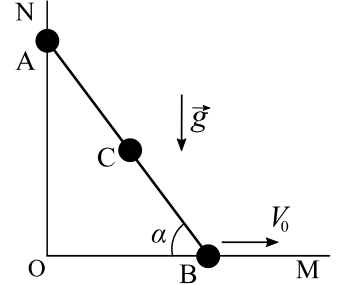


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2026

Вариант 11-01

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

1. Небольшие бусинки А и В соединены шарнирно жесткой спицей АВ длиной L и могут двигаться по двум взаимно перпендикулярным направляющим ON и OM, расположенным в вертикальной плоскости (см. рис.). По спице АВ может двигаться с трением небольшая бусинка С массой m . Бусинку В двигают так, что модуль скорости бусинки С остается постоянным и она не движется по спице, оставаясь в ее середине. В некоторый момент скорость бусинки В равна V_0 , а $\sin \alpha = \sqrt{6}/3$.

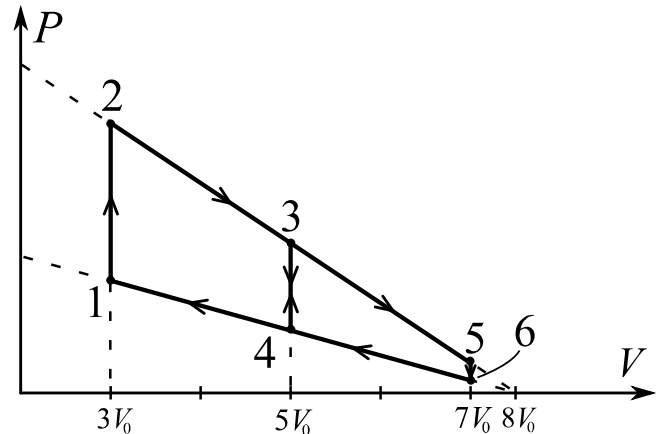


- 1) Найти скорость бусинки С.
- 2) Найти в этот момент модуль силы трения между спицей и бусинкой С.
- 3) Найти в этот момент модуль силы реакции, действующей на бусинку С со стороны спицы.

Известно, что маленький шарик массой m , прикрепленный к нити длиной L и движущийся со скоростью V_0 по окружности радиусом L на гладком горизонтальном столе, растягивает нить с силой $2mg$.

В задаче известными считать V_0 и m .

2. На диаграмме зависимости давления P от объема V для одноатомного идеального газа линии 2-3-5 и 1-4-6 – прямые, пересекающие ось объема в точке $8V_0$, где V_0 – некоторый неизвестный объем. Процессы 1-2, 4-3 и 5-6 – изохорические процессы, проводимые при объемах $3V_0$, $5V_0$ и $7V_0$. Работа газа в цикле 1-2-5-6-1 равна A . КПД цикла 4-3-5-6-4 равен η_2 .



- 1) Найти работы газа A_1 и A_2 в циклах 1-2-3-4-1 и 4-3-5-6-4.
- 2) Найти количества теплоты Q_{12} и Q_{43} , подводимые к газу в процессах 1-2 и 4-3.
- 3) Найти КПД η_1 цикла 1-2-3-4-1.

3. В цепи, схема которой изображена на рис. 1, ЭДС идеального источника $\mathcal{E} = 10,5U_0$. Все диоды одинаковые. ВАХ диода (зависимость тока I через диод от напряжения U на нем) показана на рис. 2, напряжение открытия диода $U_D = U_0$. Индуктивность идеальной катушки L . Емкость конденсатора C .

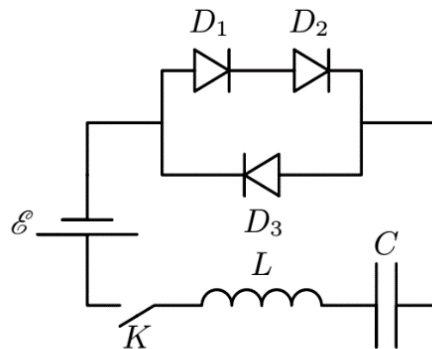


рис. 1

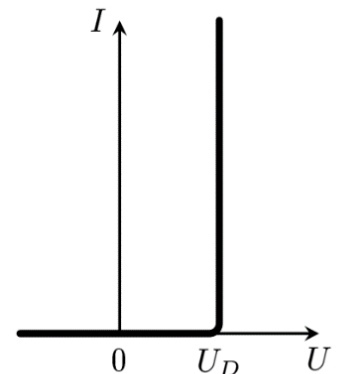


рис. 2

- 1) В каких пределах должен находиться заряд на левой обкладке конденсатора, чтобы после замыкания ключа К ток в цепи не протекал?

Для следующих пунктов задачи конденсатор до замыкания ключа не заряжен, затем ключ замыкают.

- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке сразу после замыкания ключа.
- 3) Через некоторое время τ после замыкания ключа заряд на конденсаторе устанавливается и в дальнейшем не изменяется. Найти время τ и установившийся заряд q_0 на левой обкладке конденсатора.
- 4) Найти выделившуюся теплоту Q_2 в диоде D_2 после замыкания ключа.

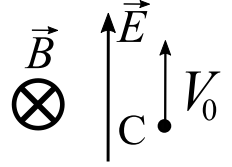
Ответы выразить через U_0 , L , C .

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2026

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

4. В скрещенных электрическом и магнитном полях (вектор \vec{E} напряженности однородного электрического поля перпендикулярен вектору индукции \vec{B} однородного магнитного поля) частице массой m и зарядом $q > 0$ в точке С сообщили скорость V_0 , параллельную вектору \vec{E} (см. рис.). Через некоторое время частица оказалась в точке А, где вектор ее скорости первый раз повернулся на 90° .



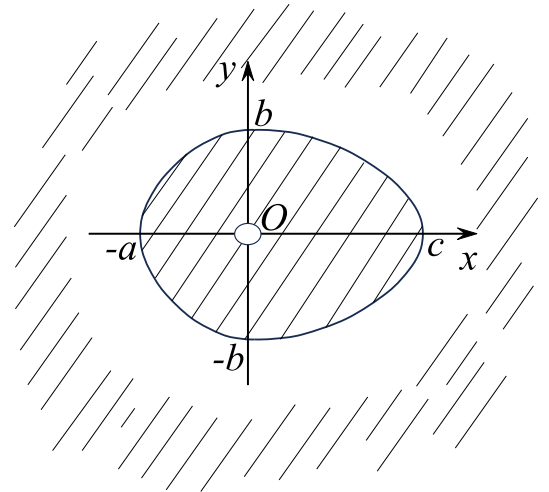
- 1) Найти радиус R_C кривизны траектории частицы в точке С.
- 2) Найти скорость V_A частицы в точке А.
- 3) Найти радиус R_A кривизны траектории частицы в точке А.

