

Введение

Решение физических задач – один из приемов политехнического обучения, т. е. один из способов подготовки учащихся к их будущей практической деятельности.

Комбинированной называется задача, для решения которой необходимы знания не одного конкретного раздела физики, а многих ее разделов. Главная ее особенность: при решении внимание учащегося акцентируется на количественной стороне рассматриваемого физического явления. В комбинированной задаче по физике для ее решения ставится проблема, связанная с математической стороной физического явления. Решают их путем логических математических умозаключений, базирующихся на законах физики.

Такие задачи по физике способствуют углублению и закреплению теоретических знаний учащихся, служат средством проверки знаний по изученным разделам физики. Умелое применение учителем комбинированных задач повышает интерес учащихся к физике и поддерживает активное восприятие материала, так как соединение изучаемого с уже давно изученным важно в процессе обучения.

Решение комбинированных задач требует анализа физической сущности явлений, поэтому правильное решение задачи учеником свидетельствует о понимании им изученного материала.

Решение таких задач способствует развитию у учащихся логического мышления и овладению аналитико-синтетическим методом.

Обычно при изучении нового материала по физике, т. е. физического закона, явления и т. д., учитель пользуется индуктивным методом – устанавливается общая для данных явлений закономерность, формулируется закон.

Большинство физических задач решают с помощью дедукции – применяют общие физические законы к конкретному случаю. Чтобы связать данное явление с одним или несколькими физическими законами, надо расчленить сложное явление на ряд простых, т. е. применить анализ. Чтобы полученные из отдельных законов следствия соединить в общий вывод, при ответе на поставленный в комбинированной задаче вопрос используют синтез.

Из сказанного выше следует, что для применения теоретических знаний по физике к решению комбинированных задач ученик должен уметь анализировать и синтезировать.

Эти процессы неразрывны, ведь решение всякой физической задачи надо начинать с анализа ее условия, а контроль правильности анализа в последующем синтезе.

Анализируя физическое содержание задачи, ученик составляет план ее решения. Последующий синтез данных условия задачи с известными физическими законами позволяет ему построить само решение задачи и получить верный ответ на поставленный в задаче вопрос.

Решение комбинированных задач состоит в основном из трех этапов (см. схему).



Решение сложной комбинированной задачи представляет собой ответ на ряд проблемных вопросов.

Анализ и синтез при этом имеют место как при решении каждого проблемного вопроса в отдельности, так и при построении и реализации плана решения всей задачи.

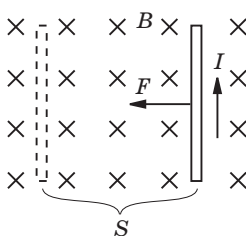
Новая трудность для учащегося – видеть все решение сразу. Преодоление ее является скачком в развитии навыка решения комбинированной задачи по физике.

В заключение хочу отметить, что решение комбинированных задач служит средством не только улучшения качества знаний учащихся, но и приемом углубления, закрепления, проверки знаний и навыков, способствует формированию у школьников физических понятий во взаимосвязи, развивает логическое мышление, смекалку, умение применять знания, расширяет технический кругозор, подготавливает к практической деятельности.

Задача 1

(разделы «Механика», «Магнетизм»)

В однородном магнитном поле с индукцией 50 мТл находится прямой проводник с током под углом 90° к вектору магнитной индукции. Длина проводника 0,8 м, сила тока 15 А. Под действием магнитного поля проводник переместился на расстояние 2 м. Определить совершенную при этом работу.

Дано:	СИ	Анализ и решение
$B = 50 \text{ мТл}$	$50 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$	
$\alpha = 90^\circ$		
$l = 0,8 \text{ м}$		
$I = 15 \text{ А}$		
$S = 2 \text{ м}$		
$A - ?$		

1) На проводник с током в магнитном поле действует сила Ампера $F_A = BIl \sin \alpha$.

2) Так как угол между проводником и вектором магнитной индукции равен 90° , то $\sin 90^\circ = 1$, тогда $F_A = BIl$.

3) Работа, совершаемая при перемещении проводника в магнитном поле, равна: $A = F_A \cdot S$; $A = BIl \cdot S$.

4) $A = 50 \cdot 10^{-3} \text{ Тл} \cdot 15 \text{ А} \cdot 0,8 \text{ м} \cdot 2 \text{ м} = 1,2 \text{ Дж}$.

