

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 00.09.2021 10:16

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e94b0f44831aa368089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра нанотехнологий, микроэлектроники,
общей и прикладной физики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

« 15 » 09

2021 г.



МЕХАНИКА. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА.

Методические указания к выполнению практических работ
для студентов специальностей

20.03.01 «Техносферная безопасность»

18.03.01 «Химическая технология»

10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных
систем»

10.03.01 «Информационная безопасность»

Курск 2021

УДК 531

Составители: Л.П. Петрова, Г.В. Карпова

Рецензент

Кандидат физико-математических наук Кузько А.Е.

Механика. Молекулярная физика: методические указания к выполнению практических работ для студентов специальностей 20.03.01 «Техносферная безопасность», 18.03.01 «Химическая технология», 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем», 10.03.01 «Информационная безопасность» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Петрова Л.П., Карпова Г.В. - Курск, 2021. 50 с.: ил. 36, Библиогр.: с. 49.

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

Методические указания соответствуют требованиям рабочей программы, утвержденной учебно-методическим объединением для специальностей: «Техносферная безопасность», «Химическая технология», «Информационная безопасность телекоммуникационных систем», «Информационная безопасность».

Предназначены для студентов специальностей 20.03.01, 18.03.01, 10.05.02, 10.03.01 дневной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 18.09 . Формат 60 x 84 1/16.

Усл. печ. л. 4,07. Уч.-изд. л. 3.68. Тираж 50 экз. Заказ 247. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие методические указания к решению задач и выполнению контрольных заданий	4
Практические занятия	5
Список рекомендуемой литературы	49

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ И ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

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

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

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

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

Практическое занятие №1,2

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 $\langle v \rangle$ 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.

Ответ: а) $a_t=4$ м/с²; б) $a_t=0,04$ м/с²; в) $a_t=0,4$ м/с²; г) $a_t=0,08$ м/с²; д) $a_t=0,8$ м/с².

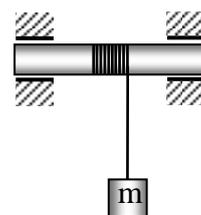


Рис. 1

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

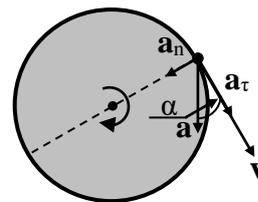


Рис. 2.

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

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

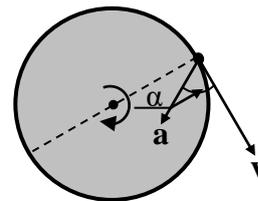


Рис. 3.

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

9. Стационарный искусственный спутник движется по окружности в плоскости земного экватора, оставаясь, все время над одним и тем же пунктом земной поверхности. Определить угловую скорость 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 $\varphi = A + 2t + t^3$. Найти угловое ускорение ε в момент времени $t = 0,5$ с.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Практическое занятие № 3

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

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

Ответ: а) $F=0,2$ 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. Какова будет сила натяжения шнура, соединяющего бруски, если силу в $F=10$ Н



Рис. 5

приложить к первому бруску (рис. 5)? Трением пренебречь.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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) $a=4,4\text{ м/с}^2$.

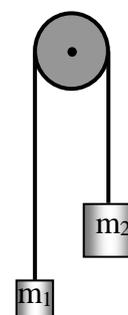


Рис. 6

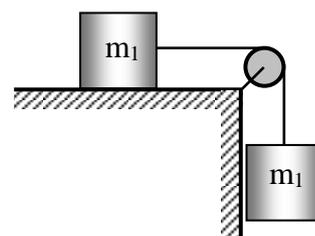


Рис. 7

31. Невесомый блок укреплен на конце стола. Гири равной массы по 1 кг каждая соединены нитью перекинутой через блок. Коэффициент трения одной из гирь о стол равен 0,1 (рис. 7). Найти силу натяжения нити. Трением в блоке пренебречь.