Движение частицы нерелятивистское. Считать, что $V_0 = \sqrt{3}E/B$. Ответы выразить через B, E, m, q .

5. В сумерках Вова с Леной отправились к берегу озера. Лена посветила лучом лазерной указки на спокойную поверхность воды и увидела яркую точку (небольшое яркое пятно) на мелкопесчаном дне, на глубине нескольких сантиметров. Эта точка находилась внутри тёмной овальной области, окружённой светлым кольцом (см. рис.). Внутренняя граница кольца была достаточно чёткой, а внешняя размытой. Овальная область имела ось симметрии – ось x . Вова осторожно вошел в воду и с помощью погружённой в воду линейки сумел определить некоторые размеры овальной области на дне: $b = 12$ см и $c/a = 1,1$. Показатель преломления воды $n = 4/3$, наклон дна к горизонту постоянный.



- 1) Назовите физическое явление, из-за которого формируется достаточно четкая граница между тёмной областью и светлым кольцом.
- 2) Найти расстояние h_0 от яркой точки до поверхности воды.
- 3) На каком расстоянии L , считая по горизонтали, от кромки воды (берега) находится яркая точка на дне?

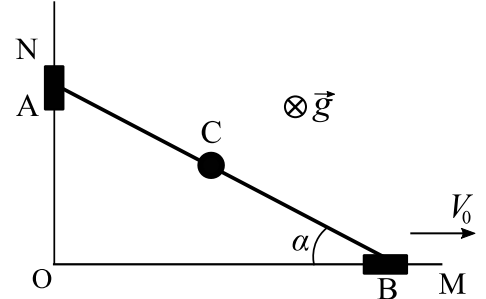


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2026

Вариант 11-02

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

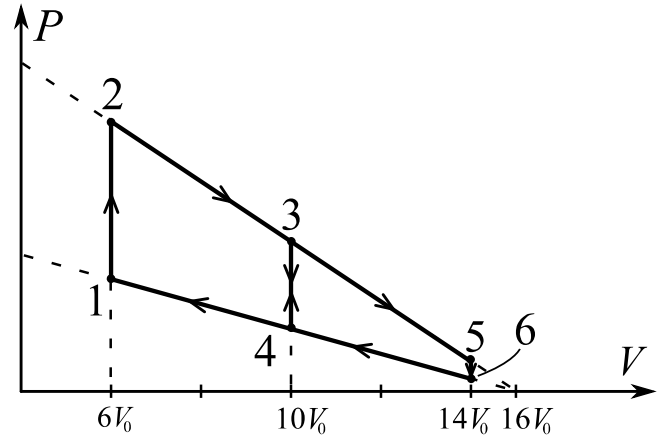
1. Небольшие ползуны А и В соединены шарнирно жесткой спицей АВ длиной L и могут двигаться по двум взаимно перпендикулярным направляющим ON и OM, расположенным в горизонтальной плоскости (см. рис.). По спице АВ может двигаться с трением небольшой ползун С массой m . Ползун В двигают так, что модуль скорости ползуна С остается постоянным и он не движется по спице, оставаясь в ее середине. В некоторый момент скорость ползуна В равна V_0 , а $\sin \alpha = 5/8$.



- 1) Найти скорость ползуна С.
- 2) Найти в этот момент модуль силы трения между спицей и ползунком С.
- 3) Найти в этот момент модуль силы реакции, действующей на ползун С со стороны спицы.

Известно, что маленький шарик массой m , прикрепленный к нити длиной L и движущийся со скоростью V_0 по окружности радиусом L на гладком горизонтальном столе, растягивает нить с силой $5mg/16$. В задаче известными считать V_0 и m .

2. На диаграмме зависимости давления P от объема V для одноатомного идеального газа линии 2-3-5 и 1-4-6 – прямые, пересекающие ось объема в точке $16V_0$, где V_0 – некоторый неизвестный объем. Процессы 1-2, 4-3 и 5-6 – изохорические процессы, проводимые при объемах $6V_0$, $10V_0$ и $14V_0$. Работа газа в цикле 4-3-5-6-4 равна A_2 . КПД цикла 1-2-3-4-1 равен η_1 .



- 1) Найти работу газа A_1 в цикле 1-2-3-4-1.
- 2) Найти количества теплоты Q_{12} и Q_{43} , подводимые к газу в процессах 1-2 и 4-3.
- 3) Найти КПД η_2 цикла 4-3-5-6-4.

3. В цепи, схема которой изображена на рис. 1, ЭДС идеальных источников $\mathcal{E}_1 = 0,5U_0$, $\mathcal{E}_2 = 12U_0$. Диоды одинаковые, ВАХ диода (зависимость тока I через диод от напряжения U на нем) показана на рис. 2, напряжение открытия диода $U_D = U_0$. Индуктивность идеальной катушки L . Емкость конденсатора C .

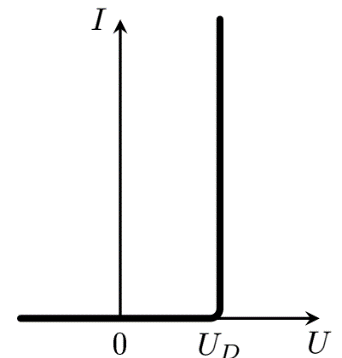
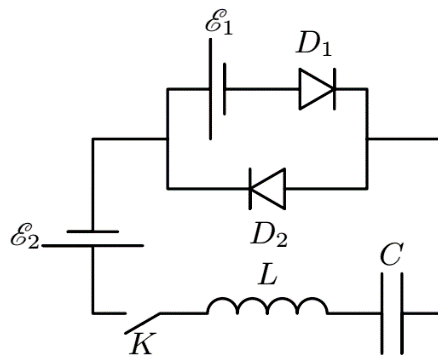


рис. 1

рис. 2

- 1) В каких пределах должен находиться заряд на левой обкладке конденсатора, чтобы после замыкания ключа К ток в цепи не протекал?

Для следующих пунктов задачи конденсатор до замыкания ключа не заряжен, затем ключ замыкают.

- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке сразу после замыкания ключа.
- 3) Через некоторое время τ после замыкания ключа заряд на конденсаторе устанавливается и в дальнейшем не изменяется. Найти время τ и установившийся заряд q_0 на левой обкладке конденсатора.
- 4) Найти выделившуюся теплоту Q_2 в диоде D_2 после замыкания ключа.

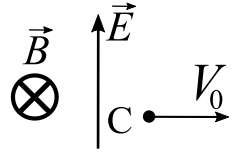
Ответы выразить через U_0 , L , C .