Ответ: $A = 1,2 \text{ Дж}$.

Задача 2

(разделы «Механика», «Электростатика»)

В однородном электрическом поле, силовые линии которого вертикальны, находится заряженная капля масла. Заряд капельки равен $4,9 \cdot 10^{-13} \text{ Кл}$. При напряженности поля $2 \cdot 10^5 \text{ В/м}$ капля неподвижно висит в воздухе. Определить массу капельки.

Дано:

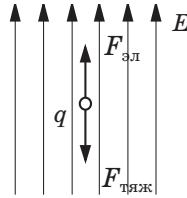
$$q = 4,9 \cdot 10^{-13} \text{ Кл}$$

$$E = 2 \cdot 10^5 \text{ В/м}$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$m - ?$$

Анализ и решение



1) На капельку действуют электрическая сила $F_{\text{эл}} = Eq$ и сила тяжести $F_{\text{тяж}} = mg$.

2) Капелька будет в равновесии, если сила тяжести уравновесит электрическую силу $F_{\text{эл}} = F_{\text{тяж}}$.

$$Eq = mg, \text{ отсюда } m = \frac{Eq}{g}.$$

$$3) m = \frac{2 \cdot 10^5 \text{ В/м} \cdot 4,9 \cdot 10^{-13} \text{ Кл}}{9,8 \text{ м/с}^2} = 10^{-8} \text{ кг}.$$

$$\text{Ответ: } m = 10^{-8} \text{ кг}.$$

Задача 3

(разделы «Механика», «Термодинамика»)

Космический аппарат массой 200 кг совершает медленный спуск в плотных слоях атмосферы некоторой планеты. При этом на него действует постоянная сила сопротивления 600 Н. Определить приращение температуры спускаемого аппарата на километре пути, если удельная теплоемкость материала аппарата 750 Дж/кг · °С. Нагреванием атмосферы пренебречь.

Дано:

$$m = 200 \text{ кг}$$

$$F_{\text{сопр}} = 600 \text{ Н}$$

$$S = 1 \text{ км}$$

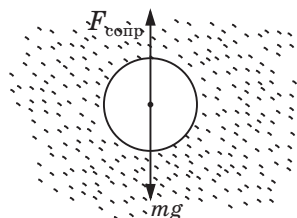
$$c = 750 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{С}$$

$$\Delta t - ?$$

СИ

$$1000 \text{ м}$$

Анализ и решение



1) Так как спуск равномерный, то сила тяжести аппарата равна силе сопротивления атмосферы планеты.

2) Работа силы сопротивления равна: $A = F_{\text{сопр}} \cdot S$.

3) Количество теплоты, полученное аппаратом, равно: $Q = cm\Delta t$.

4) На основании закона сохранения энергии $Q = A$, тогда $cm\Delta t = F_{\text{сопр}} \cdot S$, отсюда $\Delta t = \frac{F_{\text{сопр}} \cdot S}{cm}$.

$$5) \Delta t = \frac{600 \text{ Н} \cdot 1000 \text{ м}}{750 \text{ Дж/кг} \cdot \text{°С} \cdot 200 \text{ кг}} = 4 \text{ °С}.$$

Ответ: $\Delta t = 4 \text{ °С}$.

Задача 4

(разделы «Механика», «Магнетизм»)

По горизонтально расположенному проводнику длиной 20 см и массой 5 г течет ток 10 А. Определить индукцию магнитного поля, в которое надо поместить проводник, чтобы сила тяжести уравновесила силу Ампера.

Дано:	СИ	Анализ и решение
$l = 20 \text{ см}$	0,2 м	
$m = 5 \text{ г}$	$5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$	
$I = 10 \text{ А}$		
$B = ?$		

1) Направление силы Ампера, действующей на проводник, находим по правилу левой руки.

