

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 13.01.2021 г.

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра нанотехнологий, микроэлектроники,  
общей и прикладной физики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

« 13 » 01 2021 г.



### МЕХАНИКА. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ЭЛЕКТРОСТАТИКА. ПОСТОЯННЫЙ ТОК.

Методические указания к выполнению практических работ  
для студентов направлений подготовки  
10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных  
систем»  
10.03.01 «Информационная безопасность»

УДК 531

Составитель: Л.П. Петрова

Рецензент

Кандидат физико-математических наук Кузько А.Е.

**Механика. Молекулярная физика. Электростатика. Постоянный ток:** методические указания к выполнению практических работ для студентов направлений подготовки 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем», 10.03.01 «Информационная безопасность» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Петрова Л.П. - Курск, 2021. 74 с.: ил. 47, Библиогр.: с. 74.

Излагаются методические рекомендации по выполнению практических работ, способствующие развитию индивидуального творческого мышления у студентов; активизации учебного процесса на протяжении всего периода изучения дисциплины; организация самостоятельной и индивидуальной работы.

Методические указания соответствуют требованиям рабочей программы, утвержденной учебно-методическим объединением для студентов направлений подготовки: «Информационная безопасность телекоммуникационных систем», «Информационная безопасность».

Предназначены для студентов направлений подготовки 10.05.02, 10.03.01 дневной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *15.09*. Формат 60 x 84 1/16.

Усл. печ. л. 4,3. Уч.-изд. л. 2,95. Тираж 50 экз. Заказ *1107*. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**СОДЕРЖАНИЕ**

Общие методические указания к решению задач и выполнению контрольных заданий .....	4
Практические занятия .....	5
Список рекомендуемой литературы .....	74

## **ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ И ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ**

Предназначены для использования на практических занятиях и организации самостоятельной работы студентов.

Номера задач для самостоятельной работы определяются по таблицам вариантов, которые составляются лектором потока.

Контрольное задание нужно выполнять в тетради, в соответствии с установленной формой. Для замечаний преподавателя на странице тетради следует оставить поля.

Решение задачи необходимо сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями; в тех случаях, когда это необходимо, дать чертеж, выполненный с помощью чертежных принадлежностей. Решить задачу надо в общем виде, т.е. выразить искомую величину в буквенных обозначениях величин, заданных в условии задачи. При таком способе решения не производятся вычисления промежуточных величин. После получения расчетной формулы для проверки правильности полученного результата следует применить правило размерности. Числовые значения величин при подстановке их в расчетную формулу следует выражать только в единицах системы СИ. При подстановке в расчетную формулу, а также при записи ответа числовые значения величин следует записывать как произведение десятичной дроби на соответствующую степень десяти. Вычисления по расчетной формуле надо проводить с соблюдением правил приближенных вычислений. Это относится и к случаю, когда результат получен с применением калькулятора или ЭВМ.

## Практическое занятие №1, 2

*Физические основы механики. Элементы кинематики.*

1. Первую половину своего пути автомобиль двигался со скоростью  $v_1=80$  км/ч, а вторую половину пути – со скоростью  $v_2=40$  км/ч. Какова средняя скорость  $\langle v \rangle$  движения автомобиля?

*Ответ:* а)  $\langle v \rangle=53,3$  км/ч; б)  $\langle v \rangle=63,3$  км/ч; в)  $\langle v \rangle=73,3$  км/ч; г)  $\langle v \rangle=43,3$  км/ч; д)  $\langle v \rangle=33,3$  км/ч.

2. Уравнение движения материальной точки имеет вид  $x=2+t-0,5t^2$ . Найти скорость  $v$  точки в момент времени  $t=2$  с.

*Ответ:* а)  $v=-2$  м/с; б)  $v=1$  м/с; в)  $v=-1$  м/с; г)  $v=2$  м/с; д)  $v=-2,5$  м/с.

3. Уравнение движения материальной точки вдоль оси  $X$  имеет вид  $x=2+t-0,5t^2$ . Найти ускорение  $a$  точки.

*Ответ:* а)  $a=2$  м/с<sup>2</sup>; б)  $a=-2$  м/с<sup>2</sup>; в)  $a=-1$  м/с<sup>2</sup>; г)  $a=1$  м/с<sup>2</sup>; д)  $a=1,2$  м/с<sup>2</sup>.

4. Две материальные точки движутся согласно уравнениям:  $x_1=4t+8t^2-16t^3$  и  $x_2=2t-4t^2+t^3$ . Найти скорости этих точек в момент времени, когда их ускорения одинаковы.

*Ответ:* а)  $v_1=36$  м/с;  $v_2=17$  м/с; б)  $v_1=3,6$  м/с;  $v_2=17$  м/с; в)  $v_1=5,6$  м/с;  $v_2=-17$  м/с; г)  $v_1=17$  м/с;  $v_2=-39,6$  м/с; д)  $v_1=39,6$  м/с;  $v_2=-17$  м/с.

5. Точка движется по окружности радиусом  $R=4$  м. Закон ее движения выражается уравнением  $s=8-2t^2$ . Определить момент времени  $t$ , когда нормальное ускорение  $a_n$  точки равно  $9$  м/с<sup>2</sup>.

*Ответ:* а)  $t=1,5$  с; б)  $t=2,5$  с; в)  $t=1,5$  с; г)  $t=3,5$  с; д) среди приведенных ответов правильного нет.

6. На вал радиусом  $10$  см намотана нить, к концу которой привязана гиря (рис. 1). Опускаясь равноускоренно, гиря прошла расстояние  $200$  см за  $10$  с. Найти тангенциальное ускорение точки, лежащей на поверхности вала.

*Ответ:* а)  $a_t=4$  м/с<sup>2</sup>; б)  $a_t=0,04$  м/с<sup>2</sup>; в)  $a_t=0,4$  м/с<sup>2</sup>; г)  $a_t=0,08$  м/с<sup>2</sup>; д)  $a_t=0,8$  м/с<sup>2</sup>.

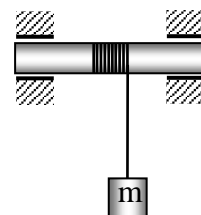


Рис. 1

7. Найти, во сколько раз нормальное ускорение точки, лежащей на ободе вращающегося диска, больше ее тангенциального ускорения для того момента, когда вектор полного ускорения этой точки составляет угол  $30^\circ$  с вектором ее линейной скорости (рис. 2).

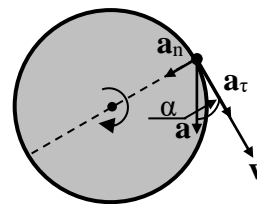


Рис. 2.

Ответ: а)  $a_n/a_t=0,5$ ; б)  $a_n/a_t=0,8$ ; в)  $a_n/a_t=0,68$ ; г)  $a_n/a_t=0,7$ ; д)  $a_n/a_t=0,58$ .

8. Найти угловое ускорение колеса, если известно, что через 2 с после начала движения вектор полного ускорения точки, лежащей на ободе, составляет угол  $\alpha=60^\circ$  с направлением линейной скорости этой точки (рис. 3).

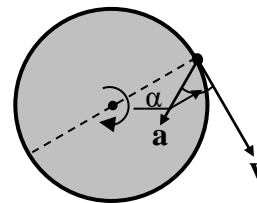


Рис. 3.

Ответ: а)  $\varepsilon=44 \text{ с}^{-2}$ ; б)  $\varepsilon=4,4 \text{ с}^{-2}$ ; в)  $\varepsilon=0,044 \text{ с}^{-2}$ ; г)  $\varepsilon=440 \text{ с}^{-2}$ ; д)  $\varepsilon=0,43 \text{ с}^{-2}$ .

9. Стационарный искусственный спутник движется по окружности в плоскости земного экватора, оставаясь, все время над одним и тем же пунктом земной поверхности. Определить угловую скорость  $\omega$  спутника.

Ответ: а)  $\omega=7,27 \cdot 10^{-5} \text{ рад/с}$ ; б)  $\omega=3 \cdot 10^{-5} \text{ рад/с}$ ; в)  $\omega=7 \text{ рад/с}$ ; г)  $\omega=5,3 \text{ рад/с}$ ; д)  $\omega=4,3 \cdot 10^{-5} \text{ рад/с}$ .

10. Определить нормальное ускорение точек, лежащих на земной поверхности на широте Москвы ( $\varphi=58^\circ$ ,  $R_3=6400 \text{ км}$ ).

Ответ: а)  $a_{nM}=0,18 \text{ м/с}^2$ ; б)  $a_{nM}=1,8 \text{ м/с}^2$ ; в)  $a_{nM}=18 \text{ м/с}^2$ ; г)  $a_{nM}=180 \text{ м/с}^2$ ; д)  $a_{nM}=0,018 \text{ м/с}^2$ .

11. Определить линейную скорость точек, лежащих на земной поверхности на экваторе ( $R_3=6400 \text{ км}$ ).

Ответ: а)  $v_3=4,65 \text{ м/с}$ ; б)  $v_3=46,5 \text{ м/с}$ ; в)  $v_3=0,465 \text{ м/с}$ ; г)  $v_3=465 \text{ м/с}$ ; д)  $v_3=4650 \text{ м/с}$ .

12. Колесо вращается так, что зависимость угла поворота радиуса колеса от времени дается уравнением  $\varphi=A+2t+1t^3$ . Найти угловую скорость  $\omega$  через время  $t=2,00 \text{ с}$  после начала движения.

Ответ: а)  $\omega=0,14 \text{ рад/с}$ ; б)  $\omega=1,4 \text{ рад/с}$ ; в)  $\omega=24 \text{ рад/с}$ ; г)  $\omega=14 \text{ рад/с}$ ; д)  $\omega=2,4 \text{ рад/с}$ .

13. Колесо вращается так, что зависимость угла поворота радиуса колеса от времени дается уравнением  $\varphi = A + 2t + t^3$ . Найти угловое ускорение  $\varepsilon$  в момент времени  $t = 0,5$  с.

*Ответ:* а)  $\varepsilon = 3 \text{ рад/с}^2$ ; б)  $\varepsilon = 1 \text{ рад/с}^2$ ; в)  $\varepsilon = 2 \text{ рад/с}^2$ ; г)  $\varepsilon = 0,3 \text{ рад/с}^2$ ; д)  $\varepsilon = 0,03 \text{ рад/с}^2$ .

14. Диск радиусом 0,1 м вращается согласно уравнению  $\varphi = 10 + 20t - 2t^2$ . Определить по величине тангенциальное ускорение точек на окружности диска.

*Ответ:* а)  $a_t = 0,4 \text{ м/с}^2$ ; б)  $a_t = -4 \text{ м/с}^2$ ; в)  $a_t = -0,8 \text{ м/с}^2$ ; г)  $a_t = 0,8 \text{ м/с}^2$ ; д)  $a_t = -0,4 \text{ м/с}^2$ .

15. Автомобиль движется по закруглению шоссе, имеющему радиус кривизны  $R = 50$  м. Уравнение движения автомобиля  $\varphi = 10 + 10t - 0,5t^2$ . Найти полное ускорение автомобиля в момент времени  $t = 9$  с.

*Ответ:* а)  $a = 7,05 \text{ м/с}^2$ ; б)  $a = 8,05 \text{ м/с}^2$ ; в)  $a = 10,5 \text{ м/с}^2$ ; г)  $a = 70,5 \text{ м/с}^2$ ; д)  $a = 0,5 \text{ м/с}^2$ .

16. Материальная точка движется по окружности радиуса  $R = 20$  м согласно уравнению:  $S = 8t + 0,2t^3$ . Найти полное ускорение материальной точки в момент времени  $t = 3$  с.

*Ответ:* а)  $a = 8,5 \text{ м/с}^2$ ; б)  $a = 8,8 \text{ м/с}^2$ ; в)  $a = 9,1 \text{ м/с}^2$ ; г)  $a = 9,4 \text{ м/с}^2$ ; д)  $a = 9,7 \text{ м/с}^2$ .

17. Закон движения точки по кривой выражается уравнением:  $S = 4t^2 + t^3$ . Найти путь, пройденный точкой за промежуток времени от  $t_1 = 1$  с до  $t_2 = 4$  с.

*Ответ:* а)  $S = 123 \text{ м}$ ; б)  $S = 120 \text{ м}$ ; в)  $S = 126 \text{ м}$ ; г)  $S = 129 \text{ м}$ ; д)  $S = 117 \text{ м}$ .

### Практическое занятие № 3, 4

*Элементы динамики материальной точки и твердого тела.*

18. Тело массой  $m = 0,5$  кг движется прямолинейно, причем зависимость пройденного телом пути  $S$  от времени  $t$  дается уравнением:  $S = A - Bt + 5t^2 - t^3$ . Найти силу  $F$ , действующую на тело в конце первой секунды движения.

*Ответ:* а)  $F = 0,2 \text{ Н}$ ; б)  $F = 2 \text{ Н}$ ; в)  $F = 3,5 \text{ Н}$ ; г)  $F = 0,35 \text{ Н}$ ; д) среди приведенных ответов правильного нет.

19. Материальная точка массой 2 кг движется под действием некоторой силы согласно уравнению  $x=2+5t+t^2-0,2t^3$ . Найти значение этой силы в момент времени  $t=2$  с.

Ответ: а)  $T=0,8$  Н; б)  $T=1,8$  Н; в)  $T=-0,8$  Н; г)  $T=-1,8$  Н; д)  $T=2,8$  Н.

20. Материальная точка движется под действием некоторой силы согласно уравнению  $X=2+5t+t^2-0,2t^3$ . В какой момент времени значение этой силы равно нулю?

Ответ: а)  $t=5,67$  с; б)  $t=1,67$  с; в)  $t=2,67$  с; г)  $t=4,67$  с; д)  $t=3,67$  с.

21. Под действием постоянной силы 10 Н тело движется прямолинейно так, что зависимость пройденного телом расстояния от времени задается уравнением:  $S=5-2t+t^2$ . Найти массу тела.

Ответ: а)  $m=5$  кг; б)  $m=7$  кг; в)  $m=9$  кг; г)  $m=11$  кг; д)  $m=15$  кг.

22. Сила  $F$  сообщает телу массой  $m_1=2$  кг ускорение  $a_1=1$  м/с<sup>2</sup>. Телу какой массы эта сила сможет сообщить ускорение 2 м/с<sup>2</sup>?

Ответ: а)  $m=3$  кг; б)  $m=5$  кг; в)  $m=1,5$  кг; г)  $m=2,5$  кг; д)  $m=1$  кг.

23. Два бруска массами  $m_1=1$  кг и  $m_2=4$  кг, соединенные шнуром, лежат на столе. С каким ускорением будут двигаться бруски, если к одному из них приложить силу в  $F=10$  Н, направленную горизонтально (рис. 4)? Трением пренебречь.

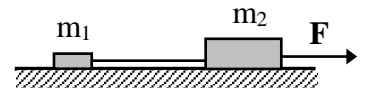


Рис. 4

Ответ: а)  $a=2$  м/с<sup>2</sup>; б)  $a=0,2$  м/с<sup>2</sup>; в)  $a=0,02$  м/с<sup>2</sup>; г)  $a=1,2$  м/с<sup>2</sup>; д)  $a=3,2$  м/с<sup>2</sup>.

24. Два бруска массами  $m_1=1$  кг и  $m_2=4$  кг, соединенные шнуром, лежат на столе (рис. 4). Какова будет сила натяжения шнура, соединяющего бруски, если силу в  $F=10$  Н приложить ко второму бруску? Трением пренебречь.

Ответ: а)  $T=12$  Н; б)  $T=3$  Н; в)  $T=13$  Н; г)  $T=5$  Н; д)  $T=2$  Н.

25. Два бруска массами  $m_1=1$  кг и  $m_2=4$  кг, соединенные шнуром, лежат на столе. Какова будет сила натяжения шнура, соединяющего бруски, если силу в  $F=10$  Н приложить к первому бруску (рис. 5)? Трением пренебречь.



Рис. 5



Ответ: а)  $T=10\text{ Н}$ ; б)  $T=8\text{ Н}$ ; в)  $T=6\text{ Н}$ ; г)  $T=12\text{ Н}$ ; д)  $T=4\text{ Н}$ .

26. Автомобиль весит  $9,8 \cdot 10^3\text{ Н}$ . Во время движения автомобиля по горизонтальной дороге, на него действует сила трения, равная 0,1 его веса. Чему должна быть равна сила тяги, развиваемой двигателем автомобиля, чтобы он двигался равномерно?

Ответ: а)  $F=98 \cdot 10^3\text{ Н}$ ; б)  $F=9,8 \cdot 10^3\text{ Н}$ ; в)  $F=0,98 \cdot 10^3\text{ Н}$ ; г)  $F=0,98\text{ Н}$ ; д)  $F=7,8 \cdot 10^3\text{ Н}$ .

27. С каким ускорением поднимается лифт, если пружинные весы с гирей в 2 кг в момент начала подъема показали 24 Н? Принять  $g=10\text{ м/с}^2$ .

Ответ: а)  $a=1\text{ м/с}^2$ ; б)  $a=2\text{ м/с}^2$ ; в)  $a=4\text{ м/с}^2$ ; г)  $a=3\text{ м/с}^2$ ; д)  $a=2,5\text{ м/с}^2$ .

28. Две гири с массами  $m_1=1\text{ кг}$  и  $m_2=2\text{ кг}$  соединены нерастяжимой, невесомой нитью, перекинутой через невесомый блок. Найти ускорение, с которым движутся гири (рис. 6). Трением в блоке пренебречь. Принять  $g=9,8\text{ м/с}^2$ .

Ответ: а)  $a=3,27\text{ м/с}^2$ ; б)  $a=0,3\text{ м/с}^2$ ; в)  $a=9,8\text{ м/с}^2$ ; г)  $a=0,98\text{ м/с}^2$ ; д)  $a=0,4\text{ м/с}^2$ .

29. Две гири с массами 2 кг и 1 кг соединены нерастяжимой, невесомой нитью, перекинутой через невесомый блок (рис. 6). Найти силу натяжения нити, действующую на гири. Трением в блоке пренебречь. Принять  $g=9,8\text{ м/с}^2$ .

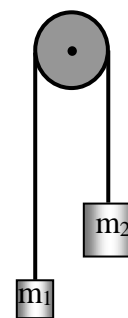


Рис. 6

Ответ: а)  $T=1,31\text{ Н}$ ; б)  $T=2,31\text{ Н}$ ; в)  $T=23,31\text{ Н}$ ; г)  $T=13,1\text{ Н}$ ; д)  $T=3,31\text{ Н}$ .

30. Невесомый блок укреплен на конце стола. Гири равной массы соединены нитью перекинутой через блок (рис. 7). Коэффициент трения одной из гирь о стол равен 0,1. Найти ускорение, с которым движутся гири. Трением в блоке пренебречь.

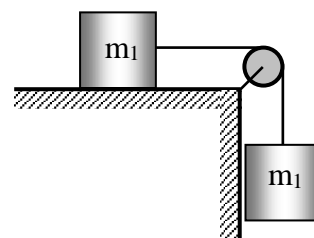


Рис. 7

Ответ: а)  $a=5,1\text{ м/с}^2$ ; б)  $a=7,3\text{ м/с}^2$ ; в)  $a=9\text{ м/с}^2$ ; г)  $a=1,23\text{ м/с}^2$ ; д)  $a=4,4\text{ м/с}^2$ .

31. Невесомый блок укреплен на конце стола. Гири равной массы по 1 кг каждая соединены нитью перекинутой через блок.

Коэффициент трения одной из гирь о стол равен 0,1 (рис. 7). Найти силу натяжения нити. Трением в блоке пренебречь.

Ответ: а)  $T=5,4 \text{ Н}$ ; б)  $T=1,8 \text{ Н}$ ; в)  $T=-2,8 \text{ Н}$ ; г)  $T=3,8 \text{ Н}$ ; д)  $T=2,8 \text{ Н}$ .

32. Груз массой 100 кг, подвешенный на канате, поднимается вертикально вверх ускоренно с ускорением  $0,7 \text{ м/с}^2$ . Определить натяжение каната в этом случае.

Ответ: а)  $T=1,5 \cdot 10^2 \text{ Н}$ ; б)  $T=2,5 \cdot 10^2 \text{ Н}$ ; в)  $T=10,5 \cdot 10^2 \text{ Н}$ ; г)  $T=20,5 \cdot 10^2 \text{ Н}$ ; д)  $T=30,5 \cdot 10^2 \text{ Н}$ .

33. На гладком столе лежит брусок массой  $m=4 \text{ кг}$  (рис. 8). К бруску привязаны шнуры, перекинутые через неподвижные блоки. К концам шнуров подвешены гири, массы которых  $m_1=1 \text{ кг}$  и  $m_2=2 \text{ кг}$ . Найти ускорение, с которым движется брусок. Массой блоков и трением пренебречь.

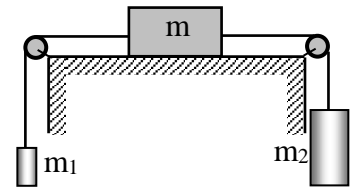


Рис. 8

Ответ: а)  $a=0,4 \text{ м/с}^2$ ; б)  $a=1,4 \text{ м/с}^2$ ; в)  $a=2,4 \text{ м/с}^2$ ; г)  $a=3,4 \text{ м/с}^2$ ; д)  $a=4,4 \text{ м/с}^2$ .

34. На гладком столе лежит брусок массой  $m=4 \text{ кг}$  (рис. 8). К бруску привязаны шнуры, перекинутые через неподвижные блоки. К концам шнуров подвешены гири, массы которых  $m_1=1 \text{ кг}$  и  $m_2=2 \text{ кг}$ . Найти силу натяжения, действующую на первую гирю. Массой блоков и трением пренебречь.

Ответ: а)  $T_1=31,2 \text{ Н}$ ; б)  $T_1=21,2 \text{ Н}$ ; в)  $T_1=11,2 \text{ Н}$ ; г)  $T_1=1,12 \text{ Н}$ ; д)  $T_1=0,112 \text{ Н}$ .

35. Радиус кривизны выпуклого моста, двигаясь по которому со скоростью  $72 \text{ км/ч}$  автомобиль не оказывает давления на мост в верхней его точке (рис. 9), равен (принять ускорение свободного падения  $g=10 \text{ м/с}^2$ ):



Рис. 9

Ответ: а)  $R=50 \text{ м}$ ; б)  $R=100 \text{ м}$ ; в)  $R=40 \text{ м}$ ; г)  $R=120 \text{ м}$ ; д)  $R=60 \text{ м}$ .

36. Маховик радиусом  $0,2 \text{ м}$  и массой  $1 \text{ кг}$  соединен с мотором при помощи приводного ремня. Натяжение ремня, идущего без скольжения, постоянно и равно  $14,7 \text{ Н}$  (рис. 10). Какое число оборотов в секунду будет делать маховик через  $1 \text{ с}$

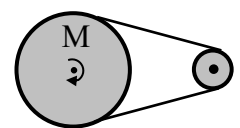


Рис. 10

после начала движения? Маховик считать однородным диском. Трением пренебречь.

Ответ: а)  $n=2,67$  об/с; б)  $n=5,67$  об/с; в)  $n=10,67$  об/с; г)  $n=18,67$  об/с; д)  $n=23,4$  об/с.

37. Две гири разного веса соединены нитью, перекинутой через блок, момент инерции которого  $50 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$  и радиус  $0,2 \text{ м}$ . Блок вращается с трением и момент сил трения равен  $98,1 \text{ Н}\cdot\text{м}$  (рис. 11). Найти разность натяжения нитей по обе стороны блока, если известно, что он вращается с постоянным угловым ускорением  $2,36 \text{ рад/с}^2$ .

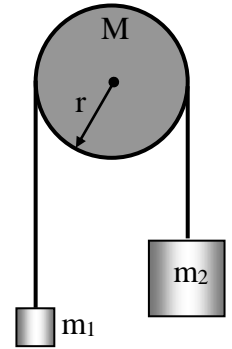


Рис. 11

Ответ: а)  $\Delta T=2,68 \cdot 10^3 \text{ Н}$ ; б)  $\Delta T=5,68 \cdot 10^3 \text{ Н}$ ; в)  $\Delta T=1,68 \cdot 10^3 \text{ Н}$ ; г)  $\Delta T=1,08 \cdot 10^3 \text{ Н}$ ; д)  $\Delta T=3,68 \cdot 10^3 \text{ Н}$ .

38. Грузик, подвешенный на нити длиной  $1 \text{ м}$ , (рис. 12) движется в горизонтальной плоскости так, что нить, описывающая конус, образует с вертикалью угол  $37^\circ$ . Какое число оборотов в минуту делает грузик?

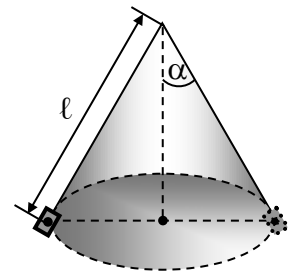


Рис. 12

Ответ: а)  $n=23,6$  об/мин; б)  $n=33,5$  об/мин; в)  $n=43,6$  об/мин; г)  $n=53,6$  об/мин; д)  $n=63,6$  об/мин.

39. Грузик массой  $120 \text{ г}$ , подвешенный на нити длиной  $1 \text{ м}$ , вращается в горизонтальной плоскости с частотой  $n=0,56$  об/с. Найти силу натяжения нити.

Ответ: а)  $T=1,48 \text{ Н}$ ; б)  $T=2,47 \text{ Н}$ ; в)  $T=3,47 \text{ Н}$ ; г)  $T=4,47 \text{ Н}$ ; д)  $T=5,47 \text{ Н}$ .

40. Стационарный искусственный спутник движется по окружности в плоскости земного экватора, оставаясь, все время над одним и тем же пунктом земной поверхности. Определить радиус  $R$  орбиты спутника орбиты.

Ответ: а)  $R=52,2 \cdot 10^3 \text{ км}$ ; б)  $R=42,2 \cdot 10^3 \text{ км}$ ; в)  $R=32,2 \cdot 10^3 \text{ км}$ ; г)  $R=22,2 \cdot 10^3 \text{ км}$ ; д)  $R=12,2 \cdot 10^3 \text{ км}$ .

41. Тело вращается равнозамедленно с начальной угловой скоростью  $10 \text{ рад/с}$ . После того как тело совершило  $20$  оборотов, скорость его уменьшилась до  $4 \text{ рад/с}$ . Найти угловое ускорение точки.

Ответ: а)  $\varepsilon=-0,23 \text{ рад/с}^2$ ; б)  $\varepsilon=-0,33 \text{ рад/с}^2$ ; в)  $\varepsilon=-0,43 \text{ рад/с}^2$ ; г)  $\varepsilon=-0,13 \text{ рад/с}^2$ ; д)  $\varepsilon=-0,53 \text{ рад/с}^2$ .

