плотностью зарядов -2 и 4 нКл/м². Определить: а) напряженность поля: между плоскостями и вне плоскостей. Построить график изменения E_x напряженности поля вдоль оси x , перпендикулярной плоскостям; б) вычислить разность потенциалов между плоскостями

12. Две параллельные плоскости разноименно заряжены с поверхностной плотностью зарядов 2 и 4 нКл/м². Определить: а) напряженность поля: между плоскостями и вне плоскостей. Построить график изменения E_x напряженности поля вдоль оси x , перпендикулярной плоскостям;

б) вычислить разность потенциалов между плоскостями

13. Поле создано двумя равномерно заряженными концентрическими сферами радиусами $R_1=5$ см и $R_2=8$ см. Заряды сфер соответственно равны $q_1=2$ нКл и $q_2=-1$ нКл. Определите напряженность и потенциал электростатического поля в точках, лежащих от центра сфер на

расстояниях: 1) $r_1 = 3$ см; 2) $r_2 = 6$ см; 3) $r_3 = 10$ см. Постройте графики качественных зависимостей $E_r(r)$ и $\varphi(r)$.

14. Поле создано двумя равномерно заряженными концентрическими сферами радиусами $R_1 = 5$ см и $R_2 = 8$ см. Заряды сфер соответственно равны $q_1 = -2$ нКл и $q_2 = 1$ нКл. Определите напряженность и потенциал электростатического поля в точках, лежащих от центра сфер на расстояниях: 1) $r_1 = 3$ см; 2) $r_2 = 6$ см; 3) $r_3 = 10$ см. Постройте графики качественных зависимостей $E_r(r)$ и $\varphi(r)$.

15. Поле создано двумя равномерно заряженными концентрическими сферами радиусами $R_1 = 5$ см и $R_2 = 8$ см. Заряды сфер соответственно равны $q_1 = 2$ нКл и $q_2 = 1$ нКл. Определите напряженность и потенциал электростатического поля в точках, лежащих от центра сфер на расстояниях: 1) $r_1 = 3$ см; 2) $r_2 = 6$ см; 3) $r_3 = 10$ см. Постройте графики качественных зависимостей $E_r(r)$ и $\varphi(r)$.

16. В центре тонкостенной металлической оболочки радиусом $R = 10$ см, несущей заряд $q = 10$ нКл, находится точечный заряд $q_0 = 5$ нКл. Найти напряженность и потенциал электростатического поля на расстояниях: 1) $r_1 = 5$ см, 2) $r_2 = (R)$, 3) $r_3 = 15$ см от центра. Построить графики качественных зависимостей $E_r(r)$ и $\varphi(r)$.

17. В центре тонкостенной металлической оболочки радиусом $R = 10$ см, несущей заряд $q = -10$ нКл, находится точечный заряд $q_0 = 5$ нКл. Найти напряженность и потенциал электростатического поля на расстояниях: 1) $r_1 = 5$ см, 2) $r_2 = (R)$, 3) $r_3 = 15$ см от центра. Построить графики качественных зависимостей $E_r(r)$ и $\varphi(r)$.

18. В центре толстостенной металлической оболочки радиусами $R_1 = 5$ см и $R_2 = 10$ см, несущей заряд $q = 10$ нКл, находится точечный заряд $q_0 = 5$ нКл. Найти напряженность и потенциал электростатического поля на расстояниях: 1) $r_1 = 3$ см, 2) $r_2 = 7$ см, 3) $r_3 = 15$ см от центра. Построить графики качественных зависимостей $E_r(r)$ и $\varphi(r)$.

19. В центре толстостенной металлической оболочки радиусами $R_1 = 5$ см и $R_2 = 10$ см, несущей заряд $q = 10$ нКл, находится точечный заряд $q_0 = -5$ нКл. Найти напряженность и потенциал электростатического поля на расстояниях: 1) $r_1 = 3$ см, 2) $r_2 = 7$ см, 3) $r_3 = 15$ см от центра. Построить графики качественных зависимостей $E_r(r)$ и $\varphi(r)$.

20. Металлический шар радиусом $R = 5$ см, несущий заряд $q = 5$ нКл, окружен толстостенным металлическим шаром с внутренним радиусом $R_1 = 7$ см и наружным - $R_2 = 9$ см. Заряд внешнего шара равен нулю. Найти напряженность и потенциал электростатического поля на расстояниях: 1) $r_1 = 3$ см, 2) $r_2 = 6$ см, 3) $r_3 = 8$ см, 4) $r_4 = 10$ см от центра шаров. Построить графики качественных зависимостей $E(r)$ и $\varphi(r)$.