2) Чтобы сила тяжести уравновесила силу Ампера, она должна быть направлена вертикально вверх:

$$F_A = F_{\text{тяж}}.$$

3) Так как $F_A = BIl \sin \alpha$, $\alpha = 90^\circ$, $\sin 90^\circ = 1$. $F_A = BIl$.

$$F_{\text{тяж}} = mg, \text{ тогда } BIl = mg, \text{ отсюда } B = \frac{mg}{Il}.$$

$$4) B = \frac{5 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{10 \text{ А} \cdot 0,2} = 0,0245 \text{ Тл} = 24,5 \text{ мТл.}$$

Ответ: $B = 24,5 \text{ мТл.}$

Задача 5

(разделы «Кинематика», «Оптика»)

Спортсмен бежит со скоростью 10 м/с перпендикулярно оси телекамеры на расстоянии 20 м от нее. Расстояние от объектива камеры до фотоприемника, на котором формируется изображение, равно 25 см . Определить скорость перемещения изображения спортсмена по фотоприемнику.

Дано:	СИ	Анализ и решение
$v_1 = 10 \text{ м/с}$		
$d = 20 \text{ м}$		
$f = 25 \text{ см}$	$0,25 \text{ м}$	
$v_2 = ?$		

1) Так как спортсмен бежит со скоростью v_1 перпендикулярно оси телекамеры, то изображение будет перемещаться по фотоприемнику со скоростью v_2 .

2) На основе подобия треугольников ABO и OMN составим пропорцию: $\frac{AB}{MN} = \frac{AO}{OM}$, или $\frac{v_1}{v_2} = \frac{d}{f}$. Отсюда вы-

ражаем скорость v_2 . $v_2 = \frac{v_1 f}{d}$.

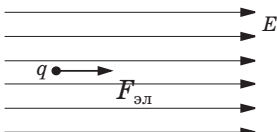
3) Подставляя в полученную формулу значения заданных величин, получаем: $v_2 = \frac{10 \cdot 0,25}{20} = 0,125 \text{ м/с} = 12,5 \text{ см/с.}$

Ответ: $v_2 = 12,5 \text{ см/с.}$

Задача 6

(разделы «Динамика», «Электростатика»)

В однородном электростатическом поле с напряженностью 10^5 В/м движется вдоль силовых линий поля заряженная частица с зарядом $2 \cdot 10^{-5}$ Кл. На сколько возрастет импульс частицы за 0,5 с полета?

Дано:	СИ	Анализ и решение
$E = 10^5$ В/м		
$q = 2 \cdot 10^{-5}$ Кл		
$t = 0,5$ с		
$\Delta p - ?$		

1) На заряженную частицу в электрическом поле действует сила $F_{эл} = qE$.

2) При движении под действием силы частица изменяет скорость, а значит и импульс:

$$F = ma, \quad a = \frac{v - v_0}{t}, \quad \text{тогда } F = m \frac{v - v_0}{t}, \quad \text{отсюда } Ft = mv - mv_0,$$

где $mv - mv_0$ – изменение импульса частицы.

3) Тогда $Ft = \Delta mv$, $\Delta mv = \Delta p$, $\Delta p = F \cdot t$. Подставляя в полученное выражение значение силы, окончательно получаем: $\Delta p = qE \cdot t$.

$$4) \Delta p = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Кл} \cdot 10^5 \text{ В/м} \cdot 0,5 \text{ с} = 1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Ответ: $\Delta p = 1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

Задача 7

(разделы «Динамика», «Теплота»)

Мощность двигателя автомобиля 69 кВт. Определить расход бензина ежесекундно, если КПД двигателя 25%. Удельная теплота сгорания бензина $46 \cdot 10^6$ Дж/кг.

Дано:	СИ	Анализ и решение
$N = 69$ кВт	69 000 Вт	1) КПД автомобиля равен: $\eta = \frac{A_{п}}{A_{зат}} \cdot 100\%$, где $A_{п}$ = полезная ра-
$t = 1$ с		
$\eta = 25\%$		
$q = 46 \cdot 10^6$ Дж/кг		
$m - ?$		

бота; $A_{\text{зат}}$ – затраченная работа, равная количеству теплоты сгоревшего бензина;

$$A_{\text{зат}} = Q; Q = qm.$$

2) Так как полезная работа равна $A_{\text{п}} = Nt$, тогда

$$\eta = \frac{Nt \cdot 100\%}{qm}, \text{ отсюда определяем массу сгоревшего}$$

$$\text{бензина ежесекундно: } m = \frac{Nt \cdot 100\%}{q \cdot \eta}.$$

3) Подставляя численные значения, получаем:

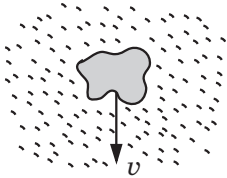
$$m = \frac{69\,000 \cdot 100\%}{46 \cdot 10^6 \cdot 25\%} = \frac{69 \cdot 4}{46\,000} = \frac{276}{46\,000} = 0,006 \text{ кг} = 6 \text{ г}.$$

Ответ: $m = 6 \text{ г}$.

