

УДК 531

Составители: Н.М. Игнатенко, Л.П. Петрова, Г.В. Карпова

Рецензент

Кандидат физико-математических наук Кузько А.Е.

Механика. Молекулярная физика. Электростатика. Постоянный ток: методические указания к выполнению практических работ для студентов всех технических специальностей и направлений подготовки/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Игнатенко Н.М., Петрова Л.П., Карпова Г.В. - Курск, 2021. 69 с.: ил. 36, Библиогр.: с.67.

Содержит методические рекомендации по выполнению практических работ по физике.

Методические указания соответствуют требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС), учебным планам и рабочим программам дисциплины «Физика» для всех технических специальностей и направлений подготовки.

Предназначены для студентов всех технических специальностей и направлений подготовки с двухсеместровым курсом физики для всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

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

Усл. печ. л. 4,01. Уч.-изд. л. 3.63. Тираж 50 экз. Заказ *2114* 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
Механика. Молекулярная физика. Термодинамика.....	5
Электростатика. Постоянный ток.....	49
Список рекомендуемой литературы	67

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.

МЕХАНИКА. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА

Практическое занятие №1,2

Кинематика материальной точки.

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 движения $\langle v \rangle$ 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/с²; б) $a=-2$ м/с²; в) $a=-1$ м/с²; г) $a=1$ м/с²; д) $a=1,2$ м/с².

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/с².

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.

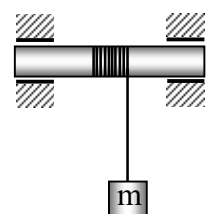


Рис. 1

Ответ: а) $a_t=4 \text{ м/с}^2$; б) $a_t=0,04 \text{ м/с}^2$; в) $a_t=0,4 \text{ м/с}^2$; г) $a_t=0,08 \text{ м/с}^2$; д) $a_t=0,8 \text{ м/с}^2$.

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° с вектором ее линейной скорости (рис. 2).

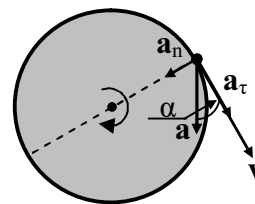


Рис. 2.

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).

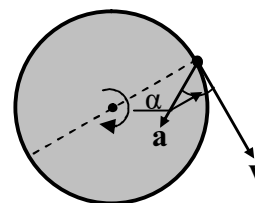


Рис. 3.

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

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 ω 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 ω 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 $j = A + 2t + t^3$. Найти угловое ускорение ϵ в момент времени $t=0,5 \text{ с}$.

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

14. Диск радиусом $0,1 \text{ м}$ вращается согласно уравнению $j = 10 + 20t - 2t^2$. 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 $R=50 \text{ м}$. Уравнение движения автомобиля $j = 10 + 10t - 0,5t^2$. Найти полное ускорение автомобиля в момент времени $t=9 \text{ с}$.

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 $R=20 \text{ м}$ согласно уравнению: $S=8t+0,2t^3$. Найти полное ускорение материальной точки в момент времени $t=3 \text{ с}$.

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 $t_1=1 \text{ с}$ до $t_2=4 \text{ с}$.

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

Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела. Законы Ньютона.

18. Тело массой $m=0,5 \text{ кг}$ 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) $F=0,2$ Н; б) $F=2$ Н; в) $F=3,5$ Н; г) $F=0,35$ 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/с². Телу какой массы эта сила сможет сообщить ускорение 2 м/с²?

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.

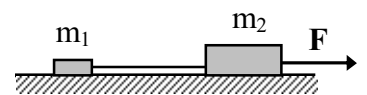


Рис. 4

Ответ: а) $a=2$ м/с²; б) $a=0,2$ м/с²; в) $a=0,02$ м/с²; г) $a=1,2$ м/с²; д) $a=3,2$ м/с².

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.



Рис. 5

Какова будет сила натяжения шнура, соединяющего бруски, если силу в $F=10$ Н приложить к первому бруску (рис. 5)? Трением пренебречь.

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

26. Автомобиль весит $9,8 \times 10^3$ 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) $F=98 \times 10^3$ Н; б) $F=9,8 \times 10^3$ Н; в) $F=0,98 \times 10^3$ Н; г) $F=0,98$ Н; д) $F=7,8 \times 10^3$ Н.

27. С каким ускорением поднимается лифт, если пружинные весы с гирей в 2 кг в момент начала подъема показали 24 Н? Принять $g=10$ м/с².

Ответ: а) $a=1$ м/с²; б) $a=2$ м/с²; в) $a=4$ м/с²; г) $a=3$ м/с²; д) $a=2,5$ м/с².

28. Две гири с массами $m_1=1$ кг и $m_2=2$ кг соединены нерастяжимой, невесомой нитью, перекинутой через невесомый блок. Найти ускорение, с которым движутся гири (рис. 6). Трением в блоке пренебречь. Принять $g=9,8$ м/с².

Ответ: а) $a=3,27$ м/с²; б) $a=0,3$ м/с²; в) $a=9,8$ м/с²; г) $a=0,98$ м/с²; д) $a=0,4$ м/с².

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 $g=9,8$ м/с².

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

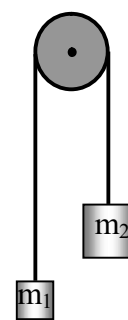


Рис. 6

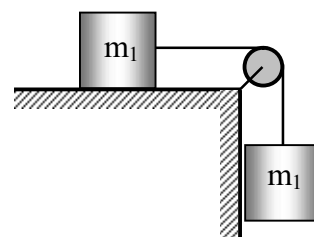


Рис. 7

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

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.

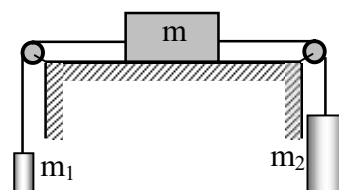


Рис. 8

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) $T_1=0,112 \text{ Н}$.

Практическое занятие №4

Динамика вращательного и колебательного движений твердого тела.

35. Радиус кривизны выпуклого моста, двигаясь по которому со скоростью 72 км/ч

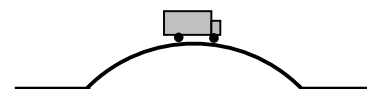


Рис. 9

автомобиль не оказывает давления на мост в верхней его точке (рис. 9), равен (принять ускорение свободного падения $g=10 \text{ м/с}^2$):

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

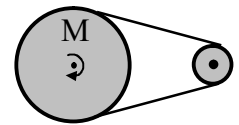


Рис. 10

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

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 $2,36 \text{ рад/с}^2$.

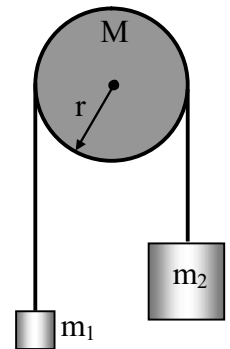


Рис. 11

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

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

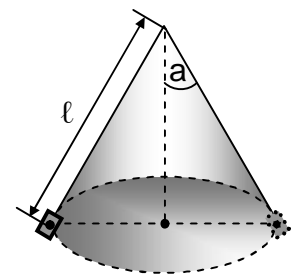


Рис. 12

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

39. Грузик массой 120 г , подвешенный на нити длиной 1 м , вращается в горизонтальной плоскости с частотой $n=0,56 \text{ об/с}$. 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) $R=52,2 \times 10^3$ км; б) $R=42,2 \times 10^3$ км; в) $R=32,2 \times 10^3$ км; г) $R=22,2 \times 10^3$ км; д) $R=12,2 \times 10^3$ км.

41. 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 угловое ускорение точки.

Ответ: а) $\epsilon = -0,23$ рад/с²; б) $\epsilon = -0,33$ рад/с²; в) $\epsilon = -0,43$ рад/с²; г) $\epsilon = -0,13$ рад/с²; д) $\epsilon = -0,53$ рад/с².

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.

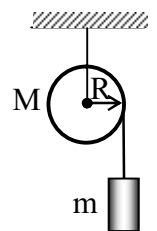


Рис. 13

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

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.

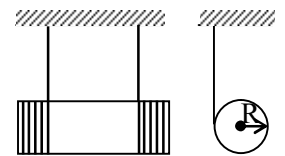


Рис. 14

Ответ: а) $\epsilon = 1 \times 10^2$ рад/с²; б) $\epsilon = 3 \times 10^2$ рад/с²; в) $\epsilon = 5 \times 10^2$ рад/с²; г) $\epsilon = 7 \times 10^2$ рад/с²; д) $\epsilon = 9 \times 10^2$ рад/с².

46. Диск радиусом $R=0,5$ м и массой $m=2$ кг вращается с угловым ускорением 5 с⁻² вокруг оси, проходящей через центр масс

диска перпендикулярно его плоскости. Определить величину вращающего момента.

Ответ: а) $M=3,25 \text{ Н}\cdot\text{м}$; б) $M=2,25 \text{ Н}\cdot\text{м}$; в) $M=1,25 \text{ Н}\cdot\text{м}$; г) $M=0,25 \text{ Н}\cdot\text{м}$; д) $M=0,125 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

47. Диск радиусом $R=0,5 \text{ м}$ и массой $m=2 \text{ кг}$ вращается с угловым ускорением 5 с^{-2} вокруг оси, проходящей через точку расположенную на расстоянии $l=0,5R$ от центра масс диска перпендикулярно его плоскости (рис. 15). Определить величину вращающего момента.