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

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

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

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

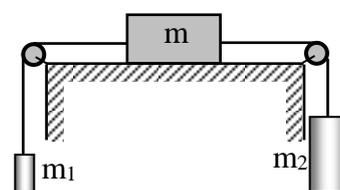


Рис. 8

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

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

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

Практическое занятие №4

Динамика вращательного и колебательного движений твердого тела.

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

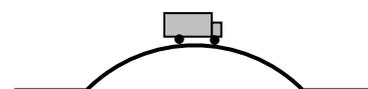


Рис. 9

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

36. Маховик радиусом 0,2 м и массой 1 кг соединен с мотором при помощи приводного ремня. Натяжение ремня, идущего без скольжения, постоянно и равно 14,7 Н (рис. 10). Какое число оборотов в секунду будет делать маховик через 1 с после начала движения? Маховик считать однородным диском. Трением пренебречь.

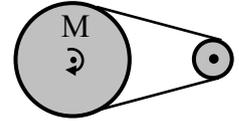


Рис. 10

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

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

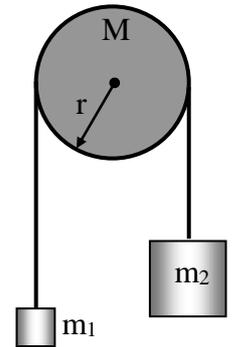


Рис. 11

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

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

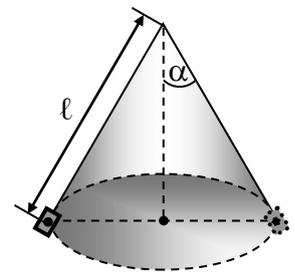


Рис. 12

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

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

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

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

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

з) $R=22,2 \cdot 10^3$ км; д) $R=12,2 \cdot 10^3$ 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) $\varepsilon=-0,23$ рад/с²; б) $\varepsilon=-0,33$ рад/с²; в) $\varepsilon=-0,43$ рад/с²; г) $\varepsilon=-0,13$ рад/с²; д) $\varepsilon=-0,53$ 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.

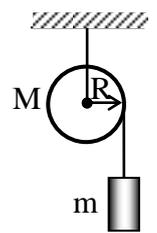


Рис. 13

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

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

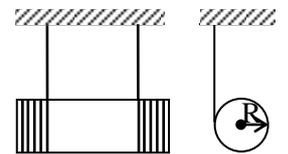


Рис. 14

Ответ: а) $\varepsilon=1 \cdot 10^2$ рад/с²; б) $\varepsilon=3 \cdot 10^2$ рад/с²; в) $\varepsilon=5 \cdot 10^2$ рад/с²; г) $\varepsilon=7 \cdot 10^2$ рад/с²; д) $\varepsilon=9 \cdot 10^2$ 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 $\ell=0,5R$ от центра масс диска перпендикулярно его плоскости (рис. 15). Определить величину вращающего момента.

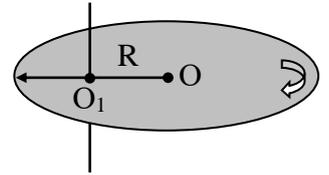


Рис. 15

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 $\ell=R$ от центра масс диска перпендикулярно его плоскости (рис. 16). Определить величину вращающего момента.

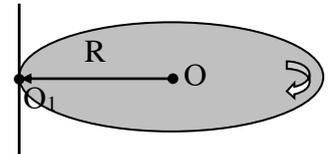


Рис. 16

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

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

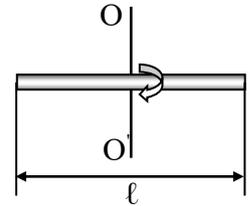


Рис. 17

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

50. Тонкий стержень длиной 50 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 $\ell=0,25 \text{ м}$ от середины стержня перпендикулярно к его длине (рис. 18). Определить угловое ускорение стержня.