21. В поле бесконечной равномерно заряженной плоскости с поверхностной плотностью заряда 10 мкКл/м² перемещается заряд из точки, находящейся на расстоянии $0,1$ м от плоскости, в точку на расстоянии $0,5$ м от нее. Определить заряд, если при этом совершается работа внешними силами 1 мДж.

22. Какую работу нужно совершить, чтобы заряды 1 нКл и 2 нКл, находившиеся на расстоянии $0,5$ м, сблизилась до $0,1$ м?

23. Заряд 1 нКл переносится из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии $0,1$ м от поверхности металлической сферы радиусом $0,1$ м, заряженной с поверхностной плотностью 10^{-5} Кл/м². Определить работу перемещения заряда.

24. Заряд 1 нКл притянулся к бесконечной плоскости, равномерно заряженной с поверхностной плотностью $0,2$ мкКл/м². На каком расстоянии от плоскости находился заряд, если работа сил поля по его перемещению равна 1 мкДж?

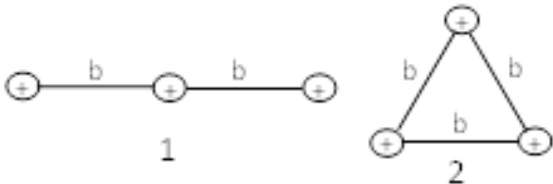
25. Какую работу совершают силы поля, если одноименные заряды 1 нКл и 2 нКл, находившиеся на расстоянии 1 см, разошлись до расстояния 10 см?

26. Заряд -1 нКл переместился в поле точечного заряда $+1,5$ нКл из точки с потенциалом

100 В в точку с потенциалом 600 В. Определить работу сил поля и минимальное расстояние между этими точками.

27. Заряд 1 нКл находится на расстоянии $0,2$ м от бесконечно длинной равномерно заряженной нити. Под действием поля нити заряд перемещается на $0,1$ м. Определить линейную плотность заряда нити, если работа сил поля равна $0,1$ мкДж.

28. Тонкий очень длинный стержень равномерно заряжен с линейной плотностью заряда $\tau = 10$ мкКл/м. На продолжении оси стержня на расстоянии $a = 20$ см от его конца находится точечный заряд $q = 10$ нКл. Найти работу сил электростатического поля при перемещении заряда q вдоль оси стержня до расстояния $b = 40$ см.



29. Найти работу сил электростатического поля по перестройке системы 3-х одинаковых зарядов из конфигурации 1 в конфигурацию 2.

Величина заряда $q = 1$ нКл, расстояние $b = 1$ см

30. Две параллельные плоскости разноименно заряжены с поверхностной плотностью зарядов -2 нКл/м² и 4 нКл/м². С положительно заряженной плоскости на отрицательно заряженную плоскость перемещается заряд $q = -3$ нКл. Вычислить работу сил поля по перемещению заряда q .

31. Энергия плоского воздушного конденсатора 4 нДж, разность потенциалов на обкладках 60 В, площадь пластин 10 см². Определить расстояние между обкладками, напряженность и объемную плотность энергии поля конденсатора.

32. Площадь пластин плоского слюдяного конденсатора $1,1$ см², зазор между ними 3 мм. При разряде конденсатора выделилась энергия 1 мкДж. До какой разности потенциалов был заряжен конденсатор и какова была напряженность поля в конденсаторе?

33. Плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов 300 В. Площадь пластин 1 см², напряженность поля в зазоре между ними 300 кВ/м. Определить поверхностную плотность заряда на пластинах, емкость и энергию конденсатора.

34. Два конденсатора одинаковой емкости по 3 мкФ заряжены один до напряжения 100 В, а другой — до 200 В. Определить напряжение между обкладками конденсаторов и энергию системы конденсаторов до соединения и после соединения, если их соединить параллельно: а) одноименно; б) разноименно заряженными обкладками.

35. Конденсатор емкостью 6 мкФ последовательно соединен с конденсатором неизвестной емкости и они подключены к источнику постоянного напряжения 12 В. Определить емкость второго конденсатора, напряжения на каждом конденсаторе и энергию системы конденсаторов, если заряд батареи 24 мкКл.

36. Заряд на каждом из двух последовательно соединенных конденсаторов емкостью 18 пФ и 10 пФ равен $0,09$ нКл. Определить напряжение: а) на батарее конденсаторов; б) на каждом конденсаторе; в) емкость батареи конденсаторов и ее энергию.