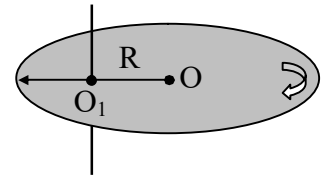


Рис. 15

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 с^{-2} вокруг оси, проходящей через точку расположенную на расстоянии $l=R$ от центра масс диска перпендикулярно его плоскости (рис. 16). Определить величину вращающего момента.

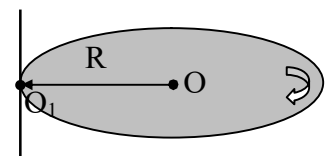


Рис. 16

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

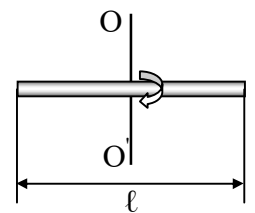


Рис. 17

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 см и массой 400 г вращается под действием вращающего момента $M=0,1 \text{ Н}\cdot\text{м}$ около оси, проходящей через точку, находящуюся на расстоянии $l=0,25 \text{ м}$ от

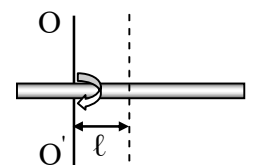


Рис. 18

середины стержня перпендикулярно к его длине (рис. 18). Определить угловое ускорение стержня.

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

51. Тонкий стержень массой 300 г вращается с угловым ускорением $\epsilon=4 \text{ рад/с}^2$ под действием вращающего момента $M=0,1 \text{ Нм}$ 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).

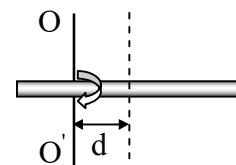


Рис. 19

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

52. Тонкий стержень длиной 0,5 м под действием вращающего момента $M=1 \text{ Нм}$ вращается с угловым ускорением $\epsilon=3 \text{ рад/с}^2$, относительно оси, проходящей через точку, находящуюся на расстоянии $d=0,5l$ (l – длина стержня) от середины стержня перпендикулярно к его длине (рис. 19). Определить массу стержня.

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

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

Ответ: а) $M=3,64 \text{ Нм}$; б) $M=-0,64 \text{ Нм}$; в) $M=0,64 \text{ Нм}$; г) $M=-2,64 \text{ Нм}$; д) $M-3,64 \text{ Нм}$.

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

Ответ: а) $L=3,64 \text{ (кгм}^2\text{)/с}$; б) $L=-0,64 \text{ (кгм}^2\text{)/с}$; в) $L=0,64 \text{ (кгм}^2\text{)/с}$; г) $L=-2,64 \text{ (кгм}^2\text{)/с}$; д) $L=-3,64 \text{ (кгм}^2\text{)/с}$.

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

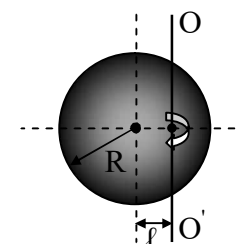


Рис. 20

Ответ: а) $I=0,56 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; б) $I=0,46 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; в) $I=0,36 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; г) $I=0,26 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; д) $I=0,16 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

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

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

57. Определить момент инерции Земли относительно оси вращения.

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

58. Определить момент импульса Земли относительно оси вращения.

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

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.

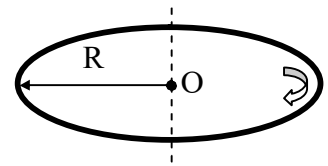


Рис. 21

Ответ: а) $L=150 (\text{кг}\cdot\text{м}^2)/\text{с}$; б) $L=10 (\text{кг}\cdot\text{м}^2)/\text{с}$; в) $L=80 (\text{кг}\cdot\text{м}^2)/\text{с}$; г) $L=100 (\text{кг}\cdot\text{м}^2)/\text{с}$; д) $L=130 (\text{кг}\cdot\text{м}^2)/\text{с}$.

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

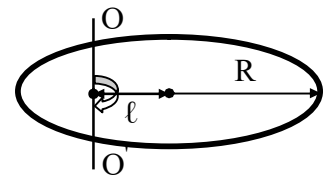


Рис. 22

Ответ: а) $I=5,25 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; б) $I=4,25 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; в) $I=3,25 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; г) $I=2,25 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; д) $I=1,25 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

61. Определить момента инерции алюминиевого цилиндра (рис. 23) радиусом $R=100$ см и высотой $h=0,5$ м относительно оси,

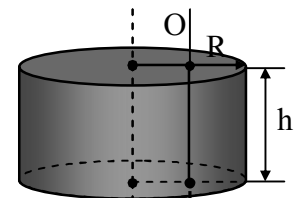


Рис. 23

перпендикулярной плоскости его оснований, расположенной на расстоянии $l=0,5R$ от центра.

Ответ: а) $I=3,2 \times 10^3 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; б) $I=4,2 \times 10^3 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; в) $I=5,2 \times 10^3 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; г) $I=6,2 \times 10^3 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; д) $I=7,2 \times 10^3 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

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.

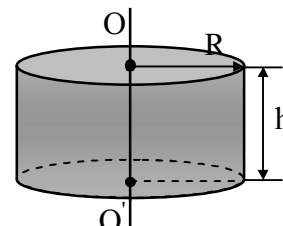


Рис. 24

Ответ: а) $L=1,55 \text{ (кг}\cdot\text{м}^2)/\text{с}$; б) $L=15,5 \text{ (кг}\cdot\text{м}^2)/\text{с}$; в) $L=25,5 \text{ (кг}\cdot\text{м}^2)/\text{с}$; г) $L=35,5 \text{ (кг}\cdot\text{м}^2)/\text{с}$; д) $L=45,5 \text{ (кг}\cdot\text{м}^2)/\text{с}$.

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 $l=2R$ от центра (рис. 25).

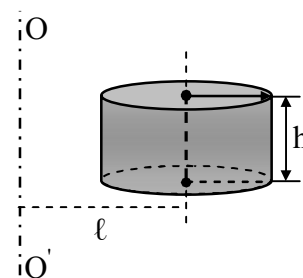


Рис. 25

Ответ: а) $I=2,9 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; б) $I=1,9 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; в) $I=0,9 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; г) $I=0,19 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; д) $I=0,29 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

64. Маховое колесо начинает вращаться с угловым ускорением $\epsilon=0,5 \text{ рад}/\text{с}^2$ и через время $t=15$ с после начала движения приобретает момент импульса $L=73,5 \text{ (кг}\cdot\text{м}^2)/\text{с}$. Определить момент инерции махового колеса.

Ответ: а) $I=9,8 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; б) $I=7,2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; в) $I=5,8 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; г) $I=6,2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; д) $I=2,2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

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) $L=10,8 \text{ (кг}\cdot\text{м}^2)/\text{с}$; б) $L=9,8 \text{ (кг}\cdot\text{м}^2)/\text{с}$; в) $L=8,8 \text{ (кг}\cdot\text{м}^2)/\text{с}$; г) $L=7,8 \text{ (кг}\cdot\text{м}^2)/\text{с}$; д) $L=6,8 \text{ (кг}\cdot\text{м}^2)/\text{с}$.

66. Для гироскопической стабилизации корабля используют в качестве гироскопа однородный круглый диск массой 5×10^4 кг и

радиусом 2 м, который вращается с угловой скоростью 94,2 рад/с. Определить модуль момента импульса стабилизатора.

Ответ: а) $L=9,42 \times 10^6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$; б) $L=94,2 \times 10^6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$; в) $L=0,942 \times 10^6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$; г) $L=1,942 \times 10^8 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$; д) $L=2,942 \times 10^8 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$.

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

Ответ: а) $M=0,168 \text{ Н}\cdot\text{м}$; б) $M=168 \text{ Н}\cdot\text{м}$; в) $M=17 \text{ Н}\cdot\text{м}$; г) $M=8 \text{ Н}\cdot\text{м}$; д) $M=16 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

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 Нм. Через 10 с после начала вращения тело достигло угловой скорости 4 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 $m=1$ кг и радиусом $R=5$ см вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Закон вращения шара выражается уравнением: $j = 4 + 2t + t^2$. 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: $j = 1+4t-5t^2$. Определить тормозящий момент.

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

Практическое занятие №5

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 $0,6 \text{ м}$ вращается вокруг оси, проходящей через центр, делая 20 об/с . Какую работу необходимо совершить, чтобы остановить обруч?

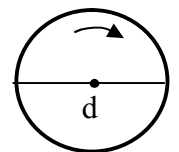


Рис. 26

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

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

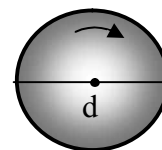


Рис. 27

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

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

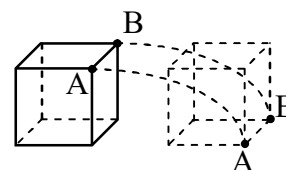


Рис. 28

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 $\mu=0,1$.

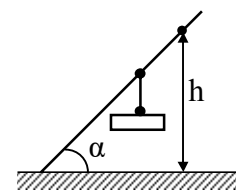


Рис. 29

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 $3,0 \text{ м/с}^2$?

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?

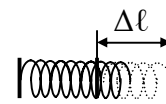


Рис. 30

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) $F_c=1,1$ Н; б) $F_c=1,3$ Н; в) $F_c=1,5$ Н; г) $F_c=1,7$ Н; д) $F_c=1,9$ 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) $A=0,025$ Дж; б) $A=0,035$ Дж; в) $A=0,065$ Дж; г) $A=0,045$ Дж; д) $A=0,055$ Дж.