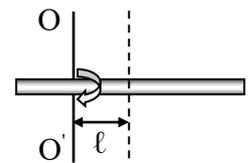


Рис. 18

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

51. Тонкий стержень массой 300 г вращается с угловым ускорением $\varepsilon=4$ рад/с² под действием вращающего момента $M=0,1$ Н·м около оси, проходящей через точку, находящуюся на расстоянии $d=0,25$ м от середины стержня перпендикулярно к его длине. Определить длину стержня (рис. 19).

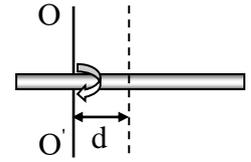


Рис. 19

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

52. Тонкий стержень длиной 0,5 м под действием вращающего момента $M=1$ Н·м вращается с угловым ускорением $\varepsilon=3$ рад/с², 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) $m=2$ кг; б) $m=3$ кг; в) $m=4$ кг; г) $m=5$ кг; д) $m=6$ кг.

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

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

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

Ответ: а) $L=3,64$ (кг·м²)/с; б) $L=-0,64$ (кг·м²)/с; в) $L=0,64$ (кг·м²)/с; г) $L=-2,64$ (кг·м²)/с; д) $L=-3,64$ (кг·м²)/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.

Ответ: а) $I=0,56$ кг·м²; б) $I=0,46$ кг·м²; в) $I=0,36$ кг·м²; г) $I=0,26$ кг·м²; д) $I=0,16$ кг·м².

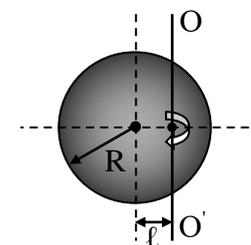


Рис. 20

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

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

57. Определить момент инерции Земли относительно оси вращения.

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

58. Определить момент импульса Земли относительно оси вращения.

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

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

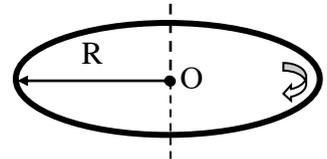


Рис. 21

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 $m=1 \text{ кг}$ и радиусом $R=100 \text{ см}$ относительно оси, перпендикулярной его плоскости, расположенной на расстоянии $\ell=0,5R$ от центра.

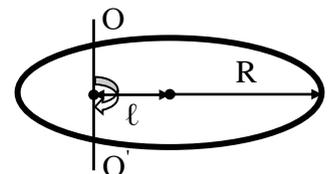


Рис. 22

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 $R=100 \text{ см}$ и высотой $h=0,5 \text{ м}$ относительно оси, перпендикулярной плоскости его оснований, расположенной на расстоянии $\ell=0,5R$ от центра.

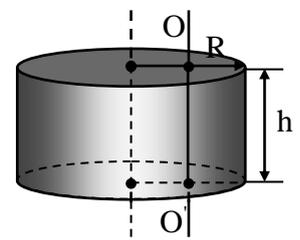


Рис. 23

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

62. Свинцовый цилиндр (рис. 24) радиусом 10 см высотой $h=0,2 \text{ м}$ вращается относительно оси, проходящей через центр масс

перпендикулярной основанию цилиндра, с угловой скоростью 100 рад/с. Определить модуль момента импульса такого цилиндра.

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) $L=45,5 \text{ (кг}\cdot\text{м}^2\text{)/с}$.

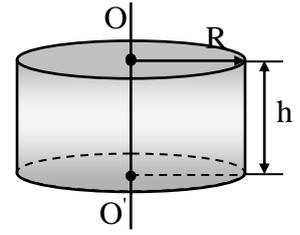


Рис. 24

63. Определить момента инерции алюминиевого цилиндра радиусом $R=0,10 \text{ м}$ и высотой $h=0,50 \text{ м}$ относительно оси, перпендикулярной плоскости его оснований, расположенной на расстоянии $\ell=2R$ от центра (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) $I=0,29 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

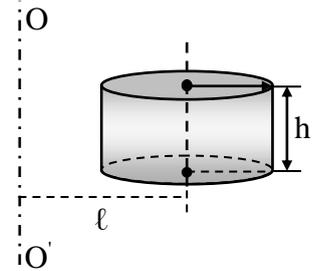


Рис. 25

64. Маховое колесо начинает вращаться с угловым ускорением $\varepsilon=0,5 \text{ рад/с}^2$ и через время $t=15 \text{ с}$ 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 $R=0,1 \text{ м}$ приложена касательная сила $F=19,6 \text{ Н}$. Какой момент импульса приобретет диск через время $t=5 \text{ с}$?