Задача 8

(разделы «Механика», «Термодинамика»)

Метеор влетает в атмосферу Земли и нагревается, плавится, а затем полностью испаряется. Определить минимальную скорость, которой метеор обладает в жидком состоянии. Удельная теплота парообразования вещества, из которого состоит метеор, $7,2 \text{ кДж/кг}$.

Дано:	СИ	Анализ и решение
$L = 7,2 \text{ кДж/кг}$	7200 Дж/кг	
$v - ?$		

1) При движении метеора в земной атмосфере он в конце концов испаряется, не долетев до поверхности Земли.

2) Количество теплоты, необходимое для испарения, равно: $Q = L \cdot m$, где m – масса метеора.

3) При движении метеора происходило превращение его кинетической энергии в теплоту: $E_{\text{к}} = Q$;

$$E_k = \frac{mv^2}{2}; \quad \frac{mv^2}{2} = Lm. \text{ Сокращая на массу метеора, по-}$$

лучаем: $\frac{v^2}{2} = L$, отсюда $v^2 = 2L$, $v = \sqrt{2 \cdot L}$.

$$4) v = \sqrt{2 \cdot 7200 \text{ Дж/кг}} = \sqrt{14400} = 120 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v = 120 \text{ м/с}$.

Задача 9

(разделы «Механика», «Теплота»)

Железный молот массой 12 кг во время работы в течение 1,5 мин нагрелся на 20 °С. В тепло превратилось 40% всей энергии молота. Определить мощность, развиваемую при этом. Удельная теплоемкость железа равна 460 Дж/кг · °С.

Дано:	СИ	Анализ и решение
$m = 12 \text{ кг}$	90 с 0,4	1) Количество теплоты, которое пошло на нагревание молота, равно: $Q = cm\Delta t^\circ$. 2) Эта теплота была получена за счет механической работы молота A .
$t = 1,5 \text{ мин}$		
$\eta = 40\%$		
$c = 460 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{С}$		
$\Delta t^\circ = 20 \text{ }^\circ\text{С}$		
$N - ?$		

3) Так как в тепло превратилось только 40% всей энергии молота, то $Q = \eta A$; $cm\Delta t^\circ = 0,4A$, отсюда $A = \frac{cm\Delta t^\circ}{0,4}$;

$$A = \frac{460 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{С} \cdot 12 \text{ кг} \cdot 20 \text{ }^\circ\text{С}}{0,4} = 276000 \text{ Дж.}$$

4) Мощность, развиваемая при этом, будет равна: $N = \frac{A}{t}$;

$$N = \frac{276000 \text{ Дж}}{90 \text{ с}} \approx 3067 \text{ Вт} \approx 3 \text{ кВт.}$$

Ответ: $N \approx 3 \text{ кВт}$.

Задача 10

(разделы «Механика», «Термодинамика»)

Выпущенная из ружья свинцовая пуля попала в песок и застряла в нем. При этом 12,6% кинетической энергии пули превратилось во внутреннюю энергию и температура пули повысилась на 20 °С. Определить скорость пули. Удельная теплоемкость свинца 126 Дж/кг · °С.

Дано:

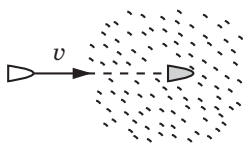
$$0,126E_k = Q$$

$$\Delta t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c = 126 \text{ Дж/кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}$$

$v - ?$

Анализ и решение



1) Кинетическая энергия пули при вылете из ружья равна: $E_k = \frac{mv^2}{2}$.

2) Пуля застревает в песке, но только 12,6% ее кинетической энергии превращается во внутреннюю энергию: $0,126E_k = Q$; $Q = cm\Delta t$; $0,126 \cdot \frac{mv^2}{2} = cm\Delta t$. Сокращая на массу Q пули, получаем: $\frac{0,126v^2}{2} = c\Delta t$, отсюда

$$v^2 = \frac{2c\Delta t}{0,126}; \quad v = \sqrt{\frac{2c\Delta t}{0,126}}$$

$$3) \quad v = \sqrt{\frac{2 \cdot 126 \text{ Дж/кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C} \cdot 20 \text{ }^\circ\text{C}}{0,126}} = \sqrt{40\,000} = 200 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v = 200 \text{ м/с}$.

