

## 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.

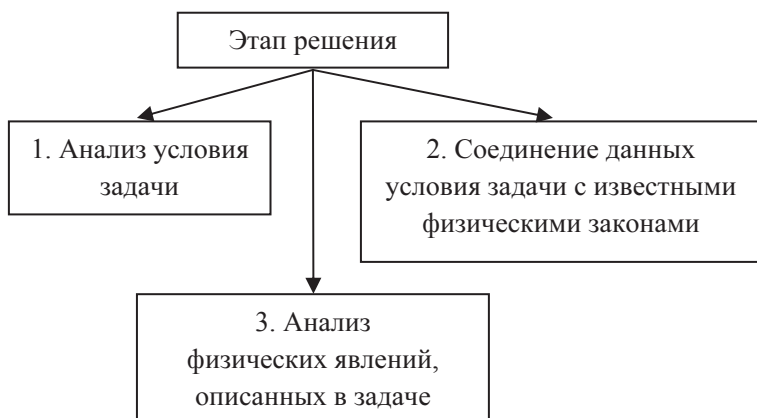
Большинство физических задач решают с помощью дедукции – применяют общие физические законы к конкретному случаю. Чтобы связать данное явление с одним или несколькими физическими законами, надо расчленить сложное явление на ряд простых, т. е. применить анализ. Чтобы полученные из отдельных законов следствия 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  $90^\circ$  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  $90^\circ$ , 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 капелька масла. Заряд капельки равен  $4,9 \cdot 10^{-13} \text{ Кл}$ . При напряженности поля  $2 \cdot 10^5 \text{ В/м}$  капелька неподвижно висит в воздухе. Определить массу капельки.

Дано:

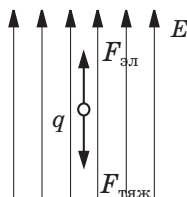
$$q = 4,9 \cdot 10^{-13} \text{ Кл}$$

$$E = 2 \cdot 10^5 \text{ В/м}$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$m - ?$$

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:

$$m = 200 \text{ кг}$$

$$F_{\text{сопр}} = 600 \text{ Н}$$

$$S = 1 \text{ км}$$

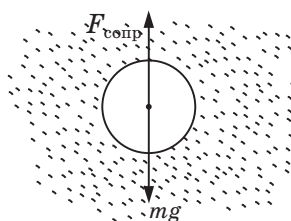
$$c = 750 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{С}$$

$$\Delta t - ?$$

СИ

1000 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  $\Delta t = \frac{F_{\text{сопр}} \cdot S}{cm}$ .

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

Ответ:  $\Delta t = 4 \text{ °C}$ .

### 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  $10 \text{ м/с}$  перпендикулярно оси телекамеры на расстоянии  $20 \text{ м}$  от нее. Расстояние от объектива камеры до фотоприемника, на котором формируется изображение, равно  $25 \text{ см}$ . 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 выведем 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  $F_{\text{эл}} = qE$ .

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

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

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	<p>1) КПД автомобиля равен: <math>\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{зат}}} \cdot 100\%</math>, где <math>A_{\text{п}}</math> = полезная ра-</p>
$t = 1$ 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:

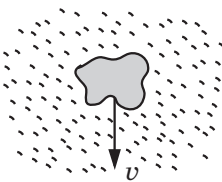
$$m = \frac{69\,000 \cdot 100\%}{46 \cdot 10^6 \cdot 25\%} = \frac{69 \cdot 4}{46\,000} = \frac{276}{46\,000} = 0,006 \text{ кг} = 6 \text{ г}.$$

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
$L = 7,2 \text{ кДж/кг}$	$7200 \text{ Дж/кг}$	
$v - ?$		

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

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:  $N \approx 3 \text{ кВт}$ .