42. Тело вращается равнозамедленно с начальной угловой скоростью 10 рад/с. После того как тело совершило 20 оборотов, скорость его уменьшилась до 4 рад/с. Найти время, в течение которого изменилась его угловая скорость.

Ответ: а)  $t=18$  с; б)  $t=15$  с; в)  $t=12$  с; г)  $t=21$  с; д)  $t=14$  с.

43. Автомобиль движется со скоростью 60 км/ч. Сколько оборотов в секунду делают его колеса, если они катятся по шоссе без скольжения, а внешний диаметр покрышек колес равен 60 см.

Ответ: а)  $n \approx 9$  об/с; б)  $n \approx 7$  об/с; в)  $n \approx 11$  об/с; г)  $n \approx 5$  об/с; д)  $n \approx 3$  об/с.

44. На однородный сплошной цилиндр радиусом  $R=5,0$  см намотана легкая нить, к концу которой прикреплено тело массы  $m=0,60$  кг (рис. 13). Масса цилиндра  $M$  в 6 раз больше массы  $m$ . В момент времени  $t=0$  система пришла в движение. Пренебрегая трением в оси цилиндра, найти среднюю величину тормозящего момента сил в оси цилиндра, если через  $t=2,0$  с после начала движения скорость тела  $v=1,5$  м/с.

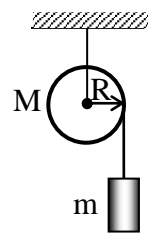


Рис. 13

Ответ: а)  $\langle M_m \rangle = 1,0$  Н·м; б)  $\langle M_m \rangle = 0,1$  Н·м; в)  $\langle M_m \rangle = 0,2$  Н·м; г)  $\langle M_m \rangle = 0,4$  Н·м; д)  $\langle M_m \rangle = 1,2$  Н·м.

45. Однородный цилиндр массы  $m=8,0$  кг и радиусом  $R=1,3$  см (рис. 14) в момент времени  $t=0$  начинает опускаться под действием силы тяжести. Пренебрегая массой нити, найти угловое ускорение цилиндра.

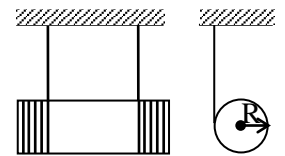


Рис. 14

Ответ: а)  $\varepsilon = 1 \cdot 10^2$  рад/с<sup>2</sup>; б)  $\varepsilon = 3 \cdot 10^2$  рад/с<sup>2</sup>; в)  $\varepsilon = 5 \cdot 10^2$  рад/с<sup>2</sup>; г)  $\varepsilon = 7 \cdot 10^2$  рад/с<sup>2</sup>; д)  $\varepsilon = 9 \cdot 10^2$  рад/с<sup>2</sup>.

46. Диск радиусом  $R=0,5$  м и массой  $m=2$  кг вращается с угловым ускорением  $5$  с<sup>-2</sup> вокруг оси, проходящей через центр масс диска перпендикулярно его плоскости. Определить величину вращающего момента.

Ответ: а)  $M=3,25$  Н·м; б)  $M=2,25$  Н·м; в)  $M=1,25$  Н·м; г)  $M=0,25$  Н·м; д)  $M=0,125$  Н·м.

47. Диск радиусом  $R=0,5$  м и массой  $m=2$  кг вращается с угловым ускорением  $5$  с<sup>-2</sup> вокруг оси, проходящей через точку расположенную на расстоянии  $\ell=0,5R$  от центра масс диска

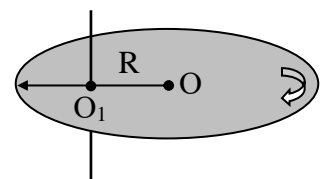


Рис. 15

перпендикулярно его плоскости (рис. 15). Определить величину вращающего момента.

Ответ: а)  $M=4,88 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; б)  $M=3,88 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; в)  $M=2,88 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; г)  $M=1,88 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; д)  $M=0,88 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .

48. Диск радиусом  $R=0,5 \text{ м}$  и массой  $m=2 \text{ кг}$  вращается с угловым ускорением  $5 \text{ с}^{-2}$  вокруг оси, проходящей через точку расположенную на расстоянии  $\ell=R$  от центра масс диска перпендикулярно его плоскости (рис. 16). Определить величину вращающего момента.

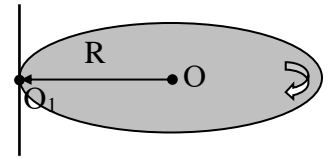


Рис. 16

Ответ: а)  $M=0,075 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; б)  $M=0,75 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; в)  $M=1,75 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; г)  $M=2,75 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; д)  $M=3,75 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .

49. Тонкий стержень длиной  $\ell=50 \text{ см}$  и массой  $m=400 \text{ г}$  вращается с угловым ускорением  $\varepsilon=3 \text{ рад/с}^2$  около оси, проходящей через середину стержня перпендикулярно к его длине (рис. 17). Определить величину вращающего момента  $M$ .

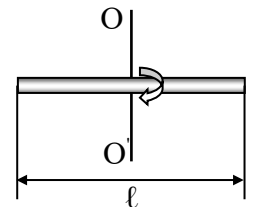


Рис. 17

Ответ: а)  $M=0,025 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; б)  $M=0,035 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; в)  $M=0,045 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}^2$ ; г)  $M=0,055 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; д)  $M=0,065 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .

50. Тонкий стержень длиной  $50 \text{ см}$  и массой  $400 \text{ г}$  вращается под действием вращающего момента  $M=0,1 \text{ Н}\cdot\text{м}$  около оси, проходящей через точку, находящуюся на расстоянии  $\ell=0,25 \text{ м}$  от середины стержня перпендикулярно к его длине (рис. 18). Определить угловое ускорение стержня.

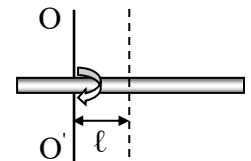


Рис. 18

Ответ: а)  $\varepsilon=7 \text{ с}^{-2}$ ; б)  $\varepsilon=6 \text{ с}^{-2}$ ; в)  $\varepsilon=5 \text{ с}^{-2}$ ; г)  $\varepsilon=4 \text{ с}^{-2}$ ; д)  $\varepsilon=3 \text{ с}^{-2}$ .

51. Тонкий стержень массой  $300 \text{ г}$  вращается с угловым ускорением  $\varepsilon=4 \text{ рад/с}^2$  под действием вращающего момента  $M=0,1 \text{ Н}\cdot\text{м}$  около оси, проходящей через точку, находящуюся на расстоянии  $d=0,25 \text{ м}$  от середины стержня перпендикулярно к его длине. Определить длину стержня (рис. 19).

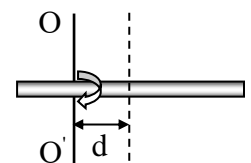


Рис. 19

Ответ: а)  $\ell=0,4$  м; б)  $\ell=0,5$  м; в)  $\ell=0,6$  м; г)  $\ell=0,7$  м; д)  $\ell=0,8$  м.

52. Тонкий стержень длиной 0,5 м под действием вращающего момента  $M=1$  Н·м вращается с угловым ускорением  $\varepsilon=3$  рад/с<sup>2</sup>, относительно оси, проходящей через точку, находящуюся на расстоянии  $d=0,5\ell$  ( $\ell$  – длина стержня) от середины стержня перпендикулярно к его длине (рис. 19). Определить массу стержня.

Ответ: а)  $m=2$  кг; б)  $m=3$  кг; в)  $m=4$  кг; г)  $m=5$  кг; д)  $m=6$  кг.

53. Шар массой 10 кг и радиусом 20 см вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Уравнение вращения шара имеет вид:  $\varphi=5+4t^2-t^3$ . Какова величина момента сил в момент времени  $t=2$  с.

Ответ: а)  $M=3,64$  Н·м; б)  $M=-0,64$  Н·м; в)  $M=0,64$  Н·м; г)  $M=-2,64$  Н·м; д)  $M=-3,64$  Н·м.

54. Шар массой 10 кг и радиусом 20 см вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Уравнение вращения шара имеет вид:  $\varphi=5+4t^2-t^3$ . Какова величина момента импульса шара в момент времени, равный 2 с.

Ответ: а)  $L=3,64$  (кг·м<sup>2</sup>)/с; б)  $L=-0,64$  (кг·м<sup>2</sup>)/с; в)  $L=0,64$ (кг·м<sup>2</sup>)/с; г)  $L=-2,64$  (кг·м<sup>2</sup>)/с; д)  $L=-3,64$  (кг·м<sup>2</sup>)/с.

55. Определить момент инерции шара, массой 10 кг и радиусом 20 см (рис. 20), относительно оси, расположенной на расстоянии  $\ell=0,5R$  от центра шара.

Ответ: а)  $I=0,56$  кг·м<sup>2</sup>; б)  $I=0,46$  кг·м<sup>2</sup>; в)  $I=0,36$  кг·м<sup>2</sup>; г)  $I=0,26$  кг·м<sup>2</sup>; д)  $I=0,16$  кг·м<sup>2</sup>.

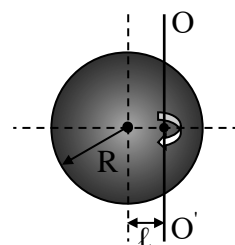


Рис. 20

56. Определить момент инерции медного шара радиусом  $R=10$  см относительно оси, расположенной на расстоянии  $\ell=0,5R$  от центра шара.

Ответ: а)  $I=5,4 \cdot 10^{-3}$  кг·м<sup>2</sup>; б)  $I=2,4 \cdot 10^{-3}$  кг·м<sup>2</sup>; в)  $I=3,4 \cdot 10^{-3}$  кг·м<sup>2</sup>; г)  $I=4,4 \cdot 10^{-3}$  кг·м<sup>2</sup>; д)  $I=1,4 \cdot 10^{-3}$  кг·м<sup>2</sup>.

57. Определить момент инерции Земли относительно оси вращения.

Ответ: а)  $I=20,7 \cdot 10^{37}$  кг·м<sup>2</sup>; б)  $I=11,7 \cdot 10^{37}$  кг·м<sup>2</sup>; в)  $I=9,7 \cdot 10^{37}$  кг·м<sup>2</sup>; г)  $I=5,7 \cdot 10^{37}$  кг·м<sup>2</sup>; д)  $I=3,7 \cdot 10^{37}$  кг·м<sup>2</sup>.

58. Определить момент импульса Земли относительно оси вращения.

Ответ: а)  $L=17 \cdot 10^{33}$  (кг·м<sup>2</sup>)/с; б)  $L=15 \cdot 10^{33}$  (кг·м<sup>2</sup>)/с; в)  $L=12 \cdot 10^{33}$  (кг·м<sup>2</sup>)/с; г)  $L=7 \cdot 10^{33}$  (кг·м<sup>2</sup>)/с; д)  $L=3 \cdot 10^{33}$  (кг·м<sup>2</sup>)/с.

59. Обруч массой  $m=1$  кг и радиусом 100 см (рис. 21) вращается относительно оси, проходящей через центр масс с угловой скоростью 100 рад/с. Определить модуль момента импульса обруча.

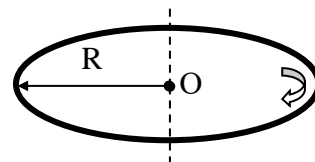


Рис. 21

Ответ: а)  $L=150$  (кг·м<sup>2</sup>)/с; б)  $L=10$  (кг·м<sup>2</sup>)/с; в)  $L=80$  (кг·м<sup>2</sup>)/с; г)  $L=100$  (кг·м<sup>2</sup>)/с; д)  $L=130$  (кг·м<sup>2</sup>)/с.

60. Определить момента инерции обруча, (рис. 22) массой  $m=1$  кг и радиусом  $R=100$  см относительно оси, перпендикулярной его плоскости, расположенной на расстоянии  $\ell=0,5R$  от центра.

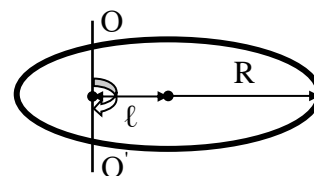


Рис. 22

Ответ: а)  $I=5,25$  кг·м<sup>2</sup>; б)  $I=4,25$  кг·м<sup>2</sup>; в)  $I=3,25$  кг·м<sup>2</sup>; г)  $I=2,25$  кг·м<sup>2</sup>; д)  $I=1,25$  кг·м<sup>2</sup>.

61. Определить момента инерции алюминиевого цилиндра (рис. 23) радиусом  $R=100$  см и высотой  $h=0,5$  м относительно оси, перпендикулярной плоскости его оснований, расположенной на расстоянии  $\ell=0,5R$  от центра.

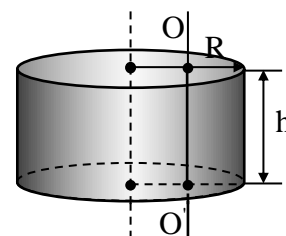


Рис. 23

Ответ: а)  $I=3,2 \cdot 10^3$  кг·м<sup>2</sup>; б)  $I=4,2 \cdot 10^3$  кг·м<sup>2</sup>; в)  $I=5,2 \cdot 10^3$  кг·м<sup>2</sup>; г)  $I=6,2 \cdot 10^3$  кг·м<sup>2</sup>; д)  $I=7,2 \cdot 10^3$  кг·м<sup>2</sup>.

62. Свинцовый цилиндр (рис. 24) радиусом 10 см высотой  $h=0,2$  м вращается относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярной основанию цилиндра, с угловой скоростью 100 рад/с. Определить модуль момента импульса такого цилиндра.

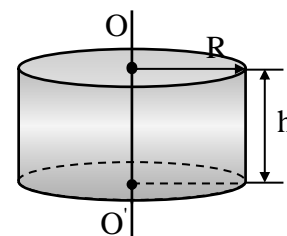


Рис. 24

Ответ: а)  $L=1,55$  (кг·м<sup>2</sup>)/с; б)  $L=15,5$  (кг·м<sup>2</sup>)/с; в)  $L=25,5$  (кг·м<sup>2</sup>)/с; г)  $L=35,5$  (кг·м<sup>2</sup>)/с; д)  $L=45,5$  (кг·м<sup>2</sup>)/с.

63. Определить момента инерции алюминиевого цилиндра радиусом  $R=0,10$  м и высотой  $h=0,50$  м относительно оси, перпендикулярной плоскости его оснований, расположенной на расстоянии  $\ell=2R$  от центра (рис. 25).

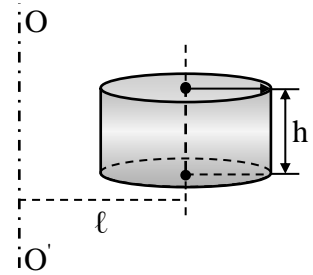


Рис. 25

Ответ: а)  $I=2,9$  кг·м<sup>2</sup>; б)  $I=1,9$  кг·м<sup>2</sup>; в)  $I=0,9$  кг·м<sup>2</sup>; г)  $I=0,19$  кг·м<sup>2</sup>; д)  $I=0,29$  кг·м<sup>2</sup>.

64. Маховое колесо начинает вращаться с угловым ускорением  $\varepsilon=0,5$  рад/с<sup>2</sup> и через время  $t=15$  с после начала движения приобретает момент импульса  $L=73,5$  (кг·м<sup>2</sup>)/с. Определить момент инерции махового колеса.

Ответ: а)  $I=9,8$  кг·м<sup>2</sup>; б)  $I=7,2$  кг·м<sup>2</sup>; в)  $I=5,8$  кг·м<sup>2</sup>; г)  $I=6,2$  кг·м<sup>2</sup>; д)  $I=2,2$  кг·м<sup>2</sup>.

65. К ободу диска радиусом  $R=0,1$  м приложена касательная сила  $F=19,6$  Н. Какой момент импульса приобретет диск через время  $t=5$  с?

Ответ: а)  $L=10,8$  (кг·м<sup>2</sup>)/с; б)  $L=9,8$  (кг·м<sup>2</sup>)/с; в)  $L=8,8$  (кг·м<sup>2</sup>)/с; г)  $L=7,8$  (кг·м<sup>2</sup>)/с; д)  $L=6,8$  (кг·м<sup>2</sup>)/с.

66. Для гироскопической стабилизации корабля используют в качестве гироскопа однородный круглый диск массой  $5 \cdot 10^4$  кг и радиусом 2 м, который вращается с угловой скоростью 94,2 рад/с. Определить модуль момента импульса стабилизатора.

Ответ: а)  $L=9,42 \cdot 10^6$  кг·м<sup>2</sup>/с; б)  $L=94,2 \cdot 10^6$  кг·м<sup>2</sup>/с; в)  $L=0,942 \cdot 10^6$  кг·м<sup>2</sup>/с; г)  $L=1,942 \cdot 10^8$  кг·м<sup>2</sup>/с; д)  $L=2,942 \cdot 10^8$  кг·м<sup>2</sup>/с.

67. Диск радиусом 20 см и массой 7 кг вращается согласно уравнению  $\varphi=3-t+0,1t^3$ . Определить модуль момента сил в момент времени  $t=2$  с.

Ответ: а)  $M=0,168$  Н·м; б)  $M=168$  Н·м; в)  $M=17$  Н·м; г)  $M=8$  Н·м; д)  $M=16$  Н·м.

68. Маховик, масса которого  $m=5$  кг равномерно распределена по ободу радиусом  $r=20$  см, свободно вращается вокруг горизонтальной оси, проходящей через его центр, с частотой  $n=720$  об/мин. Найти проекцию тормозящего момента на ось,



сонаправленную с угловой скоростью, если маховик останавливается за промежуток времени  $\Delta t=20$  сек.

*Ответ:* а)  $M_m = -0,075 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; б)  $M_m = -0,0075 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; в)  $M_m = -75 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; г)  $M_m = -0,75 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; д)  $M_m = -7,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .

69. Маховое колесо, имеющее момент инерции  $245 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ , вращается, делая  $20$  об/с. Через минуту после того, как на колесо перестал действовать вращающий момент, оно остановилось. Найти численное значение момента сил трения.

*Ответ:* а)  $M=313 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; б)  $M=513 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; в)  $M=173 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; г)  $M=283 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; д)  $M=163 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .

70. Момент силы, действующий на тело, равен  $9,8 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Через  $10$  с после начала вращения тело достигло угловой скорости  $4 \text{ с}^{-1}$ . Найти момент инерции тела.

*Ответ:* а)  $I=4,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; б)  $I=14,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; в)  $I=24,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; г)  $I=34,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; д)  $I=44,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ .

71. Сплошной шар массой  $m=1 \text{ кг}$  и радиусом  $R=5 \text{ см}$  вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Закон вращения шара выражается уравнением:  $\varphi=4+2t+t^2$ . В точке, наиболее удаленной от оси вращения, на шар действует сила, касательная к поверхности. Определить эту силу.

*Ответ:* а)  $F=0,44 \text{ Н}$ ; б)  $F=0,34 \text{ Н}$ ; в)  $F=0,24 \text{ Н}$ ; г)  $F=0,14 \text{ Н}$ ; д)  $F=0,04 \text{ Н}$ .

72. Сплошной шар массой  $m=1 \text{ кг}$  и радиусом  $R=5 \text{ см}$  вращается вокруг оси, проходящей через его центр. В точке, наиболее удаленной от оси вращения, на шар действует сила, касательная к поверхности. После прекращения действия силы шар останавливается. Закон вращения шара выражается уравнением:  $\varphi=1+4t-5t^2$ . Определить тормозящий момент.

*Ответ:* а)  $M=5 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; б)  $M=37 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; в)  $M=55 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; г)  $M=75 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; д)  $M=100 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .

## Практическое занятие №5, 6

*Энергия, работа, мощность. Законы сохранения в механике.*

73. Тело массой 100 г, брошенное вертикально вниз с высоты 20 м со скоростью 10 м/с, упало на Землю со скоростью 20 м/с. Найти работу по преодолению сопротивления воздуха ( $g=9,8 \text{ м/с}^2$ ).

Ответ: а)  $A=4 \text{ Дж}$ ; б)  $A=4,9 \text{ Дж}$ ; в)  $A=9,8 \text{ Дж}$ ; г)  $A=4,6 \text{ Дж}$ ; д)  $A=2,3 \text{ Дж}$ .

74. Вычислить работу, совершаемую на пути 12 м, равномерно возрастающей силой, если в начале пути сила равна 10 Н, в конце пути 46 Н.

Ответ: а)  $A=3 \text{ Дж}$ ; б)  $A=33 \text{ Дж}$ ; в)  $A=36 \text{ Дж}$ ; г)  $A=336 \text{ Дж}$ ; д)  $A=6 \text{ Дж}$ .

75. Во сколько раз работа двигателя автомобиля по увеличению его скорости от 36 км/ч до 72 км/ч больше работы двигателя того же автомобиля, совершаемой для разгона его с места до скорости 36 км/ч? Силу сопротивления считать постоянной.

Ответ: а)  $A_1/A_2=2$ ; б)  $A_1/A_2=4$ ; в)  $A_1/A_2=6$ ; г)  $A_1/A_2=5$ ; д)  $A_1/A_2=3$ .

76. Обруч (рис. 26) массой 1 кг и диаметром 0,6 м вращается вокруг оси, проходящей через центр, делая 20 об/с. Какую работу необходимо совершить, чтобы остановить обруч?

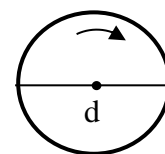


Рис. 26

Ответ: а)  $A=71 \text{ Дж}$ ; б)  $A=710 \text{ Дж}$ ; в)  $A=7,1 \text{ Дж}$ ; г)  $A=0,710 \text{ Дж}$ ; д)  $A=0,071 \text{ Дж}$ .

77. Медный шар радиусом  $R=0,1 \text{ м}$  вращается с угловой скоростью  $2 \text{ с}^{-1}$  вокруг оси, проходящей через его центр (рис. 27). Какую работу надо совершить, чтобы увеличить угловую скорость вращения шара вдвое? Плотность меди  $\rho=8,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

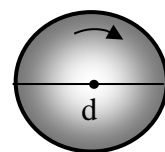


Рис. 27

Ответ: а)  $A=8,64 \text{ Дж}$ ; б)  $A=86,4 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$ ; в)  $A=86,4 \text{ Дж}$ ; г)  $A=864 \text{ Дж}$ ; д)  $A=0,0864 \text{ Дж}$ .

78. Какую минимальную работу надо совершить, чтобы однородный куб массой  $m=100 \text{ кг}$  и длиной ребра  $\ell=50 \text{ см}$ , находящийся на горизонтальной плоскости (рис. 28), перевернуть с одной грани на соседнюю?

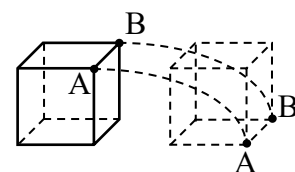


Рис. 28

Ответ: а)  $A=90$  Дж; б)  $A=92$  Дж; в)  $A=94$  Дж; г)  $A=96$  Дж; д)  $A=98$  Дж.

79. По наклонной канатной дороге, составляющей с горизонтом угол  $\alpha=45^\circ$ , поднимается вагонетка массой 500 кг (рис. 29). Какую минимальную работу совершает мотор подъемника при поднятии вагонетки на высоту  $h=10$  м? Коэффициент трения равен  $\mu=0,1$ .

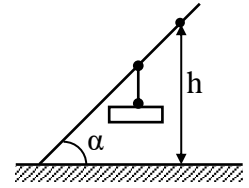


Рис. 29

Ответ: а)  $A=60$  кДж; б)  $A=58$  кДж; в)  $A=56$  кДж; г)  $A=54$  кДж; д)  $A=52$  кДж.

80. Какую работу совершает человек, поднимающий груз массой 2,0 кг на высоту 1,5 м с ускорением  $3,0$  м/с<sup>2</sup>?

Ответ: а)  $A=42,4$  Дж; б)  $A=40,4$  Дж; в)  $A=38,4$  Дж; г)  $A=36,4$  Дж; д)  $A=34,4$  Дж.

81. Лифт массой 1 т равноускоренно поднимается лебедкой. На некотором отрезке пути длиной 1,0 м лифт двигался со средней скоростью 5,0 м/с и его скорость возросла на 0,5 м/с. Какую работу совершила лебедка на указанном отрезке пути?

Ответ: а)  $A=11,3$  кДж; б)  $A=12,3$  кДж; в)  $A=13,3$  кДж; г)  $A=14,3$  кДж; д)  $A=15,3$  кДж.

82. Какую работу нужно совершить при сжатии пружины детского пистолета на  $\Delta\ell=3,0$  см (рис. 30), если усилие составляет 20,0 Н? Какова потенциальная энергия сжатой пружины?

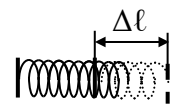


Рис. 30

Ответ: а)  $A=0,3$  Дж; б)  $A=0,5$  Дж; в)  $A=0,7$  Дж; г)  $A=0,9$  Дж; д)  $A=1,1$  Дж.

83. Динамометр, рассчитанный на 40,0 Н, имеет пружину с жесткостью 0,5 кН/м. Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину от середины шкалы до последнего деления?

Ответ: а)  $A=1,2$  Дж; б)  $A=1,4$  Дж; в)  $A=1,6$  Дж; г)  $A=1,8$  Дж; д)  $A=2,0$  Дж.

84. Камень массой 0,5 кг, падая с высоты 10,0 м, имел у поверхности Земли в момент падения скорость 12,0 м/с. Определить силу сопротивления воздуха, считая ее постоянной.

*Ответ:* а)  $F_c=1,1 \text{ Н}$ ; б)  $F_c=1,3 \text{ Н}$ ; в)  $F_c=1,5 \text{ Н}$ ; г)  $F_c=1,7 \text{ Н}$ ; д)  $F_c=1,9 \text{ Н}$ .

85. Автомобиль на некотором отрезке пути увеличил свою скорость от 0 до 36 км/ч. На другом отрезке пути он увеличил свою скорость от 36 до 72 км/ч. Найти отношение работ, затраченных двигателем на разгон на втором и первом отрезках пути.

*Ответ:* а)  $A_2/A_1=3,4$ ; б)  $A_2/A_1=3,2$ ; в)  $A_2/A_1=3,0$ ; г)  $A_2/A_1=2,8$ ; д)  $A_2/A_1=2,6$ .

86. Какую работу совершает постоянная сила, модуль которой равен 0,5 Н, действующая на тело массой 10 кг, в течение 2,0с? В начальный момент времени тело, движущееся равноускоренно, имело скорость 0,4 м/с.

*Ответ:* а)  $A=0,025 \text{ Дж}$ ; б)  $A=0,035 \text{ Дж}$ ; в)  $A=0,065 \text{ Дж}$ ; г)  $A=0,045 \text{ Дж}$ ; д)  $A=0,055 \text{ Дж}$ .

