

# Задачи по курсу «Физика. Механика. Термодинамика»

(ИБ-1, МК-1, ПМ-1, РТ-1, 1 семестр 2024/2025 уч. года)

## Механика

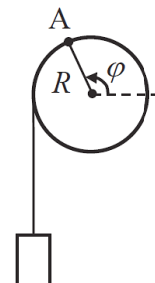
### Кинематика материальной точки

1. За некоторое время частица прошла  $3/4$  окружности со средним значением модуля скорости  $\langle v \rangle$ . Найти модуль средней скорости частицы  $|\vec{v}_{cp}|$  за то же время.
2. За промежуток времени  $\tau = 10$  с точка прошла половину окружности радиуса  $R = 160$  см. Вычислить за это время:
  - а) среднее значение модуля скорости  $\langle v \rangle$ ;
  - б) модуль среднего вектора скорости  $|\vec{v}_{cp}|$ ;
  - в) модуль среднего вектора полного ускорения  $|\vec{a}_{cp}|$ , если точка двигалась с постоянным тангенциальным ускорением.
3. Точка движется в плоскости  $xu$  по закону  $x = \alpha t$ ,  $y = \alpha t(1 - \beta t)$ , где  $\alpha$  и  $\beta$  – положительные постоянные. Найти:
  - а) уравнение траектории точки  $y(x)$ ; изобразить ее график;
  - б) скорость  $v$  и ускорение  $a$  точки в зависимости от времени  $t$ ;
  - в) момент  $t_0$ , когда угол между скоростью и ускорением равен  $\pi/4$ .
4. Скорость материальной точки зависит от ее положения в декартовой системе координат следующим образом:  $\vec{v} = \alpha \vec{i} + \beta x \vec{j}$ , где  $\alpha$  и  $\beta$  – положительные постоянные,  $\vec{i}$  и  $\vec{j}$  – орты осей  $x$  и  $y$ . В начальный момент времени радиус-вектор материальной точки равен нулю:  $\vec{r}(0) = 0$ . Определите:
  - а) закон движения точки  $\vec{r}(t)$ , ее скорость  $\vec{v}$  и ускорение  $\vec{a}$  как функцию времени;
  - б) тангенциальное и нормальное ускорения точки;
  - в) уравнение траектории  $y(x)$  точки;
  - г) радиус кривизны  $R(t)$  траектории.
5. Точка движется по окружности со скоростью  $V = \alpha t$ , где  $\alpha$  – положительная постоянная. Найдите ее полное ускорение  $a$  в момент, когда она пройдет  $n = 1/2$  длины окружности после начала движения.
6. Точка движется, замедляясь, по окружности радиуса  $R$  так, что в каждый момент ее тангенциальное и нормальное ускорения одинаковы по модулю. В момент  $t = 0$  скорость точки равна  $V_0$ . Найдите зависимость скорости  $V$  точки от времени.
7. Точка движется, замедляясь, по окружности радиуса  $R$  так, что в каждый момент ее тангенциальное и нормальное ускорения одинаковы по модулю. В момент  $t = 0$  скорость точки равна  $V_0$ . Найдите зависимость скорости  $V$  точки от пройденного пути  $s$ .
8. Частица движется вдоль оси  $x$  так, что проекция скорости на эту ось зависит от времени по закону  $\frac{dx}{dt} = \alpha \sqrt{x}$ , где  $\alpha$  – положительная постоянная. В момент времени  $t = 0$  частица находилась в начале координат. Каково среднее значение модуля скорости  $\langle v \rangle$  частицы за время, в течение которого она прошла путь  $s$ ?
9. Автомобиль движется по прямой дороге со скоростью  $v_0 = 25$  м/с. Водитель, увидев препятствие, начинает тормозить, при этом модуль ускорения автомобиля зависит от

модуля скорости по закону  $a = a_0 \sqrt{\frac{v}{v_0}}$  (здесь  $a_0 = 10 \text{ м/с}^2$ ). Какой путь  $s$  пройдет автомобиль до остановки? За какое время  $t$  этот путь будет пройден?