37. Конденсатор с парафиновым диэлектриком заряжен до разности потенциалов 150 В. Напряженность поля $6 \cdot 10^6$ В/м, площадь пластин 6 см². Определить емкость конденсатора, поверхностную плотность заряда на обкладках и энергию конденсатора.

38. Заряженный шар А радиусом 2 см приводится в соприкосновение с незаряженным шаром В, радиус которого 3 см. После того как шары разъединили, энергия шара В оказалась равной $0,4$ Дж. Какой заряд был на шаре А до их соприкосновения?

39. Плоский конденсатор заполнен диэлектриком и на его пластины подана некоторая разность потенциалов. Его энергия при этом равна $2 \cdot 10^{-5}$ Дж. После того как конденсатор отключили от источника напряжения, диэлектрик вынули из конденсатора. Работа, которую надо было совершить против сил электрического поля, чтобы вынуть диэлектрик, равна

$7 \cdot 10^{-5}$ Дж. Найти диэлектрическую проницаемость диэлектрика.

40. Плоский воздушный конденсатор с площадью пластин 100 см^2 и расстоянием между ними в 1 мм заряжен до 100 В. Затем пластины раздвигаются до расстояния 25 мм. Найти энергию конденсатора до и после раздвижения пластин, если источник напряжения перед раздвижением отключается.

41. Плотность тока в никелиновом проводнике длиной 25 м равна 1 МА/м^2 . Определить разность потенциалов на концах проводника.

42. Определить плотность тока, текущего по проводнику длиной 5 м, если на концах его поддерживается разность потенциалов 2 В. Удельное сопротивление материала $2 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$.

43. На концах никелинового проводника длиной 5 м поддерживается разность потенциалов 12 В. Определить плотность тока в проводнике, если его температура $540 \text{ }^\circ\text{C}$.

44. Сила тока в проводнике изменяется за время от $t_1 = 3 \text{ с}$ до $t_2 = 7 \text{ с}$ по закону

$I = A t^2 + B$, где $A = 0,1 \text{ А/с}^2$, $B = 2 \text{ А}$. Определить заряд, прошедший по проводнику.

45. Напряжение на концах проводника сопротивлением 5 Ом за 0,5 с равномерно возрастает от 0 до 20 В. Какой заряд проходит через проводник за это время?

46. Определить электродвижущую силу аккумуляторной батареи, ток короткого замыкания которой 10 А, если при подключении к ней резистора сопротивлением 2 Ом сила тока в цепи равна 1 А.

47. Два одинаковых источника тока соединены в одном случае последовательно, в другом — параллельно и замкнуты на внешнее сопротивление 1 Ом. При каком внутреннем сопротивлении источника сила тока во внешней цепи будет в обоих случаях одинаковой?

48. В цепь, состоящую из батареи и резистора сопротивлением $R = 8 \text{ Ом}$, включают вольтметр, сопротивление которого $R_V = 800 \text{ Ом}$, один раз последовательно резистору, второй — параллельно. Определить внутреннее сопротивление батареи, если показания вольтметра в обоих случаях одинаковы.

49. Вольтметр включен параллельно сопротивлению 4 кОм и показывает 36 В (рис. 1). Напряжение на клеммах источника тока поддерживается постоянным и равным 100 В. Найти отношение тока, идущего через вольтметр, к току, идущему через сопротивление 6 кОм .

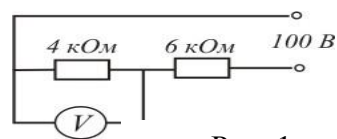


Рис. 1.

50. Найти сопротивление цепи, изображенной на рис. 2. Считать, что сопротивление каждого проводника, включенного между узлами, равно 1 Ом.

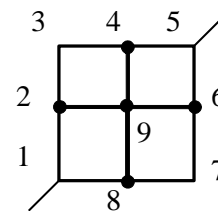


Рис. 2

51. Электродвижущая сила аккумулятора автомобиля 12 В. При силе тока 3 А его к. п. д. равен 0,8. Определить внутреннее сопротивление аккумулятора.

52. К источнику тока подключают один раз резистор сопротивлением 1 Ом, другой раз - 4 Ом. В обоих случаях на резисторах за одно и то же время выделяется одинаковое количество теплоты. Определить внутреннее сопротивление источника тока.

53. При включении электромотора в сеть с напряжением $U = 220 \text{ В}$ он потребляет ток $I = 5 \text{ А}$. Определить мощность, потребляемую мотором, и его КПД, если сопротивление обмотки мотора $R = 6 \text{ Ом}$.

54. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 50 \text{ Ом}$ равномерно растет от $I_0 = 0$ до $I_{\max} = 3 \text{ А}$ за время $\tau = 6 \text{ с}$. Определить выделившееся в проводнике за это время количество теплоты.

55. Электродвижущая сила батареи $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$. Наибольшая сила тока, которую может дать батарея, $I_{\max} = 5 \text{ А}$. Какая наибольшая мощность может выделяться на подключенном к батарее резисторе с переменным сопротивлением?

56. Ток в проводнике сопротивлением $R = 150 \text{ Ом}$ равномерно возрастает от $I_0 = 0$ до некоторого максимального значения в течение времени $\tau = 5 \text{ с}$. За это время в проводнике выделилась в виде тепла энергия $Q = 10 \text{ кДж}$. Найти среднее значение силы тока в проводнике за этот промежуток времени.

57. В медном проводнике сечением 6 мм^2 и длиной 5 м течет ток. За 1 мин в проводнике выделяется 18 Дж теплоты. Определить напряженность поля, плотность и силу электрического тока в проводнике.

58. Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к источнику тока. Напряжение U на зажимах лампочки равно 40 В , сопротивление R реостата равно 10 Ом . Внешняя цепь потребляет мощность $P = 120 \text{ Вт}$. Найти силу тока I в цепи.

59. Какая мощность выделяется в единице объема медного проводника длиной $l = 0,2 \text{ м}$, если на его концах поддерживается разность потенциалов $U = 4 \text{ В}$?

60. Мощность тока у потребителя 10 кВт при напряжении 400 В . Определить падение напряжения в медных проводах линии передачи, если их сечение 26 мм^2 , а расстояние от генератора до потребителя 500 м .

61. Длинный провод образует круговую петлю, касательную к проводу. По проводу идет ток силой 5 А . Найти радиус петли, если известно, что напряженность магнитного поля в центре петли равна 41 А/м .

62. Два бесконечно длинных прямолинейных проводника с токами 6 и 8 А расположены перпендикулярно друг другу. Определить индукцию и напряженность магнитного поля на середине кратчайшего расстояния между проводниками, равного 20 см .

63. По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам, расстояние между которыми 15 см , в одном направлении текут токи 4 и 6 А . Определить расстояние от проводника с меньшим током до геометрического места точек, в которых напряженность магнитного поля равна нулю.

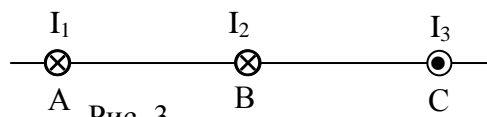
64. По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам, расстояние между которыми 15 см , в противоположных направлениях текут токи 4 и 6 А . Определить расстояние от проводника с меньшим током до геометрического места точек, в которых напряженность магнитного поля равна нулю.

65. По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам текут токи 5 и 10 А в одном направлении. Геометрическое место точек, в котором индукция магнитного поля равна нулю, находится на расстоянии 10 см от проводника с меньшим током. Определить расстояние между проводниками.

66. По кольцевому проводнику радиусом 10 см течет ток 4 А . Параллельно плоскости кольцевого проводника на расстоянии 2 см над его центром проходит бесконечно длинный прямолинейный проводник, по которому течет ток 2 А . Определить индукцию и напряженность магнитного поля в центре кольца. Рассмотреть все возможные случаи.

67. Два круговых витка с током лежат в одной плоскости и имеют общий центр. Радиус большого витка 12 см , меньшего 8 см . Напряженность поля в центре витков равна 50 А/м , если токи текут в одном направлении, и нулю, если в противоположном. Определить силу токов, текущих по круговым виткам.

68. Бесконечно длинный прямолинейный проводник с током 3 А расположен на расстоянии 20 см от центра витка



радиусом 10 см с током 1 А. Определить напряженность и индукцию магнитного поля в центре витка для случаев, когда проводник: а) расположен перпендикулярно плоскости витка; б) в плоскости витка.

69. На рис.3 изображены сечения трех прямолинейных бесконечно длинных проводников с токами. Расстояния $AB=BC=5$ см, токи $I_1=I_2=10$ А и $I_3=20$ А. Найти точку на прямой АС, в которой магнитная индукция поля, созданного токами I_1, I_2, I_3 , равна нулю.

70. На рис.3 изображены сечения трех прямолинейных бесконечно длинных проводников с токами. Расстояния $AB=BC=5$ см, токи $I_1=I_2=10$ А и $I_3=20$ А. Найти: точку на прямой АС, в которой магнитная индукция поля, созданного токами, равна нулю, если токи текут в одном направлении.