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

Ответ: а) $\langle F \rangle = 16,5$ кН; б) $\langle F \rangle = 15,5$ кН; в) $\langle F \rangle = 14,5$ кН; г) $\langle F \rangle = 13,5$ кН; д) $\langle F \rangle = 12,5$ 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) $A=3,35$ кДж; б) $A=3,45$ кДж; в) $A=3,55$ кДж; г) $A=3,65$ кДж; д) $A=3,75$ 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 м/с. Чему равна средняя сила сопротивления доски движению пули?

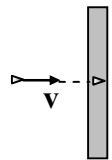


Рис. 31

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° 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° (рис. 32)? Коэффициент трения считать постоянным во время всего движения и равным $\mu=0,025$.

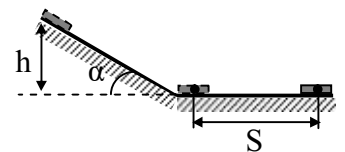


Рис. 32

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

99. 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.

100. 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.

101. 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) $W=1,97 \times 10^{-2}$ кДж; в) $W=1,97$ кДж; г) $W=1,97 \times 10^{-2}$ Дж; д) $W=0,97 \times 10^{-2}$ Дж.

102. 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.

103. 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.

104. 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.

105. 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 $1,0 \times 10^3$ кг/м³.

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

106. 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.

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

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

108. 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) $DI=5,3 \times 10^{-2}$ м; б) $DI=5,5 \times 10^{-2}$ м; в) $DI=5,7 \times 10^{-2}$ м; г) $DI=5,9 \times 10^{-2}$ м; д) $DI=6,1 \times 10^{-2}$ м.

109. 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.

110. 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.

111. 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) $W_p/W_k=1$.

112. 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.

113. Шар диаметром $d=6$ см и массой $m=0,25$ кг катится без скольжения по горизонтальной плоскости. Частота вращения шара $n=2$ 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.

114. Маховик вращается по закону, выраженному уравнением: $j=2+16t-2t^2$ Момент инерции маховика 50 кг·м² 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.

115. 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.

116. 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.

117. Моторы электровоза при движении со средней скоростью $20,0$ м/с потребляют мощность $8,0 \times 10^5$ 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.

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

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

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

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

120. 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) $N = 1,3 \text{ кВт}$; б) $N = 1,4 \text{ кВт}$; в) $N = 1,5 \text{ кВт}$; г) $N = 1,6 \text{ кВт}$; д) $N = 1,7 \text{ кВт}$.

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

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

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

Ответ: а) $M = 3,58 \text{ Нж}$; б) $M = 3,48 \text{ Нж}$; в) $M = 3,38 \text{ Нж}$; г) $M = 3,28 \text{ Нж}$; д) $M = 3,18 \text{ Нж}$.

123. Маховик вращается по закону, выражаемому уравнением $j = 2 + 32t - 4t^2$. Найти среднюю мощность $\langle N \rangle$, развиваемую силами, действующими на маховик при его вращении, до остановки, если его момент инерции $I = 100 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

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

124. Шар скатывается с наклонной плоскости высотой 90 см (рис. 33). Определить линейную скорость центра шара в тот момент,

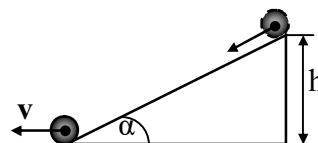


Рис. 33

когда шар скатится с наклонной плоскости? 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) $v=3,55 \text{ см/с}$.

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

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

126. 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).

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

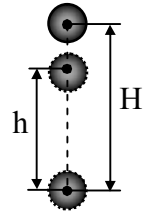


Рис. 34

127. Металлический шарик, падая с высоты 1 м на стальную плиту, отскакивает от нее на высоту $0,81 \text{ м}$. 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) $k=0,8$.

128. Тело массой 2 кг движется со скоростью 3 м/с и нагоняет второе тело массой 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.

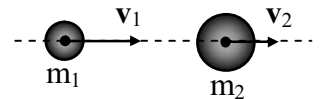


Рис. 35

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

129. 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.

130. Два свинцовых шарика массами 50 г и 200 г висят на двух параллельных нитях длиной 75 см каждая. Шарик большего шара 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).

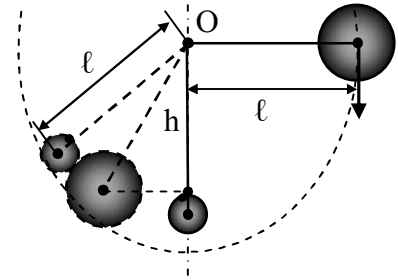


Рис. 36

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.

103. Платформа в виде диска вращается по инерции около вертикальной оси с частотой $n_1=14$ мин⁻¹. На краю платформы стоит человек. Когда человек перешел в центр платформы, частота возросла до $n_2=25$ мин⁻¹. Масса человека 75 кг. Определить массу платформы. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

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

104. Камень брошен под углом к горизонту со скоростью $v_0=20$ м/с. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить, на какой высоте от горизонта скорость камня уменьшится вдвое (рис. 26).

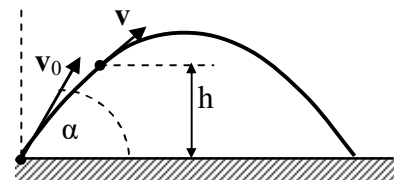


Рис. 26

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

105. Определить величину кинетической энергии тела массой $m=1$ кг, брошенного горизонтально со скоростью $v_0=20$ м/с в конце четвертой секунды его движения (рис. 27). Принять $g=10$ м/с².

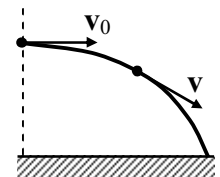


Рис. 27

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

106. Пуля массой 10 г, двигаясь со скоростью 800 м/с, попадает в доску толщиной 5 см и вылетает

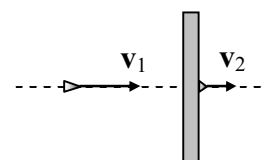


Рис. 28

из нее со скоростью 100 м/с (рис. 28). Определить силу сопротивления доски, считая эту силу постоянной.

Ответ: а) $F_c=65$ кН; б) $F_c=64$ кН; в) $F_c=63$ кН; г) $F_c=62$ кН; д) $F_c=61$ кН.

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

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

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

109. 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.

110. Вагон массой $m=20,0$ т движется равнозамедленно, имея начальную скорость $v_0=54$ км/ч, ускорение $a=0,300$ м/с². 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.

111. Вагон массой $m=20,0$ т движется равнозамедленно, имея начальную скорость $v_0=54$ км/ч, ускорение $a=0,300$ м/с². 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.

112. 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.

113. 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) $Dp=2,73$ кгж/с; б) $Dp=2,63$ кгж/с; в) $Dp=2,53$ кгж/с; г) $Dp=2,43$ кгж/с; д) $Dp=2,33$ кгж/с.

114. 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.

115. Пуля, летящая горизонтально, попадает в шар, подвешенный на очень легком, жестком стержне, и застревает в нем (рис. 29). 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 ?

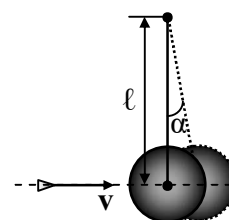


Рис. 29

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.

116. 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.

117. 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.

118. Шар диаметром $d=6$ см и массой $m=0,25$ кг катится без скольжения по горизонтальной плоскости. Частота вращения шара $n=2$ 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.

119. 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 ω будет вращаться платформа, если человек будет идти вдоль ее края со скоростью $v=2$ м/с относительно платформы (рис. 30).

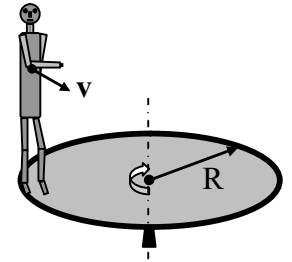


Рис. 30

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.

120. Платформа, имеющая форму диска, может вращаться около вертикальной оси. На краю платформы стоит человек массой $m_1=60$ кг. На какой угол j 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) $j = -135^\circ$; б) $j = -130^\circ$; в) $j = -125^\circ$; г) $j = -120^\circ$; д) $j = -115^\circ$.

121. Платформа в виде диска радиусом $R=1$ м вращается по инерции с частотой $n_1=6$ мин⁻¹. На краю платформы стоит человек, масса которого $m_2=80$ кг (рис. 31). С какой частотой n будет вращаться платформа, если человек перейдет в ее центр? Момент инерции платформы $I=120$ кгж². Момент инерции человека рассчитывать, как для материальной точки.

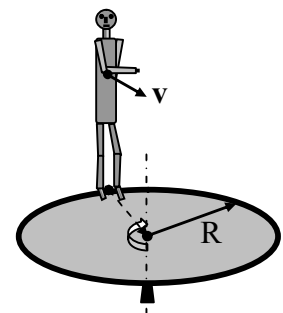


Рис. 31

Ответ: а) $n=16$ мин⁻¹; б) $n=14$ мин⁻¹; в) $n=12$ мин⁻¹; г) $n=10$ мин⁻¹; д) $n=8$ мин⁻¹.