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 $5 \cdot 10^4 \text{ кг}$ и радиусом 2 м , который вращается с угловой скоростью $94,2 \text{ рад/с}$. Определить модуль момента импульса стабилизатора.

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

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

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 $m=5 \text{ кг}$ равномерно распределена по ободу радиусом $r=20 \text{ см}$, свободно вращается вокруг горизонтальной оси, проходящей через его центр, с частотой $n=720 \text{ об/мин}$. Найти проекцию тормозящего момента на ось, сонаправленную с угловой скоростью, если маховик останавливается за промежуток времени $\Delta t=20 \text{ сек}$.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Практическое занятие №5

Энергия, работа, мощность. Законы сохранения в механике.

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

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

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

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

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

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

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

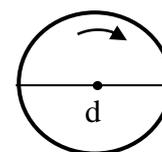


Рис. 26

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

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

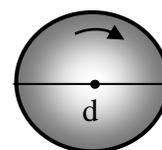


Рис. 27

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 $\ell=50$ см, находящийся на горизонтальной плоскости (рис. 28), перевернуть с одной грани на соседнюю?

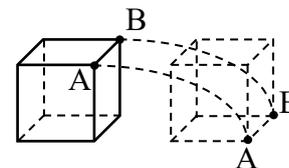


Рис. 28

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 $\mu=0,1$.

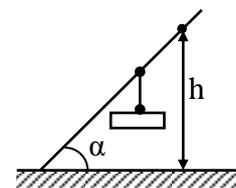


Рис. 29

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 $3,0$ м/с²?

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?

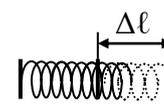


Рис. 30

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?

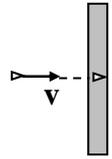


Рис. 31

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 $\mu=0,025$.

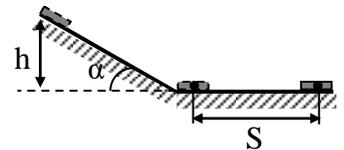


Рис. 32

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

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 $1,0 \cdot 10^3$ кг/м³.

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

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

максимальной сжатие буферов, если известно, что при действии на каждый буфер силы 50,0 кН/м он сжимается на 1,0 см.

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

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

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 $\nu=2$ об/с. Найти кинетическую энергию шара.

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

114. Маховик вращается по закону, выраженному уравнением: $\varphi = 2 + 16t - 2t^2$. Момент инерции маховика $50 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. Чему равна мощность маховика в момент времени $t = 3 \text{ с}$?

Ответ: а) $N = 900 \text{ Вт}$; б) $N = 700 \text{ Вт}$; в) $N = 800 \text{ Вт}$; г) $N = 600 \text{ Вт}$; д) $N = 500 \text{ Вт}$.

115. Электровоз при движении со скоростью $v = 72 \text{ км/ч}$ потребляет мощность $N_3 = 600 \text{ кВт}$. Определить силу тяги электровоза, если его коэффициент полезного действия (КПД) равен 80% .

Ответ: а) $F = 30 \text{ кН}$; б) $F = 28 \text{ кН}$; в) $F = 26 \text{ кН}$; г) $F = 24 \text{ кН}$; д) $F = 22 \text{ кН}$.

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

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

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

Ответ: а) $F = 30 \text{ кН}$; б) $F = 32 \text{ кН}$; в) $F = 34 \text{ кН}$; г) $F = 36 \text{ кН}$; д) $F = 38 \text{ кН}$.