Задача 11

(разделы «Динамика», «Электростатика»)

Протон, имеющий заряд $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, влетает в однородное электростатическое поле. Под действием поля он движется с ускорением $8 \cdot 10^{10}$ м/с². Масса протона рав-

на $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг. Определить величину напряженности электрического поля.

Дано:	СИ	Анализ и решение
$q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл		
$v = 1000$ м/с		
$a = 8 \cdot 10^{10}$ м/с ²		
$m = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг		
$E - ?$		

1) Положительный протон, двигаясь вдоль силовых линий электростатического однородного поля, увеличивает свою скорость.

2) На протон действует электрическая сила $F_{\text{эл}} = qE$, где q – заряд протона; E – напряженность электрического поля.

3) Благодаря электрической силе протон получает ускорение. Согласно второму закону Ньютона $F_{\text{эл}} = ma$, тогда $qE = ma$. Отсюда выражаем напряженность электрического поля: $E = \frac{ma}{q}$, где q – заряд протона.

$$4) E = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot 8 \cdot 10^{10} \text{ м/с}^2}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 835 \text{ Н/Кл.}$$

Ответ: $E = 835$ Н/Кл.

Задача 12

(разделы «Динамика», «Электростатика»)

На сколько секунд увеличится период колебаний математического маятника длиной 9,8 м при изменении температуры окружающей среды от 0°C до 300°C , если коэффициент линейного расширения материала маятника равен $0,0007$ 1/град?

Дано:	СИ	Анализ и решение
$l_0 = 9,8$ м		
$t_1 = 0^\circ\text{C}$		
$t_2 = 300^\circ\text{C}$		
$\alpha = 0,0007$ 1/град		
$\Delta T - ?$		

1) Период колебания маятника при 0°C будет равен согласно формуле Гюйгенса: $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_0}{g}}$.

2) При повышении температуры длина нити маятника увеличивается: $l = l_0(1 + \alpha\Delta t)$, где $\Delta t = t_2 - t_1$, $\Delta t = 300 - 0 = 300^\circ\text{C}$.

3) Тогда период колебания маятника при высокой температуре будет равен: $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, или $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_0(1 + \alpha\Delta t)}{g}}$.

4) Изменение периода колебаний маятника равно: $\Delta T = T_2 - T_1$. $\Delta T = 2\pi\sqrt{\frac{l_0(1 + \alpha\Delta t)}{g}} - 2\pi\sqrt{\frac{l_0}{g}}$; $\Delta T = 2\pi\sqrt{\frac{l_0}{g}}(\sqrt{1 + \alpha\Delta t} - 1)$.

5) $\Delta T = 2 \cdot 3,14 \sqrt{\frac{9,8}{9,8}} \cdot (\sqrt{1 + 0,0007 \text{ 1/град} \cdot 300^\circ\text{C} - 1}) = 6,28 \cdot 0,1 = 0,628 \text{ с}$.

Ответ: $\Delta T = 0,628 \text{ с}$.

Задача 13

(разделы «Динамика», «Электростатика»)

Вокруг положительно заряженного шарика с зарядом $2 \cdot 10^{-10}$ Кл вращается по круговой орбите радиуса $3 \cdot 10^{-3}$ м отрицательно заряженная пылинка массой 10^{-6} кг и зарядом $-2 \cdot 10^{-10}$ Кл. Определить ускорение, с которым движется пылинка.

Дано:

$$q_1 = 2 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$$

$$r = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

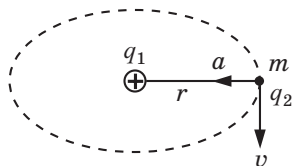
$$m = 10^{-6} \text{ кг}$$

$$q_2 = -2 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$$

$$a = ?$$

СИ

Анализ и решение



1) Пылинка движется по окружности и обладает центростремительным ускорением $a = \frac{v^2}{4}$.

2) Из второго закона Ньютона сила, сообщающая ускорение, равна: $F = ma$.

3) Между заряженным шариком и заряженной пылинкой существует сила кулоновского притяжения $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$.