122. В центре скамьи Жуковского стоит человек и держит в руках стержень длиной $l=2,4$ м и массой $m=8$ кг, расположенный вертикально по оси вращения скамьи (рис. 32). Скамья с человеком

вращается с частотой $n_1=1 \text{ с}^{-1}$. С какой частотой n_2 будет вращаться скамья с человеком, если он повернет стержень в горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи $I=6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

Ответ: а) $n_2=0,41 \text{ с}^{-1}$; б) $n_2=0,51 \text{ с}^{-1}$; в) $n_2=0,61 \text{ с}^{-1}$; г) $n_2=0,71 \text{ с}^{-1}$; д) $n_2=0,81 \text{ с}^{-1}$.

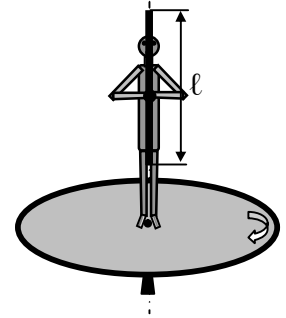


Рис. 32

123. 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) $N=1,3 \text{ кВт}$; б) $N=1,4 \text{ кВт}$; в) $N=1,5 \text{ кВт}$; г) $N=1,6 \text{ кВт}$; д) $N=1,7 \text{ кВт}$.

124. 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 $g=10 \text{ м/с}^2$.

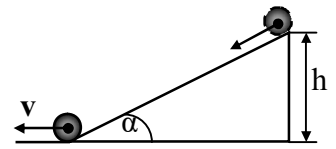


Рис. 33

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) $v=3,55 \text{ см/с}$.

125. 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 ω 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) $\omega=6 \text{ с}^{-1}$.

126. На барабан радиусом $R=0,5 \text{ м}$ намотан шнур, к концу которого привязан груз массой 10 кг (рис. 34). Найти момент инерции барабана, если известно, что груз опускается с ускорением $a=2,04 \text{ м/с}^2$.

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) $I=49,6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

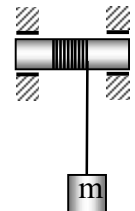


Рис. 34

127. 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 № 6

Статистическая физика и термодинамика. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов.

128. Какое количество молекул находится в комнате объемом 80 м^3 при температуре 17°С и давлении 750 мм рт. ст. ?

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

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

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

130. Масса газа 12 г занимает объем 4 л при температуре 7°С . 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 К ; д) $T_2=1600 \text{ К}$.

131. В баллоне объемом 10 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) $p=0,364 \text{ МПа}$.

132. В баллоне емкостью 25 л находится смесь газов, состоящая из аргона массой 20 г и гелия массой 2 г при температуре 301 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) $p=2 \times 10^5 \text{ Па}$; д) $p=3 \times 10^5 \text{ Па}$.

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

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

134. Баллон содержит 80 г кислорода и 320 г аргона. Давление смеси равно 1 МПа. Температура смеси – 300 К. Принимая газы за идеальные, определить объем баллона.

Ответ: а) $V=2$ л; б) $V=6$ л; в) $V=6,2$ л; г) $V=26,2$ л; д) $V=262$ л.

135. В цилиндре под поршнем находится водород, при температуре 20°C. Водород расширился адиабатически, увеличив свой объем 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) $T_2=454\text{K}$.

136. 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.

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

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

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

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

Ответ: а) $\rho=1,7 \times 10^{-14}$ кг/м³; б) $\rho=1,6 \times 10^{-14}$ кг/м³; в) $\rho=1,5 \times 10^{-14}$ кг/м³; г) $\rho=1,4 \times 10^{-14}$ кг/м³; д) $\rho=1,3 \times 10^{-14}$ кг/м³.

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

Ответ: а) $\langle z \rangle = 5,1 \times 10^{-6} \text{ с}^{-1}$; б) $\langle z \rangle = 5,2 \times 10^{-6} \text{ с}^{-1}$; в) $\langle z \rangle = 5,3 \times 10^{-6} \text{ с}^{-1}$;
 г) $\langle z \rangle = 5,4 \times 10^{-6} \text{ с}^{-1}$; д) $\langle z \rangle = 5,5 \times 10^{-6} \text{ с}^{-1}$.

141. 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) $\langle \lambda \rangle = 8,5 \times 10^6 \text{ м}$; б) $\langle \lambda \rangle = 8,6 \times 10^6 \text{ м}$; в) $\langle \lambda \rangle = 8,7 \times 10^6 \text{ м}$;
 г) $\langle \lambda \rangle = 8,8 \times 10^6 \text{ м}$; д) $\langle \lambda \rangle = 8,9 \times 10^6 \text{ м}$.

142. При атмосферном давлении и температуре 0°C длина свободного пробега молекулы водорода равна $0,1 \text{ мкм}$. Оцените диаметр этой молекулы.

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

143. Какая часть молекул воздуха при температуре 17°C обладает скоростями, отличающимися не более, чем на $0,5 \text{ м/с}$ от скорости, равной $v = 0,1 \langle v_B \rangle$.

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

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

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

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

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

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

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) $\Delta N_1/N = 0,024$.

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

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

Ответ: а) $\rho=11$ кг/м³; б) $\rho=13$ кг/м³; в) $\rho=15$ кг/м³; г) $\rho=17$ кг/м³; д) $\rho=19$ кг/м³.

149. 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.

150. 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) $m=5 \times 10^{-3}$ кг; б) $m=6 \times 10^{-3}$ кг; в) $m=7 \times 10^{-3}$ кг; г) $m=8 \times 10^{-3}$ кг; д) $m=9 \times 10^{-3}$ кг.

151. 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) $p_1/p_2=1,1$.

152. 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/м³; б) $\rho=1,37$ кг/м³; в) $\rho=1,47$ кг/м³; г) $\rho=1,57$ кг/м³; д) $\rho=1,67$ кг/м³.

153. При сгорании природного газа объемом 1 м³, находящегося при нормальных условиях, выделяется энергия равная 36 МДж. Сколько энергии выделится при сжигании газа объемом 10 м³, 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.

154. 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) $p'=15$ ат; б) $p'=14$ ат; в) $p'=13$ ат; г) $p'=12$ ат;
 д) $p'=11$ ат.

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

Ответ: а) $\rho=0,5$ кг/м³; б) $\rho=0,6$ кг/м³; в) $\rho=0,7$ кг/м³; г) $\rho=0,8$ кг/м³;
 д) $\rho=0,9$ кг/м³.

156. 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) $\Delta m=8,5 \times 10^3$ кг; б) $\Delta m=7,5 \times 10^3$ кг; в) $\Delta m=6,5 \times 10^3$ кг;
 г) $\Delta m=5,5 \times 10^3$ кг; д) $\Delta m=4,5 \times 10^3$ кг.

157. В сосуде находится 14 г азота и 9 г водорода при температуре 10°C и давлении 1 МПа. Найти объем сосуда.

Ответ: а) $V=15,8 \times 10^{-3}$ м³; б) $V=14,8 \times 10^{-3}$ м³; в) $V=13,8 \times 10^{-3}$ м³;
 г) $V=12,8 \times 10^{-3}$ м³; д) $V=11,8 \times 10^{-3}$ м³.

158. 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/м³; б) $\rho=1,97$ кг/м³; в) $\rho=1,87$ кг/м³;
 г) $\rho=1,77$ кг/м³; д) $\rho=1,67$ кг/м³.

159. В сварочном цехе стоит 40 баллонов ацетилен C_2H_2 ёмкостью $V=40$ дм³ каждый. Все баллоны включены в общую магистраль. После 12 ч непрерывной работы давление во всех баллонах упало с $1,3 \times 10^7$ Па до $0,7 \times 10^7$ 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.

160. Определить плотность смеси 4 г водорода и 32 г кислорода при температуре 7°C и давлении 700 мм рт. ст.

Ответ: а) $\rho=0,88$ кг/м³; б) $\rho=0,78$ кг/м³; в) $\rho=0,68$ кг/м³;
 г) $\rho=0,58$ кг/м³; д) $\rho=0,48$ кг/м³.

161. На какой высоте давление воздуха составляет 75% от давления на уровне моря? Температуру считать постоянной и равной 0°C .

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

162. 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) $n_0/n_h=1,6 \times 10^{10}$; б) $n_0/n_h=1,7 \times 10^{10}$; в) $n_0/n_h=1,8 \times 10^{10}$;
 г) $n_0/n_h=1,9 \times 10^{10}$; д) $n_0/n_h=2,0 \times 10^{10}$.

163. 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) $h=0,89 \times 10^3$ м; б) $h=0,87 \times 10^3$ м; в) $h=0,88 \times 10^3$ м;
 г) $h=0,98 \times 10^3$ м; д) $h=0,78 \times 10^3$ м.

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

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

165. При каком значении скорости 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) $v=1,24v_B$.

166. 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) $N_A=5,92 \times 10^{23}$ моль $^{-1}$; б) $N_A=6,02 \times 10^{23}$ моль $^{-1}$;
 в) $N_A=6,12 \times 10^{23}$ моль $^{-1}$; г) $N_A=6,22 \times 10^{23}$ моль $^{-1}$; д) $N_A=6,32 \times 10^{23}$ моль $^{-1}$.

167. 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°C .

Ответ: а) $\Delta p=0,36 \times 10^5$ Па; б) $\Delta p=0,46 \times 10^5$ Па; в) $\Delta p=0,56 \times 10^5$ Па;

з) $\Delta p = 0,66 \times 10^5 \text{ Па}$; д) $\Delta p = 0,76 \times 10^5 \text{ Па}$.