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

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

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

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

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) $M=3,58 \text{ Н}\cdot\text{м}$; б) $M=3,48 \text{ Н}\cdot\text{м}$; в) $M=3,38 \text{ Н}\cdot\text{м}$; г) $M=3,28 \text{ Н}\cdot\text{м}$; д) $M=3,18 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

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

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, когда шар скатится с наклонной плоскости? Принять $g=10 \text{ м/с}^2$.

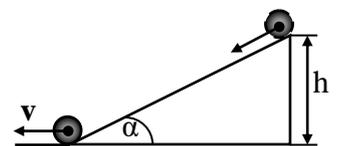


Рис. 33

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. Из пружинного пистолета выстрелили пулькой, масса которой $m=5 \text{ г}$. Жесткость пружины $k=1,25 \text{ кН/м}$. Пружина была

сжата на $\Delta l = 8$ см. Определить скорость пульки при вылете ее из пистолета.

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

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

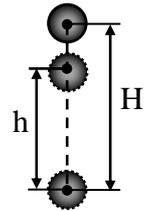


Рис. 34

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

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

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

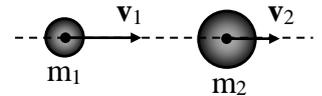


Рис. 35

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

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 шар отвели в сторону так, что его нить заняла горизонтальное положение, и затем

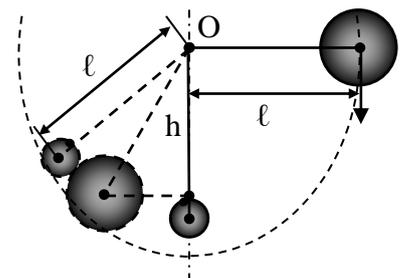


Рис. 36

отпустили. На какую высоту поднимутся шарики после соударения? Удар считать абсолютно неупругим (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) $M=3,10 \cdot 10^2$ кг; б) $M=21$ кг; в) $M=0,31 \cdot 10^3$ кг; г) $M=1,91 \cdot 10^2$ 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).

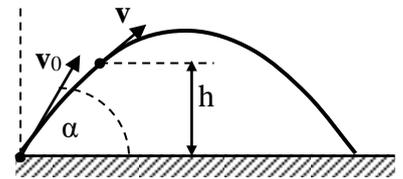


Рис. 26

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.

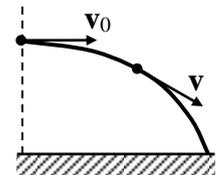


Рис. 27

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

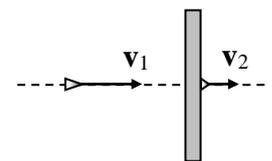


Рис. 28

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 $\Delta\ell=20$ 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) $\Delta p=2,73$ кг·м/с; б) $\Delta p=2,63$ кг·м/с; в) $\Delta p=2,53$ кг·м/с; г) $\Delta p=2,43$ кг·м/с; д) $\Delta p=2,33$ кг·м/с.

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° ?

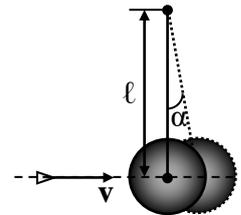


Рис. 29

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 $\nu=2$ об/с. Найти кинетическую энергию шара.

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

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).

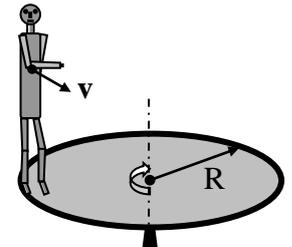


Рис. 30

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

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

121. Платформа в виде диска радиусом $R=1$ м вращается по инерции с частотой $\nu_1=6$ мин⁻¹. На краю платформы стоит человек, масса которого $m_2=80$ кг (рис. 31). С какой частотой ν будет вращаться платформа, если человек перейдет в ее центр? Момент инерции платформы $I=120$ кг·м². Момент инерции человека рассчитывать, как для материальной точки.