### **Кинематика твердого тела**

10. Колесо вращается с угловым ускорением  $\beta = 2 \text{ рад/с}^2$ . Через время  $t = 0,5 \text{ с}$  после начала движения полное ускорение точки на ободе колеса  $a = 13,6 \text{ см/с}^2$ . Найдите радиус  $R$  колеса.
11. Диск радиуса  $R = 10 \text{ см}$  начинает вращаться вокруг неподвижной оси с постоянным угловым ускорением  $\beta = 0,5 \text{ рад/с}^2$ . Найдите тангенциальное ускорение  $a_\tau$ , нормальное ускорение  $a_n$  и полное ускорение  $a$  точки А, находящейся на периферии диска, через время  $t = 2 \text{ с}$  после начала вращения.
12. Колесо вращается вокруг неподвижной оси так, что угол  $\varphi$  его поворота зависит от времени по закону  $\varphi = \beta t^2$ , где  $\beta = 0,20 \text{ рад/с}^2$ . Найдите полное ускорение  $a$  точки А на ободе колеса в момент времени  $t = 2,5 \text{ с}$ , если скорость точки А в этот момент  $v = 0,65 \text{ м/с}$ .
13. На вал радиуса  $R$ , закрепленный на оси, намотана веревка, на конце которой висит груз, опускающийся вниз (см. рис.). Закон движения груза имеет вид  $x = x_0 + bt^2$ , где  $x_0$  и  $b$  – постоянные положительные величины. Определите угловую скорость  $\omega$  и угловое ускорение  $\beta$  произвольной точки А обода вала, модуль ускорения  $a$  этой точки, его нормальную  $a_n$  и тангенциальную  $a_\tau$  составляющие. Запишите закон движения  $\varphi(t)$  этой точки.



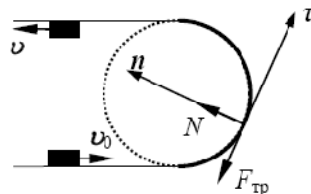
### **Динамика материальной точки**

14. Небольшое тело пустили снизу вверх по наклонной плоскости, составляющей угол  $\alpha$  с горизонтом. Найдите коэффициент трения  $\mu$  между телом и плоскостью, если время подъема тела оказалось в  $n$  раз меньше времени спуска.
15. Шайбу положили на наклонную плоскость, образующую угол  $\alpha$  с горизонтом, и сообщили направленную вверх начальную скорость  $v_0$ . Коэффициент трения между шайбой и плоскостью равен  $\mu$ . При каком значении угла  $\alpha$  шайба пройдет вверх по плоскости наименьшее расстояние?
16. Лодка под парусом развила скорость  $V_0$ . После спуска паруса лодка продолжает свое движение в стоячей воде, причем действующая на лодку сила сопротивления воды пропорциональна квадрату скорости. Найдите зависимость  $V(t)$  скорости лодки от времени и время  $t$  движения лодки до остановки. Масса лодки  $m$ , коэффициент сопротивления  $k$ .
17. Моторная лодка массы  $m = 400 \text{ кг}$  начинает двигаться по озеру. Сила тяги мотора  $F = 0,2 \text{ кН}$ . Считая силу сопротивления  $F_c$  пропорциональной скорости, определите скорость  $V$  лодки через время  $t = 20 \text{ с}$  после начала ее движения. Коэффициент сопротивления  $k = 20 \text{ кг/с}$ .
18. Начальная скорость пули  $V_0 = 800 \text{ м/с}$ . При движении в воздухе за время  $t = 0,8 \text{ с}$  ее скорость уменьшилась до  $V = 200 \text{ м/с}$ . Масса пули  $m = 10 \text{ г}$ . Считая силу сопротивления воздуха пропорциональной квадрату скорости, определите коэффициент сопротивления  $k$ . Действием силы тяжести пренебречь.

19. Катер массы  $m$  движется по озеру со скоростью  $u_0$ . В момент  $t = 0$  выключили его двигатель. Считая силу сопротивления пропорциональной скорости катера,  $\vec{F} = -r\vec{u}$ , найдите:

- а) время движения катера с выключенным двигателем;
- б) скорость катера в зависимости от пути, пройденного с выключенным двигателем, а также полный путь до остановки.