87. Орудие, масса ствола которого 450 кг стреляет в горизонтальном направлении. Масса снаряда 5 кг и начальная скорость его  $v=450 \text{ м/с}$ . При выстреле ствол откатывается на 45 см. Определить среднее значение силы торможения, развивающейся в противооткатном устройстве орудия.

*Ответ:* а)  $\langle F \rangle = 16,5 \text{ кН}$ ; б)  $\langle F \rangle = 15,5 \text{ кН}$ ; в)  $\langle F \rangle = 14,5 \text{ кН}$ ; г)  $\langle F \rangle = 13,5 \text{ кН}$ ; д)  $\langle F \rangle = 12,5 \text{ кН}$ .

88. Пуля, вылетевшая из винтовки с начальной скоростью 1000 м/с, упала на Землю со скоростью 500 м/с. Какая работа была затрачена во время полета пули на преодоление силы сопротивления воздуха, если масса пули 10 г?

*Ответ:* а)  $A=3,35 \text{ кДж}$ ; б)  $A=3,45 \text{ кДж}$ ; в)  $A=3,55 \text{ кДж}$ ; г)  $A=3,65 \text{ кДж}$ ; д)  $A=3,75 \text{ кДж}$ .

89. Камень, пущенный горизонтально по поверхности льда со скоростью 2,0 м/с, прошел до полной остановки 20 м. Определить коэффициент трения камня по льду, считая его постоянным.

*Ответ:* а)  $\mu=0,06$ ; б)  $\mu=0,05$ ; в)  $\mu=0,03$ ; г)  $\mu=0,01$ ; д)  $\mu=0,001$ .

90. Пуля, масса которой 10 г, подлетает к доске толщиной 4,0 см и застревает в ней, почти пробив ее (рис. 31). Скорость пули перед взаимодействием с доской 600

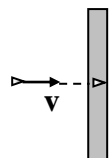


Рис. 31

м/с. Чему равна средняя сила сопротивления доски движению пули?

*Ответ:* а)  $F=25$  кН; б)  $F=35$  кН; в)  $F=45$  кН; г)  $F=55$  кН; д)  $F=65$  кН.

91. Какую работу надо совершить для того, чтобы равномерно передвинуть диван на 5 м по горизонтальному полу, нажимая на него руками под углом  $30^\circ$  к горизонту? Масса дивана 50 кг, а коэффициент трения дивана о пол 0,25.

*Ответ:* а)  $A=710$  Дж; б)  $A=720$  Дж; в)  $A=730$  Дж; г)  $A=740$  Дж; д)  $A=750$  Дж.

92. Какой путь пройдут санки по горизонтальной поверхности после спуска с горы высотой 15 м, имеющий уклон  $30^\circ$  (рис. 32)? Коэффициент трения считать постоянным во время всего движения и равным  $\mu=0,025$ .

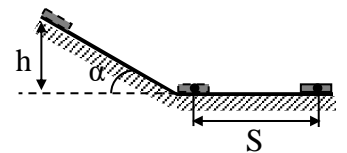


Рис. 32

*Ответ:* а)  $S=570$  м; б)  $S=560$  м; в)  $S=550$  м; г)  $S=540$  м; д)  $S=530$  м.

93. Кольцо массой 5 кг катится по горизонтальной поверхности со скоростью 54 км/ч. Найти его кинетическую энергию  $W_k$ .

*Ответ:* а)  $W_k=562,5$  Дж; б)  $W_k=1125$  Дж; в)  $W_k=7290$  Дж; г)  $W_k=14,58$  кДж; д)  $W_k=762,5$  Дж.

94. Сплошной цилиндр, имеющий массу 2 кг, катится без скольжения со скоростью 5 м/с. Найти кинетическую энергию этого цилиндра.

*Ответ:* а)  $W_k=37,5$  Дж; б)  $W_k=35,5$  Дж; в)  $W_k=33,5$  Дж; г)  $W_k=31,5$  Дж; д)  $W_k=29,5$  Дж.

95. Определить значение полной механической энергии колеблющейся материальной точки массой 25 г. Амплитуда колебаний равна 10 см, период -0,5 с.

*Ответ:* а)  $W=1,97$  Дж; б)  $W=1,97 \cdot 10^{-2}$  кДж; в)  $W=1,97$  кДж; г)  $W=1,97 \cdot 10^{-2}$  Дж; д)  $W=0,97 \cdot 10^{-2}$  Дж.

96. Частица массой  $m=0,01$  кг совершает гармонические колебания с периодом  $T=2$  с. Полная энергия колеблющейся частицы  $W=0,1$  мДж. Определить амплитуду  $A$  колебаний частицы.

*Ответ:* а)  $A=55$  мм; б)  $A=65$  мм; в)  $A=35$  мм; г)  $A=25$  мм; д)  $A=45$  мм.

97. Висящий на невесомой пружине груз совершает вертикальные колебания с амплитудой 4 см. Определите полную энергию гармонических колебаний, если для упругого удлинения пружины на 1 см требуется сила 1 Н.

*Ответ:* а)  $W=0,02$  Дж; б)  $W=0,04$  Дж; в)  $W=0,08$  Дж; г)  $W=0,16$  Дж; д)  $W=0,2$  Дж.

98. Какова потенциальная энергия сжатой на 3,0 см пружины детского пистолета, если усилие составляет 20,0 Н?

*Ответ:* а)  $W_p=0,10$  Дж; б)  $W_p=0,15$  Дж; в)  $W_p=0,20$  Дж; г)  $W_p=0,25$  Дж; д)  $W_p=0,30$  Дж.

99. Мяч, масса и диаметр которого равны  $m=0,5$  кг и  $d=0,24$  м, погрузили в воду на глубину 4,0 м. На сколько изменилась его энергия? Деформацией мяча и поверхностным натяжением воды пренебречь. Плотность воды принять равной  $1,0 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

*Ответ:* а)  $\Delta W=264,0$  Дж; б)  $\Delta W=260,0$  Дж; в)  $\Delta W=258,0$  Дж; г)  $\Delta W=256,0$  Дж; д)  $\Delta W=254,0$  Дж.

100. При забивке сваи массой 150 кг использовалась энергия свободно падающего молота массой 50 кг. При этом свая погружалась в грунт на 10 см. С какой высоты должен падать молот, если сила сопротивления грунта постоянна и равна 6850 Н? Удар считать неупругим.

*Ответ:* а)  $h=4,0$  м; б)  $h=4$  м; в)  $h=4,2$  м; г)  $h=4,4$  м; д)  $h=4,6$  м.

101. Вагон массой 20 т, двигаясь со скоростью 0,5 м/с, ударяется в два неподвижных пружинных буфера. Найти максимальной сжатие буферов, если известно, что при действии на каждый буфер силы 50,0 кН/м он сжимается на 1,0 см.

*Ответ:* а)  $\Delta \ell=1,8 \cdot 10^{-2}$  м; б)  $\Delta \ell=2,0 \cdot 10^{-2}$  м; в)  $\Delta \ell=2,2 \cdot 10^{-2}$  м; г)  $\Delta \ell=2,4 \cdot 10^{-2}$  м; д)  $\Delta \ell=2,6 \cdot 10^{-2}$  м.

102. К пружине, жесткость которой равна 1,0 кН/м, подвешен груз массой 3 кг и отпущен из состояния покоя. На какое расстояние опустится груз?

*Ответ:* а)  $\Delta\ell=5,3\cdot 10^{-2}$  м; б)  $\Delta\ell=5,5\cdot 10^{-2}$  м; в)  $\Delta\ell=5,7\cdot 10^{-2}$  м; г)  $\Delta\ell=5,9\cdot 10^{-2}$  м; д)  $\Delta\ell=6,1\cdot 10^{-2}$  м.

103. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 49 м/с. На какой высоте его кинетическая энергия будет равна потенциальной? Сопротивление воздуха не учитывать.

*Ответ:* а)  $h=69$  м; б)  $h=67$  м; в)  $h=65$  м; г)  $h=63$  м; д)  $h=61$  м.

104. Мальчик, стреляя из рогатки, натянул резиновый шнур так, что его длина стала больше на 10 см. Определить энергию растянутого резинового шнура, если для растяжения шнура мальчик приложил силу 9,8 Н.

*Ответ:* а)  $W=0,58$  Дж; б)  $W=0,68$  Дж; в)  $W=0,78$  Дж; г)  $W=0,88$  Дж; д)  $W=0,98$  Дж.

105. Во сколько раз кинетическая энергия  $W_k$  искусственного спутника Земли, движущегося по круговой орбите, меньше его потенциальной энергии  $W_p$  в поле тяжести Земли?

*Ответ:* а)  $W_p/W_k=5$ ; б)  $W_p/W_k=4$ ; в)  $W_p/W_k=3$ ; г)  $W_p/W_k=2$ ; д)  $W_p/W_k=1$ .

106. Обруч и диск одинаковой массы  $m_1=m_2$  катятся без скольжения с одной и той же скоростью  $v$ . Кинетическая энергия обруча  $W_{k1}=39,2$  Дж. Найти кинетическую энергию  $W_{k2}$  диска.

*Ответ:* а)  $W_{k2}=26,4$  Дж; б)  $W_{k2}=27,4$  Дж; в)  $W_{k2}=28,4$  Дж; г)  $W_{k2}=29,4$  Дж; д)  $W_{k2}=30,4$  Дж.

107. Шар диаметром  $d=6$  см и массой  $m=0,25$  кг катится без скольжения по горизонтальной плоскости. Частота вращения шара  $\nu=2$  об/с. Найти кинетическую энергию шара.

*Ответ:* а)  $W_k=0,06$  Дж; б)  $W_k=0,08$  Дж; в)  $W_k=0,1$  Дж; г)  $W_k=0,12$  Дж; д)  $W_k=0,14$  Дж.

108. Маховик вращается по закону, выраженному уравнением:  $\varphi=2+16t-2t^2$  Момент инерции маховика  $50$  кг·м<sup>2</sup> Чему равна мощность маховика в момент времени  $t=3$  с?

*Ответ:* а)  $N=900$  Вт; б)  $N=700$  Вт; в)  $N=800$  Вт; г)  $N=600$  Вт; д)  $N=500$  Вт.

109. Электровоз при движении со скоростью  $v=72$  км/ч потребляет мощность  $N_3=600$  кВт. Определить силу тяги

электровоза, если его коэффициент полезного действия (КПД) равен 80%.

*Ответ:* а)  $F=30$  кН; б)  $F=28$  кН; в)  $F=26$  кН; г)  $F=24$  кН; д)  $F=22$  кН.

110. Тяговая мощность (мощность на крюке) трактора равна 30,0 кВт. С какой средней скоростью может тянуть этот трактор груженный прицеп массой 5,0 т на подъем 0,2 при коэффициенте сопротивления 0,4?

*Ответ:* а)  $v=1,4$  м/с; б)  $v=1,2$  м/с; в)  $v=1,0$  м/с; г)  $v=0,8$  м/с; д)  $v=0,6$  м/с.

111. Моторы электровоза при движении со средней скоростью 20,0 м/с потребляют мощность  $8,0 \cdot 10^5$  Вт. Какова сила тяги мотора, если коэффициент полезного действия силовой установки электровоза 80%?

*Ответ:* а)  $F=30$  кН; б)  $F=32$  кН; в)  $F=34$  кН; г)  $F=36$  кН; д)  $F=38$  кН.

112. Поезд, отходя от станции, за 5 мин развивает скорость до 18 м/с. Масса поезда  $6,0 \cdot 10^5$  кг, коэффициент трения 0,004. Определить среднюю мощность локомотива за время ускоренного движения.

*Ответ:* а)  $\langle N \rangle = 53,5 \cdot 10^4$  Вт; б)  $\langle N \rangle = 54,5 \cdot 10^4$  Вт; в)  $\langle N \rangle = 55,5 \cdot 10^4$  Вт; г)  $\langle N \rangle = 56,5 \cdot 10^4$  Вт; д)  $\langle N \rangle = 57,5 \cdot 10^4$  Вт.

113. Поезд, отходя от станции, за 5 мин развивает скорость до 18 м/с. Масса поезда  $6,0 \cdot 10^5$  кг, коэффициент трения 0,004. Найти минимальную мощность локомотива, при которой за указанное время состав наберет указанную скорость.

*Ответ:* а)  $N_{min} = 109,0 \cdot 10^4$  Вт; б)  $N_{min} = 107,0 \cdot 10^4$  Вт; в)  $N_{min} = 105,0 \cdot 10^4$  Вт; г)  $N_{min} = 103,0 \cdot 10^4$  Вт; д)  $N_{min} = 101,0 \cdot 10^4$  Вт.

114. Камень шлифовального станка имеет диаметр 60 см и делает 120 об/мин. Обрабатываемая деталь прижимается к камню с силой 1000 Н. Какая мощность затрачивается на шлифовку, если коэффициент трения камня о деталь равен 0,2?

*Ответ:* а)  $N=1,3$  кВт; б)  $N=1,4$  кВт; в)  $N=1,5$  кВт; г)  $N=1,6$  кВт; д)  $N=1,7$  кВт.



115. Двигатель автомобиля, движущегося равномерно по горизонтальной дороге, развивает мощность 62 кВт. Результирующая всех сил, действующих на автомобиль, в процессе его движения равна  $F=31$  кН. Определить скорость автомобиля.

Ответ: а)  $v=78$  км/ч; б)  $v=76$  км/ч; в)  $v=74$  км/ч; г)  $v=72$  км/ч; д)  $v=70$  км/ч.

116. Якорь электрического двигателя вращается с угловой скоростью  $\omega=1500$  об/мин. Определить вращающий момент, если двигатель развивает мощность  $N=500$  Вт.

Ответ: а)  $M=3,58$  Н·м; б)  $M=3,48$  Н·м; в)  $M=3,38$  Н·м; г)  $M=3,28$  Н·м; д)  $M=3,18$  Н·м.

117. Маховик вращается по закону, выражаемому уравнением  $\varphi=2+32t-4t^2$ . Найти среднюю мощность  $\langle N \rangle$ , развиваемую силами, действующими на маховик при его вращении, до остановки, если его момент инерции  $I=100$  кг·м<sup>2</sup>.

Ответ: а)  $\langle N \rangle=16,8$  кВт; б)  $\langle N \rangle=15,8$  кВт; в)  $\langle N \rangle=14,8$  кВт; г)  $\langle N \rangle=13,8$  кВт; д)  $\langle N \rangle=12,8$  кВт.

118. Шар скатывается с наклонной плоскости высотой 90 см (рис. 33). Определить линейную скорость центра шара в тот момент, когда шар скатится с наклонной плоскости? Принять  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.

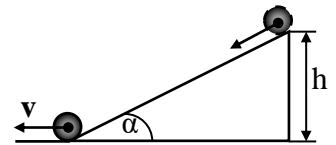


Рис. 33

Ответ: а)  $v=3,55$  м/с; б)  $v=35,5$  м/с; в)  $v=3,55$  см/с; г)  $v=0,355$  м/с; д)  $v=3,55$  см/с.

119. Из пружинного пистолета выстрелили пулькой, масса которой  $m=5$  г. Жесткость пружины  $k=1,25$  кН/м. Пружина была сжата на  $\Delta l=8$  см. Определить скорость пульки при вылете ее из пистолета.

Ответ: а)  $v=400$  м/с; б)  $v=40$  м/с; в)  $v=420$  м/с; г)  $v=40$  см/с; д)  $v=4$  м/с.

120. Стальной шарик падает с высоты 1 м. На какую высоту он поднимется после удара, если коэффициент восстановления равен 0,8? Коэффициентом восстановления называется отношение скорости после удара к скорости до удара

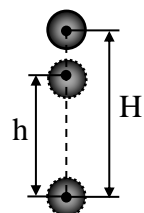


Рис. 34

(рис. 34).

*Ответ:* а)  $h=0,64$  м; б)  $h=0,54$  м; в)  $h=0,44$  м;  
г)  $h=0,74$  м; д)  $h=0,84$  м.

121. Металлический шарик, падая с высоты 1 м на стальную плиту, отскакивает от нее на высоту 0,81 м. Найти коэффициент восстановления материала шарика (рис. 34).

*Ответ:* а)  $k=0,7$ ; б)  $k=0,5$ ; в)  $k=0,6$ ; г)  $k=0,9$ ; д)  $k=0,8$ .

122. Тело массой 2 кг движется со скоростью 3 м/с и нагоняет второе тело массой в 3 кг, движущееся со скоростью 1 м/с. Найти скорости тел после столкновения, если удар был упругий. Тела движутся по одной прямой (рис. 35). Удар - центральный.

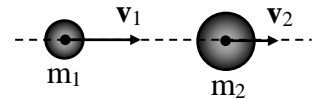


Рис. 35

*Ответ:* а)  $u_1=0,6$  м/с;  $u_2=2,6$  м/с; б)  $u_1=0,6$  м/с;  $u_2=2,6$  м/с;  
в)  $u_1=0,6$  м/с;  $u_2=2,6$  м/с; г)  $u_1=0,6$  м/с;  $u_2=2,6$  м/с; д)  $u_1=0,6$  м/с;  
 $u_2=2,6$  м/с.

123. Тело массой 3 кг движется со скоростью 4 м/с и ударяется о неподвижное тело такой же массы. Считая удар центральным и неупругим, найти количество теплоты, выделившейся при ударе.

*Ответ:* а)  $Q=24$  Дж; б)  $Q=6$  Дж; в)  $Q=12$  Дж; г)  $Q=0$  Дж;  
д)  $Q=16$  Дж.

124. Два свинцовых шарика массами 50 г и 200 г висят на двух параллельных нитях длиной 75 см каждая. Шарик большего шар отвели в сторону так, что его нить заняла горизонтальное положение, и затем отпустили. На какую высоту поднимутся шарики после соударения? Удар считать абсолютно неупругим (рис. 36).

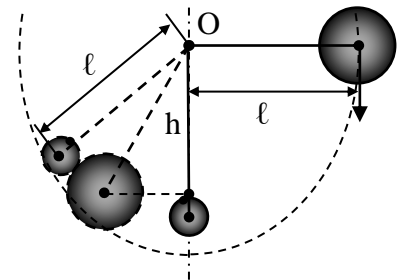


Рис. 36

*Ответ:* а)  $h=0,60$  м; б)  $h=0,75$  м; в)  $h=0,38$  м; г)  $h=0,52$  м;  
д)  $h=0,48$  м.

125. Платформа в виде диска вращается по инерции около вертикальной оси с частотой  $n_1=14$  мин<sup>-1</sup>. На краю платформы стоит человек. Когда человек перешел в центр платформы, частота

возросла до  $n_2=25 \text{ мин}^{-1}$ . Масса человека 75 кг. Определить массу платформы. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

*Ответ:* а)  $M=3,10 \cdot 10^2 \text{ кг}$ ; б)  $M=21 \text{ кг}$ ; в)  $M=0,31 \cdot 10^3 \text{ кг}$ ; г)  $M=1,91 \cdot 10^2 \text{ кг}$ ; д)  $M=210 \text{ кг}$ .

126. Камень брошен под углом к горизонту со скоростью  $v_0=20 \text{ м/с}$ . Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить, на какой высоте от горизонта скорость камня уменьшится вдвое (рис. 37).

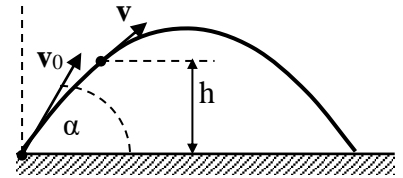


Рис. 37

*Ответ:* а)  $h=11,3 \text{ м}$ ; б)  $h=12,3 \text{ м}$ ; в)  $h=13,3 \text{ м}$ ; г)  $h=14,3 \text{ м}$ ; д)  $h=15,3 \text{ м}$ .

127. Определить величину кинетической энергии тела массой  $m=1 \text{ кг}$ , брошенного горизонтально со скоростью  $v_0=20 \text{ м/с}$  в конце четвертой секунды его движения (рис. 38). Принять  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

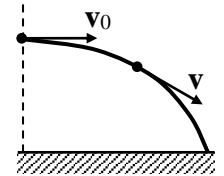


Рис. 38

*Ответ:* а)  $W_k=1,6 \text{ кДж}$ ; б)  $W_k=1,4 \text{ кДж}$ ; в)  $W_k=1,2 \text{ кДж}$ ; г)  $W_k=1 \text{ кДж}$ ; д)  $W_k=0,8 \text{ кДж}$ .

128. Пуля массой 10 г, двигаясь со скоростью 800 м/с, попадает в доску толщиной 5 см и вылетает из нее со скоростью 100 м/с (рис. 39). Определить силу сопротивления доски, считая эту силу постоянной.

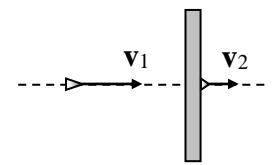


Рис. 39

*Ответ:* а)  $F_c=65 \text{ кН}$ ; б)  $F_c=64 \text{ кН}$ ; в)  $F_c=63 \text{ кН}$ ; г)  $F_c=62 \text{ кН}$ ; д)  $F_c=61 \text{ кН}$ .

129. Камень массой  $m=20 \text{ г}$ , выпущенный вертикально вверх из рогатки, резиновый жгут которой был растянут на  $\Delta\ell=20 \text{ см}$ , поднялся на высоту  $h=40 \text{ м}$ . Найти коэффициент упругости жгута. Сопротивление воздуха не учитывать.

*Ответ:* а)  $k=390 \text{ Н/м}$ ; б)  $k=392 \text{ Н/м}$ ; в)  $k=394 \text{ Н/м}$ ; г)  $k=396 \text{ Н/м}$ ; д)  $k=398 \text{ Н/м}$ .

130. Вагон массой  $m=20,0 \text{ т}$  движется с начальной скоростью  $v_0=54 \text{ км/ч}$ . Найти среднюю силу, действующую на вагон, если известно, что вагон останавливается в течение времени  $t=100 \text{ с}$ .

Ответ: а)  $F_c=3,0$  кН; б)  $F_c=3,5$  кН; в)  $F_c=4,0$  кН; г)  $F_c=4,5$  кН; д)  $F_c=5,0$  кН.

131. Поезд массой  $m=500$  т после прекращения тяги паровоза под действием силы трения  $F_{тр}=98$  кН останавливается через время  $t=1$  мин. С какой скоростью  $v_0$  шел поезд?

Ответ: а)  $v_0=10,8$  м/с; б)  $v_0=11,8$  м/с; в)  $v_0=12,8$  м/с; г)  $v_0=13,8$  м/с; д)  $v_0=14,8$  м/с.

132. Вагон массой  $m=20,0$  т движется равнозамедленно, имея начальную скорость  $v_0=54$  км/ч, ускорение  $a=0,300$  м/с<sup>2</sup>. Какая сила торможения  $F_T$  действует на вагон?

Ответ: а)  $F_m=8,0$  кН; б)  $F_m=7,0$  кН; в)  $F_m=6,0$  кН; г)  $F_m=5,0$  кН; д)  $F_m=4,0$  кН.

133. Вагон массой  $m=20,0$  т движется равнозамедленно, имея начальную скорость  $v_0=54$  км/ч, ускорение  $a=0,300$  м/с<sup>2</sup>. Через какое время  $t$  вагон остановится?

Ответ: а)  $t=30$  с; б)  $t=40$  с; в)  $t=50$  с; г)  $t=60$  с; д)  $t=70$  с.

134. С неподвижной лодки массой 50 кг на берег прыгает человек, масса которого 80 кг. Скорость человека 1,2 м/с. С какой скоростью начнет двигаться лодка?

Ответ: а)  $v=-1,6$  м/с; б)  $v=-1,7$  м/с; в)  $v=-1,8$  м/с; г)  $v=-1,9$  м/с; д)  $v=-2,0$  м/с.

135. На пол с высоты 2 м свободно падает мяч массой 200 г и подпрыгивает на высоту полутора метров. Определить переданный полу импульс. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: а)  $\Delta p=2,73$  кг·м/с; б)  $\Delta p=2,63$  кг·м/с; в)  $\Delta p=2,53$  кг·м/с; г)  $\Delta p=2,43$  кг·м/с; д)  $\Delta p=2,33$  кг·м/с.

136. Тело с начальной скоростью  $v=14$  м/с падает с высоты  $h=240$  м и углубляется в песок на 0,2 м. Определить среднюю силу сопротивления почвы. Масса тела 1 кг. Сопротивление воздуха не учитывать.

Ответ: а)  $F=12,5$  кН; б)  $F=13,5$  кН; в)  $F=14,5$  кН; г)  $F=15,5$  кН; д)  $F=16,5$  кН.

137. Пуля, летящая горизонтально, попадает в шар, подвешенный на очень легком, жестком

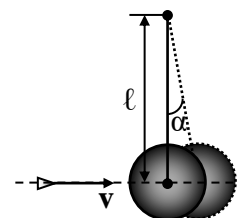


Рис. 40

стержне, и застревает в нем (рис. 40). Масса пули в  $10^3$  раз меньше массы шара. Расстояние от точки подвеса до центра шара 1 м. Какова была скорость пули, если известно, что стержень с шаром отклонился в результате такого взаимодействия на угол  $10^0$ ?

*Ответ:* а)  $v=560$  м/с; б)  $v=550$  м/с; в)  $v=540$  м/с; г)  $v=530$  м/с; д)  $v=520$  м/с.

138. Человек, бегущий со скоростью 8,1 км/ч, догоняет тележку, движущуюся со скоростью 2,9 км/ч, и вскакивает на нее. С какой скоростью станет двигаться тележка, если ее масса 80 кг, а масса человека 60 кг?

*Ответ:* а)  $u=3,1$  км/ч; б)  $u=4,1$  км/ч; в)  $u=5,1$  км/ч; г)  $u=6,1$  км/ч; д)  $u=7,1$  км/ч.

139. Конькобежец, масса которого 70 кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 3 кг со скоростью 8,0 м/с. На какое расстояние откатится конькобежец в результате отдачи, если известно, что коэффициент трения коньков о лед равен 0,02?

*Ответ:* а)  $x=0,6$  м; б)  $x=0,5$  м; в)  $x=0,4$  м; г)  $x=0,3$  м; д)  $x=0,2$  м.

140. Шар диаметром  $d=6$  см и массой  $m=0,25$  кг катится без скольжения по горизонтальной плоскости. Частота вращения шара  $\nu=2$  об/с. Найти кинетическую энергию шара.

*Ответ:* а)  $W_k=0,06$  Дж; б)  $W_k=0,08$  Дж; в)  $W_k=0,1$  Дж; г)  $W_k=0,12$  Дж; д)  $W_k=0,14$  Дж.