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2026

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

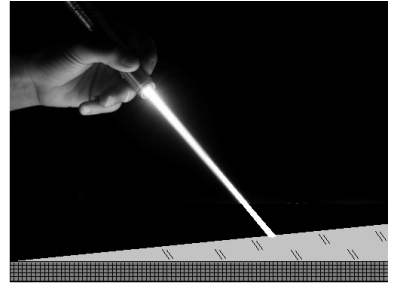
4. В скрещенных электрическом и магнитном полях (вектор \vec{E} напряженности однородного электрического поля перпендикулярен вектору индукции \vec{B} однородного магнитного поля) частице массой m и зарядом $q > 0$ в точке С сообщили скорость V_0 , перпендикулярную векторам \vec{E} и \vec{B} (см. рис.). Через некоторое время частица оказалась в точке А, где вектор ее скорости первый раз повернулся на 180° .



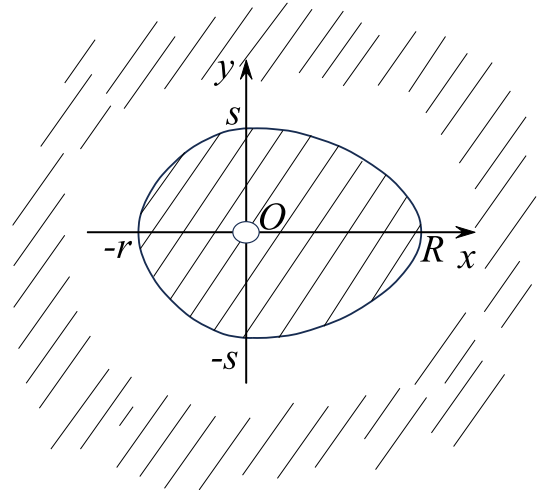
- 1) Найти радиус R_C кривизны траектории частицы в точке С.
- 2) Найти скорость V_A частицы в точке А.
- 3) Найти радиус R_A кривизны траектории частицы в точке А.

Движение частицы нерелятивистское. Считать, что $V_0 = 3E/B$. Ответы выразить через B , E , m , q .

5. В затемнённой комнате на столе лежит лист масштабной бумаги («миллиметровки»). На нём лежит стеклянный клин, двугранный угол которого β . Экспериментатор посветил лучом лазерной указки на поверхность клина и увидел яркую точку (небольшое яркое пятно) на миллиметровке. Эта точка находилась внутри тёмной овальной области, окружённой светлым кольцом (см. рис.). Внутренняя граница кольца была достаточно чёткой, а внешняя размытой. Овальная область имела ось симметрии – ось x . С помощью миллиметровки удалось определить некоторые размеры овальной области: $s = 12$ мм и $R/r = 1,3$. Показатель преломления стекла $n = 3/2$.



- 1) Назовите физическое явление, из-за которого формируется достаточно четкая граница между тёмной областью и светлым кольцом
- 2) Найти расстояние h от яркой точки до верхней поверхности клина.
- 3) Найти у клина угол β .

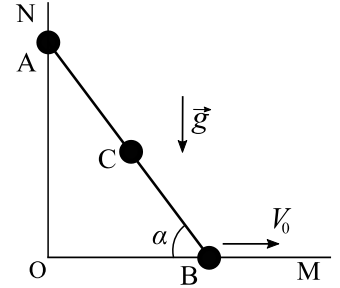


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2026

Вариант 11-03

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

1. Небольшие бусинки А и В соединены шарнирно жесткой спицей АВ длиной L и могут двигаться по двум взаимно перпендикулярным направляющим ON и OM, расположенным в вертикальной плоскости (см. рис.). По спице АВ может двигаться с трением небольшая бусинка С массой m . Бусинку В двигают так, что модуль скорости бусинки С остается постоянным и она не движется по спице, оставаясь в ее середине. В некоторый момент скорость бусинки В равна V_0 , а $\sin \alpha = 5/6$.

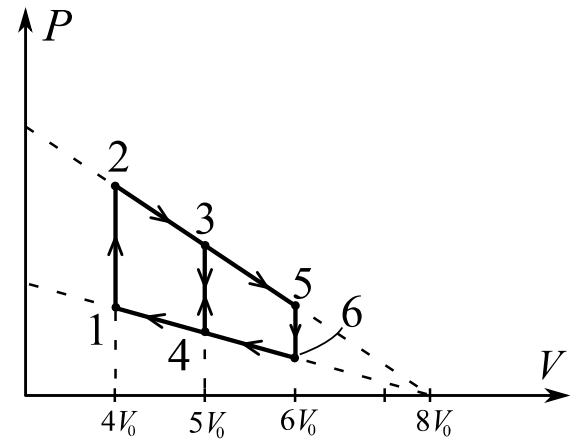


- 1) Найти скорость бусинки С.
- 2) Найти в этот момент модуль силы трения между спицей и бусинкой С.
- 3) Найти в этот момент модуль силы реакции, действующей на бусинку С со стороны спицы.

Известно, что маленький шарик массой m , прикрепленный к нити длиной L и движущийся со скоростью V_0 по окружности радиусом L на гладком горизонтальном столе, растягивает нить с силой $50mg/27$.

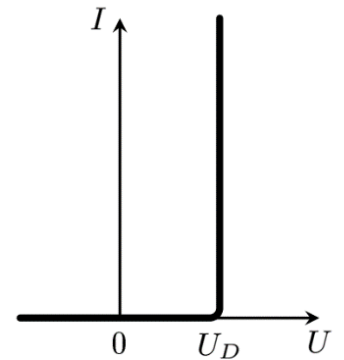
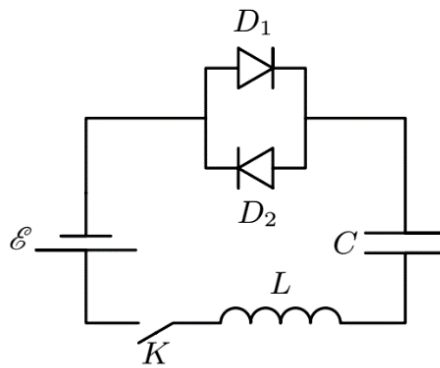
В задаче известными считать V_0 и m .

2. На диаграмме зависимости давления P от объема V для одноатомного идеального газа линии 2-3-5 и 1-4-6 – прямые, пересекающие ось объема в точке $8V_0$, где V_0 – некоторый неизвестный объем. Процессы 1-2, 4-3 и 5-6 — изохорические процессы, проводимые при объемах $4V_0$, $5V_0$ и $6V_0$. Работа газа в цикле 1-2-5-6-1 равна A . КПД цикла 4-3-5-6-4 равен η_2 .



- 1) Найти работы газа A_1 и A_2 в циклах 1-2-3-4-1 и 4-3-5-6-4.
- 2) Найти количества теплоты Q_{12} и Q_{43} , подводимые к газу в процессах 1-2 и 4-3.
- 3) Найти КПД η_1 цикла 1-2-3-4-1.