168. 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°C , определить это отношение на высоте $h = 10 \text{ км}$.

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

Практическое занятие № 7

Термодинамика изопроцессов и циклов.

169. 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) $Q = 1,3 \text{ кДж}$; б) $Q = 1,2 \text{ кДж}$; в) $Q = 1,1 \text{ кДж}$; г) $Q = 1,0 \text{ кДж}$; д) $Q = 0,9 \text{ кДж}$.

170. 60 г кислорода находится под давлением 300 кПа при температуре 10°C . После нагревания при постоянном давлении газ занял объем 10 л. Найти энергию теплового движения молекул до нагревания.

Ответ: а) $W = 9 \text{ кДж}$; б) $W = 11 \text{ кДж}$; в) $W = 13 \text{ кДж}$; г) $W = 15 \text{ кДж}$; д) $W = 17 \text{ кДж}$.

171. 60 г кислорода находится под давлением 300 кПа при температуре 10°C . После нагревания при постоянном давлении газ занял объем 10 л. Найти энергию теплового движения молекул после нагревания.

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

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

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

173. 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.

174. 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.

175. 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) $p_3=2,3 \times 10^5$ Па; б) $p_3=2,4 \times 10^5$ Па; в) $p_3=2,5 \times 10^5$ Па;
 г) $p_3=2,6 \times 10^5$ Па; д) $p_3=2,7 \times 10^5$ Па.

176. 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. 35).

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

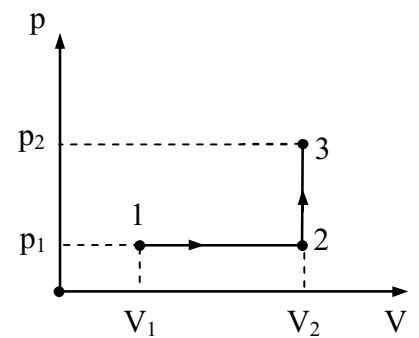


Рис. 35

177. 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.

178. 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) $A/Q=0,69$.

179. Определить работу изотермического сжатия газа,

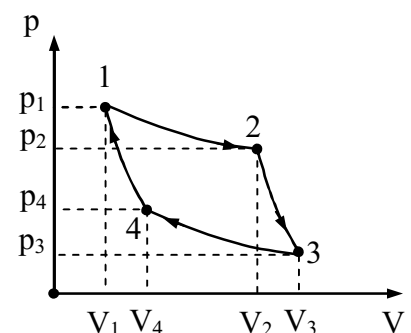


Рис. 36

совершающего цикл Карно (рис. 36), КПД которого 0,4, если работа изотермического расширения равна 8 Дж.

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.

180. 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) $t_2=30$ °С; б) $t_2=28$ °С; в) $t_2=26$ °С; г) $t_2=24$ °С; д) $t_2=22$ °С.

181. Найти удельную теплоемкость c_V для смеси газов, содержащих кислород массой 10 г и азот 20 г.

Ответ: а) $c_{V_{см}}=0,41 \times 10^3$ Дж/(кгЖ); б) $c_{V_{см}}=0,51 \times 10^3$ Дж/(кгЖ); в) $c_{V_{см}}=0,61 \times 10^3$ Дж/(кгЖ); г) $c_{V_{см}}=0,71 \times 10^3$ Дж/(кгЖ); д) $c_{V_{см}}=0,81 \times 10^3$ Дж/(кгЖ).

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

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

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

Ответ: а) $C_p=25,8$ Дж/(мольЖ); б) $C_p=26,8$ Дж/(мольЖ); в) $C_p=27,8$ Дж/(мольЖ); г) $C_p=28,8$ Дж/(мольЖ); д) $C_p=29,8$ Дж/(мольЖ).

184. Смесь газов состоит из двух молей одноатомного и трех молей двухатомного газов. Определить молярную теплоемкость C_V смеси.

Ответ: а) $C_V=17,5$ Дж/(мольЖ); б) $C_V=16,5$ Дж/(мольЖ); в) $C_V=15,5$ Дж/(мольЖ); г) $C_V=14,5$ Дж/(мольЖ); д) $C_V=13,5$ Дж/(мольЖ).

185. 6,5 г водорода, находящегося при температуре 27°С, расширяется вдвое при $p=\text{const}$ за счет притока тепла извне. Найти работу расширения.

Ответ: а) $A=5,1$ кДж; б) $A=6,1$ кДж; в) $A=7,1$ кДж; г) $A=$

$=8,1$ кДж; д) $A=9,1$ кДж.

186. 6,5 г водорода, находящегося при температуре 27°C, расширяется вдвое при $p=\text{const}$ за счет притока тепла извне. Найти изменение внутренней энергии газа.

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

187. 6,5 г водорода, находящегося при температуре 27 °С, 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.

188. 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) $\nu_a=1,68 \times 10^3$ молей; б) $\nu_a=1,58 \times 10^3$ молей; в) $\nu_a=1,48 \times 10^3$ молей; г) $\nu_a=1,38 \times 10^3$ молей; д) $\nu_a=1,28 \times 10^3$ молей.

189. 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.

190. 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) $C_p/C_v=1,59$.

191. 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.

192. 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.

193. 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) $\eta=9\%$.

194. Кислород массой 10 г, находится температуре 10°C и под давлением 300 кПа и. После нагревания при $p=\text{const}$ газ занял объем $V=10$ л. Найти приращение внутренней энергии ΔU 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.

195. Кислород массой 10 г, находится температуре 10°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.

196. 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.

197. 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.

198. 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.

199. 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.

200. 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.

201. 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.

202. 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.

203. 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) $p_2/p_1=2,72$.

204. 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.

205. 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) $i=6,5$.

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

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

207. 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.

208. 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 ΔS 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.

209. 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.

210. 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.

211. 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.

212. 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) $T=257\text{ К}$; б) $T=247\text{ К}$; в) $T=237\text{ К}$; г) $T=227\text{ К}$;
 д) $T=217\text{ К}$.

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

Ответ: а) $DS=77\text{ Дж/К}$; б) $DS=66\text{ Дж/К}$; в) $DS=55\text{ Дж/К}$;
 г) $DS=45\text{ Дж/К}$; д) $DS=35\text{ Дж/К}$.

214. Найти изменение энтропии при переходе 8 г кислорода от объёма 10 л при температуре 80°C к объёму 40 л при температуре 300°C .

Ответ: а) $DS=5,42\text{ Дж/К}$; б) $DS=6,42\text{ Дж/К}$; в) $DS=7,42\text{ Дж/К}$;
 г) $DS=8,42\text{ Дж/К}$; д) $DS=9,42\text{ Дж/К}$.

Практическое занятие № 8

Реальные газы. Уравнение состояния реальных газов. Внутренняя энергия и теплоёмкости реального газа.

215. В баллоне емкостью 20 л находится 80 молей некоторого газа. При 14°C давление газа равно 90 ат; при 63°C давление газа равно 109 ат. Вычислить постоянную Ван-дер-Ваальса "b" для этого газа.

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

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

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) $p_1=2,58\text{ МПа}$.

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

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) $p_1=2,23\text{ МПа}$.

218. 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) $p=2,4 \times 10^9$ Па; б) $p=2,3 \times 10^9$ Па; в) $p=2,2 \times 10^9$ Па;
г) $p=2,1 \times 10^9$ Па; д) $p=2,0 \times 10^9$ Па.

219. Найти эффективный диаметр молекулы кислорода, считая, что практические величины T_k и p_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.

220. 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) $\langle \lambda \rangle = 6 \times 10^{-10}$ м; б) $\langle \lambda \rangle = 5 \times 10^{-10}$ м; в) $\langle \lambda \rangle = 4 \times 10^{-10}$ м;
г) $\langle \lambda \rangle = 3 \times 10^{-10}$ м; д) $\langle \lambda \rangle = 2 \times 10^{-10}$ м.

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

Ответ: а) $V_k=5 \times 10^{-5}$ м³; б) $V_k=6 \times 10^{-5}$ м³; в) $V_k=7 \times 10^{-5}$ м³;
г) $V_k=8 \times 10^{-5}$ м³; д) $V_k=9 \times 10^{-5}$ м³.

222. 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.

223. 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.

224. 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.

225. 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.

226. 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) $V=0,251$ м³; б) $V=0,241$ м³; в) $V=0,231$ м³;
г) $V=0,221$ м³; д) $V=0,211$ м³.

227. 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) $V=0,89$ м³; б) $V=0,79$ м³; в) $V=0,69$ м³; г) $V=0,59$ м³;
д) $V=0,49$ м³.

Практическое занятие № 9

Физическая кинетика. Явления переноса.

228. Динамическая вязкость кислорода при нормальных условиях $\eta=19,8 \times 10^{-6}$ 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.

229. Динамическая вязкость углекислого газа при нормальных условиях $\eta=14 \times 10^{-6}$ 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.

230. 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 $\eta_2=\eta_3=1,9 \times 10^{-5}$ 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.

231. Оценить среднюю длину свободного пробега $\langle \lambda \rangle$ ионов в водородной плазме. Температура плазмы 10^7 К, число ионов в 1 см³ плазмы равно 10^{15} . При указанной температуре эффективное

сечение иона водорода считать равным $4 \times 10^{-20} \text{ см}^2$.