141. На краю горизонтальной платформы, имеющей форму диска радиусом  $R=2$  м, стоит человек массой  $m_1=80$  кг. Масса платформы  $m_2=240$  кг. Платформа может вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через ее центр. Пренебрегая трением, найти, с какой угловой скоростью  $\omega$  будет вращаться платформа, если человек будет идти вдоль ее края со скоростью  $v=2$  м/с относительно платформы (рис. 41).

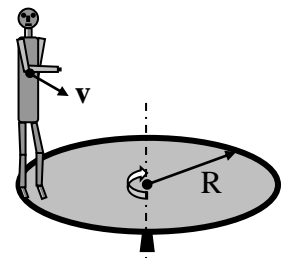


Рис. 41

*Ответ:* а)  $\omega=0,8$  рад/с; б)  $\omega=0,7$  рад/с; в)  $\omega=0,6$  рад/с; г)  $\omega=0,5$  рад/с; д)  $\omega=0,4$  рад/с.

142. Платформа, имеющая форму диска, может вращаться около вертикальной оси. На краю платформы стоит человек массой  $m_1=60$

кг. На какой угол  $\varphi$  повернется платформа, если человек пойдет вдоль края платформы и, обойдя его, вернется в исходную точку на платформе? Масса платформы  $m_2=240$  кг. Момент инерции человека рассчитывать, как для материальной точки (рис. 30).

*Ответ:* а)  $\varphi=-135^\circ$ ; б)  $\varphi=-130^\circ$ ; в)  $\varphi=-125^\circ$ ; г)  $\varphi=-120^\circ$ ; д)  $\varphi=-115^\circ$ .

143. Платформа в виде диска радиусом  $R=1$  м вращается по инерции с частотой  $\nu_1=6$  мин<sup>-1</sup>. На краю платформы стоит человек, масса которого  $m_2=80$  кг (рис. 42). С какой частотой  $\nu$  будет вращаться платформа, если человек перейдет в ее центр? Момент инерции платформы  $I=120$  кг·м<sup>2</sup>. Момент инерции человека рассчитывать, как для материальной точки.

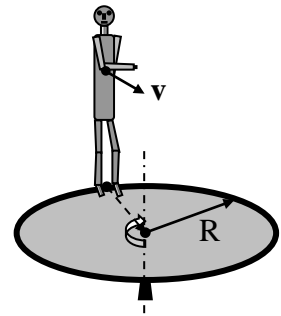


Рис. 42

*Ответ:* а)  $\nu=16$  мин<sup>-1</sup>; б)  $\nu=14$  мин<sup>-1</sup>; в)  $\nu=12$  мин<sup>-1</sup>; г)  $\nu=10$  мин<sup>-1</sup>; д)  $\nu=8$  мин<sup>-1</sup>.

144. В центре скамьи Жуковского стоит человек и держит в руках стержень длиной  $\ell=2,4$  м и массой  $m=8$  кг, расположенный вертикально по оси вращения скамьи (рис. 43). Скамья с человеком вращается с частотой  $\nu_1=1$  с<sup>-1</sup>. С какой частотой  $\nu_2$  будет вращаться скамья с человеком, если он повернет стержень в горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи  $I=6$  кг·м<sup>2</sup>.

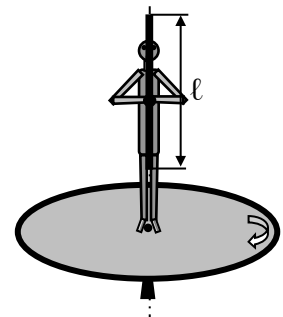


Рис. 43

*Ответ:* а)  $\nu_2=0,41$  с<sup>-1</sup>; б)  $\nu_2=0,51$  с<sup>-1</sup>; в)  $\nu_2=0,61$  с<sup>-1</sup>; г)  $\nu_2=0,71$  с<sup>-1</sup>; д)  $\nu_2=0,81$  с<sup>-1</sup>.

145. Камень шлифовального станка имеет диаметр 60 см и делает 120 об/мин. Обрабатываемая деталь прижимается к камню с силой 1000 Н. Какая мощность затрачивается на шлифовку, если коэффициент трения камня о деталь равен 0,2?

*Ответ:* а)  $N=1,3$  кВт; б)  $N=1,4$  кВт; в)  $N=1,5$  кВт; г)  $N=1,6$  кВт; д)  $N=1,7$  кВт.

146. Шар скатывается с наклонной плоскости высотой 90 см (рис. 44). Определить линейную скорость центра шара в тот момент, когда шар скатится с наклонной плоскости?

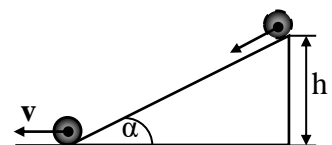


Рис. 44

Принять  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

*Ответ:* а)  $v=3,55 \text{ м/с}$ ; б)  $v=35,5 \text{ м/с}$ ; в)  $v=3,55 \text{ см/с}$ ; г)  $v=0,355 \text{ м/с}$ ; д)  $v=3,55 \text{ см/с}$ .

147. Обручу, радиус которого  $r=0,5 \text{ м}$ , поставленному на шероховатую горизонтальную поверхность, сообщили в горизонтальном направлении поступательную скорость  $v_0=2 \text{ м/с}$ . Определить угловую скорость вращения обруча  $\omega$  после того, как проскальзывание обруча прекратилось.

*Ответ:* а)  $\omega=2 \text{ с}^{-1}$ ; б)  $\omega=3 \text{ с}^{-1}$ ; в)  $\omega=4 \text{ с}^{-1}$ ; г)  $\omega=5 \text{ с}^{-1}$ ; д)  $\omega=6 \text{ с}^{-1}$ .

148. На барабан радиусом  $R=0,5 \text{ м}$  намотан шнур, к концу которого привязан груз массой  $10 \text{ кг}$  (рис. 45). Найти момент инерции барабана, если известно, что груз опускается с ускорением  $a=2,04 \text{ м/с}^2$ .

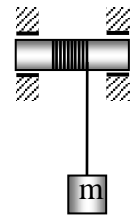


Рис. 45

*Ответ:* а)  $I=9,6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; б)  $I=19,6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; в)  $I=29,6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; г)  $I=39,6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; д)  $I=49,6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ .

149. На барабан массой  $M=9 \text{ кг}$  намотан шнур, к концу которого привязан груз массой  $m=2 \text{ кг}$ . Найти ускорение груза. Барабан считать однородным цилиндром (рис. 34). Трением пренебречь.

*Ответ:* а)  $a=5 \text{ м/с}^2$ ; б)  $a=3 \text{ м/с}^2$ ; в)  $a=1 \text{ м/с}^2$ ; г)  $a=7 \text{ м/с}^2$ ; д)  $a=4 \text{ м/с}^2$ .

## Практическое занятие № 7, 8

*Механические колебания. Гармонический осциллятор. Физика волн. Волновые процессы.*

150. Материальная точка массой  $0,05 \text{ кг}$  совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид:  $x=0,1\sin 5\pi t$ . Найти силу, действующую на точку в момент, когда фаза колебаний равна  $30^\circ$ .

*Ответ:* а)  $F=-0,92 \text{ Н}$ ; б)  $F=-0,82 \text{ Н}$ ; в)  $F=-0,72 \text{ Н}$ ; г)  $F=-0,62 \text{ Н}$ ; д)  $F=-0,52 \text{ Н}$ .

151. Материальная точка массой  $0,01 \text{ кг}$  совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид  $x=0,2\sin 8\pi t$ . Найти численное значение возвращающей силы в момент времени  $t=0,1 \text{ с}$ .

*Ответ:* а)  $F=0,54$  Н; б)  $F=0,74$  Н; в)  $F=1,4$  Н; г)  $F=0,94$  Н; д)  $F=0,84$  Н.

152. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид  $x=5\sin(3/2)\pi t$ . Найти момент времени, когда точка имеет фазу колебаний  $0,927$  рад.

*Ответ:* а)  $t=0,2$  с; б)  $t=0,3$  с; в)  $t=0,4$  с; г)  $t=0,5$  с; д)  $t=0,6$  с.

153. Чему равен период колебаний математического маятника длиной  $\ell=1$  м, находящегося в трамвайном вагоне, движущемся горизонтально с ускорением  $a=7$  м/с<sup>2</sup>?

*Ответ:* а)  $T=0,8$  с б)  $T=1,8$  с в)  $T=2,8$  с г)  $T=3,8$  с д)  $T=4,8$  с

154. Определить период колебаний математического маятника длиной  $\ell=1$  м в лифте, движущемся вертикально с ускорением  $a=2$  м/с, направленным вверх.

*Ответ:* а)  $T=3,83$  с; б)  $T=2,83$  с; в)  $T=1,83$  с; г)  $T=0,83$  с; д)  $T=0,083$  с.

155. Определить собственную частоту колебаний моста, по которому запрещается движение взводу солдат, идущих строевым шагом. Длина шага равна  $0,8$  м. Длина моста  $96$  м. Предполагаемое время движения солдат по мосту  $1$  мин.

*Ответ:* а)  $\nu=2$  Гц б)  $\nu=1$  Гц; в)  $\nu=0,5$  Гц; г)  $\nu=3$  Гц; д)  $\nu=4$  Гц

156. Во сколько раз циклическая резонансная частота вынужденных колебаний будет больше циклической частоты собственных колебаний системы, при коэффициенте затухания  $\beta=0,2\omega_0$ , где  $\omega_0$  – циклическая частота собственных незатухающих колебаний.

*Ответ:* а) в  $3,96$  раза; б) в  $2,96$  раза; в) в  $1,96$  раза; г) в  $0,96$  раза; д) в  $0,096$  раза.

157. Во сколько раз амплитуда вынужденных колебаний будет меньше резонансной амплитуды, если частота изменения вынуждающей силы будет больше резонансной частоты в два раза? Коэффициенты затухания  $\beta$  принять равным  $0,1\omega_0$ , где  $\omega_0$  – циклическая частота собственных незатухающих колебаний.

*Ответ:* а) в  $14,8$  раза; б) в  $15,8$  раза; в) в  $16,8$  раза; г)  $17,8$  раза; д) в  $18,8$  раза.



158. Определить период колебаний математического маятника длиной  $\ell=1$  м в лифте, движущемся вертикально с ускорением  $a=1,8$  м/с<sup>2</sup>, направленным вниз.

*Ответ:* а)  $T=5,2$  с; б)  $T=4,2$  с; в)  $T=3,2$  с; г)  $T=2,2$  с; д)  $T=1,2$  с.

159. Логарифмический декремент затухания маятника  $\lambda=0,003$ . Определить число  $N$  полных колебаний, которые должен совершить маятник, чтобы амплитуда уменьшилась в два раза.

*Ответ:* а)  $N=91$ ; б)  $N=121$ ; в)  $N=151$ ; г)  $N=191$ ; д)  $N=231$ .

160. Чему равен логарифмический декремент колебаний математического маятника, если за 1 мин амплитуда колебаний уменьшилась в два раза? Длина маятника равна 1 м.

*Ответ:* а)  $\lambda=2,3$ ; б)  $\lambda=1,3$ ; в)  $\lambda=0,23$ ; г)  $\lambda=0,23$ ; д)  $\lambda=0,023$ .

161. За время  $t=8$  мин амплитуда затухающих колебаний маятника уменьшилась в три раза. Определить коэффициент затухания.

*Ответ:* а)  $\beta=0,0023$  с<sup>-1</sup>; б)  $\beta=0,023$  с<sup>-1</sup>; в)  $\beta=0,23$  с<sup>-1</sup>; г)  $\beta=1,23$  с<sup>-1</sup>; д)  $\beta=2,23$  с<sup>-1</sup>.

162. Труба, длина которой  $\ell=1$  м, заполнена воздухом и открыта с одного конца. Принимая скорость звука  $v=340$  м/с, определить, при какой наименьшей частоте в трубе будет возникать стоячая звуковая волна.

*Ответ:* а)  $\nu=89$  Гц; б)  $\nu=87$  Гц; в)  $\nu=85$  Гц; г)  $\nu=83$  Гц; д)  $\nu=81$  Гц.

163. Плоская звуковая волна имеет период  $T=3$  мс, амплитуду  $A=0,2$  мм и длину волны  $\lambda=1,2$  м. Для точек среды, удаленных от источника колебаний на расстояние  $x=2$  м, найти скорость в момент  $t=7$  мс. Начальную фазу колебаний принять равной нулю.

*Ответ:* а)  $v=0,383$  м/с; б)  $v=0,373$  м/с; в)  $v=0,363$  м/с; г)  $v=0,353$  м/с; д)  $v=0,343$  м/с.

164. Изменение давления в звуковой волне дается выражением  $p = 2,2 \sin(\pi x / 3 - 1700\pi t)$ , где  $p$  измеряется в паскалях,  $x$  в метрах, а  $t$  в секундах. Определить скорость распространения волны.

*Ответ:* а)  $v=5000$  мкм/с; б)  $v=5100$  мкм/с; в)  $v=5200$  мкм/с; г)  $v=5300$  мкм/с; д)  $v=5400$  мкм/с.

165. Плоская звуковая волна имеет период  $T=3$  мс, амплитуду  $A=0,2$  мм и длину волны  $\lambda=1,2$  м. Для точек среды, удаленных от источника колебаний на расстояние  $x=2$  м, найти ускорение в момент  $t=7$  мс. Начальную фазу колебаний принять равной нулю.

*Ответ:* а)  $a=0,429$  км/с<sup>2</sup>; б)  $a=0,439$  км/с<sup>2</sup>; в)  $a=0,449$  км/с<sup>2</sup>; г)  $a=0,459$  км/с<sup>2</sup>; д)  $a=0,469$  км/с<sup>2</sup>.

166. Плоская звуковая волна имеет период  $T=3$  мс, амплитуду  $A=0,2$  мм и длину волны  $\lambda=1,2$  м. Для точек среды, удаленных от источника колебаний на расстояние  $x=2$  м, найти ускорение в момент  $t=7$  мс. Начальную фазу колебаний принять равной нулю.

*Ответ:* а)  $a=0,429$  км/с<sup>2</sup>; б)  $a=0,439$  км/с<sup>2</sup>; в)  $a=0,449$  км/с<sup>2</sup>; г)  $a=0,459$  км/с<sup>2</sup>; д)  $a=0,469$  км/с<sup>2</sup>.

### Практическое занятие № 9

*Релятивистская кинематика. Релятивистская динамика.*

167. Найти релятивистское сокращение размеров тела, скорость которого равна 95% скорости света.

*Ответ:* а) 51%; б) 31%; в) 41%; г) 21%; д) 11%.

168. Какую скорость  $v$  должно иметь движущееся тело, чтобы его продольные размеры уменьшились в 2 раза?

*Ответ:* а)  $v=2,6$  м/с; б)  $v=26$  км/с; в)  $v=2,6 \cdot 10^8$  м/с; г)  $v=2,6 \cdot 10^5$  м/с; д)  $v=2,6 \cdot 10^3$  м/с.

169. При какой относительной скорости  $v$  движения релятивистское сокращение длины движущегося тела составляет 25%?

*Ответ:* а)  $v=1,58 \cdot 10^8$  м/с; б)  $v=1,68 \cdot 10^8$  м/с; в)  $v=1,78 \cdot 10^8$  м/с; г)  $v=1,88 \cdot 10^8$  м/с; д)  $v=1,98 \cdot 10^8$  м/с.

170. Мезон, входящий состав космических лучей, движется со скоростью, составляющей 95% скорости света. Какой промежуток времени  $\Delta t$  по часам неподвижного наблюдателя соответствует одной секунде «собственного времени» мезона?

*Ответ:* а)  $\Delta t=32$  с; б)  $\Delta t=3,2$  с; в)  $\Delta t=0,32$  с; г)  $\Delta t=4,2$  с; д)  $\Delta t=42$  с.

171. Во сколько раз увеличивается продолжительность существования нестабильной частицы по часам неподвижного

наблюдателя, если она начинает двигаться со скоростью, составляющей 99% скорости света?

*Ответ:* а) 1,7; б) 7; в) 2,7; г) 0,7; д) 3,7.

172. Вычислить импульс протона в МэВ/с, что его кинетическая энергия  $T=500$  МэВ.

*Ответ:* а)  $p=1,09 \cdot 10^3$  МэВ/с; б)  $p=1,19 \cdot 10^3$  МэВ/с; в)  $p=1,29 \cdot 10^3$  МэВ/с; г)  $p=1,39 \cdot 10^3$  МэВ/с; д)  $p=1,49 \cdot 10^3$  МэВ/с.

173. Определить импульс  $p$  электрона, движущегося со скоростью  $v=0,9c$ , где  $c$  – скорость света в вакууме.

*Ответ:* а)  $p=6,6 \cdot 10^{-22}$  кг·м/с; б)  $p=5,6 \cdot 10^{-22}$  кг·м/с; в)  $p=4,6 \cdot 10^{-22}$  кг·м/с; г)  $p=3,6 \cdot 10^{-22}$  кг·м/с; д)  $p=2,6 \cdot 10^{-22}$  кг·м/с.

174. Определить кинетическую энергию  $T$  электрона, движущегося со скоростью  $v=0,9c$ , где  $c$  – скорость света в вакууме.

*Ответ:* а)  $T=1,26 \cdot 10^{-12}$  Дж; б)  $T=1,16 \cdot 10^{-12}$  Дж; в)  $T=1,06 \cdot 10^{-12}$  Дж; г)  $T=0,96 \cdot 10^{-12}$  Дж; д)  $T=0,94 \cdot 10^{-12}$  Дж.

175. До какой энергии  $W_k$  можно ускорить протоны в циклотроне, если относительное увеличение массы частицы не должно превышать 5%? ( $m_p=1,67 \cdot 10^{-27}$  кг;  $q_p=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл;  $c=3 \cdot 10^8$  м/с).

*Ответ:* а)  $W_k=37$  МэВ; б)  $W_k=27$  МэВ; в)  $W_k=17$  МэВ; г)  $W_k=47$  МэВ; д)  $W_k=57$  МэВ.

176. Какую ускоряющую разность потенциалов  $U$  должен пройти электрон, чтобы его скорость составила 95% скорости света?

*Ответ:* а)  $U=2,1$  МВ; б)  $U=3,1$  МВ; в)  $U=1,1$  МВ; г)  $U=0,1$  МВ; д)  $U=2,9$  МВ.

177. Найти изменение энергии  $\Delta W$ , соответствующее изменению массы  $\Delta m=m_e$  (масса электрона  $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$  кг; скорость света в вакууме  $c=3 \cdot 10^8$  м/с).

*Ответ:* а)  $\Delta W=6,2 \cdot 10^{-14}$  Дж; б)  $\Delta W=10,2 \cdot 10^{-14}$  Дж; в)  $\Delta W=2 \cdot 10^{-14}$  Дж; г)  $\Delta W=8,2 \cdot 10^{-14}$  Дж; д)  $\Delta W=8 \cdot 10^{-14}$  Дж.

178. Какую долю  $\beta$  скорости света должна составлять скорость частицы, чтобы ее кинетическая энергия была равна ее энергии покоя?

*Ответ:* а)  $\beta=56,6\%$ ; б)  $\beta=86,6\%$ ; в)  $\beta=66,6\%$ ; г)  $\beta=6,6\%$ ; д)  $\beta=46,6\%$ .

179. Синхрофазотрон дает пучок протонов с кинетической энергией  $W_k=10$  ГэВ. Какую долю  $\beta$  скорости света составляет скорость протонов в пучке? ( $m_p=1,67 \cdot 10^{-27}$  кг;  $c=3 \cdot 10^8$  м/с).

*Ответ:* а)  $\beta=0,96$ ; б)  $\beta=0,996$ ; в)  $\beta=0,900$ ; г)  $\beta=0,886$ ; д)  $\beta=0,796$ .

180. Частица движется со скоростью, равной половине скорости света. Во сколько раз масса движущейся частицы больше массы покоящейся?

*Ответ:* а)  $m/m_0=1,115$ ; б)  $m/m_0=1,215$ ; в)  $m/m_0=1,315$ ; г)  $m/m_0=1,415$ ; д)  $m/m_0=1,515$ .

181. С какой скоростью движется частица, если ее масса в три раза больше массы покоя?

*Ответ:* а)  $v=2,93 \cdot 10^8$  м/с; б)  $v=2,83 \cdot 10^8$  м/с; в)  $v=2,73 \cdot 10^8$  м/с; г)  $v=2,63 \cdot 10^8$  м/с; д)  $v=2,53 \cdot 10^8$  м/с.

182. Во сколько раз масса протона больше массы электрона, если обе частицы имеют одинаковую кинетическую энергию  $W_k=1000$  МэВ?

*Ответ:* а)  $n=1,74$ ; б)  $n=1,84$ ; в)  $n=1,94$ ; г)  $n=2,04$ ; д)  $n=2,06$ .

183. Кинетическая энергия электрона  $W_k=10$  МэВ. Во сколько раз его масса больше массы покоя?

*Ответ:* а)  $n=19,6$ ; б)  $n=20,6$ ; в)  $n=21,6$ ; г)  $n=22,6$ ; д)  $n=23,6$ .

184. Кинетическая энергия протона  $W_k=10$  МэВ. Во сколько раз его масса больше массы покоя?

*Ответ:* а)  $n=1,41$ ; б)  $n=1,31$ ; в)  $n=1,21$ ; г)  $n=1,11$ ; д)  $n=1,01$ .

185. Кинетическая энергия электрона  $W_k=0,8$  МэВ. Определить импульс электрона.

*Ответ:* а)  $p=7,8 \cdot 10^{-22}$  (кг·м)/с; б)  $p=7,4 \cdot 10^{-22}$  (кг·м)/с; в)  $p=6,8 \cdot 10^{-22}$  (кг·м)/с; г)  $p=6,4 \cdot 10^{-22}$  (кг·м)/с; д)  $p=5,4 \cdot 10^{-22}$  (кг·м)/с.

## Практическое занятие № 10

*Молекулярно-кинетическая теория.*

*Элементы статистической физики.*

186. Какое количество молекул находится в комнате объемом  $80 \text{ м}^3$  при температуре  $17^\circ\text{C}$  и давлении  $750 \text{ мм рт. ст.}$ ?

*Ответ:* а)  $N=2 \cdot 10^{20}$  молекул; б)  $N=2 \cdot 10^2$  молекул; в)  $N=2 \cdot 10^{15}$  молекул; г)  $N=2 \cdot 10^{10}$  молекул; д)  $N=2 \cdot 10^{27}$  молекул.

187. Плотность газа при давлении  $p=96 \text{ кПа}$  и температуре  $t=0^\circ\text{C}$  равна  $1,35 \text{ кг/м}^3$ . Найти молярную массу газа.

*Ответ:* а)  $\mu=32 \text{ кг/моль}$ ; б)  $\mu=32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ ; в)  $\mu=22 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ ; г)  $\mu=42 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ ; д)  $\mu=2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ .

189. Масса газа  $12 \text{ г}$  занимает объем  $4 \text{ л}$  при температуре  $7^\circ\text{C}$ . После нагревания газа при постоянном давлении его плотность стала равной  $0,6 \text{ кг/м}^3$ . До какой температуры нагрели газ?

*Ответ:* а)  $T_2=1400 \text{ К}$ ; б)  $T_2=140 \text{ К}$ ; в)  $T_2=1500 \text{ К}$ ; г)  $1200 \text{ К}$ ; д)  $T_2=1600 \text{ К}$ .

190. В баллоне объемом  $10 \text{ л}$  находится гелий под давлением  $p_1=1 \text{ МПа}$  и при температуре  $T=300 \text{ К}$ . После того как из баллона было взято  $m=10 \text{ г}$  гелия, температура газа понизилась до  $T=290 \text{ К}$ . Определить давление  $p$  гелия оставшегося в баллоне (в МПа).

*Ответ:* а)  $p=3,64 \text{ МПа}$ ; б)  $p=64 \text{ МПа}$ ; в)  $p=6,4 \text{ МПа}$ ; г)  $p=0,364 \text{ кПа}$ ; д)  $p=0,364 \text{ МПа}$ .

191. В баллоне емкостью  $25 \text{ л}$  находится смесь газов, состоящая из аргона массой  $20 \text{ г}$  и гелия массой  $2 \text{ г}$  при температуре  $301 \text{ К}$ . Найти давление смеси газов на стенки сосуда.

*Ответ:* а)  $p=10^8 \text{ Па}$ ; б)  $p=10^7 \text{ Па}$ ; в)  $p=10^5 \text{ Па}$ ; г)  $p=2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ; д)  $p=3 \cdot 10^5 \text{ Па}$ .

192. В сосуде находится количество  $\nu=10^{-7}$  моль кислорода и масса  $m_2=10^{-6} \text{ г}$  азота. Температура смеси  $100^\circ\text{C}$ , давление в сосуде  $p=133 \text{ мПа}$ . Найти объем сосуда.

*Ответ:* а)  $V=3,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ ; б)  $V=3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ ; в)  $V=2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ ; г)  $V=4,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ ; д)  $V=4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

193. Баллон содержит  $80 \text{ г}$  кислорода и  $320 \text{ г}$  аргона. Давление смеси равно  $1 \text{ МПа}$ . Температура смеси –  $300 \text{ К}$ . Принимая газы за идеальные, определить объем баллона.

*Ответ:* а)  $V=2 \text{ л}$ ; б)  $V=6 \text{ л}$ ; в)  $V=6,2 \text{ л}$ ; г)  $V=26,2 \text{ л}$ ; д)  $V=262 \text{ л}$ .

194. Во сколько раз средняя квадратичная скорость пылинки,

взвешенной в воздухе, меньше средней квадратичной скорости молекул воздуха? Масса пылинки  $10^{-8}$  г. Воздух считать однородным газом, масса одного киломоля которого равна 29 кг/моль.

*Ответ:* а)  $\langle v_{кв1} \rangle / \langle v_{кв2} \rangle = 7,1 \cdot 10^{-8}$ ; б)  $\langle v_{кв1} \rangle / \langle v_{кв2} \rangle = 7,0 \cdot 10^{-8}$ ; в)  $\langle v_{кв1} \rangle / \langle v_{кв2} \rangle = 6,9 \cdot 10^{-8}$ ; г)  $\langle v_{кв1} \rangle / \langle v_{кв2} \rangle = 6,8 \cdot 10^{-8}$ ; д)  $\langle v_{кв1} \rangle / \langle v_{кв2} \rangle = 6,7 \cdot 10^{-8}$ .

195. Средняя квадратичная скорость молекул некоторого газа равна 461 м/с при нормальных условиях. Какое количество молекул содержится в 1г этого газа.

*Ответ:* а)  $N = 1,5 \cdot 10^{22}$  молекул; б)  $N = 1,6 \cdot 10^{22}$  молекул; в)  $N = 1,7 \cdot 10^{22}$  молекул; г)  $N = 1,8 \cdot 10^{22}$  молекул; д)  $N = 1,9 \cdot 10^{22}$  молекул.