3. В цепи, схема которой изображена на рис. 1, ЭДС идеального источника $\mathcal{E} = 7,5U_0$. ВАХ диодов (зависимость тока I через диод от напряжения U на нем) показана на рис. 2, напряжение открытия первого диода $U_{D1} = U_0$, второго диода $U_{D2} = 0,5U_0$. Индуктивность идеальной катушки L . Емкость конденсатора C .



- 1) В каких пределах должен находиться заряд на нижней обкладке конденсатора, чтобы после замыкания ключа К ток в цепи не протекал?

рис. 1

рис. 2

Для следующих пунктов задачи конденсатор до замыкания ключа не заряжен, затем ключ замыкают.

- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке сразу после замыкания ключа.
- 3) Через некоторое время τ после замыкания ключа заряд на конденсаторе устанавливается и в дальнейшем не изменяется. Найти время τ и установившийся заряд q_0 на нижней обкладке конденсатора.
- 4) Найти выделившуюся теплоту Q_2 в диоде D_2 после замыкания ключа.

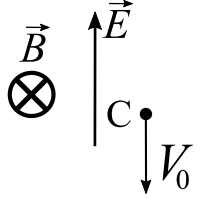
Ответы выразить через U_0 , L , C .

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2026

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

4. В скрещенных электрическом и магнитном полях (вектор \vec{E} напряженности однородного электрического поля перпендикулярен вектору индукции \vec{B} однородного магнитного поля) частице массой m и зарядом $q > 0$ в точке С сообщили скорость V_0 , антипараллельную вектору \vec{E} (см. рис.). Через некоторое время частица оказалась в точке А, где вектор ее скорости первый раз повернулся на 90° .



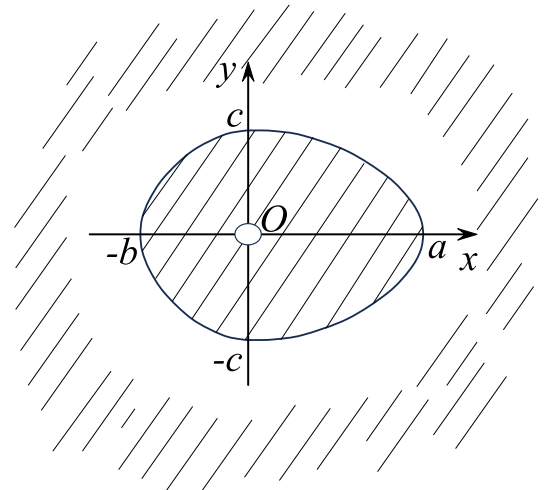
- 1) Найти радиус R_C кривизны траектории частицы в точке С.
- 2) Найти скорость V_A частицы в точке А.
- 3) Найти радиус R_A кривизны траектории частицы в точке А.

Движение частицы нерелятивистское. Считать, что $V_0 = \sqrt{8E/B}$. Ответы выразить через B, E, m, q .

5. Близнецы Вадим и Оля вечером подошли к берегу озера. Оля посветила лучом лазерной указки на спокойную поверхность воды и увидела яркую точку (небольшое яркое пятно) на мелкопесчаном дне, на глубине нескольких сантиметров. Эта точка находилась внутри тёмной овальной области, окружённой светлым кольцом (см. рис.). Внутренняя граница кольца была достаточно чёткой, а внешняя размытой. Овальная область имела ось симметрии – ось x . На дне лежал кусок строительной сетки с квадратными ячейками со стороной 1 см. С помощью сетки удалось определить некоторые размеры овальной области на дне: $c = 20$ см и $a/b = 1,2$. Показатель преломления воды $n = 4/3$, наклон дна к горизонту постоянный.



- 1) Назовите физическое явление, из-за которого формируется достаточно четкая граница между тёмной областью и светлым кольцом.
- 2) Найти расстояние h_0 от яркой точки до поверхности воды.
- 3) На каком расстоянии L , считая по горизонтали, от кромки воды (берега) находится яркая точка на дне?

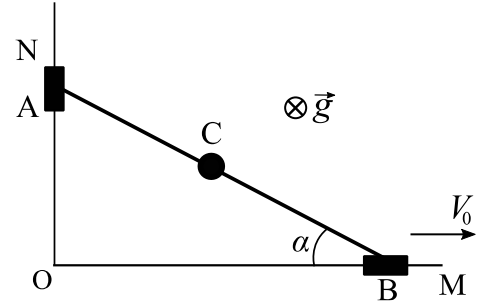


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2026

Вариант 11-04

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

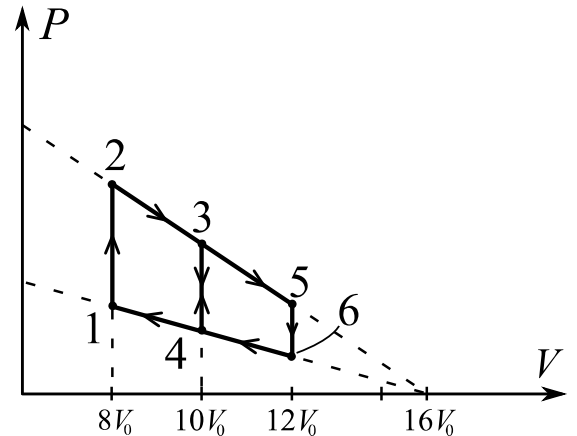
1. Небольшие ползуны А и В соединены шарнирно жесткой спицей АВ длиной L и могут двигаться по двум взаимно перпендикулярным направляющим ON и OM, расположенным в горизонтальной плоскости (см. рис.). По спице АВ может двигаться с трением небольшой ползун С массой m . Ползун В двигают так, что модуль скорости ползуна С остается постоянным и он не движется по спице, оставаясь в ее середине. В некоторый момент скорость ползуна В равна V_0 , а $\sin \alpha = 5/9$.



- 1) Найти скорость ползуна С.
- 2) Найти в этот момент модуль силы трения между спицей и ползунком С.
- 3) Найти в этот момент модуль силы реакции, действующей на ползун С со стороны спицы.

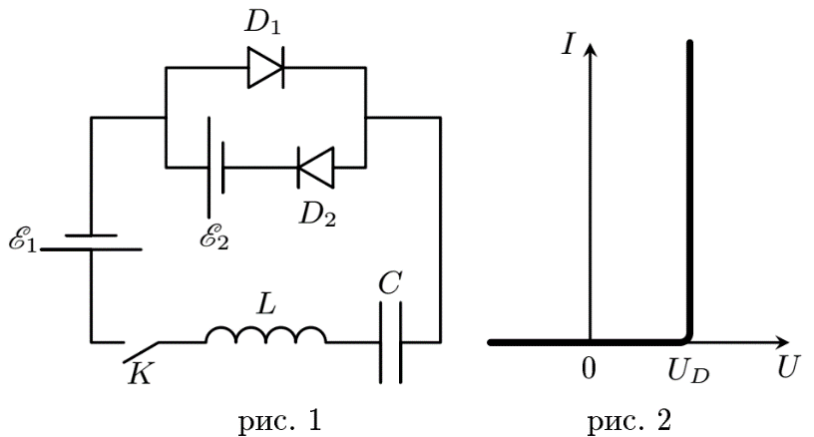
Известно, что маленький шарик массой m , прикрепленный к нити длиной L и движущийся со скоростью V_0 по окружности радиусом L на гладком горизонтальном столе, растягивает нить с силой $50mg/81$. В задаче известными считать V_0 и m .