71. Незакрепленный проводник массой 0,1 г и длиной 7,6 см находится в равновесии в горизонтальном магнитном поле напряженностью 10 А/м. Определить силу тока в проводнике, если он перпендикулярен линиям индукции поля.

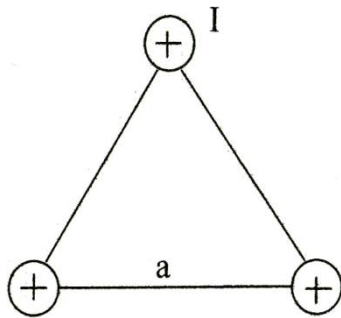


Рис. 4

72. Какое ускорение приобретает проводник массой 0,1 г и длиной 8 см в однородном магнитном поле напряженностью 10 кА/м, если сила тока в нем 1 А, а направления тока и индукции взаимно перпендикулярны?

73. По двум тонким проводам, согнутым в виде колец радиусом 10 см, текут одинаковые токи 10 А в каждом. Найти силу взаимодействия этих колец, если плоскости колец параллельны и расположены друг от друга на расстоянии 1 мм.

74. В вершинах равностороннего треугольника находятся параллельные длинные проводники с токами по 50 А каждый. Сторона треугольника равна 5 см (рис. 4). Найти силу, действующую на единицу длины каждого проводника.

75. Два бесконечно длинных прямолинейных проводника с одинаковыми токами, текущими в одном направлении, находятся на расстоянии d друг от друга. Чтобы их раздвинуть до расстояния $2d$, при перемещении каждого сантиметра длины проводника была совершена работа 138 нДж. Определить силу тока в проводниках.

76. По прямолинейным длинным параллельным проводникам, находящимся на расстоянии 2 см, в одном направлении текут токи по 1 А. Какую работу на единицу длины проводников нужно совершить, чтобы раздвинуть их до расстояния 4 см?

77. Квадратная рамка со стороной 1 см содержит 100 витков и помещена в однородное магнитное поле напряженностью 100 А/м. Направление поля составляет угол 30° с нормалью к рамке. Какая работа совершается при повороте рамки на 30° в одну и другую сторону, если по ней течет ток 1 А?

78. В однородном магнитном поле с индукцией 0,5 Тл равномерно движется проводник длиной 0,1 м со скоростью 0,2 м/с (перпендикулярно линиям поля). По проводнику течёт ток 2 А. Найти работу перемещения проводника за 10 с.

79. Под действием однородного магнитного поля перпендикулярно линиям индукции начинает перемещаться прямолинейный проводник массой 2 г, по которому течет ток 10 А. Какой магнитный поток пересечет этот проводник к моменту времени, когда скорость его станет равна 31,6 м/с?

80. В однородное магнитное поле ($B=1$ Тл) помещена плоская катушка с током из 100 витков радиусом 10 см, плоскость которой с направлением поля составляет угол 60° . Работа удаления катушки за пределы поля равна $A=27,2$ Дж. Какой величины ток течет по катушке?

81. Перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля индукцией 0,1 мТл по двум параллельным проводникам движется без трения перемычка длиной 20 см. При замыкании

цепи, содержащей эту перемычку, в ней идет ток 0,01 А. Определить скорость движения перемычки. Сопротивление цепи 0,1 Ом.

82. На концах крыльев самолета размахом 20 м, летящего со скоростью 900 км/ч, возникает электродвижущая сила индукции 0,06 В. Определить вертикальную составляющую напряженности магнитного поля Земли.

83. В плоскости, перпендикулярной однородному магнитному полю напряженностью $2 \cdot 10^5$ А/м вращается стержень длиной 0,4 м относительно оси, проходящей через его середину. В стержне индуцируется электродвижущая сила, равная 0,2 В. Определить угловую скорость стержня.

84. Катушка из 100 витков площадью 15 см^2 вращается с частотой 5 Гц в однородном магнитном поле индукцией 0,2 Тл. Ось вращения перпендикулярна оси катушки и линиям индукции поля. Определить максимальную электродвижущую силу индукции в катушке.

85. Магнитный поток, равный 40 мВб, пронизывает замкнутый контур. Определить среднее значение ЭДС индукции, которая возникает в контуре, если магнитный поток изменяется до нуля за время $\tau = 0,002$ с.

86. Протон и электрон, ускоренные одинаковой разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле. Во сколько раз радиус кривизны траектории протона R_1 больше радиуса кривизны траектории электрона R_2 ?