196. Определите плотность молекул в сосуде, откачанном до наивысшего разрешения  $p = 10^{-11}$  мм.рт.ст., создаваемого современными лабораторными способами.

*Ответ:* а)  $\rho = 1,7 \cdot 10^{-14}$  кг/м<sup>3</sup>; б)  $\rho = 1,6 \cdot 10^{-14}$  кг/м<sup>3</sup>; в)  $\rho = 1,5 \cdot 10^{-14}$  кг/м<sup>3</sup>; г)  $\rho = 1,4 \cdot 10^{-14}$  кг/м<sup>3</sup>; д)  $\rho = 1,3 \cdot 10^{-14}$  кг/м<sup>3</sup>.

197. Определите число столкновений  $\langle z \rangle$  молекул в 1 с в сосуде, откачанном до наивысшего разрешения  $p = 10^{-11}$  мм рт.ст., создаваемого современными лабораторными способами.

*Ответ:* а)  $\langle z \rangle = 5,1 \cdot 10^6$  с<sup>-1</sup>; б)  $\langle z \rangle = 5,2 \cdot 10^6$  с<sup>-1</sup>; в)  $\langle z \rangle = 5,3 \cdot 10^6$  с<sup>-1</sup>; г)  $\langle z \rangle = 5,4 \cdot 10^6$  с<sup>-1</sup>; д)  $\langle z \rangle = 5,5 \cdot 10^6$  с<sup>-1</sup>.

198. Определите среднюю длину свободного пробега  $\langle \lambda \rangle$  молекул в сосуде, откачанном до наивысшего разрешения  $p = 10^{-11}$  мм.рт.ст., создаваемого современными лабораторными способами.

*Ответ:* а)  $\langle \lambda \rangle = 8,5 \cdot 10^6$  м; б)  $\langle \lambda \rangle = 8,6 \cdot 10^6$  м; в)  $\langle \lambda \rangle = 8,7 \cdot 10^6$  м; г)  $\langle \lambda \rangle = 8,8 \cdot 10^6$  м; д)  $\langle \lambda \rangle = 8,9 \cdot 10^6$  м.

199. При атмосферном давлении и температуре 0<sup>0</sup>С длина свободного пробега молекулы водорода равна 0,1 мкм. Оцените диаметр этой молекулы.

*Ответ:* а)  $d = 2,7 \cdot 10^{-10}$  м; б)  $d = 2,8 \cdot 10^{-10}$  м; в)  $d = 2,9 \cdot 10^{-10}$  м; г)  $d = 3 \cdot 10^{-10}$  м; д)  $d = 3,1 \cdot 10^{-10}$  м.

200. Какая часть молекул воздуха при температуре 17<sup>0</sup>С обладает скоростями, отличающимися не более, чем на 0,5 м/с от

скорости, равной  $v=0,1\langle v_B \rangle$ .

*Ответ:* а)  $\Delta N/N=5,2\cdot 10^{-3}$ ; б)  $\Delta N/N=5,3\cdot 10^{-3}$ ; в)  $\Delta N/N=5,4\cdot 10^{-3}$ ; г)  $\Delta N/N=5,5\cdot 10^{-3}$ ; д)  $\Delta N/N=5,6\cdot 10^{-3}$ .

201. Какая часть молекул водорода имеет кинетическую энергию, достаточную для преодоления гравитационного поля Земли, если температура газа 300 К?

*Ответ:* а)  $\Delta N/N=5,8\cdot 10^{-21}$ ; б)  $\Delta N/N=5,7\cdot 10^{-21}$ ; в)  $\Delta N/N=5,6\cdot 10^{-21}$ ; г)  $\Delta N/N=5,5\cdot 10^{-21}$ ; д)  $\Delta N/N=5,4\cdot 10^{-21}$ .

202. Какая часть молекул азота имеет кинетическую энергию, достаточную для преодоления гравитационного поля Земли, если температура газа 300 К?

*Ответ:* а)  $\Delta N/N=2,7\cdot 10^{-31}$ ; б)  $\Delta N/N=2,6\cdot 10^{-31}$ ; в)  $\Delta N/N=2,5\cdot 10^{-31}$ ; г)  $\Delta N/N=2,4\cdot 10^{-31}$ ; д)  $\Delta N/N=2,3\cdot 10^{-31}$ .

203. Какая часть молекул азота при температуре  $T=400$  К имеет скорость, лежащую в интервале от  $v_B$  до  $v_B+\Delta v$ , где  $\Delta v=20$  м/с.

*Ответ:* а)  $\Delta N_1/N=0,064$ ; б)  $\Delta N_1/N=0,054$ ; в)  $\Delta N_1/N=0,044$ ; г)  $\Delta N_1/N=0,034$ ; д)  $\Delta N_1/N=0,024$ .

204. Баллон емкостью  $V=50$  л заполнен кислородом. Температура кислорода  $t=20^\circ\text{C}$ . Когда часть кислорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $\Delta p=2$  атм. Определить массу  $m$  израсходованного кислорода.

*Ответ:* а)  $m=0,163$  кг; б)  $m=0,153$  кг; в)  $m=0,143$  кг; г)  $m=0,133$  кг; д)  $m=0,123$  кг.

205. Вычислить плотность азота, находящегося в баллоне под давлением  $p=2$  МПа при температуре 400 К.

*Ответ:* а)  $\rho=11$  кг/м<sup>3</sup>; б)  $\rho=13$  кг/м<sup>3</sup>; в)  $\rho=15$  кг/м<sup>3</sup>; г)  $\rho=17$  кг/м<sup>3</sup>; д)  $\rho=19$  кг/м<sup>3</sup>.

206. В сосуде объемом  $V=40$  л находится кислород. Температура кислорода  $T=300$  К. Когда часть кислорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $\Delta p=100$  кПа. Определить массу  $m$  израсходованного кислорода, если температура газа в баллоне осталась прежней.

*Ответ:* а)  $m=0,011$  кг; б)  $m=0,021$  кг; в)  $m=0,031$  кг; г)  $m=0,041$  кг; д)  $m=0,051$  кг.

207. Баллон емкостью  $V=15$  л содержит смесь водорода и азота при температуре  $t=27$  °С и давлении  $p=12,3$  атм. Масса смеси  $m=145$  г. Определить массу водорода.

*Ответ:* а)  $m=5 \cdot 10^{-3}$  кг; б)  $m=6 \cdot 10^{-3}$  кг; в)  $m=7 \cdot 10^{-3}$  кг; г)  $m=8 \cdot 10^{-3}$  кг; д)  $m=9 \cdot 10^{-3}$  кг.

208. В баллоне находится газ при температуре  $150$ °С. Во сколько раз уменьшится давление газа, если 40% его выйдет из баллона, а температура при этом понизится на  $8$ °С?

*Ответ:* а)  $p_1/p_2=1,9$ ; б)  $p_1/p_2=1,7$ ; в)  $p_1/p_2=1,5$ ; г)  $p_1/p_2=1,3$ ; д)  $p_1/p_2=1,1$ .

209. Какова при нормальных условиях плотность смеси газов, состоящей из азота массой  $56$  г и углекислого газа массой  $44$  г?

*Ответ:* а)  $\rho=1,27$  кг/м<sup>3</sup>; б)  $\rho=1,37$  кг/м<sup>3</sup>; в)  $\rho=1,47$  кг/м<sup>3</sup>; г)  $\rho=1,57$  кг/м<sup>3</sup>; д)  $\rho=1,67$  кг/м<sup>3</sup>.

210. При сгорании природного газа объемом  $1$  м<sup>3</sup>, находящегося при нормальных условиях, выделяется энергия равная  $36$  МДж. Сколько энергии выделится при сжигании газа объемом  $10$  м<sup>3</sup>, находящегося под давлением  $110$  кПа и при температуре  $7$ °С.

*Ответ:* а)  $Q_2=352$  МДж; б)  $Q_2=362$  МДж; в)  $Q_2=372$  МДж; г)  $Q_2=382$  МДж; д)  $Q_2=392$  МДж.

211. Один баллон емкостью  $20$  л содержит азот под давлением  $25$  атм, другой баллон емкостью  $44$  л содержит кислород под давлением  $16$  атм. Оба баллона были соединены между собой и оба газа смешались, образовав однородную смесь (без уменьшения температуры). Найти парциальное давление кислорода.

*Ответ:* а)  $p'=15$  атм; б)  $p'=14$  атм; в)  $p'=13$  атм; г)  $p'=12$  атм; д)  $p'=11$  атм.

212. Найти плотность газовой смеси, состоящей по массе из одной части водорода и восьми частей кислорода при давлении  $720$  мм рт. ст. и температуре  $15$ °С.

*Ответ:* а)  $\rho=0,5$  кг/м<sup>3</sup>; б)  $\rho=0,6$  кг/м<sup>3</sup>; в)  $\rho=0,7$  кг/м<sup>3</sup>; г)  $\rho=0,8$  кг/м<sup>3</sup>; д)  $\rho=0,9$  кг/м<sup>3</sup>.

213. В баллоне находилось  $10$  т газа при давлении  $107$  Па какое количество газа взяли из баллона, если окончательное давление стало равно  $25$  МПа. Температуру газа считать



постоянной.

*Ответ:* а)  $\Delta m = 8,5 \cdot 10^3$  кг; б)  $\Delta m = 7,5 \cdot 10^3$  кг; в)  $\Delta m = 6,5 \cdot 10^3$  кг;  
г)  $\Delta m = 5,5 \cdot 10^3$  кг; д)  $\Delta m = 4,5 \cdot 10^3$  кг.

214. В сосуде находится 14 г азота и 9 г водорода при температуре  $10^\circ\text{C}$  и давлении 1 МПа. Найти объем сосуда.

*Ответ:* а)  $V = 15,8 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>; б)  $V = 14,8 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>; в)  $V = 13,8 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>;  
г)  $V = 12,8 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>; д)  $V = 11,8 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>.

215. В сосуде находится 10 г углекислого газа и 15 г азота. Найти плотность этой смеси при температуре  $t = 27^\circ\text{C}$  и давлении  $p = 0,15$  МПа.

*Ответ:* а)  $\rho = 2,07$  кг/м<sup>3</sup>; б)  $\rho = 1,97$  кг/м<sup>3</sup>; в)  $\rho = 1,87$  кг/м<sup>3</sup>;  
г)  $\rho = 1,77$  кг/м<sup>3</sup>; д)  $\rho = 1,67$  кг/м<sup>3</sup>.

216. В сварочном цехе стоит 40 баллонов ацетилен  $\text{C}_2\text{H}_2$  ёмкостью  $V = 40$  дм<sup>3</sup> каждый. Все баллоны включены в общую магистраль. После 12 ч непрерывной работы давление во всех баллонах упало с  $1,3 \cdot 10^7$  Па до  $0,7 \cdot 10^7$  Па. Определить массу израсходованного ацетилена.

*Ответ:* а)  $\Delta m = 70$  кг; б)  $\Delta m = 80$  кг; в)  $\Delta m = 90$  кг; г)  $\Delta m = 100$  кг;  
д)  $\Delta m = 110$  кг.

217. Определить плотность смеси 4 г водорода и 32 г кислорода при температуре  $7^\circ\text{C}$  и давлении 700 мм рт. ст.

*Ответ:* а)  $\rho = 0,88$  кг/м<sup>3</sup>; б)  $\rho = 0,78$  кг/м<sup>3</sup>; в)  $\rho = 0,68$  кг/м<sup>3</sup>;  
г)  $\rho = 0,58$  кг/м<sup>3</sup>; д)  $\rho = 0,48$  кг/м<sup>3</sup>.

218. На какой высоте давление воздуха составляет 75% от давления на уровне моря? Температуру считать постоянной и равной  $0^\circ\text{C}$ .

*Ответ:* а)  $h = 2,7 \cdot 10^3$  м; б)  $h = 2,6 \cdot 10^3$  м; в)  $h = 2,5 \cdot 10^3$  м;  
г)  $h = 2,4 \cdot 10^3$  м; д)  $h = 2,3 \cdot 10^3$  м.

219. Пылинки, взвешенные в воздухе, имеют массу  $m = 10^{-8}$  г. Во сколько раз уменьшится их концентрация  $n$  при увеличении высоты на  $\Delta h = 10$  м. Температура воздуха  $T = 300$  К.

*Ответ:* а)  $n_0/n_h = 1,6 \cdot 10^{10}$ ; б)  $n_0/n_h = 1,7 \cdot 10^{10}$ ; в)  $n_0/n_h = 1,8 \cdot 10^{10}$ ;  
г)  $n_0/n_h = 1,9 \cdot 10^{10}$ ; д)  $n_0/n_h = 2,0 \cdot 10^{10}$ .

220. Барометр в кабине летящего вертолета показывает давление  $p = 90$  кПа. На какой высоте  $h$  летит вертолет, если на

взлетной площадке барометр показал давление  $p_0=100$  кПа? Температура  $T$  воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.

*Ответ:* а)  $h=0,89 \cdot 10^3$  м; б)  $h=0,87 \cdot 10^3$  м; в)  $h=0,88 \cdot 10^3$  м; г)  $h=0,98 \cdot 10^3$  м; д)  $h=0,78 \cdot 10^3$  м.

221. Какова вероятность того, что данная молекула идеального газа имеет скорость, отличную от  $0,5v_B$  не более чем на 1%.

*Ответ:* а)  $w=4,3 \cdot 10^{-3}$ ; б)  $w=4,4 \cdot 10^{-3}$ ; в)  $w=4,5 \cdot 10^{-3}$ ; г)  $w=4,6 \cdot 10^{-3}$ ; д)  $w=4,7 \cdot 10^{-3}$ .

222. При каком значении скорости  $v$  пересекаются кривые распределения Максвелла для температур  $T_1$  и  $T_2=2T_1$ ?

*Ответ:* а)  $v=1,64v_B$ ; б)  $v=1,54v_B$ ; в)  $v=1,44v_B$ ; г)  $v=1,34v_B$ ; д)  $v=1,24v_B$ .

223. Масса каждой из пылинок, взвешенных в воздухе равна  $m=10^{-18}$  г. Отношение концентрации  $n_1$  пылинок на высоте  $h=1$  м и концентрации  $n_2$  их на высоте  $h_0=0$  равно 0,787. Температура воздуха 300 К. Найти по этим данным значение постоянной Авогадро  $N_A$ .

*Ответ:* а)  $N_A=5,92 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>; б)  $N_A=6,02 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>; в)  $N_A=6,12 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>; г)  $N_A=6,22 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>; д)  $N_A=6,32 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>.

224. Самолет совершает полет на высоте 8,3 км. Чтобы не снабжать пассажиров кислородными масками, в кабинах при помощи компрессора поддерживается постоянное давление, соответствующее высоте 2700 м. Найти разность давлений внутри и снаружи кабины. Среднюю температуру наружного воздуха считать равной 0 °С.

*Ответ:* а)  $\Delta p=0,36 \cdot 10^5$  Па; б)  $\Delta p=0,46 \cdot 10^5$  Па; в)  $\Delta p=0,56 \cdot 10^5$  Па; г)  $\Delta p=0,66 \cdot 10^5$  Па; д)  $\Delta p=0,76 \cdot 10^5$  Па.

225. Вблизи поверхности Земли отношение концентраций кислорода ( $O_2$ ) и азота ( $N_2$ ) в воздухе  $\eta_0=0,268$ . Полагая температуру атмосферы не зависящей от высоты и равной 0 °С, определить это отношение на высоте  $h=10$  км.

*Ответ:* а)  $\eta=0,325$ ; б)  $\eta=0,235$ ; в)  $\eta=0,225$ ; г)  $\eta=0,245$ ; д)  $\eta=0,255$ .

## Практическое занятие № 11

*Элементы термодинамики.*

226. 60 г кислорода находится под давлением 300 кПа при температуре 10°C. После нагревания при постоянном давлении газ занял объем 10 л. Найти количество тепла, полученного газом.

*Ответ:* а)  $Q=1,3$  кДж; б)  $Q=1,2$  кДж; в)  $Q=1,1$  кДж; г)  $Q=1,0$  кДж; д)  $Q=0,9$  кДж.

227. 60 г кислорода находится под давлением 300 кПа при температуре 10 °С. После нагревания при постоянном давлении газ занял объем 10 л. Найти энергию теплового движения молекул до нагревания.

*Ответ:* а)  $W=9$  кДж; б)  $W=11$  кДж; в)  $W=13$  кДж; г)  $W=15$  кДж; д)  $W=17$  кДж.

228. 60 г кислорода находится под давлением 300 кПа при температуре 10 °С. После нагревания при постоянном давлении газ занял объем 10 л. Найти энергию теплового движения молекул после нагревания.

*Ответ:* а)  $W_2=2,6$  кДж; б)  $W_2=2,8$  кДж; в)  $W_2=3,0$  кДж; г)  $W_2=3,2$  кДж; д)  $W_2=3,4$  кДж.

229. Из баллона, содержащего водород под давлением 10 атм при температуре 18 °С, выступили половину находящегося в нем количества газа. Считая процесс адиабатическим определить конечное давление.

*Ответ:* а)  $p_2=3,9 \cdot 10^5$  Па; б)  $p_2=3,8 \cdot 10^5$  Па; в)  $p_2=3,7 \cdot 10^5$  Па; г)  $p_2=3,6 \cdot 10^5$  Па; д)  $p_2=3,5 \cdot 10^5$  Па.

230. При изотермическом расширении азота при температуре 280 К объем его увеличился в 2 раза. Определить совершенную при расширении газа работу. Масса азота 0,2 кг.

*Ответ:* а)  $A=11,5$  кДж; б)  $A=12,5$  кДж; в)  $A=13,5$  кДж; г)  $A=14,5$  кДж; д)  $A=15,5$  кДж.

231. При изотермическом расширении азота при температуре 280 К объем его увеличился в 2 раза. Определить количество теплоты, полученное газом. Масса азота 0,2 кг.

*Ответ:* а)  $Q=9,5$  кДж; б)  $Q=10,5$  кДж; в)  $Q=11,5$  кДж; г)  $Q=12,5$  кДж; д)  $Q=13,5$  кДж.

232. При адиабатическом сжатии давление воздуха было увеличено от 50 кПа до 0,5 МПа. Затем при неизменном объеме температура воздуха была понижена до первоначальной.

Определить давление газа в конце процесса.

Ответ: а)  $p_3=2,3 \cdot 10^5$  Па; б)  $p_3=2,4 \cdot 10^5$  Па; в)  $p_3=2,5 \cdot 10^5$  Па; г)  $p_3=2,6 \cdot 10^5$  Па; д)  $p_3=2,7 \cdot 10^5$  Па.

233. Кислород массой 200 г занимает объем 100 л и находится под давлением 200 кПа. При нагревании газ расширился при постоянном давлении до объема 300 л, а затем его давление возросло до 500 кПа при неизменном объеме. Найти совершенную газом работу (рис. 46).

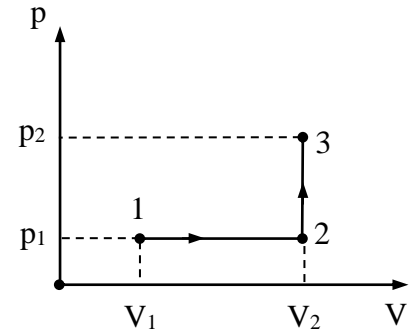


Рис. 46

Ответ: а)  $A=290$  кДж; б)  $A=280$  кДж; в)  $A=270$  кДж; г)  $A=260$  кДж; д)  $A=250$  кДж.

234. Кислород массой 200 г занимает объем 100 л и находится под давлением 200 кПа. При нагревании газ расширился при постоянном давлении до объема 300 л, а затем его давление возросло до 500 кПа при неизменном объеме (рис. 35). Найти теплоту, переданную газу.

Ответ: а)  $Q=575$  кДж; б)  $Q=565$  кДж; в)  $Q=555$  кДж; г)  $Q=545$  кДж; д)  $Q=535$  кДж.

235. Какая доля количества теплоты, подводимого к идеальному двухатомному газу при изобарном процессе, расходуется на работу расширения?

Ответ: а)  $A/Q=0,49$ ; б)  $A/Q=0,39$ ; в)  $A/Q=0,29$ ; г)  $A/Q=0,59$ ; д)  $A/Q=0,69$ .

236. Определить работу изотермического сжатия газа, совершающего цикл Карно (рис. 47), КПД которого 0,4, если работа изотермического расширения равна 8 Дж.

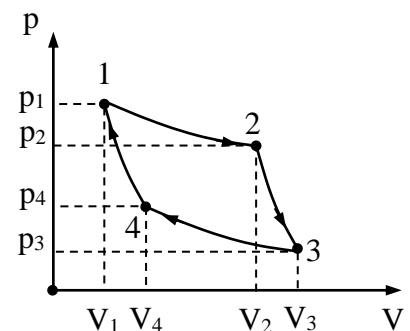


Рис. 47

Ответ: а)  $A_{изс}=4,8$  Дж; б)  $A_{изс}=4,7$  Дж; в)  $A_{изс}=4,6$  Дж; г)  $A_{изс}=4,4$  Дж; д)  $A_{изс}=4,2$  Дж.

237. Сосуд, содержащий некоторое количество азота при температуре  $t_1=15$  °С, движется со скоростью  $v=100$  м/с. Определить температуру газа в сосуде, если он внезапно остановится и если передачей теплоты стенкам можно пренебречь?

Ответ: а)  $t_2=30\text{ }^\circ\text{C}$ ; б)  $t_2=28\text{ }^\circ\text{C}$ ; в)  $t_2=26\text{ }^\circ\text{C}$ ; г)  $t_2=24\text{ }^\circ\text{C}$ ;  
 д)  $t_2=22\text{ }^\circ\text{C}$ .

238. Найти удельную теплоемкость  $c_v$  для смеси газов, содержащих кислород массой 10 г и азот 20 г.

Ответ: а)  $c_{v_{см}}=0,41\cdot 10^3\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ ; б)  $c_{v_{см}}=0,51\cdot 10^3\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ ;  
 в)  $c_{v_{см}}=0,61\cdot 10^3\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ ; г)  $c_{v_{см}}=0,71\cdot 10^3\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ ;  
 д)  $c_{v_{см}}=0,81\cdot 10^3\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ .

239. Найти удельную теплоемкость  $c_p$  для смеси газов, содержащих кислород массой 10 г и азот 20 г.

Ответ: а)  $c_{p_{см}}=3,0\text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ ; б)  $c_{p_{см}}=2,0\text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ ;  
 в)  $c_{p_{см}}=1,0\text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ ; г)  $c_{p_{см}}=1,5\text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ ; д)  $c_{p_{см}}=2,5\text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ .

240. Смесь газов состоит из двух молей одноатомного и трех молей двухатомного газов. Определить молярную теплоемкость  $C_p$  смеси.

Ответ: а)  $C_p=25,8\text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{K})$ ; б)  $C_p=26,8\text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{K})$ ;  
 в)  $C_p=27,8\text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{K})$ ; г)  $C_p=28,8\text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{K})$ ; д)  $C_p=29,8\text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{K})$ .

241. Смесь газов состоит из двух молей одноатомного и трех молей двухатомного газов. Определить молярную теплоемкость  $C_v$  смеси.

Ответ: а)  $C_v=17,5\text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{K})$ ; б)  $C_v=16,5\text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{K})$ ;  
 в)  $C_v=15,5\text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{K})$ ; г)  $C_v=14,5\text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{K})$ ; д)  $C_v=13,5\text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{K})$ .

242. 6,5 г водорода, находящегося при температуре  $27^\circ\text{C}$ , расширяется вдвое при  $p=\text{const}$  за счет притока тепла извне. Найти работу расширения.

Ответ: а)  $A=5,1\text{ кДж}$ ; б)  $A=6,1\text{ кДж}$ ; в)  $A=7,1\text{ кДж}$ ; г)  $A=8,1\text{ кДж}$ ; д)  $A=9,1\text{ кДж}$ .

243. 6,5 г водорода, находящегося при температуре  $27^\circ\text{C}$ , расширяется вдвое при  $p=\text{const}$  за счет притока тепла извне. Найти изменение внутренней энергии газа.

Ответ: а)  $\Delta U=16,3\text{ кДж}$ ; б)  $\Delta U=17,3\text{ кДж}$ ; в)  $\Delta U=18,3\text{ кДж}$ ;  
 г)  $\Delta U=19,3\text{ кДж}$ ; д)  $\Delta U=20,3\text{ кДж}$ .

244. 6,5 г водорода, находящегося при температуре  $27\text{ }^\circ\text{C}$ ,

расширяется вдвое при  $p = \text{const}$  за счет притока тепла извне. Найти количество тепла сообщенного газу.

*Ответ:* а)  $Q = 29,4$  кДж; б)  $Q = 28,4$  кДж; в)  $Q = 27,4$  кДж; г)  $Q = 26,4$  кДж; д)  $Q = 25,4$  кДж.

245. Удельная теплоемкость при постоянном объеме газовой смеси состоящей из одного киломоля кислорода и нескольких киломолей аргона, равна 430 Дж/(кг·град). Какое количество аргона находится в газовой смеси?

*Ответ:* а)  $\nu_a = 1,68 \cdot 10^3$  молей; б)  $\nu_a = 1,58 \cdot 10^3$  молей; в)  $\nu_a = 1,48 \cdot 10^3$  молей; г)  $\nu_a = 1,38 \cdot 10^3$  молей; д)  $\nu_a = 1,28 \cdot 10^3$  молей.

246. Удельная теплоемкость при постоянном объеме газовой смеси состоящей из одного киломоля кислорода и нескольких киломолей аргона, равна 430 Дж/(кг·град). Какова масса аргона газовой смеси?

*Ответ:* а)  $m_a = 53$  кг; б)  $m_a = 55$  кг; в)  $m_a = 57$  кг; г)  $m_a = 59$  кг; д)  $m_a = 61$  кг.

247. Найти соотношение  $C_p/C_v$  для газовой смеси, состоящей из 8 г гелия и 16 г кислорода.

*Ответ:* а)  $C_p/C_v = 1,19$ ; б)  $C_p/C_v = 1,29$ ; в)  $C_p/C_v = 1,39$ ; г)  $C_p/C_v = 1,49$ ; д)  $C_p/C_v = 1,59$ .

248. Тепловая машина, работающая по циклу Карно, за цикл получает от нагревателя количество теплоты  $Q_1 = 2,512$  кДж. Температура нагревателя  $T_1 = 400$  К, температура холодильника  $T_2 = 300$  К. Найти работу  $A$ , совершаемую машиной за один цикл.

*Ответ:* а)  $A = 630$  Дж; б)  $A = 640$  Дж; в)  $A = 650$  Дж; г)  $A = 660$  Дж; д)  $A = 670$  Дж.