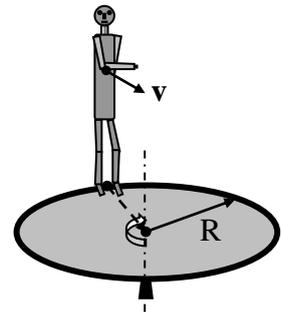


Рис. 31

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

122. В центре скамьи Жуковского стоит человек и держит в руках стержень длиной $\ell=2,4$ м и массой $m=8$ кг, расположенный вертикально по оси вращения скамьи (рис. 32). Скамья с человеком вращается с частотой $\nu_1=1$ с⁻¹. С какой частотой ν_2 будет вращаться скамья с человеком, если он повернет стержень в горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи $I=6$ кг·м².

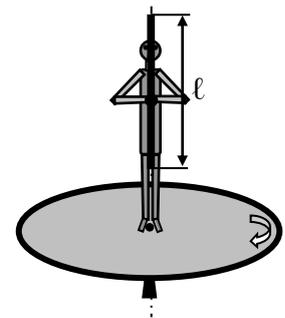


Рис. 32

Ответ: а) $\nu_2=0,41$ с⁻¹; б) $\nu_2=0,51$ с⁻¹; в) $\nu_2=0,61$ с⁻¹; г) $\nu_2=0,71$ с⁻¹; д) $\nu_2=0,81$ с⁻¹.

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) $N=1,3$ кВт; б) $N=1,4$ кВт; в) $N=1,5$ кВт; г) $N=1,6$ кВт; д) $N=1,7$ 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 $g=10$ м/с².

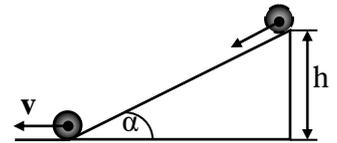


Рис. 33

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

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

Ответ: а) $\omega=2$ с⁻¹; б) $\omega=3$ с⁻¹; в) $\omega=4$ с⁻¹; г) $\omega=5$ с⁻¹; д) $\omega=6$ с⁻¹.

126. На барабан радиусом $R=0,5$ м намотан шнур, к концу которого привязан груз массой 10 кг (рис. 34). Найти момент инерции барабана, если известно, что груз опускается с ускорением $a=2,04$ м/с².

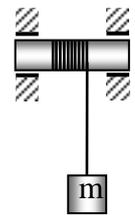


Рис. 34

Ответ: а) $I=9,6$ кг·м²; б) $I=19,6$ кг·м²; в) $I=29,6$ кг·м²; г) $I=39,6$ кг·м²; д) $I=49,6$ кг·м².

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

Ответ: а) $a=5$ м/с²; б) $a=3$ м/с²; в) $a=1$ м/с²; г) $a=7$ м/с²; д) $a=4$ м/с².

Практическое занятие № 6

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

128. Какое количество молекул находится в комнате объемом 80 м³ при температуре 17⁰С и давлении 750 мм рт. ст.?

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

129. Плотность газа при давлении $p=96$ кПа и температуре $t=0^\circ\text{C}$ равна $1,35$ кг/м³. Найти молярную массу газа.

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

130. Масса газа 12 г занимает объем 4 л при температуре 7°C . После нагревания газа при постоянном давлении его плотность стала равной $0,6$ кг/м³. До какой температуры нагрели газ?

Ответ: а) $T_2=1400$ К; б) $T_2=140$ К; в) $T_2=1500$ К; г) 1200 К; д) $T_2=1600$ К.

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

Ответ: а) $p=3,64$ МПа; б) $p=64$ МПа; в) $p=6,4$ МПа; г) $p=0,364$ кПа; д) $p=0,364$ 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) $p=10^8$ Па; б) $p=10^7$ Па; в) $p=10^5$ Па; г) $p=2 \cdot 10^5$ Па; д) $p=3 \cdot 10^5$ Па.

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

Ответ: а) $V=3,2 \cdot 10^{-3}$ м³; б) $V=3 \cdot 10^{-3}$ м³; в) $V=2 \cdot 10^{-3}$ м³; г) $V=4,2 \cdot 10^{-3}$ м³; д) $V=4 \cdot 10^{-3}$ м³

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) $T_2=254K$; б) $T_2=154K$; в) $T_2=54K$; г) $T_2=354K$;
 д) $T_2=454K$.