87. Электрон, ускоренный разностью потенциалов 300 В, движется параллельно прямолинейному длинному проводнику на расстоянии 4 мм от него. Какая сила действует на электрон, если по проводнику пустить ток 5 А?

88. Электрон, ускоренный разностью потенциалов 1 кВ, влетает в однородное магнитное поле, перпендикулярное его скорости. Индукция магнитного поля $1,19 \cdot 10^{-3}$ Тл. Найти:

- а) радиус кривизны траектории электрона;
- б) период обращения его по окружности;
- в) момент импульса.

89. Альфа-частица прошла ускоряющую разность потенциалов 104 В и влетела в скрещенные под прямым углом электрическое поле напряженностью $E = 10$ кВ/м и магнитное поле с индукцией $B = 0,1$ Тл. Найти отношение заряда альфа-частицы к ее массе, если, двигаясь перпендикулярно обоим полям, частица не испытывает отклонений от прямолинейной траектории.

90. Электрон прошел ускоряющую разность потенциалов U и влетел в скрещенные под прямым углом электрическое ($E = 10$ кВ/м) и магнитное ($B = 0,1$ Тл) поля. Определить величину ускоряющей разности потенциалов U , если, двигаясь перпендикулярно обоим полям, частица не испытывает отклонений от прямолинейной траектории.

91. Цепь состоит из соленоида и источника тока. Соленоид без сердечника длиной 15 см и диаметром 4 см имеет плотную намотку из двух слоев медного провода диаметром 0,2 мм. По соленоиду течет ток 1 А. Определить ЭДС самоиндукции в соленоиде в тот момент времени после отключения его от источника тока, когда сила тока уменьшилась в два раза. Сопротивлением источника тока и подводящих проводов пренебречь.

92. Цепь состоит из соленоида и источника тока. Соленоид длиной 15 см и диаметром 4 см с сердечником с магнитной проницаемостью 1000 имеет плотную намотку из двух слоев медного провода диаметром 0,2 мм. По соленоиду течет ток 1 А. Определить ЭДС самоиндукции в соленоиде в тот момент времени после отключения его от источника тока, когда сила тока уменьшилась в два раза. Сопротивлением источника тока и подводящих проводов пренебречь.

93. Сила тока в соленоиде равномерно возрастает от 0 до 10 А за 1 мин, при этом соленоид накапливает энергию 20 Дж. Какая ЭДС индуцируется в соленоиде?

94. Однослойный соленоид без сердечника длиной 20 см и диаметром 4 см имеет плотную намотку медным проводом диаметром 0,1 мм. За 0,1 с сила тока в нем равномерно убывает с 5 А до 0. Определить электродвижущую силу индукции в соленоиде.

95. Обмотка соленоида длиной 30 см состоит из одного слоя плотно прилегающих витков медного провода. Диаметр провода $d=0,12$ мм, диаметр соленоида $D=2$ см. По соленоиду течёт ток. Найти индуктивность соленоида и силу тока в нём, если при замыкании концов катушки накоротко по нему протечёт количество электричества 42 мкКл.

96. Чему равна объёмная плотность энергии магнитного поля в соленоиде без сердечника, имеющего плотную однослойную намотку проводом диаметром 0,2 мм, если по нему течет ток величины 0,1 А?

97. На немагнитный цилиндрический каркас сечением 20 см^2 навита катушка из провода диаметром 1 мм и длиной 140 м. Витки провода плотно прилегают друг к другу. При некоторой силе тока, протекающей по катушке, в ней создаётся потокосцепление $\Psi_m=6$ мВб. Найти энергию магнитного поля катушки. Магнитное поле во всём объёме считать однородным.

98. По соленоиду длиной 0,25 м, имеющему число витков 500, течет ток 1 А. Площадь поперечного сечения 15 см^2 . В соленоид вставлен железный сердечник. Найти энергию магнитного поля соленоида. Зависимость $B=f(H)$ приведена в приложении.

99. По обмотке соленоида с железным сердечником с параметрами: число витков - 1000, длина 0,5 м, диаметр - 4 см; течет ток 0,5 А. Зависимость $B=f(H)$ для сердечника приведена в приложении. Определить потокосцепление, энергию и объёмную плотность энергии соленоида.

100. Обмотка соленоида имеет сопротивление 10 Ом. Какова его индуктивность, если при прохождении тока за 0,05 с в нем выделяется количество теплоты, эквивалентное энергии магнитного поля соленоида?