2. На диаграмме зависимости давления P от объема V для одноатомного идеального газа линии 2-3-5 и 1-4-6 – прямые, пересекающие ось объема в точке $16V_0$, где V_0 – некоторый неизвестный объем. Процессы 1-2, 4-3 и 5-6 — изохорические процессы, проводимые при объемах $8V_0$, $10V_0$ и $12V_0$. Работа газа в цикле 4-3-5-6-4 равна A_2 . КПД цикла 1-2-3-4-1 равен η_1 .



- 1) Найти работу газа A_1 в цикле 1-2-3-4-1.
- 2) Найти количества теплоты Q_{12} и Q_{43} , подводимые к газу в процессах 1-2 и 4-3.
- 3) Найти КПД η_2 цикла 4-3-5-6-4.

3. В цепи, схема которой изображена на рис. 1, ЭДС идеальных источников $\mathcal{E}_1 = 2,75U_0$, $\mathcal{E}_2 = 1,5U_0$. Диоды одинаковые, ВАХ диода (зависимость тока I через диод от напряжения U на нем) показана на рис. 2, напряжение открытия диода $U_D = U_0$. Индуктивность идеальной катушки L . Емкость конденсатора C .



- 1) В каких пределах должен находиться заряд на левой обкладке конденсатора, чтобы после замыкания ключа К ток в цепи не протекал?

Для следующих пунктов задачи конденсатор до замыкания ключа не заряжен, затем ключ замыкают.

- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке сразу после замыкания ключа.
- 3) Через некоторое время τ после замыкания ключа заряд на конденсаторе устанавливается и в дальнейшем не изменяется. Найти время τ и установившийся заряд q_0 на левой обкладке конденсатора.
- 4) Найти выделившуюся теплоту Q_2 в диоде D_2 после замыкания ключа.

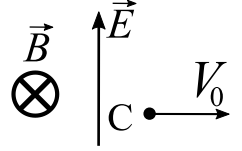
Ответы выразить через U_0 , L , C .

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2026

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

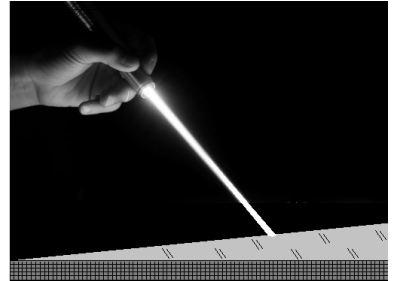
4. В скрещенных электрическом и магнитном полях (вектор \vec{E} напряженности однородного электрического поля перпендикулярен вектору индукции \vec{B} однородного магнитного поля) частице массой m и зарядом $q > 0$ в точке С сообщили скорость V_0 , перпендикулярную векторам \vec{E} и \vec{B} (см. рис.). Через некоторое время частица оказалась в точке А, где вектор ее скорости первый раз повернулся на 90° .



- 1) Найти радиус R_C кривизны траектории частицы в точке С.
- 2) Найти скорость V_A частицы в точке А.
- 3) Найти радиус R_A кривизны траектории частицы в точке А.

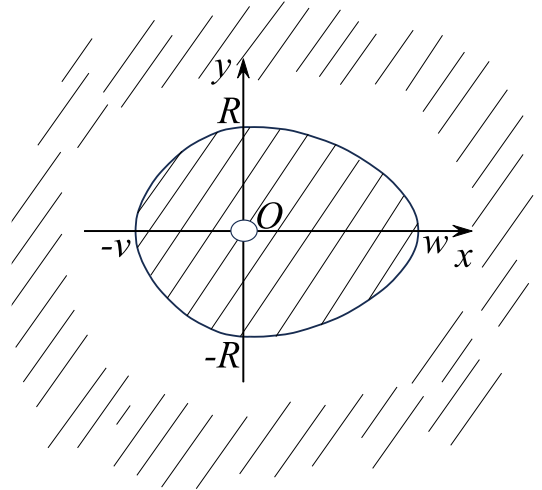
Движение частицы нерелятивистское. Считать, что $V_0 = 2E/B$. Ответы выразить через B , E , m , q .

5. В затемнённой комнате на столе лежит лист масштабной-координатной бумаги («миллиметровки»). На нём лежит стеклянный клин, двугранный угол у которого β . Экспериментатор посветил лучом лазерной указки на поверхность клина и увидел яркую точку (небольшое яркое пятно) на миллиметровке. Эта точка находилась внутри тёмной овальной области, окружённой светлым кольцом (см. рис.). Внутренняя граница кольца была достаточно чёткой, а внешняя размытой. Овальная область имела ось симметрии – ось x . С помощью миллиметровки удалось определить некоторые размеры овальной области:



$R = 10$ мм и $w/v = 1,2$. Показатель преломления стекла $n = 3/2$.

- 1) Назовите физическое явление, из-за которого формируется достаточно четкая граница между тёмной областью и светлым кольцом
- 2) Найти расстояние h от яркой точки до верхней поверхности клина.
- 3) Найти у клина угол β .