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

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

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

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

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

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

Ответ: а) $\langle z \rangle = 5,1 \cdot 10^{-6}$ с⁻¹; б) $\langle z \rangle = 5,2 \cdot 10^{-6}$ с⁻¹; в) $\langle z \rangle = 5,3 \cdot 10^{-6}$ с⁻¹;
 г) $\langle z \rangle = 5,4 \cdot 10^{-6}$ с⁻¹; д) $\langle z \rangle = 5,5 \cdot 10^{-6}$ 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) $\langle \lambda \rangle = 8,5 \cdot 10^6$ м; б) $\langle \lambda \rangle = 8,6 \cdot 10^6$ м; в) $\langle \lambda \rangle = 8,7 \cdot 10^6$ м;

з) $\langle \lambda \rangle = 8,8 \cdot 10^6$ м; д) $\langle \lambda \rangle = 8,9 \cdot 10^6$ м.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ответ: а) $m = 0,163$ кг; б) $m = 0,153$ кг; в) $m = 0,143$ кг; з) $m = 0,133$ 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; з) $\rho = 17$ 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) $m=5 \cdot 10^{-3}$ кг; б) $m=6 \cdot 10^{-3}$ кг; в) $m=7 \cdot 10^{-3}$ кг; г) $m=8 \cdot 10^{-3}$ кг; д) $m=9 \cdot 10^{-3}$ кг.

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

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 °С.

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

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

Ответ: а) $V = 15,8 \cdot 10^{-3}$ м³; б) $V = 14,8 \cdot 10^{-3}$ м³; в) $V = 13,8 \cdot 10^{-3}$ м³; г) $V = 12,8 \cdot 10^{-3}$ м³; д) $V = 11,8 \cdot 10^{-3}$ 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 $1,3 \cdot 10^7$ Па до $0,7 \cdot 10^7$ Па. Определить массу израсходованного ацетилена.

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

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

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) $n_0/n_h = 1,6 \cdot 10^{10}$; б) $n_0/n_h = 1,7 \cdot 10^{10}$; в) $n_0/n_h = 1,8 \cdot 10^{10}$;

з) $n_0/n_h=1,9 \cdot 10^{10}$; д) $n_0/n_h=2,0 \cdot 10^{10}$.

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

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

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

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

Ответ: а) $v=1,64v_B$; б) $v=1,54v_B$; в) $v=1,44v_B$; з) $v=1,34v_B$; 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) $N_A=5,92 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$; б) $N_A=6,02 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$; в) $N_A=6,12 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$; з) $N_A=6,22 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$; д) $N_A=6,32 \cdot 10^{23}$ 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 °С.

Ответ: а) $\Delta p=0,36 \cdot 10^5$ Па; б) $\Delta p=0,46 \cdot 10^5$ Па; в) $\Delta p=0,56 \cdot 10^5$ Па; з) $\Delta p=0,66 \cdot 10^5$ Па; д) $\Delta p=0,76 \cdot 10^5$ 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 °С, определить это отношение на высоте $h=10$ км.

Ответ: а) $\eta=0,325$; б) $\eta=0,235$; в) $\eta=0,225$; з) $\eta=0,245$; 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) $Q=1,3$ кДж; б) $Q=1,2$ кДж; в) $Q=1,1$ кДж; г) $Q=1,0$ кДж; д) $Q=0,9$ кДж.

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

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

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

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

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

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

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

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.

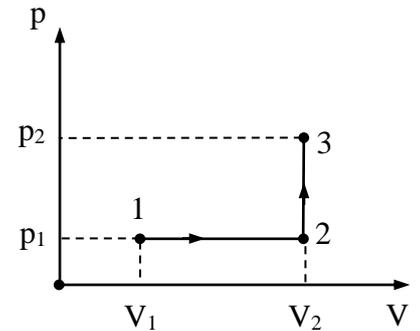


Рис. 35

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, 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.