Приложение к индивидуальному заданию 2 семестра

1. Удельное сопротивление $\rho \cdot 10^8, \text{ Ом} \cdot \text{м}$

Вольфрам – 5,5	Железо – 9,8	Никелин – 40	Нихром – 110
Медь – 1,7	Серебро – 1,6		

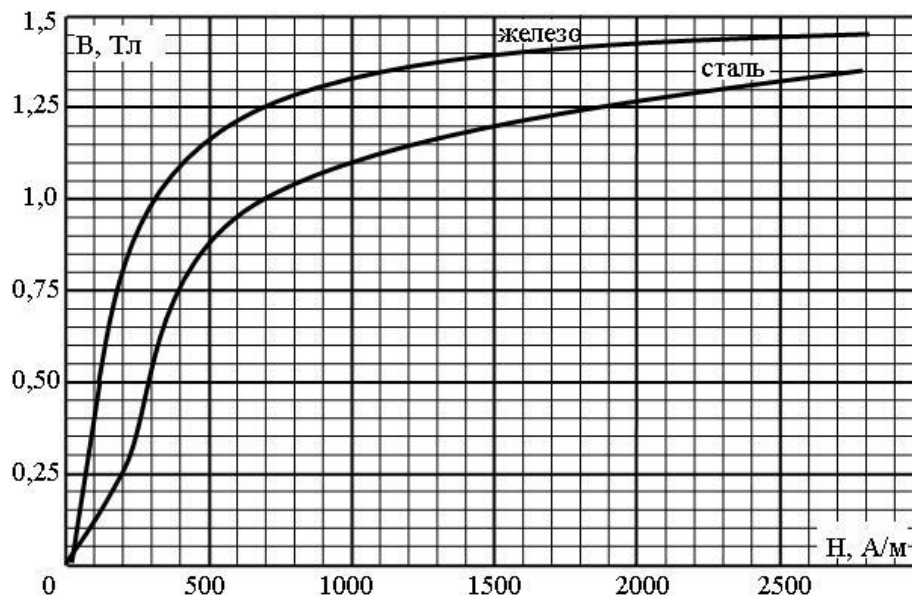
2. Диэлектрическая проницаемость (относительная) вещества

Вода – 81,0	Парафин – 2,0	Слюда – 6,0	Бакелит – 4,0
Трансформаторное масло – 2,2		Стекло – 7,0	

3. Температурный коэффициент сопротивления проводников $\alpha \cdot 10^3, \text{ К}^{-1}$

Вольфрам – 5,2	Медь – 4,2	Никелин – 0,1
----------------	------------	---------------

4. Основная кривая намагничивания (железо, сталь)



Образец выполнения титульного листа

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ
по дисциплине «Физика»

«МЕХАНИКА, МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА»

Выполнил: Иванов Иван Иванович
гр. ТЭС-161, ЭНИ
Вариант № 12

Проверил: Петров П. П.

Образец оформления решения задач

№ 111

Небольшое тело массой m равномерно втащили на горку, действуя силой, которая в каждой точке направлена по касательной к траектории. Найти работу этой силы, если высота горки h , длина ее основания l , и коэффициент трения μ .

Решение.

Дано:

m
 h
 l
 μ

Работу, совершаемую силой \vec{F} , можно найти по общему определению работы:

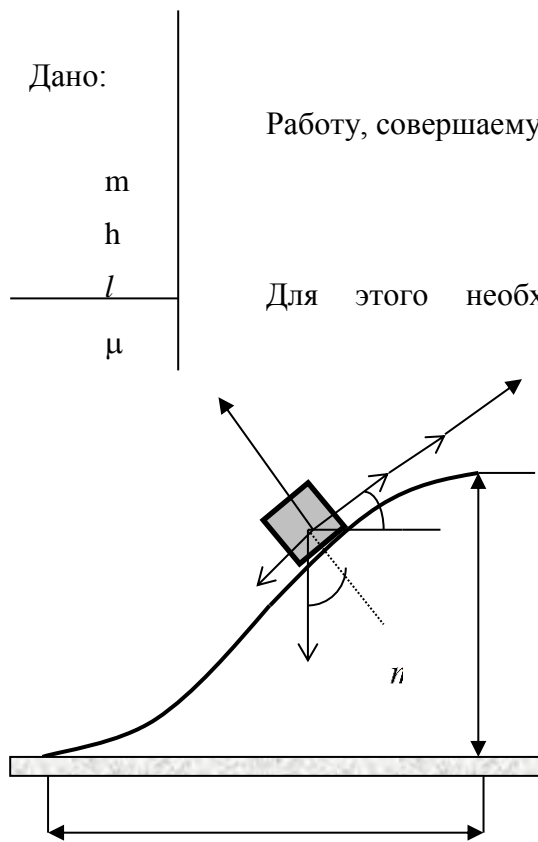
$$A = \int \delta A = \int_{r_1}^{r_2} (\vec{F} d\vec{r})$$