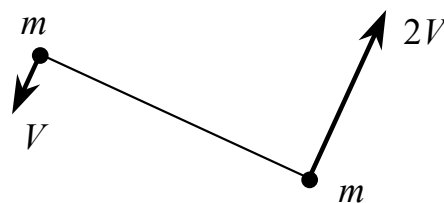
20. Брусок скользит по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью  $u_0$  и по касательной попадает в область, ограниченную забором в форме полуокружности (рис.). Определите время  $t_0$ , через которое брусок покинет эту область. Радиус кривизны забора  $R$ , коэффициент трения скольжения бруска о поверхность забора  $\mu$ . Размеры бруска много меньше  $R$ .



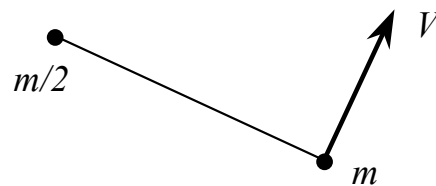
### *Законы изменения и сохранения импульса. Система центра масс*

21. Материальная точка массы  $m = 1$  кг, двигаясь равномерно, описывает три четверти окружности радиуса  $R = 1,2$  м в течение времени  $t = 2$  с. Найдите модуль  $|\Delta \vec{p}|$  изменения импульса точки.
22. Пушка массы  $M$  начинает свободно скользить вниз по гладкой наклонной плоскости, составляющей угол  $\alpha$  с горизонтом. Когда пушка прошла путь  $l$ , произвели выстрел, в результате которого снаряд вылетел с импульсом  $\vec{p}$  в горизонтальном направлении, а пушка остановилась. Пренебрегая массой снаряда по сравнению с массой пушки, найдите продолжительность выстрела.
23. Снаряд массы  $m = 10$  кг обладал скоростью  $v = 200$  м/с в высшей точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая часть массы  $m_1 = 3$  кг полетела со скоростью  $v_1 = 400$  м/с в прежнем направлении. Определите направление движения и скорость второй части снаряда после разрыва.
24. Снаряд, обладавший в высшей точке траектории скоростью  $v = 300$  м/с, разорвался в этой точке на две равные по массе части. Одна из них полетела вертикально вниз со скоростью  $u_1 = 600$  м/с. Найдите модуль скорости  $u_2$  второй части снаряда и угол  $\alpha$ , который эта скорость составляет с горизонтом.
25. В момент времени, когда скорость свободно падающего тела по модулю стала равной  $u_0 = 4,0$  м/с, оно разорвалось на три одинаковых осколка. Два осколка разлетелись в горизонтальной плоскости под прямым углом друг к другу со скоростью  $v = 5,0$  м/с каждый. Найдите модуль скорости третьего осколка сразу после разрыва.

26. Две небольшие шайбы массой  $m$  каждая связаны между собой нитью длины  $l$  и движутся по гладкой горизонтальной плоскости. В некоторый момент скорость одной шайбы равна  $V$ , а другой —  $2V$ , причем векторы скоростей шайб перпендикулярны нити (рис.). Найдите силу  $T$  натяжения нити в процессе движения.

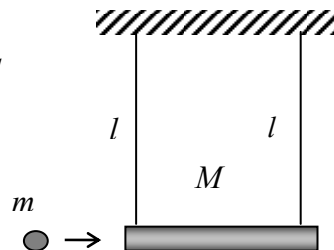


27. Две небольшие шайбы, массы которых равны  $m$  и  $m/2$ , связаны между собой нитью длины  $l$  и движутся по гладкой горизонтальной плоскости. В некоторый момент скорость шайбы массы  $m/2$  равна нулю, а другой —  $V$ , причем вектор  $\vec{V}$  перпендикулярен нити (рис.). Найдите силу  $T$  натяжения нити в процессе движения.