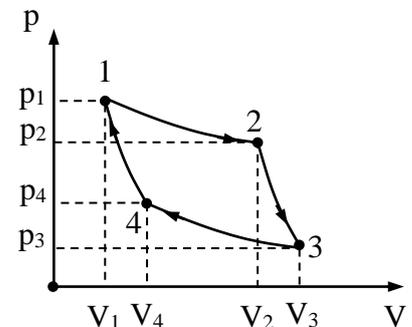


Рис. 36

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 η цикла тепловой машины, если за

счет каждого килоджоуля теплоты, полученной от нагревателя, машина совершает работу $A=350$ Дж.

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

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

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

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

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

Практическое занятие № 8

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

215. В баллоне ёмкостью 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) $b=8 \cdot 10^{-5}$ м³/моль; б) $b=7 \cdot 10^{-5}$ м³/моль;
 в) $b=6 \cdot 10^{-5}$ м³/моль; г) $b=5 \cdot 10^{-5}$ м³/моль; д) $b=4 \cdot 10^{-5}$ м³/моль.

216. Один киломоль углекислого газа находится при температуре 100 °С. Найти давление газа, считая его реальным. Задачу решить для объёма $V_1=1$ м³.

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

217. Один киломоль углекислого газа находится при температуре 100°C. Найти давление газа, считая его реальным. Задачу решить для объёма $V_2=0,05$ м³.

Ответ: а) $p_1=6,23$ МПа; б) $p_1=5,23$ МПа; в) $p_1=4,23$ МПа;
 г) $p_1=3,23$ МПа; д) $p_1=2,23$ 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) $p=2,4 \cdot 10^9$ Па; б) $p=2,3 \cdot 10^9$ Па; в) $p=2,2 \cdot 10^9$ Па;
 г) $p=2,1 \cdot 10^9$ Па; д) $p=2,0 \cdot 10^9$ 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) $\langle \lambda \rangle = 6 \cdot 10^{-10}$ м; б) $\langle \lambda \rangle = 5 \cdot 10^{-10}$ м; в) $\langle \lambda \rangle = 4 \cdot 10^{-10}$ м;
г) $\langle \lambda \rangle = 3 \cdot 10^{-10}$ м; д) $\langle \lambda \rangle = 2 \cdot 10^{-10}$ м.

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

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

з) $V=0,221 \text{ м}^3$; д) $V=0,211 \text{ м}^3$.

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

Практическое занятие № 9

Физическая кинетика. Явления переноса.

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

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

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

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

230. Вязкость некоторого газа определяется методом измерения силы трения между пластинами, отделенными друг от друга слоем этого газа толщиной $0,9 \text{ мм}$. При давлении $p_1=2,8 \text{ Па}$ вязкость газа оказалась равной $\eta_1=0,80 \cdot 10^{-5} \text{ Па}\cdot\text{с}$. При давлении $p_2=10,9 \text{ Па}$ и давлении $p_3=16,0 \text{ Па}$ вязкость $\eta_2=\eta_3=1,9 \cdot 10^{-5} \text{ Па}\cdot\text{с}$. Какова приблизительно длина свободного пробега молекул этого газа при нормальном давлении p_0 ?

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ответ: а) $D=7,13 \cdot 10^{-5}$ м²/с; б) $D=7,23 \cdot 10^{-5}$ м²/с; в) $D=7,33 \cdot 10^{-5}$ м²/с;
г) $D=7,43 \cdot 10^{-5}$ м²/с; д) $D=7,53 \cdot 10^{-5}$ м²/с.

237. Коэффициент диффузии кислорода при температуре $t=0^\circ\text{C}$ – $D=0,19$ см²/с. Определить среднюю длину свободного пробега молекул кислорода.

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

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. Музыка, А. Ю. Механика и электромагнетизм: тексты лекций по общей физике [Электронный ресурс]: лекции / А. Ю. Музыка. - 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.