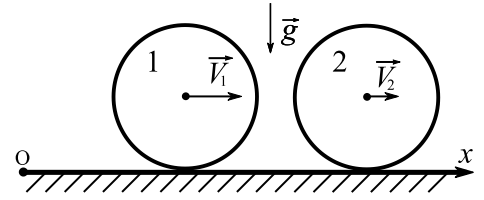


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2026

Вариант 11-05

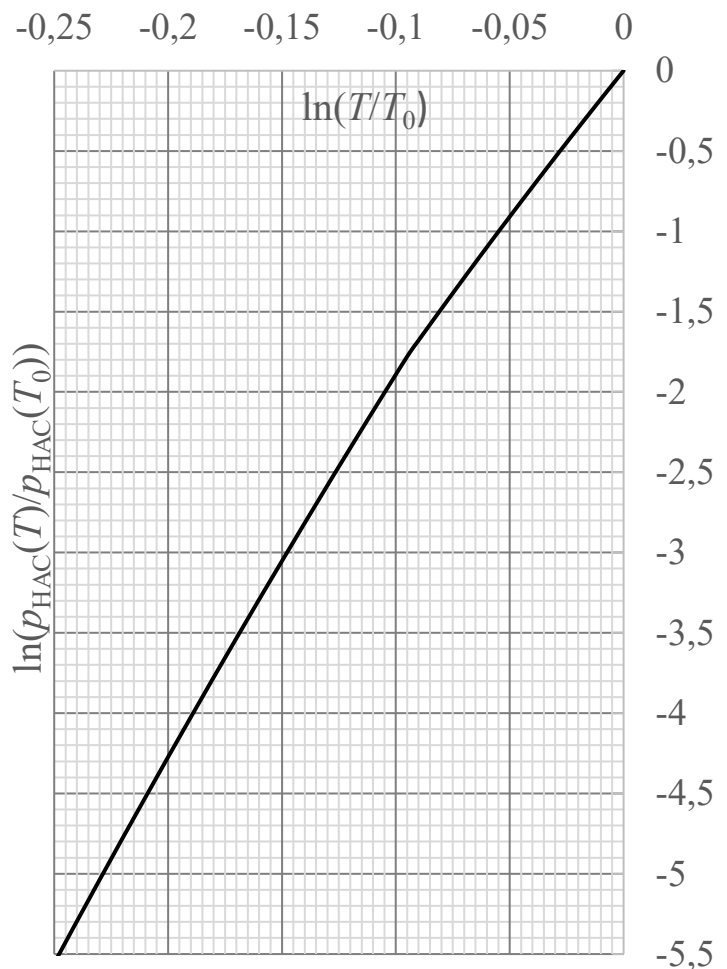
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

1. Два одинаковых массивных обруча 1 и 2 радиусом $R = 0,5$ м катятся без проскальзывания по горизонтальной шероховатой поверхности со скоростями $V_1 = 1$ м/с и $V_2 = 0,2$ м/с в одном направлении (см. рис.). Масса каждого обруча равномерно распределена по его длине. Оказалось, что сразу после столкновения обручей модуль отношения ускорений нижней точки А и верхней точки В первого обруча равен $\sqrt{5}$. Трением между обручами можно пренебречь. Считать, что время соударения обручей достаточно мало, и за время соударения угловая скорость каждого обруча практически не изменяется. Считать соударение абсолютно упругим. Принять ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Обручи до и после столкновения движутся в одной вертикальной плоскости.



- 1) Найдите скорости u_1 и u_2 центров масс каждого обруча сразу после их столкновения. Укажите направления (налево или направо) скоростей.
- 2) Найдите коэффициент трения μ между обручем и горизонтальной поверхностью.
- 3) Найдите установившиеся скорости w_1 и w_2 центров масс каждого обруча после столкновения и прекращения проскальзывания. Укажите направления (налево или направо) скоростей.

2. Кучевые облака в земной атмосфере образуются из-за охлаждения поднимающегося влажного воздуха. Пусть на высоте нескольких метров от земной поверхности воздух имеет температуру $T_0 = 300$ К и относительную влажность $\varphi_0 = 40\%$. В нижней части атмосферы (тропосфере) там, где образуются облака, температура с высотой уменьшается по линейному закону со скоростью $\beta = 7$ К/км. Можно показать, что в этом случае на любой высоте атмосферное давление прямо пропорционально пятой степени абсолютной температуры: $p_{\text{АТМ}} \sim T^5$. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды $p_{\text{НАС}}$ от абсолютной температуры T , построенный в двойном логарифмическом масштабе (см. рис.).



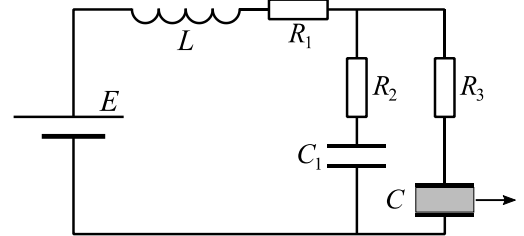
- 1) Найти точку росы t_p (температуру в градусах Цельсия) вблизи поверхности Земли.
- 2) На какой высоте h над поверхностью Земли образуется нижняя граница облаков?
- 3) На какой высоте H , считая от нижней границы облака, в нём начнут присутствовать кристаллы льда? Считать, что внутри облака из-за выделения при конденсации теплоты скорость уменьшения температуры с высотой составляет $\beta_0 = 5$ К/км. Для расчётов можно использовать $\ln 2 \approx 0,7$; $\ln 5 \approx 1,6$. Принять $\ln(1 + x) \approx x$ при $|x| < 0,1$. Изменением температуры плавления льда при изменении давления и изменением химического состава атмосферы с высотой пренебречь.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2026

Вариант 11-05

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

3. В плоский конденсатор вставлена пластина с диэлектрической проницаемостью ε , заполняющая весь объем конденсатора. Емкость пустого конденсатора равна C . В цепи (см. рис.), содержащей этот конденсатор, режим установился. Пластину удаляют из конденсатора так быстро, что заряд конденсатора не успевает измениться. Считать, что источник идеальный, а величины $E, C, C_1, L, \varepsilon, R_1, R_2, R_3$ известны.

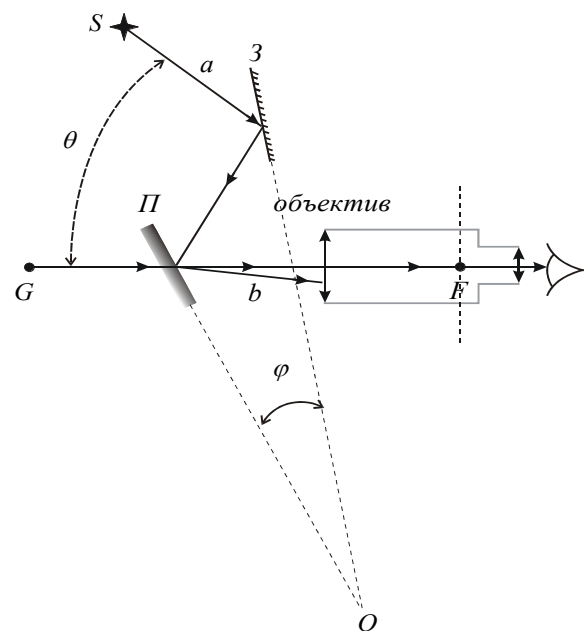


- 1) Какую минимальную работу пришлось совершить, чтобы удалить пластину?
- 2) Найти ток I_0 через резистор R_2 сразу после удаления пластины.
- 3) Найти модуль скорости изменения тока в катушке сразу после удаления пластины.
- 4) Какое количество теплоты W выделится в цепи после удаления пластины?