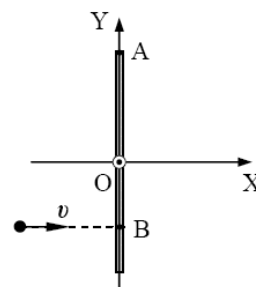
### Законы изменения и сохранения механической энергии. Столкновение тел

28. Горизонтальную пружину сжимают на величину  $l$ . Какую скорость сообщит пружина помещенному перед ней шарiku массы  $m$ , если ее отпустить? Считайте, что возникающие деформации нелинейны, причем зависимость упругой силы от деформации  $x$  имеет вид  $F = kx + cx^3$ , где  $k$  и  $c$  – положительные константы.
29. При движении автомобиля сила сопротивления складывается из силы трения, которая почти не зависит от скорости, и силы лобового сопротивления воздуха, пропорциональной квадрату скорости. Для грузовика массы  $m = 1,2$  т сила сопротивления может быть найдена по эмпирической формуле  $F_{\text{сопр}} = 300 + 1,8v^2$  ( $F, v$  — в единицах СИ). Определите мощность  $N$ , развиваемую двигателем грузовика при движении с постоянной скоростью  $v = 80$  км/ч, если вся она идет на преодоление силы сопротивления.
30. Два шара претерпевают центральный абсолютно неупругий удар. До удара шар массы  $m_2$  неподвижен, шар массы  $m_1$  движется с некоторой скоростью. Какая часть  $n$  первоначальной кинетической энергии теряется при ударе, если  $m_1 = 0,1 m_2$ ?
31. Два шара претерпевают центральный абсолютно неупругий удар. До удара шар массы  $m_2$  неподвижен, шар массы  $m_1$  движется с некоторой скоростью. Какая часть  $n$  первоначальной кинетической энергии теряется при ударе, если  $m_1 = m_2$ ?
32. Летевшая горизонтально пуля массы  $m$  попала, застряв, в тело массы  $M$ , которое подвешено на двух одинаковых нитях длины  $l$  (см. рисунок). В результате нити отклонились на угол  $\theta$ . Считая  $m \ll M$ , найдите:
- а) скорость пули перед попаданием в тело;
  - б) относительную долю первоначальной кинетической энергии пули, которая перешла во внутреннюю энергию.
33. После абсолютно упругого столкновения частицы массой  $m_1$  с покоящейся частицей массой  $m_2$  обе частицы разлетелись симметрично относительно направления первоначального движения первой частицы, и угол между их направлениями разлета равен  $\alpha = 60^\circ$ . Найдите отношение масс этих частиц.
34. Два бильярдных шара с одинаковыми массами движутся во взаимно перпендикулярных направлениях и сталкиваются в начале системы координат  $xOy$ . Первый шар двигался до столкновения со скоростью  $v_1 = 3$  м/с в положительном направлении оси  $Oy$ , а второй — в положительном направлении оси  $Ox$  со скоростью  $v_2 = 4,8$  м/с. После столкновения второй шар стал двигаться в положительном направлении оси  $Oy$ . В каком направлении будет двигаться после соударения первый шар и чему будут равны при этом скорости обоих шаров?



### Момент силы, момент импульса. Закон сохранения момента импульса

35. Шарик массы  $m$  бросили под углом  $\alpha$  к горизонту с начальной скоростью  $v_0$ . Найти модуль момента импульса  $L$  шарика относительно точки бросания в зависимости от времени движения. Вычислите  $L$  в вершине траектории, если  $m = 130$  г,  $\alpha = 45^\circ$  и  $v_0 = 25$  м/с. Сопротивлением воздуха пренебречь.
36. К точке, радиус-вектор которой относительно начала координат  $O$  равен  $\vec{r} = a\vec{i} + b\vec{j}$ , приложена сила  $\vec{F} = A\vec{i} + B\vec{j}$ , где  $a, b, A, B$  – постоянные,  $\vec{i}$  и  $\vec{j}$  – орты осей  $x$  и  $y$ . Найдите момент  $\vec{M}$  и плечо  $l$  силы  $\vec{F}$  относительно точки  $O$ .
37. На гладкой горизонтальной поверхности лежат небольшая шайба массой  $m$  и тонкий однородный стержень длиной  $L$  и массой  $M$ . Шайбе сообщили скорость  $v$  в горизонтальном на-

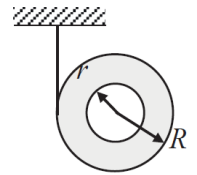


правлении перпендикулярно стержню (см. рисунок). Шайба абсолютно упруго соударяется со стержнем в точке В на расстоянии  $l$  от его центра (точка О). Определите это расстояние, если сразу после соударения шайба останавливается.

### *Динамика твердого тела*

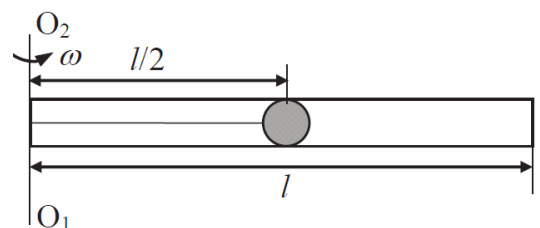
38. Вычислите момент инерции однородного сплошного конуса относительно его оси симметрии, если масса конуса  $m$  и радиус его основания  $R$ .
39. Определите момент инерции  $I$  тонкого однородного стержня длиной  $l$  и массой  $m$  относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его точку, отстоящую от конца стержня на  $l/3$ .
40. Определите момент инерции  $I$  однородного диска радиусом  $R$  и массой  $m$  относительно оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через середину одного из радиусов.

41. Шайба массой  $m$ , представляющая собой цилиндр радиусом  $R$  с круглым отверстием радиусом  $r$ , подвешена на нити, как показано на рисунке. Масса нити пренебрежимо мала. Найдите ускорение  $a_c$  центра масс шайбы относительно лабораторной системы отсчета.



42. Однородный цилиндр массой  $m = 4$  кг катится без скольжения по горизонтальной поверхности. Скорость центра масс цилиндра  $V_c = 1$  м/с. Определите кинетическую энергию  $T$  цилиндра.
43. Однородный шар катится без скольжения по горизонтальной поверхности. Кинетическая энергия шара  $T = 14$  Дж. Определите кинетическую энергию  $T_1$  поступательного и  $T_2$  вращательного движения шара.
44. Тонкий обруч и сплошной однородный цилиндр, имеющие одинаковую массу, катятся без скольжения по горизонтальной поверхности. Скорость центра масс тел одинакова. Найдите отношение  $T_2/T_1$  кинетических энергий цилиндра и обруча.
45. Однородный шар массы  $m = 5,0$  кг скатывается без скольжения по наклонной плоскости, составляющей угол  $\alpha = 30^\circ$  с горизонтом. Найти кинетическую энергию шара через  $t = 1,6$  с после начала движения.
46. Сплошной однородный цилиндр массы  $m = 300$  г скатывается без скольжения по наклонной плоскости, составляющей угол  $\alpha = 30^\circ$  с горизонтом. Найдите кинетическую энергию  $T$  цилиндра через  $t = 1,6$  с после начала движения. Начальная скорость цилиндра  $V_0 = 0$ .
47. Найти ускорение  $a_c$  центра однородного шара массы  $m$ , скатывающегося без скольжения по наклонной плоскости, образующей угол  $\alpha$  с горизонтом. Чему равна сила трения  $F_{тр}$  между шаром и плоскостью? Начальная скорость шара  $V_0 = 0$ .
48. По наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол  $\alpha = 30^\circ$ , скатывается без скольжения сплошной однородный цилиндр, масса которого  $m = 300$  г. Найдите величину силы трения  $F_{тр}$  цилиндра о плоскость. Начальная скорость цилиндра  $V_0 = 0$ .

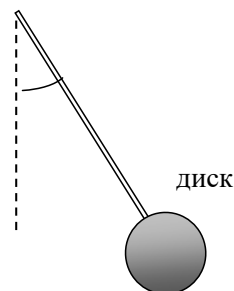
49. Полая трубка длиной  $l$  с гладкими стенками раскручена относительно оси  $O_1O_2$ , проходящей через торец трубки, с угловой скоростью  $\omega$ . (см. рис.). Внутри трубки находится гладкий шарик массой  $m$ , удерживаемый на месте нитью. При пережигании нити шарик отбрасывается к кон-



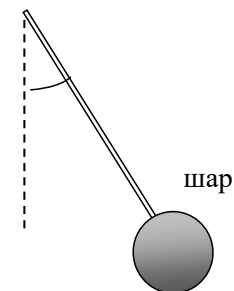
цу трубки и останавливается в результате абсолютно неупругого удара о торец трубки. Момент инерции трубки относительно оси  $O_1O_2$  равен  $I$ , шарик до пережигания нити находился на расстоянии  $l/2$  от оси вращения. Определите угловую скорость вращения трубки  $\omega'$  после удара, а также изменение кинетической энергии  $\Delta E$  системы «трубка – шарик». При решении задачи шарик считать материальной точкой.

### Механические колебания

50. Точка совершает гармонические колебания вдоль некоторой прямой с периодом  $T = 0,60$  с и амплитудой  $a = 10,0$  см. Найдите среднюю скорость точки за время, в течение которого она проходит путь  $a/2$ :
- из крайнего положения;
  - из положения равновесия.
51. Частица колеблется вдоль оси  $x$  по закону  $x = 0,1 \sin 6,28t$  (м). Найдите среднее значение модуля скорости  $\langle v \rangle$  частицы:
- за период колебания  $T$ ;
  - за первую  $1/8$  часть  $T$ ;
  - за вторую  $1/8$  часть  $T$ .
52. Частица совершает гармоническое колебание с амплитудой  $A$  и периодом  $T$ . Найдите:
- время  $t_1$ , за которое смещение частицы из положения равновесия изменяется от 0 до  $A/2$ ;
  - время  $t_2$ , за которое смещение изменяется от  $A/2$  до  $A$ .
53. Найдите период малых поперечных колебаний шарика массы  $m = 40$  г, укрепленного на середине натянутой струны длины  $l = 1$  м. Силу натяжения струны считать постоянной и равной  $F = 10$  Н. Массой струны и силами тяжести пренебречь.
54. Однородный стержень длины  $l$  совершает малые колебания вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной к стержню и проходящей через его верхний конец. Найдите частоту  $\omega$  таких колебаний. Трения нет.
55. Тонкий обруч, повешенный на вбитый горизонтально в стену гвоздь, совершает малые колебания в плоскости, параллельной стене. Радиус обруча  $R = 30$  см. Определите период  $T$  колебаний обруча.
56. Найдите частоту  $\omega$  малых колебаний “часового” маятника – однородного диска радиуса  $R$ , насаженного на невесомый стержень. Расстояние от центра диска до оси вращения маятника равно  $l$ .



57. Найдите частоту  $\omega$  малых колебаний “часового” маятника – однородного шара радиуса  $R$ , насаженного на невесомый стержень. Расстояние от центра шара до оси вращения маятника равно  $l$ .



58. Найдите амплитуду  $A$  и начальную фазу  $\varphi$  гармонического колебания, получающегося в результате сложения двух одинаково направленных колебаний следующего вида:

$$x_1 = 0,02 \sin(5\pi t + \pi/2), \quad x_2 = 0,03 \sin(5\pi t + \pi/4).$$

59. Найдите графически амплитуду  $A$  колебаний, которые возникают при сложении следующих колебаний одного направления:

$$x_1 = 3,0 \cos(\omega t + \pi/3), \quad x_2 = 8,0 \sin(\omega t + \pi/6).$$

60. За время, в течение которого система совершает  $N = 100$  колебаний, амплитуда уменьшается в  $\eta = 5$  раз. Найдите добротность  $Q$  колебательной системы.
61. За время  $t = 16,1$  с амплитуда колебаний уменьшается в  $\eta = 5$  раз. Найдите коэффициент затухания  $\beta$ . За какое время  $\tau$  амплитуда уменьшится в  $e$  раз?
62. За время  $t = 10$  с амплитуда свободных колебаний уменьшается в  $N_1 = 10$  раз. За какое время  $\tau$  амплитуда уменьшится в  $N_2 = 100$  раз?
63. Определите логарифмический декремент затухания  $\lambda$  колебательной системы, для которой резонанс наблюдается при частоте, меньшей собственной частоты  $\nu_0 = 10$  кГц на  $\Delta\nu = 2$  Гц.
64. Период собственных колебаний пружинного маятника  $T_0 = 0,55$  с. В вязкой среде тот же маятник совершает колебания с периодом  $T = 0,56$  с. Определите резонансную частоту  $\nu_{\text{рез}}$  колебаний.

### ***Релятивистская механика***

65. Собственное время жизни некоторой нестабильной частицы  $\Delta t_0 = 10$  нс. Какой путь пролетит эта частица до распада в лабораторной системе отсчета, где ее время жизни  $\Delta t = 20$  нс?
66. Стержень пролетает с постоянной скоростью мимо метки, неподвижной в лабораторной системе отсчета. Время пролета  $\Delta t = 20$  нс в лабораторной системе отсчета. В системе же отсчета, связанной со стержнем, метка движется вдоль него в течение  $\Delta t' = 25$  нс. Найдите собственную длину стержня.
67. Два стержня одинаковой собственной длины  $l_0$  движутся в продольном направлении навстречу друг другу параллельно общей оси с одной и той же по величине скоростью  $V$  относительно лабораторной системы отсчета. Чему равна длина  $l'$  каждого стержня в системе отсчета, связанной с другим стержнем?
68. Определите импульс релятивистской частицы (в единицах  $mc$ ), если ее кинетическая энергия равна энергии покоя.
69. Кинетическая энергия релятивистской частицы равна ее энергии покоя. Во сколько раз возрастет импульс частицы, если ее кинетическая энергия увеличится в  $n = 4$  раза?

### **Молекулярная физика**

#### ***Уравнение состояния газа. Процессы***

70. Газовая смесь, состоящая из кислорода и азота, находится в баллоне под давлением  $p = 1$  МПа. Определите парциальные давления  $p_1$  кислорода и  $p_2$  азота, если массовая доля кислорода в смеси  $n = 0,2$ . Молярные массы кислорода и азота равны соответственно  $\mu_1 = 32 \cdot 10^{-3}$  кг/моль и  $\mu_2 = 28 \cdot 10^{-3}$  кг/моль.

71. Баллон вместимостью  $V = 30$  л содержит смесь водорода и гелия при температуре  $T = 300$  К и давлении  $p = 828$  кПа. Масса смеси  $m = 24$  г. Определите массу  $m_1$  водорода и массу  $m_2$  гелия. Молярные массы водорода и гелия равны соответственно  $\mu_1 = 2 \cdot 10^{-3}$  кг/моль и  $\mu_2 = 4 \cdot 10^{-3}$  кг/моль.

### ***Первое начало термодинамики***

72. Какая работа  $A$  совершается при изотермическом расширении водорода массой  $m = 5$  г, взятого при температуре  $T = 290$  К, если объем газа увеличивается в три раза?
73. При адиабатическом сжатии кислорода массой  $m = 1$  кг совершена работа  $A' = 100$  кДж. Определите конечную температуру  $T_2$  газа, если до сжатия кислород находился при температуре  $T_1 = 300$  К. Показатель адиабаты для кислорода  $\gamma = 1,40$ .
74. Некоторую массу азота сжали в  $\eta = 5$  раз (по объему) один раз адиабатически, другой раз изотермически. Начальное состояние газа в обоих случаях одинаково. Найдите отношение соответствующих работ, затраченных на сжатие. Показатель адиабаты для азота  $\gamma = 1,40$ .
75. Азот массой  $m = 200$  г расширяется изотермически при температуре  $T = 280$  К, причем объем газа увеличивается в 2 раза. Найдите:
- а) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа;
  - б) совершенную газом работу  $A$ ;
  - в) количество теплоты  $Q$ , полученное газом.
- Молярная масса азота  $\mu = 28 \cdot 10^{-3}$  кг/моль.
76. Идеальный одноатомный газ нагревают так, что в процессе нагрева  $\frac{p}{V} = \text{const}$ . Определите молярную теплоемкость газа в этом процессе.

### ***Цикл Карно. Второе начало термодинамики. Энтропия***

77. Идеальный газ совершает цикл Карно. Работа газа на участке изотермического расширения  $A_{12} = 5$  Дж. Определите работу  $A'_{34}$ , затраченную на изотермическое сжатие газа, если КПД цикла  $\eta = 0,2$ .
78. Найти (в расчете на моль) приращение энтропии углекислого газа при увеличении его температуры  $T$  в  $n = 2$  раза, если процесс нагревания:
- а) изохорический;
  - б) изобарический.
- Газ считать идеальным. Показатель адиабаты для углекислого газа  $\gamma = 1,30$ .
79. Два моля идеального газа сначала изохорически охладили, а затем изобарически расширили так, что температура газа стала равной первоначальной. Найти приращение энтропии газа, если его давление в данном процессе изменилось в  $n = 3,3$  раза.