Для этого необходимо предварительно найти силу \vec{F} . Рассмотрим перемещаемое тело в произвольной точке траектории его движения. На тело действуют четыре силы: сила тяжести $m\vec{g}$, сила реакции опоры \vec{N} , сила трения скольжения $\vec{F}_{\text{тр}}$ и внешняя сила \vec{F} . Поскольку по условию задачи тело движется равномерно, то векторная сумма этих сил равна нулю:

$$\vec{F} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} = 0$$

Выберем координатные оси x и y таким образом, чтобы ось x была направлена по касательной к траектории (вдоль перемещения $d\vec{r}$).

Запишем векторное равенство в проекциях на эти



координатные оси:

ось x : $F - mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = 0$

ось y : $N - mg \cos \alpha = 0$

Тогда $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$, а модуль силы

$$F = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha.$$

Теперь можно найти выражение для элементарной работы, совершаемой силой F при перемещении тела на расстояние dr . При этом учтем, что угол между векторами \vec{F} и $d\vec{r}$ равен нулю и косинус этого угла равен единице.

Тогда
$$\delta A = (\vec{F} d\vec{r}) = F dr = mg dr \sin \alpha + \mu mg dr \cos \alpha.$$

Из рис. видно, что $dr \sin \alpha = dh$, где dh - элементарное приращение высоты при перемещении тела на расстояние dr , а $dr \cos \alpha = d\ell$, то есть элементарному перемещению тела в горизонтальном направлении.

Тогда
$$\delta A = mg dh + \mu mg d\ell,$$

и полная работа, совершаемая силой F при втаскивании тела на горку:

$$A = \int_0^h mg dh + \int_0^\ell \mu mg d\ell = mgh + \mu mg\ell = mg(h + \mu \ell)$$

Ответ: $A = mg(h + \mu \ell)$.

№ 212

Найти изменение энтропии при нагревании воды массой $M=100$ г от температуры $t_1=0$ °С до температуры $t_2=100$ °С и последующем превращении воды в пар той же температуры.

Дано:

$M = 100$ г = 0,1 кг

$t_1 = 0$ °С

$T_1 = 273$ К

$t_2 = 100$ °С

$T_2 = 373$ К

$c = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)

$L = 2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг

ΔS - ?

Решение

Найдем отдельно изменение энтропии $\Delta S'$ при нагревании воды и изменение энтропии $\Delta S''$ при превращении воды в пар. Полное изменение энтропии выразится суммой $\Delta S'$ и $\Delta S''$.

Изменение энтропии выражается формулой

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T}. \quad (1)$$

При бесконечно малом изменении dT температуры нагреваемого тела затрачивается количество теплоты $dQ = McdT$, где M – масса тела, c – его удельная теплоемкость. Подставив dQ в формулу (1), получим формулу для вычисления изменения энтропии при нагревании воды:

$$\Delta S' = \int_{T_1}^{T_2} \frac{M \cdot c \cdot dT}{T};$$

$$\Delta S' = M \cdot c \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} = M \cdot c \cdot \ln \frac{T_2}{T_1};$$

$$\Delta S' = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 10^3 \cdot \ln \frac{373}{273} = 131 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}.$$

$$\Delta S' = 131 \text{ Дж/К}.$$

Аналогично определим изменение энтропии во время превращения воды в пар той же температуры $T_2 = \text{const}$:

$$\Delta S'' = \frac{1}{T} \int_1^2 dQ = \frac{Q}{T}, \quad (2)$$

где Q – количество теплоты, переданное при превращении нагретой воды в пар той же температуры.

Подставив в равенство (2) выражение количества теплоты $Q = LM$, где L – удельная теплота парообразования, получим:

$$\Delta S'' = \frac{LM}{T_2};$$
$$\Delta S'' = \frac{2,3 \cdot 10^6 \cdot 0,1}{373} = 617 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}.$$
$$\Delta S'' = 617 \text{ Дж/К}.$$

Полное изменение энтропии при нагревании и последующем превращении ее в пар $\Delta S = \Delta S' + \Delta S'' = 748 \text{ Дж/К}$.

Ответ: $\Delta S = 748 \text{ Дж/К}$.