249. Тепловая машина, работающая по циклу Карно, за цикл получает от нагревателя количество теплоты  $Q_1 = 2,512$  кДж. Температура нагревателя  $T_1 = 400$  К, температура холодильника  $T_2 = 300$  К. Найти количество теплоты  $Q_2$ , отдаваемое холодильнику за один цикл.

*Ответ:* а)  $Q_2 = 0,88$  Дж; б)  $Q_2 = 1,88$  Дж; в)  $Q_2 = 2,88$  Дж; г)  $Q_2 = 3,88$  Дж; д)  $Q_2 = 4,88$  Дж.

250. Тепловая машина, работающая по циклу Карно, совершает за один цикл работу  $A = 2,94$  кДж и отдает за один цикл холодильнику количество теплоты  $Q_2 = 13,4$  кДж. Найти КПД цикла.

Ответ: а)  $\eta=18\%$ ; б)  $\eta=15\%$ ; в)  $\eta=13\%$ ; г)  $\eta=11\%$ ; д)  $\eta=9\%$ .

251. Кислород массой 10 г, находится температуре  $10^\circ\text{C}$  и под давлением 300 кПа и. После нагревания при  $p=\text{const}$  газ занял объем  $V=10$  л. Найти приращение внутренней энергии  $\Delta U$  газа.

Ответ: а)  $\Delta U=5,66$  кДж; б)  $\Delta U=5,76$  кДж; в)  $\Delta U=5,86$  кДж; г)  $\Delta U=5,96$  кДж; д)  $\Delta U=5,56$  кДж.

252. Кислород массой 10 г, находится температуре  $10^\circ\text{C}$  и под давлением 300 кПа и. После нагревания при  $p=\text{const}$  газ занял объем  $V=10$  л. Найти работу  $A$ , совершенную газом при расширении.

Ответ: а)  $A=2,46$  кДж; б)  $A=2,36$  кДж; в)  $A=2,26$  кДж; г)  $A=2,16$  кДж; д)  $A=2,06$  кДж.

253. В закрытом сосуде находится масса  $m_1=20$  г азота и масса  $m_2=32$  г кислорода. Найти приращение внутренней энергии смеси газов при охлаждении ее на  $\Delta T=28$  К.

Ответ: а)  $\Delta U=1$  кДж; б)  $\Delta U=2$  кДж; в)  $\Delta U=3$  кДж; г)  $\Delta U=4$  кДж; д)  $\Delta U=5$  кДж.

254. При изобарическом расширении двухатомного газа была совершена работа  $A=156,8$  Дж. Какое количество теплоты было сообщено газу?

Ответ: а)  $\Delta U=580$  Дж; б)  $\Delta U=570$  Дж; в)  $\Delta U=560$  Дж; г)  $\Delta U=550$  Дж; д)  $\Delta U=540$  Дж.

255. Количество  $\nu=2$  кмоль углекислого газа нагревается при постоянном давлении на  $\Delta T=50$  К. Найти работу  $A$  расширения газа.

Ответ: а)  $A=0,43$  МДж; б)  $A=0,53$  МДж; в)  $A=0,63$  МДж; г)  $A=0,73$  МДж; д)  $A=0,83$  МДж.

256. Количество  $\nu=2$  кмоль углекислого газа нагревается при постоянном давлении на  $\Delta T=50$  К. Найти количество теплоты  $Q$ , сообщенное газу.

Ответ: а)  $Q=3,33$  МДж; б)  $Q=3,43$  МДж; в)  $Q=3,53$  МДж; г)  $Q=3,63$  МДж; д)  $Q=3,73$  МДж.

257. Двухатомному газу сообщено количество теплоты равное  $Q=2,1$  кДж. Газ расширяется при  $p=\text{const}$ . Найти работу  $A$  расширения газа.

*Ответ:* а)  $A=700$  Дж; б)  $A=600$  Дж; в)  $A=500$  Дж; г)  $A=400$  Дж; д)  $A=300$  Дж.

258. В сосуде объемом  $V=5$  л находится газ при давлении  $p=200$  кПа и температуре  $t=17^\circ\text{C}$ . При изобарическом расширении газа была совершена работа  $A=196$  Дж. На сколько нагрелся газ?

*Ответ:* а)  $\Delta T=77$  К; б)  $\Delta T=67$  К; в)  $\Delta T=57$  К; г)  $\Delta T=47$  К; д)  $\Delta T=37$  К.

259. Азот, масса которого  $m=10,5$  г, изотермически расширяется при температуре  $t= -23^\circ\text{C}$ , причем его давление изменяется от  $p_1=250$  кПа до  $p_2=100$  кПа. Найти работу  $A$ , которую совершает газ при расширении.

*Ответ:* а)  $A=744$  Дж; б)  $A=734$  Дж; в)  $A=724$  Дж; г)  $A=714$  Дж; д)  $A=704$  Дж.

260. При изотермическом расширении азота массой  $m=10$  г, находящегося при температуре  $t=17^\circ\text{C}$ , была совершена работа  $A=860$  Дж. Во сколько раз изменилось давление азота при расширении?

*Ответ:* а)  $p_2/p_1=2,32$ ; б)  $p_2/p_1=2,42$ ; в)  $p_2/p_1=2,52$ ; г)  $p_2/p_1=2,62$ ; д)  $p_2/p_1=2,72$ .

261. До какой температуры охладится воздух, находящийся при температуре  $t_1=0^\circ\text{C}$ , если он расширяется адиабатически от объема  $V_1$  до  $V_2=2V_1$ ?

*Ответ:* а)  $T_2=197$  К; б)  $T_2=207$  К; в)  $T_2=217$  К; г)  $T_2=227$  К; д)  $T_2=237$  К.

262. Газ расширяется адиабатически, причем объем его увеличивается в два раза, а термодинамическая температура падает в, но в 1,32 раза. Какое число степеней свободы имеют молекулы этого газа?

*Ответ:* а)  $i=5,5$ ; б)  $i=3$ ; в)  $i=6$ ; г)  $i=5$ ; д)  $i=6,5$ .

263. Тепловая машина работает по обратимому циклу Карно. Определить термический КПД  $\eta$  цикла тепловой машины, если за счет каждого килоджоуля теплоты, полученной от нагревателя, машина совершает работу  $A=350$  Дж.

*Ответ:* а)  $\eta=0,65$ ; б)  $\eta=0,55$ ; в)  $\eta=0,45$ ; г)  $\eta=0,35$ ; д)  $\eta=0,25$ .



264. Тепловая машина работает по обратимому циклу Карно. Температура нагревателя  $T_1=500$  К. Определить температуру  $T_2$  холодильника тепловой машины, если за счет каждого килоджоуля теплоты, полученной от нагревателя, машина совершает работу  $A=350$  Дж.

*Ответ:* а)  $T_2=325$  К; б)  $T_2=225$  К; в)  $T_2=125$  К; г)  $T_2=525$  К; д)  $T_2=425$  К.

265. Воду массой  $m_1=5$  кг при температуре  $T_1=280$  К смешали с водой массой  $m_2=8$  кг при температуре  $T_2=350$  К. Найти изменение  $\Delta S$  энтропии, происходящее при смешивании.

*Ответ:* а)  $\Delta S=282$  Дж/К; б)  $\Delta S=284$  Дж/К; в)  $\Delta S=286$  Дж/К; г)  $\Delta S=288$  Дж/К; д)  $\Delta S=298$  Дж/К.

266. Кислород массой  $m=2$  кг увеличил свой объём в 5 раз изотермически. Найти изменения энтропии в указанном случае.

*Ответ:* а)  $\Delta S=836$  Дж/К; б)  $\Delta S=846$  Дж/К; в)  $\Delta S=856$  Дж/К; г)  $\Delta S=866$  Дж/К; д)  $\Delta S=876$  Дж/К.

267. Кислород массой  $m=2$  кг увеличил свой объём в 5 раз адиабатически. Найти изменения энтропии в указанном случае.

*Ответ:* а)  $\Delta S=0$ ; б)  $\Delta S=36$  Дж/К; в)  $\Delta S=46$  Дж/К; г)  $\Delta S=56$  Дж/К; д)  $\Delta S=66$  Дж/К.

268. Какое количество теплоты выделится, если азот массой  $m=1$  г, взятый при температуре  $T=280$  К под давлением  $p_1=0,1$  МПа, изотермически сжать до давления  $p_2=1$  МПа?

*Ответ:* а)  $Q=191$  Дж; б)  $Q=193$  Дж; в)  $Q=195$  Дж; г)  $Q=197$  Дж; д)  $Q=199$  Дж.

269. Из баллона, содержащего водород под давлением  $p_1=1$  МПа при температуре  $T_1=300$  К, выпустили половину находившегося в нём газа. Определить конечную температуру, считая процесс адиабатическим.

*Ответ:* а)  $T=257$  К; б)  $T=247$  К; в)  $T=237$  К; г)  $T=227$  К; д)  $T=217$  К.

270. В цилиндре под поршнем находится водород, при температуре  $20^\circ\text{C}$ . Водород расширился адиабатически, увеличив свой объём в 5 раз. Найти температуру в конце адиабатического расширения.

*Ответ:* а)  $T_2=254\text{K}$ ; б)  $T_2=154\text{K}$ ; в)  $T_2=54\text{K}$ ; г)  $T_2=354\text{K}$ ; д)  $T_2=454\text{K}$ .

271. Из баллона, содержащего водород под давлением  $10^6$  Па, выступили половину находящегося в нем количества газа. Считая процесс адиабатическим, определить конечное давление.

*Ответ:* а)  $p_2=5,8 \cdot 10^6$  Па; б)  $p_2=8 \cdot 10^6$  Па; в)  $p_2=4,8 \cdot 10^6$  Па; г)  $p_2=0,38 \cdot 10^6$  Па; д)  $p_2=2,8 \cdot 10^6$  Па.

272. Водород массой 6,6 г расширяется при постоянном давлении до удвоения объёма. Найти изменение энтропии при этом расширении.

*Ответ:* а)  $\Delta S=77$  Дж/К; б)  $\Delta S=66$  Дж/К; в)  $\Delta S=55$  Дж/К; г)  $\Delta S=45$  Дж/К; д)  $\Delta S=35$  Дж/К.

273. Найти изменение энтропии при переходе 8 г кислорода от объёма 10 л при температуре  $80^\circ\text{C}$  к объёму 40 л при температуре  $300^\circ\text{C}$ .

*Ответ:* а)  $\Delta S=5,42$  Дж/К; б)  $\Delta S=6,42$  Дж/К; в)  $\Delta S=7,42$  Дж/К; г)  $\Delta S=8,42$  Дж/К; д)  $\Delta S=9,42$  Дж/К.

## Практическое занятие № 12

*Кинетические явления (явления переноса).*

274. Динамическая вязкость кислорода при нормальных условиях  $\eta=19,8 \cdot 10^{-6}$  Па·с. Определить среднюю длину свободного пробега молекул кислорода при этих условиях.

*Ответ:* а)  $\langle \lambda \rangle = 69$  нм; б)  $\langle \lambda \rangle = 68$  нм; в)  $\langle \lambda \rangle = 67$  нм; г)  $\langle \lambda \rangle = 66$  нм; д)  $\langle \lambda \rangle = 65$  нм.

275. Динамическая вязкость углекислого газа при нормальных условиях  $\eta=14 \cdot 10^{-6}$  Па·с. Определить среднюю длину свободного пробега молекул кислорода при этих условиях.

*Ответ:* а)  $\langle \lambda \rangle = 69$  нм; б)  $\langle \lambda \rangle = 59$  нм; в)  $\langle \lambda \rangle = 49$  нм; г)  $\langle \lambda \rangle = 39$  нм; д)  $\langle \lambda \rangle = 29$  нм.

276. Вязкость некоторого газа определяется методом измерения силы трения между пластинами, отделенными друг от друга слоем этого газа толщиной 0,9 мм. При давлении  $p_1=2,8$  Па вязкость газа оказалась равной  $\eta_1=0,80 \cdot 10^{-5}$  Па·с. При давлении  $p_2=10,9$  Па и давлении  $p_3=16,0$  Па вязкость  $\eta_2=\eta_3=1,9 \cdot 10^{-5}$  Па·с.

Какова приблизительно длина свободного пробега молекул этого газа при нормальном давлении  $p_0$ ?

*Ответ:* а)  $\langle \lambda \rangle = 58$  нм; б)  $\langle \lambda \rangle = 60$  нм; в)  $\langle \lambda \rangle = 62$  нм; г)  $\langle \lambda \rangle = 64$  нм; д)  $\langle \lambda \rangle = 66$  нм.

277. Оценить среднюю длину свободного пробега  $\langle \lambda \rangle$  ионов в водородной плазме. Температура плазмы  $10^7$  К, число ионов в  $1 \text{ см}^3$  плазмы равно  $10^{15}$ . При указанной температуре эффективное сечение иона водорода считать равным  $4 \cdot 10^{-20} \text{ см}^2$ .

*Ответ:* а)  $\langle \lambda \rangle \sim 0,8 \cdot 10^2$  м; б)  $\langle \lambda \rangle \sim 1,0 \cdot 10^2$  м; в)  $\langle \lambda \rangle \sim 1,2 \cdot 10^2$  м; г)  $\langle \lambda \rangle \sim 1,4 \cdot 10^2$  м; д)  $\langle \lambda \rangle \sim 1,6 \cdot 10^2$  м.

278. Коэффициент теплопроводности кислорода при температуре  $100^\circ\text{C}$   $\chi = 3,25 \cdot 10^{-2}$  Вт/(м·К). Вычислить коэффициент вязкости кислорода при этой температуре.

*Ответ:* а)  $\eta = 20$  мПа·с; б)  $\eta = 30$  мПа·с; в)  $\eta = 40$  мПа·с; г)  $\eta = 50$  мПа·с; д)  $\eta = 60$  мПа·с.

279. При нормальных условиях динамическая вязкость воздуха  $\eta = 17,2$  мкПа·с. Найти для тех же условий коэффициент теплопроводности воздуха. Значение  $K$  вычислить по формуле  $K = \frac{9\gamma - 5}{4}$ , где  $\gamma$  – показатель адиабаты.

*Ответ:* а)  $\chi = 26,4$  мВт/(м·К); б)  $\chi = 25,4$  мВт/(м·К); в)  $\chi = 24,4$  мВт/(м·К); г)  $\chi = 23,4$  мВт/(м·К); д)  $\chi = 22,4$  мВт/(м·К).

280. Определить коэффициент теплопроводности насыщенного пара, находящегося при температуре  $T = 373$  К. Эффективный диаметр молекул водяного пара  $d = 0,30$  нм.

*Ответ:* а)  $\chi = 24,9$  мВт/(м·К); б)  $\chi = 23,9$  мВт/(м·К); в)  $\chi = 22,9$  мВт/(м·К); г)  $\chi = 21,9$  мВт/(м·К); д)  $\chi = 20,9$  мВт/(м·К).

281. Найти среднее время между соударениями молекул азота, если азот находится под давлением  $p = 10^{-5}$  Па при температуре  $T = 300$  К.

*Ответ:* а)  $\tau = 1,8$  с; б)  $\tau = 1,7$  с; в)  $\tau = 1,6$  с; г)  $\tau = 1,5$  с; д)  $\tau = 1,4$  с.

282. Средняя длина свободного пробега атомов гелия при нормальных условиях  $\langle \lambda \rangle = 180$  нм. Определить коэффициент диффузии гелия.

Ответ: а)  $D=7,13 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ ; б)  $D=7,23 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ ; в)  $D=7,33 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ ;  
 г)  $D=7,43 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ ; д)  $D=7,53 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ .

283. Коэффициент диффузии кислорода при температуре  $t=0^\circ\text{C}$  –  $D=0,19 \text{ см}^2/\text{с}$ . Определить среднюю длину свободного пробега молекул кислорода.

Ответ: а)  $\langle \lambda \rangle = 135 \text{ нм}$ ; б)  $\langle \lambda \rangle = 145 \text{ нм}$ ; в)  $\langle \lambda \rangle = 155 \text{ нм}$ ;  
 г)  $\langle \lambda \rangle = 165 \text{ нм}$ ; д)  $\langle \lambda \rangle = 175 \text{ нм}$ .

### Практическое занятие № 13

*Элементы механики сплошных сред. Порядок и беспорядок в природе.*

284. В баллоне емкостью 20 л находится 80 молей некоторого газа. При  $14^\circ\text{C}$  давление газа равно 90 ат; при  $63^\circ\text{C}$  давление газа равно 109 ат. Вычислить постоянную Ван-дер-Ваальса "b" для этого газа.

Ответ: а)  $b=8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$ ; б)  $b=7 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$ ;  
 в)  $b=6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$ ; г)  $b=5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$ ; д)  $b=4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$ .

285. Один киломоль углекислого газа находится при температуре  $100^\circ\text{C}$ . Найти давление газа, считая его реальным. Задачу решить для объема  $V_1=1 \text{ м}^3$ .

Ответ: а)  $p_1=2,98 \text{ МПа}$ ; б)  $p_1=2,88 \text{ МПа}$ ; в)  $p_1=2,78 \text{ МПа}$ ;  
 г)  $p_1=2,68 \text{ МПа}$ ; д)  $p_1=2,58 \text{ МПа}$ .

286. Один киломоль углекислого газа находится при температуре  $100^\circ\text{C}$ . Найти давление газа, считая его реальным. Задачу решить для объема  $V_2=0,05 \text{ м}^3$ .

Ответ: а)  $p_1=6,23 \text{ МПа}$ ; б)  $p_1=5,23 \text{ МПа}$ ; в)  $p_1=4,23 \text{ МПа}$ ;  
 г)  $p_1=3,23 \text{ МПа}$ ; д)  $p_1=2,23 \text{ МПа}$ .

287. Внутреннюю полость толстостенного стального баллона заполнили водой при комнатной температуре. После чего баллон герметично закупорили и нагрели до температуры 650 К. Определить давление водяного пара в баллоне при этой температуре.

Ответ: а)  $p=2,4 \cdot 10^9 \text{ Па}$ ; б)  $p=2,3 \cdot 10^9 \text{ Па}$ ; в)  $p=2,2 \cdot 10^9 \text{ Па}$ ;  
 г)  $p=2,1 \cdot 10^9 \text{ Па}$ ; д)  $p=2,0 \cdot 10^9 \text{ Па}$ .

288. Найти эффективный диаметр молекулы кислорода, считая, что практические величины  $T_k$  и  $r_k$  для кислорода

составляют соответственно 154 К и 5 МПа.

*Ответ:* а)  $d_{эф}=0,87$  нм; б)  $d_{эф}=0,77$  нм; в)  $d_{эф}=0,67$  нм;  
г)  $d_{эф}=0,57$  нм; д)  $d_{эф}=0,47$  нм.

289. Найти среднюю длину свободного пробега молекул углекислого газа при нормальных условиях. Эффективный диаметр молекулы вычислить, считая для углекислого газа  $T_k=304$  К и давление  $p_k=7,3$  МПа.

*Ответ:* а)  $\langle \lambda \rangle = 6 \cdot 10^{-10}$  м; б)  $\langle \lambda \rangle = 5 \cdot 10^{-10}$  м; в)  $\langle \lambda \rangle = 4 \cdot 10^{-10}$  м;  
г)  $\langle \lambda \rangle = 3 \cdot 10^{-10}$  м; д)  $\langle \lambda \rangle = 2 \cdot 10^{-10}$  м.

290. Определить наибольший объем, который может занимать вода, содержащая количество вещества 1 моль.

*Ответ:* а)  $V_k = 5 \cdot 10^{-5}$  м<sup>3</sup>; б)  $V_k = 6 \cdot 10^{-5}$  м<sup>3</sup>; в)  $V_k = 7 \cdot 10^{-5}$  м<sup>3</sup>;  
г)  $V_k = 8 \cdot 10^{-5}$  м<sup>3</sup>; д)  $V_k = 9 \cdot 10^{-5}$  м<sup>3</sup>.

291. Определить внутреннюю энергию азота, содержащего количество вещества 1 моль, при критической температуре  $T_k=126$  К. Вычисления выполнить для объема  $V=20$  л.

*Ответ:* а)  $U=2,6$  кДж; б)  $U=2,7$  кДж; в)  $U=2,8$  кДж;  
г)  $U=2,9$  кДж; д)  $U=3,0$  кДж.

292. Определить внутреннюю энергию азота, содержащего количество вещества 1 моль, при критической температуре  $T_k=126$  К. Вычисления выполнить для объема  $V=2$  л.

*Ответ:* а)  $U=2,65$  кДж; б)  $U=2,55$  кДж; в)  $U=2,45$  кДж;  
г)  $U=2,35$  кДж; д)  $U=2,25$  кДж.

293. Определить внутреннюю энергию азота, содержащего количество вещества 1 моль, при критической температуре  $T_k=126$  К. Вычисления выполнить для объема  $V=0,2$  л.

*Ответ:* а)  $U=1,7$  кДж; б)  $U=1,8$  кДж; в)  $U=1,9$  кДж;  
г)  $U=2,0$  кДж; д)  $U=2,1$  кДж.

294. Определить внутреннюю энергию азота, содержащего количество вещества 1 моль, при критической температуре  $T_k=126$  К. Вычисления выполнить для объема  $V=V_{кр}$ .

*Ответ:* а)  $U=1,66$  кДж; б)  $U=1,56$  кДж; в)  $U=1,46$  кДж;  
г)  $U=1,36$  кДж; д)  $U=1,26$  кДж.

295. Один киломоль кислорода находится при температуре

27°C и давлении 10 МПа. Найти объем газа считая, что кислород при данных условиях ведет себя как реальный газ.

*Ответ:* а)  $V=0,251 \text{ м}^3$ ; б)  $V=0,241 \text{ м}^3$ ; в)  $V=0,231 \text{ м}^3$ ; г)  $V=0,221 \text{ м}^3$ ; д)  $V=0,211 \text{ м}^3$ .

296. Один киломоль азота находится при температуре 27°C и давлении 5 МПа. Найти объем газа считая, что азот при данных условиях ведет себя как реальный газ.

*Ответ:* а)  $V=0,89 \text{ м}^3$ ; б)  $V=0,79 \text{ м}^3$ ; в)  $V=0,69 \text{ м}^3$ ; г)  $V=0,59 \text{ м}^3$ ; д)  $V=0,49 \text{ м}^3$ .

### Практическое занятие №14

#### Электростатика.

297. На двух одинаковых капельках воды находится по одному лишнему электрону, причём сила электрического отталкивания капелек уравнивает силу их взаимного тяготения. Каковы радиусы капелек?  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ ;  $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$ ;  $q_e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ К}$ ;  $\rho_v=10^3 \text{ кг/м}^3$ . Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k=9 \cdot 10^9 \text{ м/Ф}$ .

*Ответ:* а)  $R=0,19 \text{ мм}$ ; б)  $R=0,03 \text{ мм}$ ; в)  $R=0,05 \text{ мм}$ ; г)  $R=0,07 \text{ мм}$ ; д)  $R=0,09 \text{ мм}$ .

298. Расстояние  $d$  между двумя точечными зарядами  $Q_1=2 \text{ нКл}$  и  $Q_2=4 \text{ нКл}$  равно 60 см. На каком расстоянии от заряда  $Q_1$  находится точка, в которую нужно поместить третий заряд  $Q_3$  так, чтобы система зарядов находилась в равновесии.

*Ответ:* а)  $x=0,65 \text{ м}$ ; б)  $x=0,55 \text{ м}$ ; в)  $x=0,45 \text{ м}$ ; г)  $x=0,35 \text{ м}$ ; д)  $x=0,25 \text{ м}$ .

299. Рассчитать напряженность электрического поля бесконечно протяженной однородно заряженной плоскости, заряд на которой равномерно распределен с поверхностной плотностью  $\sigma=0,2 \text{ мкКл/м}^2$ .  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ .

*Ответ:* а)  $E=41 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ ; б)  $E=31 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ ; в)  $E=21 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ ; г)  $E=11 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ ; д)  $E=1 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ .

300. Рассчитать напряженность электрического поля двух бесконечно протяженных равномерно заряженных плоскостей, заряд на которых равномерно распределен с поверхностными

плотностями  $|\sigma^-| = |\sigma^+| = 0,3 \text{ мкКл/м}^2$ .  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ .

*Ответ:* а)  $E = 74 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ ; б)  $E = 64 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ ; в)  $E = 54 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ ; г)  $E = 44 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ ; д)  $E = 34 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ .

301. Найти поверхностную плотность  $\sigma$  электрических зарядов уединенного металлического шара, если напряженность  $E$  поля, при которой происходит пробой воздуха, равна  $3 \text{ МВ/м}$ .  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ .

*Ответ:* а)  $\sigma = 56,6 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2$ ; б)  $\sigma = 46,6 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2$ ; в)  $\sigma = 36,6 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2$ ; г)  $\sigma = 26,6 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2$ ; д)  $\sigma = 16,6 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2$ .

302. Рассчитать напряженность электрического поля равномерно заряженной сферической поверхности, радиус которой  $R = 0,5 \text{ м}$ , в точке, находящейся на расстоянии  $r = 0,25 \text{ м}$  от центра сферы.

*Ответ:* а)  $E = 0$ ; б)  $E = 10 \text{ В/м}$ ; в)  $E = 20 \text{ В/м}$ ; г)  $E = 30 \text{ В/м}$ ; д)  $E = 40 \text{ В/м}$ .

303. Рассчитать напряженность электрического поля равномерно заряженной сферической поверхности, заряд на которой равномерно распределен с поверхностной плотностью  $\sigma = 0,3 \text{ мкКл/м}^2$ , в точке, находящейся на расстоянии  $r = R$  от центра сферы.  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ .

*Ответ:* а)  $E = 24 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ ; б)  $E = 34 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ ; в)  $E = 44 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ ; г)  $E = 54 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ ; д)  $E = 64 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ .

304. Рассчитать напряженность электрического поля равномерно заряженной сферической поверхности, радиус которой  $R = 0,5 \text{ м}$ , а поверхностная плотность заряда  $\sigma = 0,3 \text{ мкКл/м}^2$ , в точке, находящейся на расстоянии  $r = 1 \text{ м}$  от центра сферы.  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ .

*Ответ:* а)  $E = 8,5 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ ; б)  $E = 8,5 \cdot 10^5 \text{ В/м}$ ; в)  $E = 18,5 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ ; г)  $E = 8,5 \cdot 10^5 \text{ В/м}$ ; д)  $E = 0,5 \cdot 10^3 \text{ В/м}$ .

305. Рассчитать напряженность электрического поля, созданного бесконечно длинным, равномерно заряженным стержнем в точке, находящейся на кратчайшем расстоянии  $r = 10 \text{ см}$  от его оси. Линейная плотность заряда на стержне  $\tau = 0,1 \text{ мкКл}$ .  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ .

*Ответ:* а)  $E=38 \cdot 10^4$  В/м; б)  $E=28 \cdot 10^4$  В/м; в)  $E=18 \cdot 10^4$  В/м; г)  $E=8 \cdot 10^4$  В/м; д)  $E=1,8 \cdot 10^4$  В/м.

306. На пластинах плоского конденсатора находится заряд  $Q=10$  нКл. Площадь  $S$  каждой пластины конденсатора равна  $100$  см<sup>2</sup>, диэлектрик - воздух. Определить силу  $F$ , с которой притягиваются пластины. Поле между пластинами считать однородным.  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.

*Ответ:* а)  $F=8,65 \cdot 10^{-4}$  Н; б)  $F=7,65 \cdot 10^{-4}$  Н; в)  $F=6,65 \cdot 10^{-4}$  Н; г)  $F=5,65 \cdot 10^{-4}$  Н; д)  $F=4,65 \cdot 10^{-4}$  Н.

307. С какой силой  $F$  электрическое поле заряженной бесконечной плоскости действует на единицу длины заряженной бесконечно длинной нити, помещённой в это поле? Линейная плотность заряда на нити,  $\tau=3$  мкКл/м, а поверхностная плотность заряда на плоскости  $\sigma=20$  мкКл/м<sup>2</sup>.  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.

*Ответ:* а)  $F_l=6,4$  Н/м; б)  $F_l=5,4$  Н/м; в)  $F_l=4,4$  Н/м; г)  $F_l=3,4$  Н/м; д)  $F_l=2,4$  Н/м.

308. Тонкий длинный стержень равномерно заряжен. Линейная плотность заряда  $\tau=10$  мкКл/м. Какова сила, действующая на точечный заряд  $Q=10$  нКл, находящийся на расстоянии  $a=20$  см от стержня, вблизи его середины?  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.

*Ответ:* а)  $F=10 \cdot 10^{-3}$  Н; б)  $F=9 \cdot 10^{-3}$  Н; в)  $F=8 \cdot 10^{-3}$  Н; г)  $F=7 \cdot 10^{-3}$  Н; д)  $F=6 \cdot 10^{-3}$  Н.

309. Точечный заряд  $q=25$  нКл находится в поле, созданном прямым бесконечным цилиндром радиуса  $R=1$  см, равномерно заряженным с поверхностной плотностью  $\sigma=0,2$  нКл/см<sup>2</sup>. Определить силу, действующую на заряд, если его расстояние от оси цилиндра  $r=10$  см.  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.

*Ответ:* а)  $F=865$  мкН; б)  $F=765$  мкН; в)  $F=665$  мкН; г)  $F=565$  мкН; д)  $F=465$  мкН.

310. Два заряженных шарика, подвешенных на нитях одинаковой длины, опускаются в керосин. Какой должна быть плотность материала шариков, чтобы угол расхождения нитей в воздухе и в керосине был один и тот же?  $\epsilon_k=2$ ;  $\rho_k=0,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.



*Ответ:* а)  $\rho=1,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ; б)  $\rho=1,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ; в)  $\rho=1,4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ; г)  $\rho=1,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ; д)  $\rho=1,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

311. Две одинаковые пластинки заряжены равными одноимёнными зарядами, причём расстояние между ними мало. Как изменится сила взаимодействия между пластинками, если пространство между ними заполнить жидким диэлектриком с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon=7$ ?

*Ответ:* а)  $F_1/F_2=9$ ; б)  $F_1/F_2=8$ ; в)  $F_1/F_2=7$ ; г)  $F_1/F_2=6$ ; д)  $F_1/F_2=5$ .

312. Рассчитать напряженность электрического поля заряженного диэлектрического шара, радиус которого  $R=0,05 \text{ м}$ , а объёмная плотность заряда  $\rho=10 \text{ нКл/м}^3$ , в точке, находящейся на расстоянии  $r=0,03 \text{ м}$  от центра шара. Шар изготовлен из эбонита ( $\epsilon=3$ ).  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ .

*Ответ:* а)  $E=33,6 \text{ В/м}$ ; б)  $E=13,6 \text{ В/м}$ ; в)  $E=3,78 \text{ В/м}$ ; г)  $E=43,6 \text{ В/м}$ ; д)  $E=53,8 \text{ В/м}$ .

313. Рассчитать напряженность электрического поля заряженного диэлектрического шара, радиус которого  $R=0,05 \text{ м}$ , а объёмная плотность заряда  $\rho=10 \text{ нКл/м}^3$ , в точке, находящейся на поверхности шара. Шар изготовлен из эбонита ( $\epsilon=3$ ).  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ .

*Ответ:* а)  $E=63 \text{ В/м}$ ; б)  $E=0,5 \text{ В/м}$ ; в)  $E=0,043 \text{ В/м}$ ; г)  $E=6,3 \text{ В/м}$ ; д)  $E=0,2 \text{ В/м}$ .

314. Металлический шарик диаметром  $d=2 \text{ см}$  заряжен отрицательно до потенциала  $\phi=150 \text{ В}$ . Сколько электронов находится на поверхности шарика?  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ ;  $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ .

*Ответ:* а)  $N=0,1 \cdot 10^9$ ; б)  $N=1 \cdot 10^9$ ; в)  $N=2 \cdot 10^9$ ; г)  $N=3 \cdot 10^9$ ; д)  $N=4 \cdot 10^9$ .

315. Найти потенциал точки поля  $\phi$ , находящейся на расстоянии  $r=10 \text{ см}$  от центра заряженного шара радиусом  $R=1 \text{ см}$ . Поверхностная плотность заряда на шаре  $\sigma=0,1 \text{ мкКл/м}^2$ .  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ .

*Ответ:* а)  $\phi=11,3 \text{ В}$ ; б)  $\phi=113 \text{ В}$ ; в)  $\phi=200 \text{ В}$ ; г)  $\phi=22,3 \text{ В}$ ; д)  $\phi=26 \text{ В}$ .

316. Найти потенциал точки поля  $\varphi$ , находящейся на расстоянии  $r=10$  см от центра заряженного шара радиусом  $R=1$  см. Потенциал шара  $\varphi_0=300$  В.

*Ответ:* а)  $\varphi=10$  В; б)  $\varphi=20$  В; в)  $\varphi=30$  В; г)  $\varphi=40$  В; д)  $\varphi=50$  В.

317. Шар, погруженный в керосин, имеет потенциал 4500 В и поверхностную плотность заряда  $\sigma=1,1$  мкКл/м<sup>2</sup>. Найти радиус шара.  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м;  $\epsilon_k=2$ .

*Ответ:* а)  $R=52 \cdot 10^{-3}$  м; б)  $R=62 \cdot 10^{-3}$  м; в)  $R=72 \cdot 10^{-3}$  м; г)  $R=82 \cdot 10^{-3}$  м; д)  $R=92 \cdot 10^{-3}$  м.

318. Два точечных электрических заряда  $q_1=10^{-9}$  Кл и  $q_2=-2 \cdot 10^{-9}$  Кл находятся в воздухе на некотором расстоянии друг от друга. Определить потенциал поля, создаваемого этими зарядами, если расстояния от первого и второго зарядов до рассматриваемой точки поля, соответственно равны:  $r_1=9$  см и  $r_2=7$  см.  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.

*Ответ:* а)  $\varphi=-139$  В; б)  $\varphi=-129$  В; в)  $\varphi=-157,5$  В; г)  $\varphi=-15,7$  В; д)  $\varphi=15,7$  В.

319. Определить разность потенциалов между двумя металлическими шарами радиуса  $r_0=50$  см каждый, если заряд одного шара  $q_1=1,5$  нКл, а другого  $q_2=1,5$  нКл.  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.

*Ответ:* а)  $\varphi_1-\varphi_2=7,4$  В; б)  $\varphi_1-\varphi_2=6,4$  В; в)  $\varphi_1-\varphi_2=54$  В; г)  $\varphi_1-\varphi_2=44$  В; д)  $\varphi_1-\varphi_2=34$  В.

320. Напряжённость поля между металлическими пластинами не должна превышать  $2,5 \cdot 10^4$  В/м. Определить допустимое расстояние между пластинами  $d$ , если с ним будет подано напряжение 5000 В.

*Ответ:* а)  $d \geq 0,6$  м; б)  $d \geq 0,5$  м; в)  $d \geq 0,4$  м; г)  $d \geq 0,3$  м; д)  $d \geq 0,2$  м.

321. Напряжённость однородного электрического поля в некоторой точке  $E=120$  В/м. Найти численное значение разности потенциалов между точками, лежащими на одной силовой линии на расстоянии  $\Delta r=1$  мм.

*Ответ:* а)  $\varphi_1-\varphi_2=0,12$  В; б)  $\varphi_1-\varphi_2=0,22$  В; в)  $\varphi_1-\varphi_2=0,32$  В; г)  $\varphi_1-\varphi_2=0,42$  В; д)  $\varphi_1-\varphi_2=0,52$  В.

322. Заряд распределен равномерно по бесконечной плоскости с поверхностной плотностью  $\sigma=10$  нКл/м<sup>2</sup>. Определить численное значение разности потенциалов  $\Delta\varphi$  двух точек поля, одна из которых находится на плоскости, а другая удалена от плоскости на расстояние  $d=10$  см.  $\epsilon_0=8,85\cdot 10^{-12}$  Ф/м.

*Ответ:* а)  $\Delta\varphi=36,5$  В; б)  $\Delta\varphi=46,5$  В; в)  $\Delta\varphi=56,5$  В; г)  $\Delta\varphi=66,5$  В; д)  $\Delta\varphi=76,5$  В.

323. Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии  $d=0,5$  см друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1=0,2$  мкКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2=-0,3$  мкКл/м<sup>2</sup>. Определить численное значение разности потенциалов  $U$  между плоскостями.  $\epsilon_0=8,85\cdot 10^{-12}$  Ф/м.

*Ответ:* а)  $U=541$  В; б)  $U=441$  В; в)  $U=341$  В; г)  $U=241$  В; д)  $U=141$  В.

324. Электрическое поле создано длинным цилиндром радиусом  $R=1$  см, равномерно заряженным с линейной плотностью  $\tau=20$  нКл/м. Определить разность потенциалов двух точек этого поля, находящихся на расстоянии  $a_1=0,5$  см и  $a_2=2$  см от поверхности цилиндра, в средней его части.  $\epsilon_0=8,85\cdot 10^{-12}$  Ф/м.

*Ответ:* а)  $\varphi_1-\varphi_2=210$  В; б)  $\varphi_1-\varphi_2=220$  В; в)  $\varphi_1-\varphi_2=230$  В; г)  $\varphi_1-\varphi_2=240$  В; д)  $\varphi_1-\varphi_2=250$  В.

### Практическое занятие № 15, 16

*Проводники в электрическом поле. Диэлектрики в электрическом поле.*

325. Как изменится емкость плоского конденсатора, если между его обкладками поместить стеклянную пластину ( $\epsilon=6$ ), толщина которой равна половине расстояния между обкладками.

*Ответ:* а)  $C'=4,7C_0$ ; б)  $C'=0,7C_0$ ; в)  $C'=3,7C_0$ ; г)  $C'=2,7C_0$ ; д)  $C'=1,7C_0$ .

326. Шар, погруженный в керосин: имеет потенциал 4500 В и поверхностную плотность заряда  $\sigma=1,1$  мкКл/м<sup>2</sup>. Найти электроёмкость шара.  $\epsilon_0=8,85\cdot 10^{-12}$  Ф/м;  $\epsilon_k=2$ .

*Ответ:* а)  $C=4,6\cdot 10^{-12}$  Ф; б)  $C=3,6\cdot 10^{-11}$  Ф; в)  $C=2,6\cdot 10^{-12}$  Ф; г)

$$C=1,6 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}; \text{ д) } C=0,6 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}.$$

327. Шар, погруженный в керосин: имеет потенциал 4500 В и поверхностную плотность заряда  $\sigma=1,1 \text{ мкКл/м}^2$ . Найти заряд шара.  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ ;  $\epsilon_k=2$ .

*Ответ:* а)  $q=32 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ ; б)  $q=42 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ ; в)  $q=52 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ ; г)  $q=62 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ ; д)  $q=72 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ .

328. Найти емкость  $C$  уединенного металлического шара радиусом  $R=1 \text{ см}$ .

*Ответ:* а)  $C=1,11 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$ ; б)  $C=1,6 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}$ ; в)  $C=2,1 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$ ; г)  $C=1,16 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}$ ; д)  $C=0,6 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}$ .

329. Определить емкость  $C$  металлической сферы радиусом  $R=2 \text{ см}$ , погруженной в воду.

*Ответ:* а)  $C=180 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$ ; б)  $C=160 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$ ; в)  $C=210 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$ ; г)  $C=116 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$ ; д)  $C=150 \cdot 10^{-21} \text{ Ф}$ .

330. Определить емкость  $C$  Земли, принимая ее за шар радиусом  $R=6400 \text{ км}$ .

*Ответ:* а)  $C=880 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$ ; б)  $C=712 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$ ; в)  $C=810 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$ ; г)  $C=740 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$ ; д)  $C=750 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$ .

331. Шар радиусом  $R_1=6 \text{ см}$  заряжен до потенциала  $\phi_1=300 \text{ В}$ , а шар радиусом  $R_2=4 \text{ см}$  - до потенциала  $\phi_2=500 \text{ В}$ . Определить потенциал  $\phi$  шаров после того, как их соединили металлическим проводником. Емкостью соединительного проводника пренебречь.

*Ответ:* а)  $\phi=-380 \text{ В}$ ; б)  $\phi=380 \text{ В}$ ; в)  $\phi=-400 \text{ В}$ ; г)  $\phi=350 \text{ В}$ ; д)  $\phi=400 \text{ В}$ .

#### *Электрическая емкость плоского конденсатора*

332. Определить емкость  $C$  плоского слюдяного конденсатора, площадь  $S$  пластин которого равна  $100 \text{ см}^2$ , а расстояние между ними равно  $0,1 \text{ мм}$ .

*Ответ:* а)  $C=5,6 \text{ нФ}$ ; б)  $C=5 \text{ нФ}$ ; в)  $C=6,6 \text{ нФ}$ ; г)  $C=6,2 \text{ нФ}$ ; д)  $C=6 \text{ нФ}$ .

333. Расстояние  $d$  между пластинами плоского конденсатора равно  $1,33 \text{ мм}$  площадь  $S$  пластин равна  $20 \text{ см}^2$ . В пространстве между пластинами конденсатора находятся два слоя диэлектриков:

слюды толщиной  $d_1=0,7$  мм и эбонита толщиной  $d_2=0,3$  мм. Определить емкость с конденсатора.

*Ответ:* а)  $C=33,4$  нФ; б)  $C=30$  нФ; в)  $C=33,8$  нФ; г)  $C=29,8$  нФ; д)  $C=31,4$  нФ.

334. На пластинах плоского конденсатора равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью  $\sigma = 0,2$  мкКл/м<sup>2</sup>. Расстояние  $d$  между пластинами равно 1 мм. На сколько изменится разность потенциалов на его обкладках при увеличении расстояния  $d$  между пластинами до 3 мм?

*Ответ:* а)  $U=41$  В; б)  $U=43$  В; в)  $U=45,2$  В; г)  $U=44,6$  В; д)  $U=41,5$  В.

335. В плоский конденсатор вдвинули плитку парафина толщиной  $d=1$  см, которая вплотную прилегает к его пластинам. На сколько нужно увеличить расстояние между пластинами, чтобы получить прежнюю емкость?

*Ответ:* а) 1 см; б) 3 мм; в) 0,5 мм; г) 0,7 см; д) 0,5 см.

336. Емкость с плоского конденсатора равна 1,5 мкФ. Расстояние  $d$  между пластинами равно 5 мм. Какова будет емкость  $C$  конденсатора, если на нижнюю пластину положить лист эбонита толщиной  $d_1=3$  мм?

*Ответ:* а) 2,5 мкФ; б) 2 мкФ; в) 3 мкФ; г) 3,5 мкФ; д) 1,5 мкФ.

337. Между пластинами плоского конденсатора находится плотно прилегающая стеклянная пластинка. Конденсатор заряжен до разности потенциалов  $U_1 = 100$  В. Какова будет разность потенциалов  $U_2$ , если вытащить стеклянную пластинку из конденсатора?

*Ответ:* а) 650 В; б) 700 В; в) 600 В; г) 735 В; д) 620 В.

#### *Электрическая емкость сферического конденсатора*

338. Две концентрические металлические сферы радиусами  $R_1=2$  см и  $R_2=2,1$  см образуют сферический конденсатор. Определить его емкость  $C$ , если пространство между сферами заполнено парафином.

*Ответ:* а) 93,6 нФ; б) 92,7 нФ; в) 93,3 нФ; г) 93 нФ; д) 92 нФ.

339. Конденсатор состоит из двух концентрических сфер. Радиус  $R_1$  внутренней сферы равен 10 см, внешней  $R_2=10,2$  см, Про-

межуток между сферами заполнен парафином. Внутренней сфере сообщен заряд  $Q=5$  мкКл. Определить разность потенциалов  $U$  между сферами.

*Ответ:* а) 4,41 кВ; б) 4 кВ; в) 3,86 кВ; г) 3 кВ; д) 4,48 кВ.

### Соединения конденсаторов

340. К воздушному конденсатору, заряженному до разности потенциалов  $U=600$  в и отключенному от источника напряжения, присоединили параллельно второй незаряженный конденсатор таких же размеров и формы, но с диэлектриком (фарфор). Определить диэлектрическую проницаемость  $\epsilon$  фарфора, если после присоединения второго конденсатора разность потенциалов уменьшилась до  $U_1=100$  В.

*Ответ:* а) 1; б) 4; в) 4,5; г) 3; д) 5.

341. Конденсатор емкостью  $C_1=0,2$  мкФ был заряжен до разности потенциалов  $U_1=320$  В. После того как его соединили параллельно со вторым конденсатором, заряженным до разности потенциалов  $U_2=450$  В, напряжение  $U$  на нем изменилось до 400 В. Вычислить емкость  $C_2$  второго конденсатора.

*Ответ:* а) 0,4 мкФ; б) 0,32 мкФ; в) 0,39 мкФ; г) 3,2 мкФ; д) 4,2 мкФ.

342. Конденсатор емкостью  $C_1=0,6$  мкФ был заряжен до разности потенциалов  $U_1=300$  В и соединен со вторым конденсатором емкостью  $C_2=0,4$  мкФ, заряженным до разности потенциалов  $U_2=150$  В. Найти заряд  $\Delta Q$ , перетекший с пластин первого конденсатора на второй.

*Ответ:* а) 36 мкКл; б) 30 мкКл; в) 40 мкКл; г) 42 мкКл; д) 32 мкКл.

343. Три одинаковых плоских конденсатора соединены последовательно. Емкость  $C$  такой батареи конденсаторов равна 89 пФ. Площадь  $S$  каждой пластины равна  $100$  см<sup>2</sup>. Диэлектрик - стекло. Какова толщина  $d$  стекла?

*Ответ:* а) 2,6 мм; б) 3 мм; в) 2,32 мм; г) 2,7 см; д) 2,5 см.

344. Работа сил электрического поля по переносу заряда  $2 \cdot 10^{-7}$  Кл из бесконечности в заданную точку поля равна  $8 \cdot 10^{-4}$  Дж. Определить потенциал в этой точке поля.

Ответ: а)  $\varphi = -5000$  В; б)  $\varphi = -4000$  В; в)  $\varphi = -3000$  В; г)  $\varphi = -2000$  В; д)  $\varphi = -1000$  В.

345. Точечные заряды 1 мкКл и 0,1 мкКл находятся на расстоянии 10 см друг от друга. Какую работу совершат силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, удалится от него на расстояние 10 м?  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.

Ответ: а)  $A = 8,9$  мДж; б)  $A = 99$  Дж; в)  $A = 89$  мДж; г)  $A = 59$  мДж; д)  $A = 79$  мДж.

346. Электрическое поле создано отрицательно заряженным металлическим шаром, радиус которого R. Определить работу  $A_{12}$  внешних сил по перемещению заряда  $Q = 40$  нКл из точки 1 с потенциалом  $\varphi_1 = -300$  В в точку 2. Расстояния точек от поверхности шара соответственно равны:  $r_1 = R$ ;  $r_2 = 3R$ .

Ответ: а)  $A_{12} = 6 \cdot 10^{-6}$  Дж; б)  $A_{12} = 5 \cdot 10^{-6}$  Дж; в)  $A_{12} = 4 \cdot 10^{-6}$  Дж; г)  $A_{12} = 3 \cdot 10^{-6}$  Дж; д)  $A_{12} = 2 \cdot 10^{-6}$  Дж.

347. Точечные заряды  $Q_1 = 1$  мкКл и  $Q_2 = 0,1$  мкКл находятся на расстоянии  $r_1 = 10$  см друг от друга. Какую работу A совершат силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, удалится от него на расстояние  $r_2 = 10$  м?  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.

Ответ: а)  $A_{12} = 5,9 \cdot 10^{-3}$  Дж; б)  $A_{12} = 6,9 \cdot 10^{-3}$  Дж; в)  $A_{12} = 7,9 \cdot 10^{-3}$  Дж; г)  $A_{12} = 8,9 \cdot 10^{-3}$  Дж; д)  $A_{12} = 9,9 \cdot 10^{-3}$  Дж.

348. Точечные заряды  $Q_1 = 1$  мкКл и  $Q_2 = 0,1$  мкКл находятся на расстоянии  $r_1 = 10$  см друг от друга. Какую работу A совершат силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, удалится от него на расстояние  $r_2 = \infty$ ?  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.

Ответ: а)  $A_{1\infty} = 19 \cdot 10^{-3}$  Дж; б)  $A_{1\infty} = 10 \cdot 10^{-3}$  Дж; в)  $A_{1\infty} = 9 \cdot 10^{-3}$  Дж; г)  $A_{1\infty} = 1 \cdot 10^{-3}$  Дж; д)  $A_{1\infty} = 0,19 \cdot 10^{-3}$  Дж.

## Практическое занятие № 17

### Энергия электрического поля.

349. Два точечных заряда  $4 \cdot 10^{-6}$  Кл и  $8 \cdot 10^{-6}$  Кл находятся на расстоянии 0,8 м. На сколько уменьшится энергия взаимодействия этих зарядов, если расстояние между ними будет равно 1,6 м?  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.

*Ответ:* а)  $\Delta W=0,18$  Дж; б)  $\Delta W=0,28$  Дж; в)  $\Delta W=0,38$  Дж; г)  $\Delta W=0,48$  Дж; д)  $\Delta W=0,58$  Дж.

350. Определить тормозящую разность потенциалов, под действием которой электрон, движущийся со скоростью 40000 км/с, остановился.  $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$  кг;  $q_e=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

*Ответ:* а)  $\varphi_1 - \varphi_2=2550$  В; б)  $\varphi_1 - \varphi_2=3550$  В; в)  $\varphi_1 - \varphi_2=4550$  В; г)  $\varphi_1 - \varphi_2=5550$  В; д)  $\varphi_1 - \varphi_2=6550$  В.

351. Определить численное значение ускоряющей разности потенциалов  $U$ , которую должен пройти в электрическом поле электрон, обладающий скоростью  $v_1=10^6$  м/с, чтобы скорость его возросла в  $n=2$  раза.  $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$  кг;  $q_e=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

*Ответ:* а)  $U=8,53$  В; б)  $U=7,53$  В; в)  $U=6,53$  В; г)  $U=5,53$  В; д)  $U=53$  В.

352. Определить численное значение разности потенциалов между точками электрического поля, если при движении электрона от одной точки к другой его скорость возросла от  $10^6$  м/с до  $3 \cdot 10^6$  м/с.  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м;  $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$  кг;  $q_e=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

*Ответ:* а)  $\varphi_1 - \varphi_2=12,75$  В; б)  $\varphi_1 - \varphi_2=22,75$  В; в)  $\varphi_1 - \varphi_2=32,75$  В; г)  $\varphi_1 - \varphi_2=42,75$  В; д)  $\varphi_1 - \varphi_2=52,75$  В.

353. Какой скоростью сближения должны обладать протоны, находясь на расстоянии 5 см, чтобы они могли сблизиться друг с другом до расстояния  $10^{-11}$  см?  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м;  $m_p=1,67 \cdot 10^{-27}$  кг;  $q_p=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

*Ответ:* а)  $v_1=5,7 \cdot 10^6$  м/с; б)  $v_1=4,7 \cdot 10^6$  м/с; в)  $v_1=3,7 \cdot 10^6$  м/с; г)  $v_1=2,7 \cdot 10^6$  м/с; д)  $v_1=1,7 \cdot 10^6$  м/с.

354. Определить начальную скорость  $v_0$  сближения протонов, находящихся на достаточно большом расстоянии друг от друга, если минимальное расстояние  $r_{\text{мин}}$ , на которое они могут сблизиться, равно  $10^{-11}$  см.  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м;  $m_p=1,67 \cdot 10^{-27}$  кг;  $q_p=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

*Ответ:* а)  $v_0=0,17 \cdot 10^6$  м/с; б)  $v_0=1,7 \cdot 10^6$  м/с; в)  $v_0=2,7 \cdot 10^6$  м/с; г)  $v_0=3,7 \cdot 10^6$  м/с; д)  $v_0=4,7 \cdot 10^6$  м/с.

355. Найти энергию электрического поля плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов  $U=1$  кВ с



площадью пластин  $S=1 \text{ м}^2$ . Пластины расположены на расстоянии  $d=1 \text{ мм}$  друг от друга. Относительная диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами  $\epsilon=1$ . ( $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ )

*Ответ:* а)  $W=4,4 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$ ; б)  $W=5,4 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$ ; в)  $W=6,4 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$ ; г)  $W=7,4 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$ ; д)  $W=8,4 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$ .

356. Напряжённость электрического поля конденсатора ёмкостью  $0,8 \text{ мкФ}$  равна  $1000 \text{ В/м}$ . Определить энергию конденсатора, если расстояние между его обкладками равно  $1 \text{ мм}$ .

*Ответ:* а)  $W=1 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$ ; б)  $W=2 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$ ; в)  $W=3 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$ ; г)  $W=4 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$ ; д)  $W=5 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$ .

357. Найти энергию электрического поля сферического конденсатора с радиусами сфер  $r_1=5 \text{ см}$  и  $r_2=10 \text{ см}$ , заряженного до разности потенциалов  $U=1 \text{ кВ}$ . Относительная диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами  $\epsilon=1$ .  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ .

*Ответ:* а)  $W=6,6 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$ ; б)  $W=5,6 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$ ; в)  $W=4,6 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$ ; г)  $W=3,6 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$ ; д)  $W=2,6 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$ .

358. Найти энергию электрического поля цилиндрического конденсатора длиной  $l=20 \text{ см}$  с радиусами обкладок  $r_1=5 \text{ см}$  и  $r_2=10 \text{ см}$ , заряженного до разности потенциалов  $U=1 \text{ кВ}$ . Относительная диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами  $\epsilon=1$ .  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ .

*Ответ:* а)  $W=9 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$ ; б)  $W=8 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$ ; в)  $W=7 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$ ; г)  $W=6 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$ ; д)  $W=5 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$ .

359. Конденсатор ёмкостью  $3 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$  был заряжен до разности потенциалов  $40 \text{ В}$ . После отключения от источника тока конденсатор был соединен параллельно с другим конденсатором ёмкостью  $5 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$ . Какое количество энергии первого конденсатора израсходуется на образование искры в момент присоединения второго конденсатора?

*Ответ:* а)  $\Delta W=3,5 \text{ мДж}$ ; б)  $\Delta W=2,5 \text{ мДж}$ ; в)  $\Delta W=1,5 \text{ мДж}$ ; г)  $\Delta W=0,5 \text{ мДж}$ ; д)  $\Delta W=0,05 \text{ мДж}$ .

360. Объемная плотность энергии электрического поля внутри

заряженного плоского конденсатора с твердым диэлектриком равна  $2,5 \text{ Дж/м}^3$ . Найти численное значение давления, производимого пластинами конденсатора на диэлектрик, помещенный между ними.

*Ответ:* а)  $p=1,5 \text{ Па}$ ; б)  $p=2,5 \text{ Па}$ ; в)  $p=3,5 \text{ Па}$ ; г)  $p=4,5 \text{ Па}$ ; д)  $p=5,5 \text{ Па}$ .

361. Объемная плотность энергии электрического поля внутри заряженного плоского конденсатора с твердым диэлектриком равна  $2,5 \text{ Дж/м}^3$ . Площадь пластин конденсатора  $S=20 \text{ см}^2$ . Найти силу  $F'$ , которую необходимо приложить к пластинам для их отрыва от диэлектрика.

*Ответ:* а)  $F'=1 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$ ; б)  $F'=2 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$ ; в)  $F'=3 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$ ; г)  $F'=4 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$ ; д)  $F'=5 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$ .

### Практическое занятие № 18

#### *Постоянный электрический ток.*

362. Через лампу накаливания проходит ток  $0,8 \text{ А}$ . Сколько электронов пройдет через поперечное сечение нити накала лампы за  $1 \text{ с}$ .  $q_e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ .

*Ответ:* а)  $N=1 \cdot 10^{18}$ ; б)  $N=3 \cdot 10^{18}$ ; в)  $N=5 \cdot 10^{18}$ ; г)  $N=6 \cdot 10^{18}$ ; д)  $N=7 \cdot 10^{18}$ .

363. По медному проводу сечением  $S=0,17 \text{ мм}^2$  течёт ток  $I=0,2 \text{ А}$ . Определить, какая сила действует на отдельные свободные электроны со стороны электрического поля.  $q_e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ ;  $\rho=1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .

*Ответ:* а)  $F=7,2 \cdot 10^{-21} \text{ Н}$ ; б)  $F=6,2 \cdot 10^{-21} \text{ Н}$ ; в)  $F=5,2 \cdot 10^{-21} \text{ Н}$ ; г)  $F=4,2 \cdot 10^{-21} \text{ Н}$ ; д)  $F=3,2 \cdot 10^{-21} \text{ Н}$ .

364. В сеть с напряжением  $220 \text{ В}$  включены последовательно две электрические лампы, сопротивление которых в нагретом состоянии  $R=200 \text{ Ом}$  каждой. Определить силу тока, проходящего через каждую лампу.

*Ответ:* а)  $I_1=I_2=0,45 \text{ А}$ ; б)  $I_1=I_2=0,55 \text{ А}$ ; в)  $I_1=I_2=0,65 \text{ А}$ ; г)  $I_1=I_2=0,75 \text{ А}$ ; д)  $I_1=I_2=0,85 \text{ А}$ .

365. Если к концам проводника подать напряжение  $100 \text{ В}$ , то по нему пойдёт ток  $2 \text{ А}$ . Какое напряжение надо приложить к

концам этого проводника, чтобы сила тока в нём стала 1,2 А.

*Ответ:* а)  $U=60$  В; б)  $U=50$  В; в)  $U=40$  В; г)  $U=30$  В; д)  $U=20$  В.

366. Найти падение напряжения на медном проводе длиной 500 м и диаметром 2 мм, если ток в нём 2 А.  $\rho=1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом·м.

*Ответ:* а)  $U=1,4$  В; б)  $U=5,4$  В; в)  $U=2,4$  В; г)  $U=4$  В д)  $U=8,4$  В.

367. Определить плотность тока в медной проволоке длиной  $l=1$  м, если разность потенциалов на ее концах  $\phi_1 - \phi_2=12$  В.  $\rho=1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом·м.

*Ответ:* а)  $j=3,1 \cdot 10^8$  (А/м<sup>2</sup>); б)  $j=4,1 \cdot 10^8$  (А/м<sup>2</sup>); в)  $j=5,1 \cdot 10^8$  (А/м<sup>2</sup>); г)  $j=6,1 \cdot 10^8$  (А/м<sup>2</sup>); д)  $j=7,1 \cdot 10^8$  (А/м<sup>2</sup>).

368. Определить плотность тока в железном проводнике длиной  $l=10$  м, если провод находится под напряжением  $U=6$  В.  $\rho=9,8 \cdot 10^{-8}$  Ом·м.

*Ответ:* а)  $j=6,1 \cdot 10^6$  (А/м<sup>2</sup>); б)  $j=4,1 \cdot 10^7$  (А/м<sup>2</sup>); в)  $j=5,1 \cdot 10^6$  (А/м<sup>2</sup>); г)  $j=36 \cdot 10^7$  (А/м<sup>2</sup>); д)  $j=7 \cdot 10^6$  (А/м<sup>2</sup>).

369. Три сопротивления  $R_1$ ,  $R_2=20$  Ом и  $R_3=15$  Ом соединены параллельно. Последовательно к такому соединению подключен амперметр, который показывает ток  $I=1$  А. Через сопротивление  $R_2$  течет ток  $I_2=0,3$  А. Найти сопротивление  $R_1$ . Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

*Ответ:* а)  $R_1=50$  Ом; б)  $R_1=40$  Ом; в)  $R_1=30$  Ом; г)  $R_1=20$  Ом; д)  $R_1=10$  Ом.

370. Какую работу должны совершить сторонние силы при разделении зарядов +10 и -10 Кл, чтобы ЭДС источника была 3,5В?

*Ответ:* а)  $A_{ст}=65$  Дж; б)  $A_{ст}=55$  Дж; в)  $A_{ст}=45$  Дж; г)  $A_{ст}=35$  Дж; д)  $A_{ст}=25$  Дж.

371. Определить ЭДС источника тока, если при перемещении по замкнутой цепи заряда 10 Кл сторонняя сила совершает работу 120 Дж.

*Ответ:* а)  $E=21$  В; б)  $E=19$  В; в)  $E=17$  В; г)  $E=15$  В; д)  $E=12$  В.

372. Источник тока с Э.Д.С. 220В и внутренним сопротивлением 2 Ом замкнут проводником сопротивлением 108 Ом. Определить падение напряжения внутри источника.

*Ответ:* а)  $U=5$  В; б)  $U=1$  В; в)  $U=2$  В; г)  $U=3$  В; д)  $U=4$  В.

373. Э.Д.С. источника тока 100В. При внешнем сопротивлении 49 Ом сила тока в цепи 2А. Найти внутреннее сопротивление источника.

*Ответ:* а)  $r=2$  Ом; б)  $r=1$  Ом; в)  $r=3$  Ом; г)  $r=4$  Ом; д)  $r=5$  Ом.

374. Э.Д.С. источника тока 220В, внутреннее сопротивление 1,5 Ом. Какое надо взять сопротивление внешнего участка цепи, чтобы сила тока была 4А.

*Ответ:* а)  $R=53,5$  Ом; б)  $R=43,5$  Ом; в)  $R=33,5$  Ом; г)  $R=23,5$  Ом; д)  $R=13,5$  Ом.

375. Напряжение на зажимах генератора 120В, сопротивление внешнего участка в 20 раз больше внутреннего сопротивления генератора. Определить ЭДС генератора.

*Ответ:* а)  $E=166$  В; б)  $E=156$  В; в)  $E=146$  В; г)  $E=136$  В; д)  $E=126$  В.

376. Три сопротивления  $R_1=R_3=40$  Ом и  $R_2=80$  Ом соединены параллельно. Последовательно к такому соединению присоединены сопротивление  $R_4=34$  Ом и батарея с ЭДС  $E=100$  В. Найти ток  $I_2$ , текущий через сопротивление  $R_2$ . Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

*Ответ:* а)  $I_2=0,2$  А; б)  $I_2=0,3$  А; в)  $I_2=0,4$  А; г)  $I_2=0,5$  А; д)  $I_2=0,6$  А.

377. Три сопротивления  $R_1=R_3=40$  Ом и  $R_2=80$  Ом соединены параллельно. Последовательно к такому соединению подключены сопротивление  $R_4=34$  Ом и батарея с ЭДС  $E=100$  В. Найти падение напряжения  $U_2$  на сопротивлении  $R_2$ . Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

*Ответ:* а)  $U_2=72$  В; б)  $U_2=62$  В; в)  $U_2=52$  В; г)  $U_2=42$  В; д)  $U_2=32$  В.

378. Батарея с  $E=100$  В, сопротивления  $R_1=100$  Ом,  $R_2=200$  Ом и амперметр соединены последовательно. Параллельно

сопротивлению  $R_2$  подключен вольтметр, сопротивление которого  $R_v=2$  кОм. Какое падение напряжения  $U_v$  показывает вольтметр? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

*Ответ:* а)  $U_v=24,5$  В; б)  $U_v=34,5$  В; в)  $U_v=44,5$  В; г)  $U_v=54,5$  В; д)  $U_v=64,5$  В.

379. Два последовательно соединенных элемента с одинаковым ЭДС  $E_1=E_2=2$  В и внутренними сопротивлениями  $r_1=1$  Ом и  $r_2=1,5$  Ом замкнуты на внешнее сопротивление  $R=0,5$  Ом. Найти разность потенциалов  $U_1$  на зажимах первого элемента.

*Ответ:* а)  $U_1=2,67$  В; б)  $U_1=1,67$  В; в)  $U_1=0,167$  В; г)  $U_1=0,67$  В; д)  $U_1=0,267$  В.

380. Батарея аккумуляторов имеет Э.Д.С. 12В. Сила тока в цепи равна 4А, а напряжение на клеммах 11В. Определить ток короткого замыкания.

*Ответ:* а)  $I_{кз}=78$  А; б)  $I_{кз}=68$  А; в)  $I_{кз}=58$  А; г)  $I_{кз}=48$  А; д)  $I_{кз}=38$  А.

381. При внешнем сопротивлении  $R_1=3$  Ом ток в цепи  $I_1=0,3$ А, при  $R_2=5$  Ом,  $I_2=0,2$  А. Определить ток короткого замыкания источника.

*Ответ:* а)  $I_{кз}=3,2$  А; б)  $I_{кз}=2,2$  А; в)  $I_{кз}=1,2$  А; г)  $I_{кз}=0,2$  А; д)  $I_{кз}=22$  А.

382. Сопротивление  $R=1,6$  Ом и два элемента, ЭДС которых одинаковы и равны 3,5 В, с внутренними сопротивлениями соответственно равными  $r_1=0,7$  Ом и  $r_2=1,2$  Ом, соединены параллельно. Определить силу тока в каждом из элементов и во всей цепи.

*Ответ:* а)  $I=1,74$  А;  $I_1=1,1$  А;  $I_2=0,64$  А; б)  $I=2,74$  А;  $I_1=2,1$  А;  $I_2=0,4$  А; в)  $I=1,1$  А;  $I_1=1,0$  А;  $I_2=0,1$  А; г)  $I=3,7$  А;  $I_1=3,1$  А;  $I_2=0,6$  А; д)  $I=3,7$  А;  $I_1=1,1$  А;  $I_2=2,6$  А.

383. Батарея с внутренним сопротивлением 1 Ом замкнута на внешнее сопротивление 23 Ом. Найти КПД батареи.

*Ответ:* а)  $\eta=0,6$ ; б)  $\eta=0,9$ ; в)  $\eta=0,66$ ; г)  $\eta=0,76$ ; д)  $\eta=0,96$ .

384. КПД источника тока 95%. Определить внутреннее сопротивление источника, если внешнее сопротивление равно 19 Ом.

Ответ: а)  $r=1$  Ом; б)  $r=2$  Ом; в)  $r=3$  Ом; г)  $r=4$  Ом; д)  $r=5$  Ом.

385. Через поперечное сечение спирали нагревательного элемента паяльника в каждую секунду проходит  $0,5 \cdot 10^{19}$  электронов. Определить мощность паяльника, если он подключен в сеть с напряжением 220В.  $q_e=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

Ответ: а)  $P=376$  Вт; б)  $P=276$  Вт; в)  $P=176$  Вт; г)  $P=76$  Вт; д)  $P=27,6$  Вт.

386. По проводнику сопротивлением 20 Ом за 5 мин прошёл заряд 300 Кл. Вычислить работу тока за это время.

Ответ: а)  $A=4$  кДж; б)  $A=5$  кДж; в)  $A=6$  кДж; г)  $A=7$  кДж; д)  $A=8$  кДж.

387. Какое сопротивление нужно включить в сеть с напряжением 220 В, чтобы в нём за 10 мин выделилось 66 кДж теплоты?

Ответ: а)  $R=40$  Ом; б)  $R=140$  Ом; в)  $R=240$  Ом; г)  $R=340$  Ом; д)  $R=440$  Ом.

388. Сила тока в проводнике сопротивлением  $r=20$  Ом нарастает по линейному закону от  $I_0=0$  до  $I=6$  А за 5 с. Определить теплоту  $Q_1$ , выделившуюся в этом проводнике за первую секунду.

Ответ: а)  $Q_1=9,6$  Дж; б)  $Q_1=56$  Дж; в)  $Q_1=96$  Дж; г)  $Q_1=36$  Дж; д)  $Q_1=26$  Дж.

389. Сила тока в проводнике сопротивлением  $r=20$  Ом нарастает по линейному закону от  $I_0=0$  до  $I=6$  А за 5 с. Определить теплоту  $Q_2$ , выделившуюся в этом проводнике за вторую секунду.

Ответ: а)  $Q_2=52,0$  Дж; б)  $Q_2=620$  Дж; в)  $Q_2=67,2$  Дж; г)  $Q_2=22,0$  Дж; д)  $Q_2=72,6$  Дж.

390. Источник тока с ЭДС 120 В и внутренним сопротивлением 2 Ом замкнут на внешнее сопротивление 58 Ом. Определить полную  $P$  и  $P_n$  полезную мощности источника тока.

Ответ: а)  $P=340$  Вт;  $P_n=332$  Вт; б)  $P=240$  Вт;  $P_n=232$  Вт; в)  $P=140$  Вт;  $P_n=132$  Вт; г)  $P=200$  Вт;  $P_n=100$  Вт; д)  $P=352$  Вт;  $P_n=252$  Вт.

391. ЭДС батареи аккумуляторов  $E=12$  В, сила тока короткого

замыкания  $I_0=5$  А. Какую наибольшую мощность  $P_{\max}$  можно получить во внешней цепи, соединённой с такой батареей.

*Ответ:* а)  $P_{\max}=45$  Вт; б)  $P_{\max}=35$  Вт; в)  $P_{\max}=25$  Вт; г)  $P_{\max}=15$  Вт; д)  $P_{\max}=5$  Вт.

392. Сила тока  $I$  в цепи, состоящей из термопары с сопротивлением  $R_1=4$  Ом и гальванометра с сопротивлением  $R_2=80$  Ом, равна 26 мкА при разности температур  $\Delta t$  спаев, равной  $50^\circ\text{C}$ . Определить постоянную термопары.

*Ответ:* а)  $\alpha=6,4 \cdot 10^{-5}$  В/К; б)  $\alpha=5,4 \cdot 10^{-5}$  В/К; в)  $\alpha=4,4 \cdot 10^{-5}$  В/К; г)  $\alpha=3,4 \cdot 10^{-5}$  В/К; д)  $\alpha=2,4 \cdot 10^{-5}$  В/К.

393. Термопара медь-константан с сопротивлением  $R_1=5$  Ом присоединена к гальванометру, сопротивление  $R_g$  которого равно 100 Ом. Один спай термопары погружен в тающий лёд, другой - в горячую жидкость. Сила тока  $I$  в цепи равна 37 мкА. Постоянная термопары  $k=43$  мкВ/К. Определить температуру  $t$  жидкости.

*Ответ:* а)  $t_1=100$   $^\circ\text{C}$ ; б)  $t_1=90$   $^\circ\text{C}$ ; в)  $t_1=80$   $^\circ\text{C}$ ; г)  $t_1=70$   $^\circ\text{C}$ ; д)  $t_1=60$   $^\circ\text{C}$ .

394. Какой наименьшей скоростью  $v_{\min}$  должны обладать свободные электроны в платине для того, чтобы они смогли покинуть металл? Работа выхода электронов из платины равна  $A=6,3$  эВ.  $q_e=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл;  $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$  кг.

*Ответ:* а)  $v_{\min}=15 \cdot 10^5$  м/с; б)  $v_{\min}=14 \cdot 10^5$  м/с; в)  $v_{\min}=12 \cdot 10^5$  м/с; г)  $v_{\min}=10 \cdot 10^5$  м/с; д)  $v_{\min}=8 \cdot 10^5$  м/с.

395. Какой наименьшей скоростью  $v_{\min}$  должны обладать свободные электроны в цезии для того, чтобы они смогли покинуть металл? Работа выхода электронов из цезия равна  $A=1,9$  эВ.  $q_e=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл;  $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$  кг.

*Ответ:* а)  $v_{\min}=9,3 \cdot 10^5$  м/с; б)  $v_{\min}=8,2 \cdot 10^5$  м/с; в)  $v_{\min}=7,3 \cdot 10^5$  м/с; г)  $v_{\min}=6,3 \cdot 10^5$  м/с; д)  $v_{\min}=5,3 \cdot 10^5$  м/с.

396. Какую ускоряющую разность потенциалов должны пройти ионы водорода, чтобы вызвать ионизацию азота? Потенциал ионизации азота  $\phi_i=14,5$  В.

*Ответ:* а)  $U=14,5$  В; б)  $U=29$  В; в)  $U=43,5$  В; г)  $U=58$  В; д)  $U=72,5$  В.

397. Потенциал ионизации атома гелия  $U=24,5$  В. Найти работу ионизации  $A$ .  $q_e=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

*Ответ:* а)  $A=49,2 \cdot 10^{-19}$  Дж; б)  $A=39,2 \cdot 10^{-19}$  Дж; в)  $A=29,2 \cdot 10^{-19}$  Дж; г)  $A=19,2 \cdot 10^{-19}$  Дж; д)  $A=9,2 \cdot 10^{-19}$  Дж.

398. Какой наименьшей скоростью  $v_{\min}$  должен обладать электрон, чтобы ионизировать атом водорода, если потенциал ионизации  $U_i$  водорода равен  $13,5$  В?  $q_e=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл;  $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$  кг.

*Ответ:* а)  $4,2 \cdot 10^6$  м/с; б)  $0,2 \cdot 10^6$  м/с; в)  $1,2 \cdot 10^6$  м/с; г)  $3,2 \cdot 10^6$  м/с; д)  $2,2 \cdot 10^6$  м/с.

399. Какой наименьшей скоростью  $v_{\min}$  должен обладать электрон, чтобы ионизировать атом азота, если потенциал ионизации  $U_i$  азота равен  $14,5$  В.  $q_e=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл;  $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$  кг.

*Ответ:* а)  $v_{\min}=1,3 \cdot 10^6$  м/с; б)  $v_{\min}=2,3 \cdot 10^6$  м/с; в)  $v_{\min}=3,3 \cdot 10^6$  м/с; г)  $v_{\min}=4,3 \cdot 10^6$  м/с; д)  $v_{\min}=5,3 \cdot 10^6$  м/с.

400. Электрон со скоростью  $1,83 \cdot 10^6$  м/с влетел в однородное электрическое поле в направлении, противоположном направлению вектора напряженности  $E$ . Какую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы обладать энергией, достаточной для ионизации атома водорода?  $\varphi_i=13,6$  В;  $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$  кг;  $q_e=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

*Ответ:* а)  $U=4,1$  В; б)  $U=5,1$  В; в)  $U=6,1$  В; г)  $U=7,1$  В; д)  $U=8,1$  В.

401. Сколько атомов двухвалентного металла выделится на  $1$  см<sup>2</sup> поверхности электрода за время  $t=5$  мин при плотности тока  $j=10$  А/м<sup>2</sup>.  $q_e=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

*Ответ:* а)  $N=3,4 \cdot 10^{17}$ ; б)  $N=5,4 \cdot 10^{17}$ ; в)  $N=7,4 \cdot 10^{17}$ ; г)  $N=9,4 \cdot 10^{17}$ ; д)  $N=11,4 \cdot 10^{17}$ .

402. Найти электрохимический эквивалент  $k$  водорода.  $F=96,5$  кКл/моль;  $Z=1$ ;  $\mu=1 \cdot 10^{-3}$  кг/моль.

*Ответ:* а)  $k=1,04 \cdot 10^{-8}$  кг/Кл; б)  $k=2,04 \cdot 10^{-8}$  кг/Кл; в)  $k=3,04 \cdot 10^{-8}$  кг/Кл; г)  $k=4,04 \cdot 10^{-8}$  кг/Кл; д)  $k=5,04 \cdot 10^{-8}$  кг/Кл.

403. Электрод в виде медной пластины площадью  $25$  см<sup>2</sup> погружен в электролитическую ванну с раствором медного



купороса. При прохождении тока, плотность, которого  $0,02 \text{ А/см}^2$ , на пластине выделилось  $100 \text{ мг}$  меди. Определить время пропускания тока.  $F=96,5 \text{ кКл/моль}$ ;  $Z=1$ ;  $\mu=64 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ .

*Ответ:* а)  $t=602 \text{ с}$ ; б)  $t=502 \text{ с}$ ; в)  $t=403 \text{ с}$ ; г)  $t=302 \text{ с}$ ; д)  $t=202 \text{ с}$ .

404. За какое время  $t$  при электролизе водного раствора хлорной меди ( $\text{CuCl}_2$ ) на катоде выделится масса  $m=4,74 \text{ г}$  меди, если ток  $I=2 \text{ А}$ ?  $F=96,5 \text{ кКл/моль}$ ;  $Z=1$ ;  $\mu=64 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ .

*Ответ:* а)  $t=1 \text{ ч}$ ; б)  $1,5 \text{ ч}$ ; в)  $2 \text{ ч}$ ; г)  $2,5 \text{ ч}$ ; д)  $3 \text{ ч}$ .

405. За какое время  $t$  при электролизе медного купороса масса медной пластинки (катада) увеличится на  $\Delta m=99 \text{ мг}$ ? Площадь пластинки  $S=25 \text{ см}^2$ , плотность тока  $j=200 \text{ А/м}^2$ .  $F=96,5 \text{ кКл/моль}$ ;  $Z=1$ ;  $\mu=64 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ .

*Ответ:* а)  $t=20 \text{ мин}$ ; б)  $t=15 \text{ мин}$ ; в)  $t=10 \text{ мин}$ ; г)  $t=5 \text{ мин}$ ; д)  $t=30 \text{ мин}$ .

406. Никелирование металлического изделия с поверхностью площадью  $120 \text{ см}^2$  продолжалось  $5 \text{ ч}$  током  $0,3 \text{ А}$ . Валентность никеля равна  $2$ . Определить толщину слоя никеля.  $\mu=59 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ ;  $\rho=8,8 \text{ кг/м}^3$ ;  $F=96,5 \cdot 10^3 \text{ Кл/моль}$ .

*Ответ:* а)  $d=12 \text{ мкм}$ ; б)  $d=14 \text{ мкм}$ ; в)  $d=16 \text{ мкм}$ ; г)  $d=7 \text{ мкм}$ ; д)  $d=20 \text{ мкм}$ .

407. Найти толщину слоя меди на катоде (медной пластинке) при электролизе медного купороса. Плотность тока  $j=200 \text{ А/м}^2$ . Время электролиза  $10 \text{ мин}$ .  $F=96,5 \text{ кКл/моль}$ ;  $Z=1$ ;  $\mu=64 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ ;  $\rho=8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

*Ответ:* а)  $d=46,9 \text{ мкм}$ ; б)  $d=76,9 \text{ мкм}$ ; в)  $d=56,9 \text{ мкм}$ ; г)  $d=18,9 \text{ мкм}$ ; д)  $d=8,9 \text{ мкм}$ .

## Список рекомендуемой литературы

1. Савельев, И. В. Курс физики : учебное пособие / И. В. Савельев. – 3-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2007. – Т. 1. Механика. Молекулярная физика. – 352 с. – Текст : непосредственный.
2. Савельев, И. В. Курс физики : учебное пособие / И. В. Савельев. – 3-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2007. – Т. 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. - 480 с. – Текст : непосредственный.
3. Трофимова, Т. И. Курс физики : учебное пособие / Т. И. Трофимова. – 21-е изд., стер. – Москва : Академия, 2015. - 560 с. – Текст : непосредственный.
4. Никеров, В. А. Физика: современный курс / В. А. Никеров. – 4-е изд. – Москва : Дашков и К , 2019. – 452 с. : ил. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573262> (дата обращения: 21.07.2021). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.
5. Барсуков, В. И. Физика. Механика : учебное пособие / В. И. Барсуков, О. С. Дмитриев ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2015. – 248 с. : ил., табл., схем. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444574> (дата обращения: 21.07.2021). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.
6. Полунин, В. М. Физика. Физические основы механики : конспект лекций / В. М. Полунин, Г. Т. Сычев ; Курский государственный технический университет. - Курск : **КурскГТУ**, 2002. - 180 с. - Текст : непосредственный.
7. Полунин, В. М. Физика. Физические основы механики : конспект лекций / В. М. Полунин, Г. Т. Сычев ; Курский государственный технический университет. - Курск : КурскГТУ, 2002. - 180 с. - Текст : электронный.
8. Полунин, В. М. Молекулярная физика и термодинамика : конспект лекций / В. М. Полунин, Г. Т. Сычѳв; Курск. гос. техн. ун-т. – Курск : КГТУ, 2002. - 166 с. - Текст : непосредственный.
9. Полунин, В. М. Физика. Электростатика. Постоянный электрический ток : конспект лекций / В. М. Полунин, Г. Т. Сычѳв; Курск. гос. техн. ун-т. – Курск: КурскГТУ, 2004. - 196 с. – Текст : электронный.