4) Тогда $ma = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$, где k – коэффициент пропорциональности в законе Кулона, $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$, отсюда

$$ma = \frac{kq_1 q_2}{mr^2}.$$

$$5) a = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-10} \text{ Кл} \cdot 2 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}}{10^{-6} \text{ кг} \cdot (3 \cdot 10^{-3} \text{ м})^2} = 40 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $a = 40 \text{ м/с}^2$.

Задача 14

(разделы «Механика», «Термодинамика»)

Шар, движущийся со скоростью 10 м/с , налетает на такой же неподвижный шар. После неупругого удара шары движутся как одно целое. На сколько градусов увеличилась температура шаров после столкновения, если в теплоту превратилось 40% первоначальной кинетической энергии первого шара? Удельная теплоемкость материала шаров $200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$.

Дано:

$$v_1 = 10 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 0$$

$$Q = 0,4 \cdot E_{\text{к}}$$

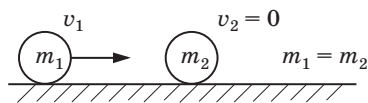
$$c = 200 \text{ Дж}/\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$m_1 = m_2$$

$$\Delta t - ?$$

СИ

Анализ и решение



1) Первый шар обладал кинетической энергией, равной:

$$E_{\text{к}_1} = \frac{m_1 v_1^2}{2},$$

а кинетическая энергия второго шара до столкновения равна нулю: $E_{\text{к}_2} = 0$.

2) После столкновения нагрелись оба шара: $Q = c(m_1 + m_2) \cdot \Delta t$, так как $m_1 = m_2$, тогда $Q = c \cdot 2m_1 \cdot \Delta t$.

3) Так как в теплоту превратилось только 40% кинетической энергии первого тела, то $Q = 0,4E_{k1}$,

$c \cdot 2m_1 \Delta t = 0,4 \frac{m_1 v_1^2}{2}$. Сокращая на массу, получаем:

$$c \cdot 2 \cdot \Delta t = \frac{0,4 \cdot v_1^2}{2}, \text{ отсюда } \Delta t = \frac{0,4 \cdot v_1^2}{4c}.$$

$$4) \Delta t = \frac{0,4 \cdot 100 \text{ м/с}}{4 \cdot 200 \text{ Дж/кг} \cdot \text{°С}} = 0,05 \text{ °С}.$$

Ответ: $\Delta t = 0,05 \text{ °С}$.

Задача 15

(разделы «Механика», «Электродинамика»)

Частица с импульсом $10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ влетает в однородное магнитное поле с индукцией $0,01 \text{ Тл}$ и под действием поля движется в нем по окружности радиуса 1 м . Найти заряд частицы.

Дано:

$$p = 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$$

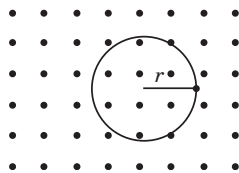
$$B = 0,01 \text{ Тл}$$

$$r = 1 \text{ м}$$

$$q = ?$$

СИ

Анализ и решение



1) Сила, действующая на заряженную частицу в магнитном поле, равна: $F_{\text{Л}} = qBv$ – это сила Лоренца.

2) Сила Лоренца сообщает частице ускорение, которое называют центростремительным: $a = \frac{F}{m}$ – согласно второму закону Ньютона, $a = \frac{qBv}{m}$, $a = \frac{v^2}{r}$ – центростремительное ускорение.

3) Тогда $\frac{v^2}{r} = \frac{qBv}{m}$, сокращая на скорость, получаем:

$\frac{v}{r} = \frac{qB}{m}$, или $mv = qBr$. Но так как $mv = p$, тогда $p = qBr$.

Отсюда находим заряд частицы: $q = \frac{p}{Br}$.

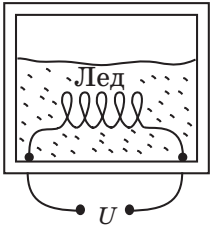
$$4) q = \frac{10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{м/с}}{0,01 \text{ Тл} \cdot 1} = 10^{-6} \text{ Кл.}$$

Ответ: $q = 10^{-6} \text{ Кл.}$

Задача 16

(разделы «Термодинамика», «Электричество»)

Теплоизолированный сосуд содержит электрическую спираль. В сосуд помещают кусок льда массой 1,1 кг с температурой 0°C , а спираль подключают в сеть постоянного тока с напряжением 110 В. Определить время, через которое лед растает, если по спирали протекает ток 5 А. Удельная теплота плавления льда равна 335 кДж/кг.