4. Частице массой m и зарядом $q > 0$ сообщили в вакуумной камере кинетическую энергию E_0 . Скорость частицы перпендикулярна силовым линиям однородного магнитного поля с индукцией B . Частица излучает электромагнитные волны. Средняя мощность излучения движущейся с ускорением a нерелятивистской частицы определяется по формуле Лармора: $P = \frac{q^2 a^2}{6\pi\varepsilon_0 c^3}$, где ε_0 – электрическая постоянная, c – скорость света в вакууме. Движение частицы нерелятивистское. За один оборот относительное изменение радиуса кривизны траектории незначительно.

- 1) Найти начальный радиус кривизны траектории частицы R_0 .
- 2) Считая излучение непрерывным, найти путь L , пройденный частицей к моменту, когда радиус кривизны её траектории уменьшится в 3 раза.
- 3) Считая излучение дискретным (испускаются фотоны, каждый с порцией энергии $h\nu$, где h – постоянная Планка, ν – частота излучения, равная частоте вращения частицы), найти на какую минимальную величину $|\Delta\Phi|$ уменьшится при испускании фотона магнитный поток через поверхность, натянутую на уменьшающийся по размерам виток траектории частицы.
Считать, что $\frac{q}{2\pi m} Bh \ll E_0$. Ответы выразить через $m, q, B, E_0, c, h, \varepsilon_0$.

5. Для определения высоты звезды S над горизонтом турист использует систему, схема которой приведена на рисунке. Плоское зеркало $З$ и тонкая полупрозрачная плоскопараллельная пластина Π , частично отражающая и частично пропускающая свет, составляют двугранный угол $\varphi = 0,54$ рад (см. рис.). Система также включает зрительную трубу с горизонтальной оптической осью, состоящую из двух тонких линз – объектива с фокусным расстоянием $F = 13$ см и окуляра. Через окуляр турист наблюдает в фокальной плоскости объектива одновременно два изображения – удалённого предмета G на горизонте, и звезды S после последовательного отражения её в зеркале $З$ и пластине Π . Расстояние между этими изображениями равно $\Delta = 13$ мм.



- 1) Для лучей, падающих от звезды на зеркало $З$ в плоскости, перпендикулярной ребру двугранного угла, определите угол β между первоначальным их направлением распространения a и их направлением b после отражения от зеркала и пластины Π .
- 2) На какой угол α нужно повернуть зеркало $З$ относительно оси O , перпендикулярной плоскости рисунка, чтобы изображение звезды совпало с изображением предмета G ?
- 3) Найти угловую высоту θ звезды S над горизонтом.

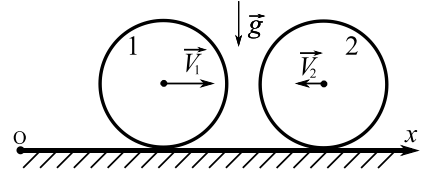
Для малых углов γ ($\gamma < 0,15$ рад) считать $\operatorname{tg} \gamma \approx \sin \gamma \approx \gamma$. Ответы дать в радианах.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2026

Вариант 11-06

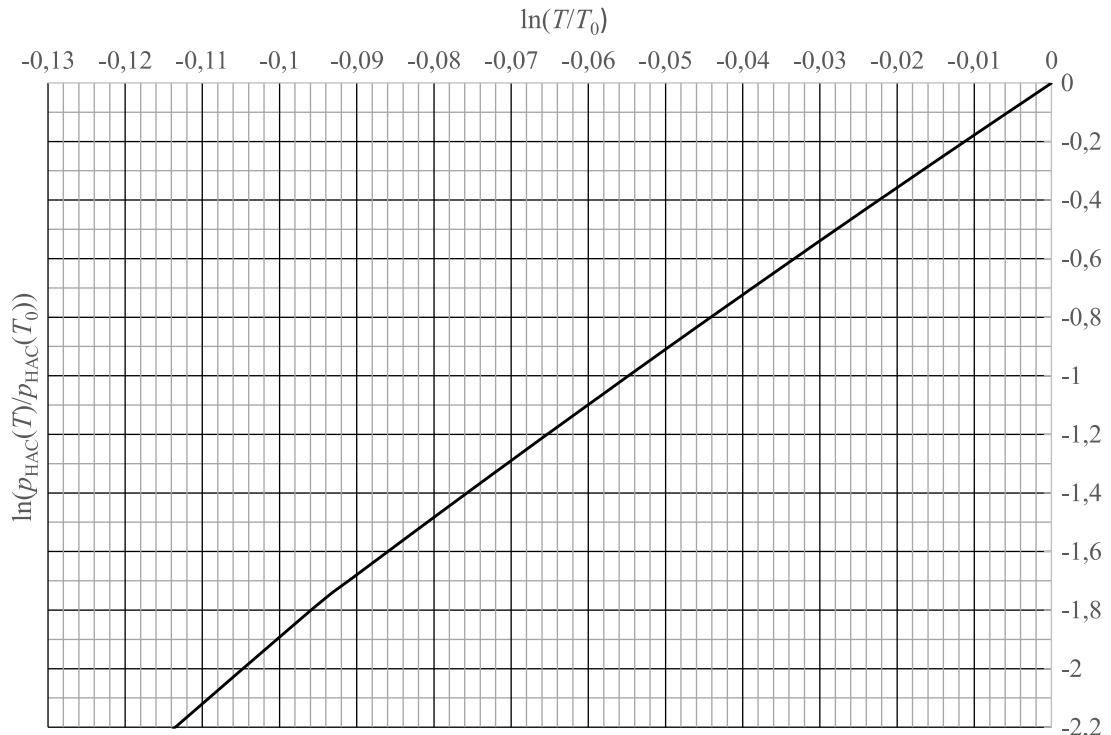
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

1. Два одинаковых массивных обруча 1 и 2 радиусом $R = 0,3$ м катятся без проскальзывания по горизонтальной шероховатой поверхности со скоростями $V_1 = 0,6$ м/с и $V_2 = 0,4$ м/с навстречу друг другу (см. рис.). Масса каждого обруча равномерно распределена по его длине. Оказалось, что сразу после столкновения обручей модуль отношения ускорений нижней точки А и верхней точки В первого обруча равен $\sqrt{10}$. Трением между обручами можно пренебречь. Считать, что время соударения обручей достаточно мало, и за время соударения угловая скорость каждого обруча практически не изменяется. Считать соударение абсолютно упругим. Принять ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Обручи до и после столкновения движутся в одной вертикальной плоскости.



- 1) Найдите скорости u_1 и u_2 центров масс каждого обруча сразу после их столкновения. Укажите направления (налево или направо) скоростей.
- 2) Найдите коэффициент трения μ между обручем и горизонтальной поверхностью.
- 3) Найдите установившиеся скорости w_1 и w_2 центров масс каждого обруча после столкновения и прекращения проскальзывания. Укажите направления (налево или направо) скоростей.

2. Кучевые облака в земной атмосфере образуются из-за охлаждения поднимающегося влажного воздуха. Пусть на высоте нескольких метров от земной поверхности воздух имеет температуру $T_0 = 300$ К и относительную влажность $\varphi_0 = 64\%$. В нижней части атмосферы (тропосфере) там, где образуются облака, температура с высотой уменьшается по линейному закону со скоростью $\beta = 9$ К/км. Можно показать, что в этом случае на любой высоте атмосферное давление прямо пропорционально четвертой



степени абсолютной температуры: $p_{\text{атм}} \sim T^4$. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды $p_{\text{нас}}$ от абсолютной температуры T , построенный в двойном логарифмическом масштабе (см. рис.).

- 1) Найти точку росы t_r (температуру в градусах Цельсия) вблизи поверхности Земли.
- 2) Через какое время τ после отрыва от полосы самолёт войдёт в зону облаков, если вертикальная составляющая его скорости $u = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
- 3) На какой высоте H , считая от нижней границы облака, в нём начнут присутствовать кристаллы льда? Считать, что внутри облака из-за выделения при конденсации теплоты скорость уменьшения температуры с высотой составляет $\beta_0 = 5$ К/км.

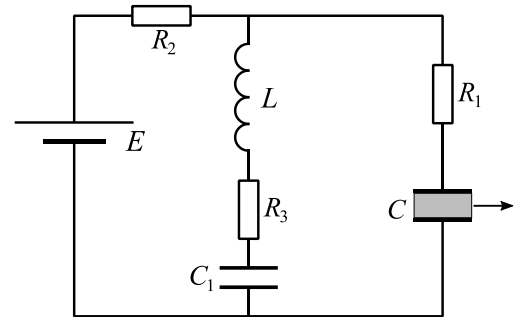
Для расчётов можно использовать $\ln 2 \approx 0,7$, $\ln 5 \approx 1,6$. Принять $\ln(1+x) \approx x$ при $|x| < 0,1$. Изменением температуры плавления льда при изменении давления и изменением химического состава атмосферы с высотой пренебречь.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2026

Вариант 11-06

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

3. В плоский конденсатор вставлена пластина с диэлектрической проницаемостью ϵ , заполняющая весь объем конденсатора. Емкость пустого конденсатора равна C . В цепи (см. рис.), содержащей этот конденсатор, режим установился. Пластину удаляют из конденсатора так быстро, что заряд конденсатора не успевает измениться. Считать, что источник идеальный, а величины $E, C, C_1, L, \epsilon, R_1, R_2, R_3$ известны.



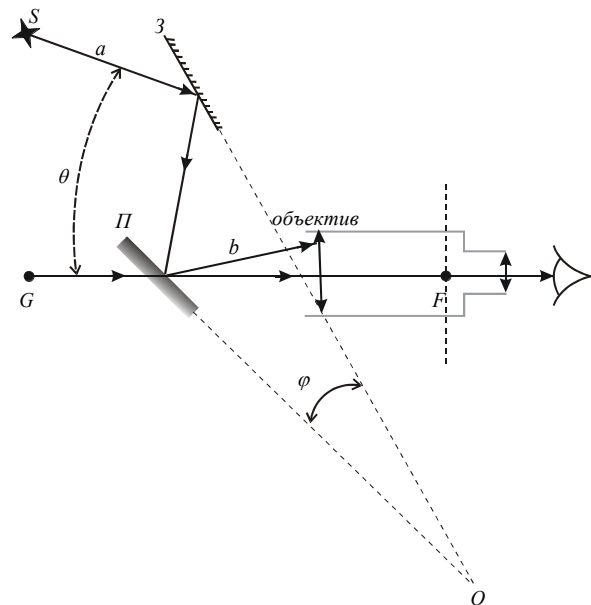
- 1) Какую минимальную работу пришлось совершить, чтобы удалить пластину?
- 2) Найти ток I_0 через резистор R_2 сразу после удаления пластины.
- 3) Найти модуль скорости изменения тока в катушке сразу после удаления пластины.
- 4) Какое количество теплоты W выделится в цепи после удаления пластины?

4. Частице массой m и зарядом $q > 0$ сообщили в вакуумной камере скорость, которая перпендикулярна силовым линиям однородного магнитного поля с индукцией B . Начальный радиус кривизны траектории частицы оказался равным R_0 . Частица излучает электромагнитные волны. Средняя мощность излучения движущейся с ускорением a нерелятивистской частицы определяется по формуле Лармора: $P = \frac{q^2 a^2}{6\pi\epsilon_0 c^3}$, где ϵ_0 – электрическая постоянная, c – скорость света в вакууме. Движение частицы нерелятивистское. За один оборот относительное изменение радиуса кривизны траектории незначительно.

- 1) Найти начальную скорость частицы V_0 .
- 2) Считая излучение непрерывным, найти путь L , пройденный частицей к моменту, когда радиус кривизны её траектории станет $3R_0/4$.
- 3) Считая излучение дискретным (испускаются фотоны, каждый с порцией энергии $h\nu$, где h – постоянная Планка, ν – частота излучения, равная частоте вращения частицы), найти на какую величину $|\Delta p|$ уменьшится при испускании фотона модуль импульса частицы, когда радиус кривизны её траектории станет $3R_0/4$.

Считать, что $\frac{q}{2\pi m} Bh \ll E_0$, где E_0 – начальная кинетическая энергия частицы. Ответы выразить через $m, q, B, R_0, c, h, \epsilon_0$.

5. Для определения высоты звезды S над горизонтом турист использует систему, схема которой приведена на рисунке. Плоское зеркало $З$ и тонкая полупрозрачная плоскопараллельная пластина $П$, частично отражающая и частично пропускающая свет, составляют двугранный угол $\varphi = 0,47$ рад (см. рис.). Система также включает зрительную трубу с горизонтальной оптической осью, состоящую из двух тонких линз – объектива с фокусным расстоянием $F = 20$ см и окуляра. Через окуляр турист наблюдает в фокальной плоскости объектива одновременно два изображения – удалённого предмета G на горизонте, и звезды S после последовательного отражения её в зеркале $З$ и пластине $П$. Расстояние между этими изображениями равно $\Delta = 16$ мм.



- 1) Для лучей, падающих от звезды на зеркало $З$ в плоскости, перпендикулярной ребру двугранного угла, определите угол β между первоначальным их направлением распространения a и их направлением b после отражения от зеркала и пластины $П$.
- 2) На какой угол α нужно повернуть зеркало $З$ относительно оси O , перпендикулярной плоскости рисунка, чтобы изображение звезды совпало с изображением предмета G ?
- 3) Найти угловую высоту θ звезды S над горизонтом.

Для малых углов γ ($\gamma < 0,15$ рад) считать $tg \gamma \approx \sin \gamma \approx \gamma$. Ответы дать в радианах.