Ответ: а) $\langle \lambda \rangle \sim 0,8 \times 10^2 \text{ м}$; б) $\langle \lambda \rangle \sim 1,0 \times 10^2 \text{ м}$; в) $\langle \lambda \rangle \sim 1,2 \times 10^2 \text{ м}$;
г) $\langle \lambda \rangle \sim 1,4(10^2 \text{ м})$; д) $\langle \lambda \rangle \sim 1,6(10^2 \text{ м})$.

232. Коэффициент теплопроводности кислорода при температуре 100°С $\chi = 3,25 \times 10^{-2} \text{ Вт/(мЖ)}$. Вычислить коэффициент вязкости кислорода при этой температуре.

Ответ: а) $\eta = 20 \text{ мПаж}$; б) $\eta = 30 \text{ мПаж}$; в) $\eta = 40 \text{ мПаж}$;
г) $\eta = 50 \text{ мПаж}$; д) $\eta = 60 \text{ мПаж}$.

233. При нормальных условиях динамическая вязкость воздуха $\eta = 17,2 \text{ мкПаж}$. Найти для тех же условий коэффициент теплопроводности воздуха. Значение K вычислить по формуле

$$K = \frac{9\eta - 5}{4}, \text{ где } \gamma - \text{показатель адиабаты.}$$

Ответ: а) $\chi = 26,4 \text{ мВт/(мЖ)}$; б) $\chi = 25,4 \text{ мВт/(мЖ)}$;
в) $\chi = 24,4 \text{ мВт/(мЖ)}$; г) $\chi = 23,4 \text{ мВт/(мЖ)}$; д) $\chi = 22,4 \text{ мВт/(мЖ)}$.

234. Определить коэффициент теплопроводности насыщенного пара, находящегося при температуре $T = 373 \text{ К}$. Эффективный диаметр молекул водяного пара $d = 0,30 \text{ нм}$.

Ответ: а) $\chi = 24,9 \text{ мВт/(мЖ)}$; б) $\chi = 23,9 \text{ мВт/(мЖ)}$;
в) $\chi = 22,9 \text{ мВт/(мЖ)}$; г) $\chi = 21,9 \text{ мВт/(мЖ)}$; д) $\chi = 20,9 \text{ мВт/(мЖ)}$.

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

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

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

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

237. Коэффициент диффузии кислорода при температуре $t = 0^\circ\text{С}$ – $D = 0,19 \text{ см}^2/\text{с}$. 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) $\langle \lambda \rangle = 175 \text{ нм}$.

ЭЛЕКТРОСТАТИКА. ПОСТОЯННЫЙ ТОК

Практическое занятие №1

Электрическое поле в вакууме и его характеристики. Закон Кулона. Принцип суперпозиции электрических полей.

1. На двух одинаковых каплях воды находится по одному лишнему электрону, причём сила электрического отталкивания капелек уравнивает силу их взаимного тяготения. Каковы радиусы капелек? $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м; $G=6,67 \times 10^{-11}$ м³/(кг·с²); $q_e=1,6 \times 10^{-19}$ К; $\rho_v=10^3$ кг/м³. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k=9 \cdot 10^9$ м/Ф.

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

2. Расстояние d между двумя точечными зарядами $Q_1=2$ нКл и $Q_2=4$ 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) $x=0,65$ м; б) $x=0,55$ м; в) $x=0,45$ м; г) $x=0,35$ м; д) $x=0,25$ м.

3. Рассчитать напряженность электрического поля бесконечно протяженной однородно заряженной плоскости, заряд на которой равномерно распределен с поверхностной плотностью $\sigma=0,2$ мкКл/м². $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м.

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

4. Рассчитать напряженность электрического поля двух бесконечно протяженных равномерно заряженных плоскостей, заряд на которых равномерно распределен с поверхностными плотностями $\frac{1}{2}\sigma$ и $-\frac{1}{2}\sigma$, $\sigma=0,3$ мкКл/м². $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м.

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

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

Ответ: а) $s=56,6 \times 10^{-6}$ Кл/м²; б) $s=46,6 \times 10^{-6}$ Кл/м²; в) $s=36,6 \times 10^{-6}$ Кл/м²; г) $s=26,6 \times 10^{-6}$ Кл/м²; д) $s=16,6 \times 10^{-6}$ Кл/м².

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

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

7. Рассчитать напряженность электрического поля равномерно заряженной сферической поверхности, заряд на которой равномерно распределен с поверхностной плотностью $\sigma=0,3$ мкКл/м², в точке, находящейся на расстоянии $r=R$ от центра сферы. $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м.

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

8. Рассчитать напряженность электрического поля равномерно заряженной сферической поверхности, радиус которой $R=0,5$ м, а поверхностная плотность заряда $\sigma=0,3$ мкКл/м², в точке, находящейся на расстоянии $r=1$ м от центра сферы. $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м.

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

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

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

10. На пластинах плоского конденсатора находится заряд $Q=10$ нКл. Площадь S каждой пластины конденсатора равна 100 см², диэлектрик - воздух. Определить силу F , с которой притягиваются пластины. Поле между пластинами считать однородным. $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м.

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

11. 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, $t=3$ мкКл/м, а поверхностная плотность заряда на плоскости $s=20$ мкКл/м². $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $F_1=6,4 \text{ Н/м}$; б) $F_1=5,4 \text{ Н/м}$; в) $F_1=4,4 \text{ Н/м}$; г) $F_1=3,4 \text{ Н/м}$; д) $F_1=2,4 \text{ Н/м}$.

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

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

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

Ответ: а) $F=865 \text{ мкН}$; б) $F=765 \text{ мкН}$; в) $F=665 \text{ мкН}$; г) $F=565 \text{ мкН}$; д) $F=465 \text{ мкН}$.

14. 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? $\epsilon_k=2$; $\gamma_k=0,8 \times 10^3 \text{ кг/м}^2$.

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

15. 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) $F_1/F_2=5$.

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

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) $E=53,8 \text{ В/м}$.

17. Рассчитать напряженность электрического поля заряженного диэлектрического шара, радиус которого $R=0,05 \text{ м}$, а объёмная плотность заряда $\gamma=10 \text{ нКл/м}^3$, в точке, находящейся на

поверхности шара. Шар изготовлен из эбонита ($\epsilon=3$). $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м.

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

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

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

19. Найти потенциал точки поля j , находящейся на расстоянии $r=10$ см от центра заряженного шара радиусом $R=1$ см. Поверхностная плотность заряда на шаре $s=0,1$ мкКл/м². $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $j=11,3$ В; б) $j=113$ В; в) $j=200$ В; г) $j=22,3$ В; д) $j=26$ В.

20. Найти потенциал точки поля j , находящейся на расстоянии $r=10$ см от центра заряженного шара радиусом $R=1$ см. Потенциал шара $j_0=300$ В.

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

21. Шар, погруженный в керосин, имеет потенциал 4500 В и поверхностную плотность заряда $s=1,1$ мкКл/м². Найти радиус шара. $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м; $\epsilon_k=2$.

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

22. Два точечных электрических заряда $q_1=10^{-9}$ Кл и $q_2=-2 \times 10^{-9}$ 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. $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м.

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

23. 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. $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $\phi_1-\phi_2=7,4$ В; б) $\phi_1-\phi_2=6,4$ В; в) $\phi_1-\phi_2=54$ В; г) $\phi_1-\phi_2=44$ В; д) $\phi_1-\phi_2=34$ В.

24. Напряжённость поля между металлическими пластинами

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

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

25. Напряженность 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) $j_1 - j_2=0,12$ В; б) $j_1 - j_2=0,22$ В; в) $j_1 - j_2=0,32$ В; г) $j_1 - j_2=0,42$ В; д) $j_1 - j_2=0,52$ В.

26. Заряд распределен равномерно по бесконечной плоскости с поверхностной плотностью $\sigma=10$ нКл/м². 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. $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$ 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.

27. Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии $d=0,5$ см друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями $\sigma_1=0,2$ мКл/м² и $\sigma_2=-0,3$ мКл/м². Определить численное значение разности потенциалов U между плоскостями. $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м.

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

28. 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. $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$ 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 №2

Электрическое поле в веществе. Проводники в электрическом поле. Конденсаторы и их емкость. Энергия электрического поля.

29. 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) $C'=1,7C_0$.

30. Шар, погруженный в керосин: имеет потенциал 4500 В и поверхностную плотность заряда $s=1,1$ мкКл/м². Найти емкость шара. $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м; $\epsilon_k=2$.

Ответ: а) $C=4,6 \times 10^{-12}$ Ф; б) $C=3,6 \times 10^{-11}$ Ф; в) $C=2,6 \times 10^{-12}$ Ф; г) $C=1,6 \times 10^{-11}$ Ф; д) $C=0,6 \times 10^{-11}$ Ф.

31. Шар, погруженный в керосин: имеет потенциал 4500 В и поверхностную плотность заряда $s=1,1$ мкКл/м². Найти заряд шара. $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м; $\epsilon_k=2$.

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

32. Найти емкость C уединенного металлического шара радиусом $R=1$ см.

33. Определить емкость C металлической сферы радиусом $R=2$ см, погруженной в воду.

34. Определить емкость C Земли, принимая ее за шар радиусом $R=6400$ км.

35. Два металлических шара радиусами $R_1=2$ см и $R_2=6$ см соединены проводником, емкостью которого можно пренебречь. Шарам сообщен заряд $Q=1$ нКл. Найти поверхностную плотность σ зарядов на шарах.