Дано:	СИ	Анализ и решение
$m = 1,1 \text{ кг}$		
$t^\circ = 0^\circ\text{C}$		
$U = 110 \text{ В}$		
$I = 5 \text{ А}$		
$\lambda = 335 \text{ кДж/кг}$	335 000 Дж/кг	
$t - ?$		

1) Работа тока в спирали равна: $A = IUt$.

2) Количество теплоты, необходимое для плавления льда равно: $Q = m\lambda$.

3) На основании закона сохранения энергии $Q = A$, тогда $IUt = m\lambda$, отсюда $t = \frac{\lambda m}{IU}$.

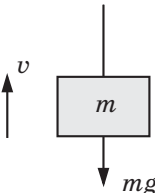
$$4) t = \frac{335\,000 \text{ Дж/кг} \cdot 1,1 \text{ кг}}{5 \text{ А} \cdot 110 \text{ В}} = 670 \text{ с.}$$

Ответ: $t = 670 \text{ с.}$

Задача 17

(разделы «Механика», «Электричество»)

Электродвигатель подъемного крана работает от напряжения 380 В и потребляет ток 20 А. Определить КПД механизма, если груз массой 1 т он поднимает на высоту 19 м за 50 с.

Дано:	СИ	Анализ и решение
$U = 380 \text{ В}$		
$I = 20 \text{ А}$		
$m = 1 \text{ т}$	1000 кг	
$h = 19 \text{ м}$		
$t = 50 \text{ с}$		
$\eta - ?$		

1) При подъеме груза совершается полезная работа $A_{\text{п}} = mgh$.

2) Затраченная работа электродвигателя будет равна: $A_{\text{з}} = IUt$.

3) Коэффициент полезного действия механизма равен: $\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{з}}} \cdot 100\%$, или $\eta = \frac{mgh}{IUt} \cdot 100\%$.

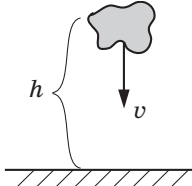
$$4) \eta = \frac{1000 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 19 \text{ м}}{20 \text{ А} \cdot 380 \text{ В} \cdot 50 \text{ с}} \cdot 100\% = 49\%.$$

Ответ: $\eta = 49\%$.

Задача 18

(разделы «Механика», «Теплота»)

Осколочное тело, падая с высоты 0,5 км, имело у поверхности земли скорость 50 м/с. На сколько повысилась температура осколка, если вся работа сопротивления воздуха пошла на его нагревание? Удельная теплоемкость осколка 365 Дж/кг · °С.

Дано: $h = 0,5 \text{ км}$ $v = 50 \text{ м/с}$ $c = 365 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{С}$ $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ <hr/> $\Delta t = ?$	СИ 500 м	Анализ и решение 
--	-------------	---

1) Находясь на высоте h , осколок имел потенциальную энергию $E_{\text{п}} = mgh$.

2) Двигаясь к земле, осколок приобрел кинетическую энергию $E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}$.

3) Разность потенциальной и кинетической энергии равна работе силы сопротивления воздуха:

$$A = E_{\text{п}} - E_{\text{к}}; A = mgh - \frac{mv^2}{2}.$$

4) Согласно условию задачи вся работа сопротивления воздуха пошла на нагревание осколка:

$$A = Q, Q = cm\Delta t.$$

Тогда $mgh - \frac{mv^2}{2} = cm\Delta t$, Сокращая на массу, получа-

$$\text{ем: } gh - \frac{v^2}{2} = c\Delta t, \text{ отсюда } \Delta t = \frac{2gh - v^2}{2c}.$$

$$5) \Delta t = \frac{2 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 500 \text{ м} - 2500 \text{ м/с}^2}{2 \cdot 365 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{С}} = 10 ^\circ\text{С}.$$

Ответ: $\Delta t = 10 ^\circ\text{С}$.

Задача 19

(разделы «Механика», «Термодинамика»)

Определить коэффициент полезного действия двигателя, который развивает мощность 84 кВт и расходует за 1 ч работы 18 кг дизельного топлива, теплота сгорания которого $42 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$.

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru