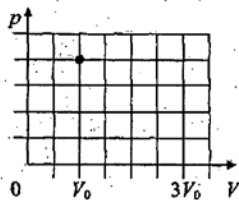
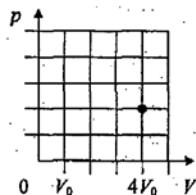


1. В цилиндре под поршнем при комнатной температуре  $t_0$  долгое время находится только вода и её пар. Масса жидкости в два раза меньше массы пара. Первоначальное состояние системы показано точкой на  $pV$ -диаграмме. Медленно перемещая поршень, объём  $V$  под поршнем изотермически увеличивают от  $V_0$  до  $3V_0$ .



Постройте график зависимости давления  $p$  в цилиндре от объёма  $V$  на отрезке от  $V_0$  до  $3V_0$ . Укажите, какими закономерностями Вы при этом воспользовались.

2. В стеклянном цилиндре под поршнем при комнатной температуре  $t_0$  находится только водяной пар. Первоначальное состояние системы показано точкой на  $pV$ -диаграмме. Медленно перемещая поршень, объём  $V$  под поршнем изотермически уменьшают от  $4V_0$  до  $V_0$ . Когда объём  $V$  достигает значения  $2V_0$ , на внутренней стороне стенок цилиндра выпадает роса.



Постройте график зависимости давления  $p$  в цилиндре от объёма  $V$  на отрезке от  $V_0$  до  $4V_0$ . Укажите, какими закономерностями Вы при этом воспользовались.

3. При изучении фотоэффекта на установке, изображённой на рис. а, измеряется сила тока в цепи  $I$  в зависимости от напряжения  $U$  между электродами. В опыте фотокатод освещается монохроматической волной заданной частоты  $\nu$  постоянной интенсивности. Наблюдаемая зависимость силы тока в цепи от напряжения изображена на рис. б.

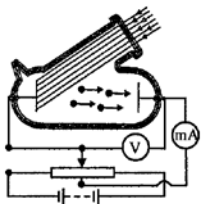


Рис. а

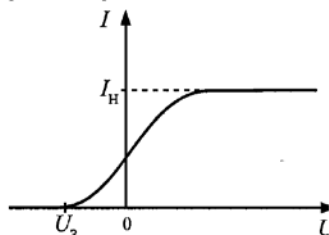
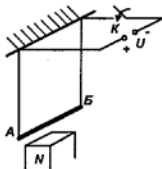


Рис. б

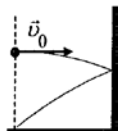
а) Как изменится положение точек  $U_3$  и  $I_n$  на графике при увеличении интенсивности световой волны? Объясните эти изменения, опираясь на законы квантовой физики.

б) Как изменится положение точек  $U_3$  и  $I_n$  на графике при небольшом увеличении частоты световой волны? Объясните эти изменения, опираясь на законы квантовой физики.

4. Проводник  $AB$  подвешен на тонких проволочках и подключён к источнику постоянного напряжения так, как показано на рисунке. Снизу к проводнику подносят северным полюсом постоянный магнит. В какую сторону начнёт двигаться проводник сразу после замыкания ключа  $K$ ? Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, почему это произойдёт.



5. Мяч бросают горизонтально с высоты 1,25 м по направлению к вертикальной стене, находящейся на расстоянии 2,5 м от точки бросания. Какова должна быть начальная скорость мяча, чтобы после упругого удара о стену он приземлился под точкой бросания (см. рисунок)?



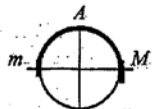
6. Мяч бросают под углом  $15^\circ$  к горизонту по направлению к вертикальной стене, находящейся на расстоянии 2,5 м от точки бросания. Какова должна быть начальная скорость мяча, чтобы после упругого удара о стену он возвратился в точку бросания?

7. Ученик исследовал движение бруска по наклонной плоскости. При помощи электронного секундомера он провёл пять опытов, измеряя время движения бруска из состояния покоя на одном и том же участке наклонной плоскости. Результаты опытов приведены в таблице.

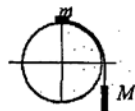
Опыт	1	2	3	4	5
$t, c$	0,470	0,468	0,483	0,481	0,475

Угол между наклонной плоскостью и лабораторным столом составлял  $30^\circ$ . Расстояние, которое проходил брусок в каждом опыте, равно 400 мм. Распределите примерное значение коэффициента трения между бруском и наклонной плоскостью. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на брусок.

8. Система из грузов  $m$  и  $M$  и связывающей их лёгкой нерастяжимой нити в начальный момент покоится в вертикальной плоскости, проходящей перпендикулярно оси закреплённой цилиндрической трубы. Грузы находятся на горизонтальной прямой, пересекающей ось трубы (см. рисунок). В ходе возникшего движения груз  $m$  отрывается от поверхности трубы в её верхней точке  $A$ . Найдите массу  $M$ , если  $m = 100$  г. Размеры грузов ничтожно малы по сравнению с радиусом трубы. Трением пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы.



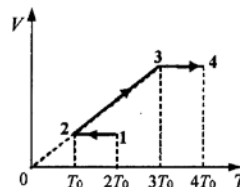
9. Система из грузов  $m$  и  $M$  и связывающей их лёгкой нерастяжимой нити в начальный момент покоится в вертикальной плоскости, проходящей через центр закреплённой сферы. Груз  $m$  находится в точке  $A$  на вершине сферы (см. рисунок). В ходе возникшего движения груз  $m$  отрывается от поверхности сферы, пройдя по ней дугу  $30^\circ$ . Найдите массу  $M$ , если  $m = 100$  г. Размеры груза  $m$  ничтожно малы по сравнению с радиусом сферы. Трением пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы.



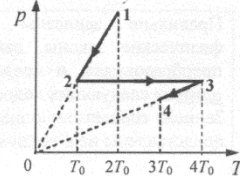
10. В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Площадь поперечного сечения поршня  $S = 30$  см<sup>2</sup>. Давление окружающего воздуха  $p = 10^5$  Па. Трение между поршнем и стенками сосуда пренебрежимо мало. Какое количество теплоты нужно отвести от газа при его медленном охлаждении, чтобы поршень передвинулся на расстояние  $x = 10$  см?

11. В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится газ. Во время опыта объём газа уменьшился в 4 раза, а абсолютная температура упала вдвое. Оказалось, однако, что газ мог просачиваться сквозь зазор вокруг поршня, и за время опыта его давление не изменилось. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия газа в цилиндре? (Газ считать одноатомным идеальным.)

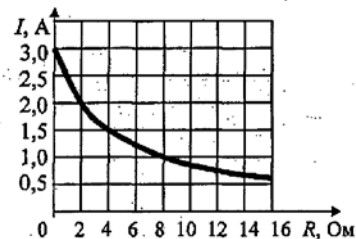
12. Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1-2-3-4, показанном на  $VT$ -диаграмме. Во сколько раз общее количество теплоты, полученное газом в ходе всего процесса 1-2-3-4, больше работы газа в этом процессе?



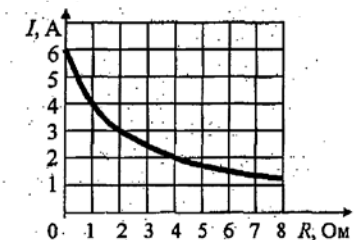
13. Один моль идеального одноатомного газа участвует в процессе 1-2-3-4, показанном на  $pT$ -диаграмме. Во сколько раз общее количество теплоты, полученное газом в ходе всего процесса 1-2-3-4, больше работы газа в этом процессе?



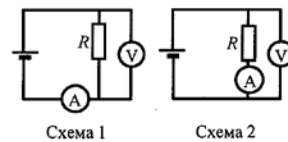
14. Реостат  $R$  подключён к источнику тока с ЭДС  $E$  и внутренним сопротивлением  $r$  (см. рисунок). Зависимость силы тока в цепи от сопротивления реостата представлена на графике. Определите ЭДС источника.



15. Реостат  $R$  подключен к источнику тока с ЭДС  $E$  и внутренним сопротивлением  $r$  (см. рисунок). Зависимость силы тока в цепи от сопротивления реостата представлена на графике. Найдите сопротивление реостата, при котором мощность тока, выделяемая на внутреннем сопротивлении источника, равна 8 Вт.



16. Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно  $R$ , сопротивление амперметра  $\frac{1}{100}R$ ,



сопротивление вольтметра  $9R$ . Каковы показания амперметра в первой схеме, если во второй схеме они равны  $I_2$ ? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

17. Шарик массой  $m$  с зарядом  $q$  подвешен на нити в горизонтальном электрическом поле с напряжённостью  $E$ . Шарик сначала удерживают в нижнем положении, а затем отпускают. Найдите натяжение нити в тот момент, когда при движении шарика нить составляет с вертикалью угол  $\alpha$ .

18. В таблице приведены значения силы тока в идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, измеренные с точностью до 1 мА в последовательные моменты времени.

$t, \mu c$	0	2	4	6	8	10	12	14	16
$I, \text{мА}$	80	56	0	-56	-80	-56	0	56	80

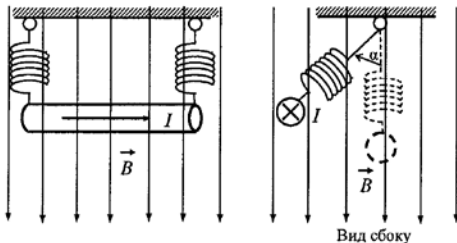
Амплитуда напряжения на конденсаторе  $U_m = 5,0$  В. Найдите значение ёмкости конденсатора.

19. В идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, амплитуда силы тока  $I_m = 50$  мА. В таблице приведены значения разности потенциалов на обкладках конденсатора, измеренные с точностью до 0,1 В в последовательные моменты времени.

$t$ , мкс	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$U$ , В	0,0	2,8	4,0	2,8	0,0	-2,8	-4,0	-2,8	0,0

Найдите значение индуктивности катушки.

20. По прямому горизонтальному проводнику длины 1 м с площадью поперечного сечения  $1,25 \cdot 10^{-5}$  м<sup>2</sup>, подвешенному с помощью двух одинаковых невесомых пружинок с коэффициентами упругости 100 Н/м, течёт электрический ток  $I$ . При включении вертикального магнитного поля с индукцией  $B = 0,1$  Тл проводник отклонился от исходного положения так, что оси пружинок составляют с вертикалью угол  $\alpha$  (см. рисунок). Абсолютное удлинение каждой из пружинок при этом составляет  $7 \cdot 10^{-3}$  м. Найдите силу тока  $I$  в проводе. (Плотность материала проводника  $8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.)



21. Электрически заряженная частица проходит ускоряющую разность потенциалов 385 В, влетает в однородное магнитное поле, модуль вектора магнитной индукции которого 0,2 Тл, и движется по окружности радиусом 0,02 м. Чему равна масса этой частицы, если её заряд  $3,2 \cdot 10^{-19}$  Кл? Скоростью частицы до её попадания в электрическое поле пренебречь.

22. Пациенту ввели внутривенно  $V_0 = 1$  см<sup>3</sup> раствора, содержащего изотоп  $^{24}_{11}\text{Na}$ , общей активностью  $a_0 = 2000$  распадов в секунду. Через  $t = 3$  ч 50 мин активность такой же по объёму пробы крови пациента была  $a = 0,27$  распадов в секунду. Найдите общий объём крови пациента. Период полураспада изотопа  $^{24}_{11}\text{Na}$  равен  $T = 15,3$  ч. Переходом ядер изотопа  $^{24}_{11}\text{Na}$  из крови в другие ткани организма пренебречь.

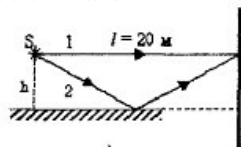
23. Лазер излучает в импульсе  $N = 8 \cdot 10^{15}$  фотонов. Длительность вспышки  $\Delta t = 5,5 \cdot 10^{-4}$  с, частота излучения лазера  $\nu = 6 \cdot 10^{14}$  Гц. Параллельные лучи падают по нормали на площадку  $S = 88$  мм<sup>2</sup>. При этом 30% фотонов отражается, а 70% поглощается. Определите давление излучения на площадку.

24. Из спектра излучения рентгеновской трубки выделен монохроматический пучок параллельных лучей с длиной волны  $\lambda = 1,1 \cdot 10^{-10}$  м. Лучи падают по нормали на тонкую пластинку и создают давление  $P = 1,26 \cdot 10^{-6}$  Па. При этом 70% фотонов отражается, а остальные проходят сквозь пластинку. Какова концентрация фотонов в пучке?

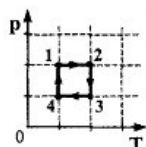
25. Фотон с длиной волны  $2 \cdot 10^{-7}$  м выбивает электрон из металлической пластинки (катода) в сосуде, из которого откачан воздух. Работа выхода составляет 3 эВ. Электрон разгоняется постоянным электрическим полем до энергии, равной энергии ионизации атома водорода (13,6 эВ), и ионизует атом. Какую минимальную энергию будет иметь ион водорода (протон), возникший в результате ионизации, когда, двигаясь в том же электрическом поле, он достигнет катода? Начальную скорость протона считать равной нулю.

26. Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода) в сосуде с откачанным воздухом. Электрон разгоняется постоянным электрическим полем с напряжённостью  $E = 10^3$  В/м до энергии, равной энергии ионизации атома водорода (13,6 эВ), и ионизует атом. Возникший свободный электрон имеет нулевую начальную скорость и ускоряется тем же электрическим полем. На каком расстоянии от пластинки его энергия окажется достаточной для ионизации другого атома водорода?

27. На рисунке представлена схема получения интерференции света с помощью плоского зеркала. Центральный интерференционный максимум наблюдается в точке О экрана. Расстояние от источника S до зеркала равно  $h$ , длина волны источника  $\lambda = 600$  нм. Луч 1 идет параллельно зеркалу и попадает в точку А экрана, где наблюдается второй интерференционный минимум. Чему равно расстояние  $h$  в этом опыте?



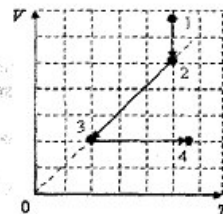
28. На рТ-диаграмме показано циклическое изменение состояния идеального газа в цилиндре под поршнем. (см. рисунок). На каком участке цикла работа газа наибольшая по абсолютной величине? Подумайте, может быть, для анализа удобнее представить описанные процессы с газом в других координатах.



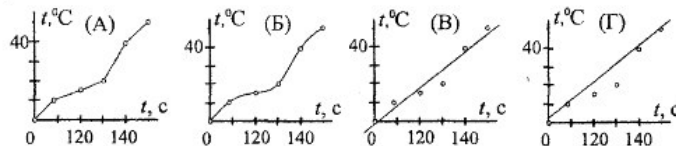
29. Камень, брошенный с поверхности земли почти вертикально вверх со скоростью 15 м/с, упал на крышу сарая, находящуюся на высоте 10 м. Найдите время полёта камня. Соппротивление воздуха не учитывать.

30. Полый шарик массой  $m = 0,4$  г с зарядом  $q = 8$  нКл движется в горизонтальном однородном электрическом поле, напряжённость которого  $E = 500$  кВ/м. Какой угол  $\alpha$  образует с вертикалью траектория шарика, если его начальная скорость равна нулю?

31. На VT-диаграмме показано, как изменялись объём и температура некоторого постоянного количества разреженного газа при его переходе из начального состояния 1 в состояние 4. Как изменялось давление газа  $p$  на каждом из трёх участков 1-2, 2-3, 3-4: увеличивалось, уменьшалось или же оставалось неизменным? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

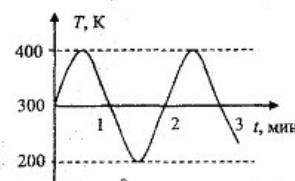


32. Изучалась зависимость температуры тела от времени его нагревания. На рисунке точками указаны результаты измерений. Погрешность измерения температуры равна 10°, времени — 30 секунд. Какой из графиков проведен правильно по этим точкам?



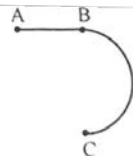
- 1) график А
- 2) график Б
- 3) график В
- 4) график Г

33. В запаянном сосуде объёмом 0,166 м<sup>3</sup> находится 0,2 моль водорода. Температура его меняется со временем согласно графику на рисунке. Чему равна амплитуда колебаний давления водорода?

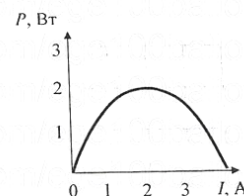


- 1) 1000 Па
- 2) 2000 Па
- 3) 3000 Па
- 4) 4000 Па

34. Стартуя из точки А (см. рисунок), конькобежец движется равноускоренно до точки В, после которой модуль скорости конькобежца остаётся постоянным вплоть до точки С. Во сколько раз модуль ускорения конькобежца на участке ВС больше, чем на участке АВ, если время, затраченное на оба участка, одинаково? Считать ВС полуокружностью.



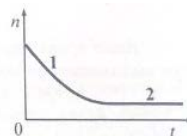
35. Электрическая цепь состоит из батареи с ЭДС  $\varepsilon$  и внутренним сопротивлением  $r = 0,5$  Ом и подключённого к ней резистора нагрузки с сопротивлением  $R$ . При изменении сопротивления нагрузки изменяется сила тока в цепи и мощность в нагрузке. На рисунке представлен график изменения мощности, выделяющейся на нагрузке, в зависимости от силы тока в цепи.



Используя известные физические законы, объясните, почему данный график зависимости мощности от силы тока является параболой. Чему равно ЭДС батареи?

36. Относительная влажность воздуха при  $t = 36$  °С составляет 80%. Давление насыщенного пара при этой температуре  $p_n = 5945$  Па. Какая масса пара содержится в 1 м<sup>3</sup> этого воздуха?

37. Стеклообразная колба, наполненная горячим водяным паром, закрыта пробкой. Стенки колбы изнутри покрыты росой. Затем колбу внесли в холодное помещение. На рисунке показан график изменения со временем концентрации  $n$  молекул водяного пара внутри колбы. Какое утверждение можно считать правильным?



- 1) на участке 1 пар насыщенный, а на участке 2 — ненасыщенный
- 2) на участке 1 пар ненасыщенный, а на участке 2 — насыщенный
- 3) на обоих участках пар насыщенный
- 4) на обоих участках пар ненасыщенный

38. Источник постоянного напряжения с ЭДС 100 В подключён через резистор к конденсатору переменной ёмкости, расстояние между пластинами которого можно изменять. Медленно сближая пластины, ёмкость конденсатора изменили на 0,01 мкФ, при этом силы притяжения пластин совершили работу 20 мкДж. Какое количество теплоты выделилось в электрической цепи с момента начала движения пластин до полного затухания возникших при этом переходных процессов?

39. Металлический стержень длиной  $l = 0,1$  м и массой  $m = 10$  г, подвешенный на двух параллельных проводящих нитях длиной  $L = 1$  м, располагается горизонтально в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл, как показано на рисунке. Вектор магнитной индукции направлен вертикально. Чему равна максимальная сила натяжения каждой нити подвеса, если по стержню пропустить ток силой 10 А в течение 0,1 с? Угол  $\varphi$  отклонения нитей от вертикали за время протекания тока мал.