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

Электрическая емкость плоского конденсатора

37. Определить емкость C плоского слюдяного конденсатора, площадь S пластин которого равна 100 см², а расстояние между ними равно 0,1 мм.

38. Между пластинами плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов $U=600$ В, находятся два слоя диэлектриков: стекла толщиной $d_1=7$ мм и эбонита толщиной $d_2=3$ мм. Площадь S каждой пластины конденсатора равна 200 см². Найти: 1) емкость C конденсатора; 2) смещение D , напряженность E поля и падение потенциала $\Delta\phi$ в каждом слое.

39. Расстояние d между пластинами плоского конденсатора равно 1,33 мм площадь S пластин равна 20 см^2 . В пространстве между пластинами конденсатора находятся два слоя диэлектриков: слюды толщиной $d_1=0,7\text{мм}$ и эбонита толщиной $d_2=0,3\text{мм}$. Определить емкость с конденсатора.

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

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

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

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

Электрическая емкость сферического конденсатора

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

45. Конденсатор состоит из двух концентрических сфер. Радиус R_1 внутренней сферы равен 10 см, внешней $R_2=10,2\text{см}$, Промежуток между сферами заполнен парафином. Внутренней сфере сообщен заряд $Q=5\text{мкКл}$. Определить разность потенциалов U между сферами.

Соединения конденсаторов

46. К воздушному конденсатору, заряженному до разности потенциалов $U=600 \text{ в}$ и отключенному от источника напряжения, присоединили параллельно второй незаряженный конденсатор таких же размеров и формы, но с диэлектриком (фарфор). Опреде-

лить диэлектрическую проницаемость ε фарфора, если после присоединения второго конденсатора разность потенциалов уменьшилась до $U_1=100\text{В}$.

47. Два конденсатора емкостями $C_1=3\text{мкФ}$ и $C_2=6\text{ мкФ}$ соединены между собой и присоединены к батарее с ЭДС. $\varepsilon=120\text{В}$. Определить заряды Q_1 и Q_2 конденсаторов и разности потенциалов U_1 и U_2 между их обкладками, если конденсаторы соединены: 1) параллельно; 2) последовательно.

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

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

50. Три одинаковых плоских конденсатора соединены последовательно. Емкость C такой батареи конденсаторов равна 89 пФ . Площадь S каждой пластины равна 100 см^2 . Диэлектрик - стекло. Какова толщина d стекла?

/Ответы к задачам 32-50 в Чертов А. Г., Воробьев А. А. Задачник по физике /

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

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

52. Точечные заряды 1 мкКл и $0,1\text{ мкКл}$ 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 ? $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}\text{ Ф/м}$.

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

53. 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) $A_{12}=6 \times 10^{-6}$ Дж; б) $A_{12}=5 \times 10^{-6}$ Дж; в) $A_{12}=4 \times 10^{-6}$ Дж; г) $A_{12}=3 \times 10^{-6}$ Дж; д) $A_{12}=2 \times 10^{-6}$ Дж.

54. 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? $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м.

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

55. 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 $r_2=?$? $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м.

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

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

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

58. 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. $m_e=9,1 \times 10^{-31}$ кг; $q_e=1,6 \times 10^{-19}$ 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.

59. 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 3×10^6 м/с. $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м; $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ кг; $q_e = 1,6 \times 10^{-19}$ Кл.

Ответ: а) $j_1 - j_2 = 12,75$ В; б) $j_1 - j_2 = 22,75$ В; в) $j_1 - j_2 = 32,75$ В; г) $j_1 - j_2 = 42,75$ В; д) $j_1 - j_2 = 52,75$ В.

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

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

61. 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. $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м; $m_p = 1,67 \times 10^{-27}$ кг; $q_p = 1,6 \times 10^{-19}$ Кл.

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

62. Найти энергию электрического поля плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов $U = 1$ кВ с площадью пластин $S = 1$ м². Пластины расположены на расстоянии $d = 1$ мм друг от друга. Относительная диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами $\epsilon = 1$. $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м.

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

63. Напряжённость электрического поля конденсатора ёмкостью 0,8 мкФ равна 1000 В/м. Определить энергию конденсатора, если расстояние между его обкладками равно 1 мм.

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

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

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

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

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

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

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

67. Объемная плотность энергии электрического поля внутри заряженного плоского конденсатора с твердым диэлектриком равна $2,5$ Дж/м³. Найти численное значение давления, производимого пластинами конденсатора на диэлектрик, помещенный между ними.

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

68. Объемная плотность энергии электрического поля внутри заряженного плоского конденсатора с твердым диэлектриком равна $2,5$ Дж/м³. Площадь пластин конденсатора $S=20$ см². Найти силу F' , которую необходимо приложить к пластинам для их отрыва от диэлектрика.

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

Практическое занятие № 3, 4

Постоянный электрический ток

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

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

70. 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. $q_e=1,6 \times 10^{-19} \text{ Кл}$; $r=1,7 \times 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

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

71. В сеть с напряжением 220 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) $I_1=I_2=0,85 \text{ А}$.

72. Если к концам проводника подать напряжение 100 В , то по нему пойдёт ток 2 А . Какое напряжение надо приложить к концам этого проводника, чтобы сила тока в нём стала $1,2 \text{ А}$.

Ответ: а) $U=60 \text{ В}$; б) $U=50 \text{ В}$; в) $U=40 \text{ В}$; г) $U=30 \text{ В}$; д) $U=20 \text{ В}$.

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

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

74. Определить плотность тока в медной проволоке длиной $l=1 \text{ м}$, если разность потенциалов на ее концах $j_1 - j_2=12 \text{ В}$. $r=1,7 \times 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

Ответ: а) $j=3,1 \times 10^8 \text{ (А/м}^2\text{)}$; б) $j=4,1 \times 10^8 \text{ (А/м}^2\text{)}$; в) $j=5,1 \times 10^8 \text{ (А/м}^2\text{)}$; г) $j=6,1 \times 10^8 \text{ (А/м}^2\text{)}$; д) $j=7,1 \times 10^8 \text{ (А/м}^2\text{)}$.

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

Ответ: а) $j=6,1 \times 10^6 \text{ (А/м}^2\text{)}$; б) $j=4,1 \times 10^7 \text{ (А/м}^2\text{)}$; в) $j=5,1 \times 10^6 \text{ (А/м}^2\text{)}$; г) $j=36 \times 10^7 \text{ (А/м}^2\text{)}$; д) $j=7 \times 10^6 \text{ (А/м}^2\text{)}$.

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

Ответ: а) $R_1=50 \text{ Ом}$; б) $R_1=40 \text{ Ом}$; в) $R_1=30 \text{ Ом}$; г) $R_1=20 \text{ Ом}$; д) $R_1=10 \text{ Ом}$.

77. Какую работу должны совершить сторонние силы при разделении зарядов $+10$ и -10 Кл , чтобы ЭДС источника была $3,5 \text{ В}$?

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.

78. 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.

79. 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.

80. 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.

81. 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.

82. 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.

83. 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.

84. 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)

$$U_2=32 \text{ В.}$$

85. Батарея с $E=100 \text{ В}$, сопротивления $R_1=100 \text{ Ом}$, $R_2=200 \text{ Ом}$ и амперметр соединены последовательно. Параллельно сопротивлению R_2 подключен вольтметр, сопротивление которого $R_v=2 \text{ кОм}$. Какое падение напряжения U_v показывает вольтметр? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

90. 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) $\eta=0,96$.

91. 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.

92. Через поперечное сечение спирали нагревательного элемента паяльника в каждую секунду проходит $0,5 \times 10^{19}$ электронов. Определить мощность паяльника, если он подключен в сеть с напряжением 220В. $q_e=1,6 \times 10^{-19}$ Кл.

Ответ: а) $P=376$ Вт; б) $P=276$ Вт; в) $P=176$ Вт; г) $P=76$ Вт; д) $P=27,6$ Вт.

93. 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.

94. 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.

95. 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.

96. 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.

97. Источник тока с ЭДС 120 В и внутренним сопротивлением 2 Ом замкнут на внешнее сопротивление 58 Ом. Определить полную P и P_{Π} полезную мощности источника тока.

Ответ: а) $P=340$ Вт; $P_{\Pi}=332$ Вт; б) $P=240$ Вт; $P_{\Pi}=232$ Вт; в) $P=140$ Вт; $P_{\Pi}=132$ Вт; г) $P=200$ Вт; $P_{\Pi}=100$ Вт; д) $P=352$ Вт; $P_{\Pi}=252$ Вт.

98. 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.

Вт; д) $P_{\max}=5$ Вт.

99. 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 Δt спаев, равной 50 °С. Определить постоянную термопары.

Ответ: а) $a=6,4 \times 10^{-5}$ В/К; б) $a=5,4 \times 10^{-5}$ В/К; в) $a=4,4 \times 10^{-5}$ В/К; г) $a=3,4 \times 10^{-5}$ В/К; д) $a=2,4 \times 10^{-5}$ В/К.

100. 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) $t_1=100$ °С; б) $t_1=90$ °С; в) $t_1=80$ °С; г) $t_1=70$ °С; д) $t_1=60$ °С.

101. 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. $q_e=1,6 \times 10^{-19}$ Кл; $m_e=9,1 \times 10^{-31}$ кг.

Ответ: а) $v_{\min}=15 \times 10^5$ м/с; б) $v_{\min}=14 \times 10^5$ м/с; в) $v_{\min}=12 \times 10^5$ м/с; г) $v_{\min}=10 \times 10^5$ м/с; д) $v_{\min}=8 \times 10^5$ м/с.

102. 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. $q_e=1,6 \times 10^{-19}$ Кл; $m_e=9,1 \times 10^{-31}$ кг.

Ответ: а) $v_{\min}=9,3 \times 10^5$ м/с; б) $v_{\min}=8,2 \times 10^5$ м/с; в) $v_{\min}=7,3 \times 10^5$ м/с; г) $v_{\min}=6,3 \times 10^5$ м/с; д) $v_{\min}=5,3 \times 10^5$ м/с.

103. Какую ускоряющую разность потенциалов должны пройти ионы водорода, чтобы вызвать ионизацию азота? Потенциал ионизации азота $j_i=14,5$ 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.

104. Потенциал ионизации атома гелия $U=24,5$ В. Найти работу ионизации A . $q_e=1,6 \times 10^{-19}$ Кл.

Ответ: а) $A=49,2 \times 10^{-19}$ Дж; б) $A=39,2 \times 10^{-19}$ Дж; в) $A=29,2 \times 10^{-19}$ Дж; г) $A=19,2 \times 10^{-19}$ Дж; д) $A=9,2 \times 10^{-19}$ Дж.

105. Какой наименьшей скоростью v_{\min} должен обладать электрон, чтобы ионизировать атом водорода, если потенциал ионизации U_i водорода равен 13,5 В? $q_e=1,6 \times 10^{-19}$ Кл; $m_e=9,1 \times 10^{-31}$ кг.

Ответ: а) $4,2 \times 10^6$ м/с; б) $0,2 \times 10^6$ м/с; в) $1,2 \times 10^6$ м/с; г) $3,2 \times 10^6$ м/с; д) $2,2 \times 10^6$ м/с.

106. Какой наименьшей скоростью v_{\min} должен обладать электрон, чтобы ионизировать атом азота, если потенциал ионизации U_i азота равен 14,5 В. $q_e = 1,6 \times 10^{-19}$ Кл; $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ кг.

Ответ: а) $v_{\min} = 1,3 \times 10^6$ м/с; б) $v_{\min} = 2,3 \times 10^6$ м/с; в) $v_{\min} = 3,3 \times 10^6$ м/с; г) $v_{\min} = 4,3 \times 10^6$ м/с; д) $v_{\min} = 5,3 \times 10^6$ м/с.

107. Электрон со скоростью $1,83 \times 10^6$ 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? $j_i = 13,6$ В; $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ кг; $q_e = 1,6 \times 10^{-19}$ 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.

108. Сколько атомов двухвалентного металла выделится на 1 см^2 поверхности электрода за время $t = 5$ мин при плотности тока $j = 10 \text{ А/м}^2$. $q_e = 1,6 \times 10^{-19}$ Кл.

Ответ: а) $N = 3,4 \times 10^{17}$; б) $N = 5,4 \times 10^{17}$; в) $N = 7,4 \times 10^{17}$; г) $N = 9,4 \times 10^{17}$; д) $N = 11,4 \times 10^{17}$.

109. Найти электрохимический эквивалент k водорода. $F = 96,5$ кКл/моль; $Z = 1$; $m = 1 \times 10^{-3}$ кг/моль.

Ответ: а) $k = 1,04 \times 10^{-8}$ кг/Кл; б) $k = 2,04 \times 10^{-8}$ кг/Кл; в) $k = 3,04 \times 10^{-8}$ кг/Кл; г) $k = 4,04 \times 10^{-8}$ кг/Кл; д) $k = 5,04 \times 10^{-8}$ кг/Кл.

110. Электрод в виде медной пластины площадью 25 см^2 погружен в электролитическую ванну с раствором медного купороса. При прохождении тока, плотность, которого $0,02 \text{ А/см}^2$, на пластине выделилось 100 мг меди. Определить время пропускания тока. $F = 96,5$ кКл/моль; $Z = 1$; $m = 64 \times 10^{-3}$ кг/моль.

Ответ: а) $t = 602$ с; б) $t = 502$ с; в) $t = 403$ с; г) $t = 302$ с; д) $t = 202$ с.

111. За какое время t при электролизе водного раствора хлорной меди (CuCl_2) на катоде выделится масса $m = 4,74$ г меди, если ток $I = 2$ А? $F = 96,5$ кКл/моль; $Z = 1$; $m = 64 \times 10^{-3}$ кг/моль.

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

112. За какое время t при электролизе медного купороса масса медной пластинки (катада) увеличится на $\Delta m = 99$ мг? Площадь пластинки $S = 25 \text{ см}^2$, плотность тока $j = 200 \text{ А/м}^2$. $F = 96,5$ кКл/моль;

$Z=1$; $m=64 \times 10^{-3}$ кг/моль.

Ответ: а) $t=20$ мин; б) $t=15$ мин; в) $t=10$ мин; г) $t=5$ мин; д) $t=30$ мин.

113. Никелирование металлического изделия с поверхностью площадью 120 см^2 продолжалось 5 ч током 0,3 А. Валентность никеля равна 2. Определить толщину слоя никеля. $m=59 \times 10^{-3}$ кг/моль; $\gamma=8,8 \text{ кг/м}^3$; $F=96,5 \times 10^3$ Кл/моль.

Ответ: а) $d=12$ мкм; б) $d=14$ мкм; в) $d=16$ мкм; г) $d=7$ мкм; д) $d=20$ мкм.

114. Найти толщину слоя меди на катоде (медной пластинке) при электролизе медного купороса. Плотность тока $j=200 \text{ А/м}^2$. Время электролиза 10 мин. $F=96,5 \text{ кКл/моль}$; $Z=1$; $m=64 \times 10^{-3}$ кг/моль; $\gamma=8,9 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$.

Ответ: а) $d=46,9$ мкм; б) $d=76,9$ мкм; в) $d=56,9$ мкм; г) $d=18,9$ мкм; д) $d=8,9$ 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. Трофимова, Т. И. Курс физики : учебное пособие / Т. И. Трофимова. - 21-е изд., стер. - Москва: Академия, 2015. - 560 с. – Текст: непосредственный.

3. Курбачев, Ю. Ф. Физика: [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. Ф. Курбачев. - Москва: Евразийский открытый институт, 2011. - 216 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90773>. – Текст: электронный.

4. 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. - Режим доступа: по подписке. - URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444574>. – Текст: электронный.

5. Полунин, В. М. Физика. Физические основы механики : конспект лекций / В. М. Полунин, Г. Т. Сычев ; Курский государственный технический университет. - Курск : КурскГТУ, 2002. - 180 с.

6. Полунин, В.М., Молекулярная физика и термодинамика : конспект лекций / В. М. Полунин, Г. Т. Сычев. - Курск : КГТУ, 2002. - 166 с.

7. Музычка, А. Ю. Механика и электромагнетизм: тексты лекций по общей физике [Электронный ресурс]: лекции / А. Ю. Музычка. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 280 с. : ил. - (Высшая школа). - ISBN 978-5-4458-9569-5. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256579>– Текст: электронный.

8. Прокудин, Д. А. Уравнения математической физики [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д. А. Прокудин, Т. В. Глухарева, И. В. Казаченко; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. - 163 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8353-1631-1. -Режим доступа:<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278923>–
Текст: электронный.

9. Савельев, И. В. Курс общей физики [Текст]: учебник: в 3 т. / И. В. Савельев. - Изд. 11-е, стер. - СПб.: Лань, 2011. - Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. - 496 с.

10. Трофимова Т.И. Курс физики [Текст]: учеб. пособие для вузов./ Т.И. Трофимова. –7-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2002. - 542 с.

11. Физика: постоянный ток, электромагнетизм, волновая оптика [Электронный ресурс]: практикум: учебное пособие / В.И. Барсуков, О.С. Дмитриев, В.Е. Иванов, Ю.П. Ляшенко.- Тамбов: ТГТУ, 2014. – 104 с. - Режим доступа:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277918>

12. Барсуков, В. И. Физика: постоянный ток, электромагнетизм, волновая оптика [Электронный ресурс]: практикум / В. И. Барсуков, О. С. Дмитриев, В. Е. Иванов, Ю. П. Ляшенко - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. - 104 с.- Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277918>

13. Яковенко, А., Соболев В. Р. , Бондарь В. А. Общая физика: сборник задач [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. А. Яковенко, В. Р. Соболев, В. А. Бондарь и др. ; под общ. ред. В. Р. Соболева. - Минск : Вышэйшая школа, 2015. - 456 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=448270>

14. Алтунин, К. К. Методы математической физики [Электронный ресурс]: учебное пособие / К. К. Алтунин. - 3-е изд. - М. : Директ-Медиа, 2014. - 123 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240552>

15. Перунова, М. Трудные вопросы курса физики: электромагнитная индукция [Электронный ресурс]: учебное пособие / М. Перунова; ОГУ. - Оренбург : ОГУ, 2014. - 120 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259218>

16. Малышев, Л. Г. Избранные главы курса физики: электромагнетизм [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. Г. Малышев, А. А. Повзнер; Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург :
Издательство Уральского университета, 2014. - 157 с. – Режим
доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275795>

17. Чертов А. Г., Воробьев А. А. Задачник по физике: учеб.
пособие для вузов.-7-е изд., перераб. и доп. -М.: Издательство
Физико-математической литературы, 2003.-640 с.