

Физический рисунок

1 Общие положения

1.1 Начало работы

Для начала надо скачать `.sty` файл в директорию вашего документа для использования наших предопределенных команд и стилей

Рисунки выполняются в окружении `tikzpicture`, которое можно встраивать внутрь `figure`:

```
% in preamble:
\usepackage{design}

% in document:
\begin{figure}[H]
  \centering
  \begin{tikzpicture}
    \draw (0,0) -- (2,0);
  \end{tikzpicture}
\end{figure}
```

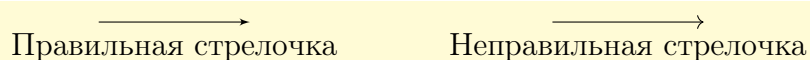
Этот кусок кода рисует отрезок соединяющий точки с координатами $(0,0)$ и $(2\text{ cm},0)$. Вообще, стандартной единицей длины в `tikz` являются сантиметры, но можно, например, в качестве координаты точки использовать $(2\text{pt},0)$.

1.2 Стрелочки и подписи

Для стрелочек используются аргумент `[>=latex']`, который можно указывать непосредственно при отрисовке каждого объекта, но проще его вынести в аргумент всего изображения:

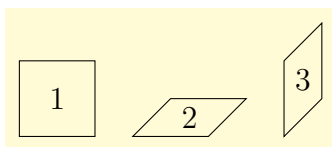
```
\begin{tikzpicture}[>=latex']
  \draw[->,>=latex'] (0,0) -- ++(2,0);
  \draw (0,0) ++ (2/2,0) node [below] {Правильная стрелочка};
\end{tikzpicture}
```

Также здесь продемонстрирован пример подписи объекта с использованием команды `node`. Запись `++(2,0)` означает сдвиг относительно предыдущей координаты на 2 см.



1.3 Преобразования координат

Наболее общие линейное преобразование объекта можно сделать с помощью матрицы преобразования.



```
\draw(0,0) rectangle (1,1) node[pos=0.5] {$1$};
\begin{scope}[cm={1,0,.5,.5,(1.5,0)}]
  \draw(0,0) rectangle (1,1) node[pos=0.5] {$2$};
\end{scope}
\begin{scope}[cm={.5,.5,0,1,(3.5,0)}]
  \draw(0,0) rectangle (1,1) node[pos=0.5] {$3$};
\end{scope}
```

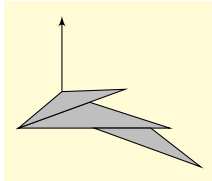
Код, компилируемый в этот рисунок, представлен ниже. Матрицы преобразований:

$$M_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0.5 & 0.5 \end{pmatrix} \quad M_3 = \begin{pmatrix} 0.5 & 0.5 \\ 0 & 1 \end{pmatrix},$$

а сдвиги $\Delta_2 = (2, 0)$ и $\Delta_3 = (4.5, 0)$.

1.4 Повороты координат и запоминание точки

Если значительная часть картинки должна быть сдвинута и повернута, то можно использовать окружение `scope`, и использовать аргумент `[shift={x,y}], rotate=z]`, где x, y – положение центра координат `scope` на холста, а z – угол в градусах, на который будет повернуты координаты внутри `scope` относительно координат `scope`. При этом бывает полезно запомнить точку, координаты которой внутри `scope` задаются простым способом с помощью команды `coordinate (name)`. Далее `(name)` можно использовать наравне с любыми другими точками.



```
\draw[fill=black!25] (0,0) -- (2,0) -- (20:1) -- cycle
;
\begin{scope}[rotate=20]
  \draw[fill=black!25] (0,0) -- (1.5,0) -- (20:.75) --
    cycle;
  \path (20:.75) coordinate (a);
\end{scope}
\begin{scope}[shift={(1,0)},rotate=-20]
  \draw[fill=black!25] (0,0) -- (1.5,0) -- (20:.75) --
    cycle;
\end{scope}

\draw[->](a) --++ (0,1);
```

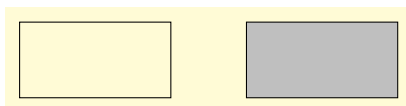
В виде `(20:1)` задается точка, удаленная на расстояние 1 cm от начала отсчета, такая, что ее радиус-вектор составляет угол 20° с направлением оси x по часовой стрелке. Также корректно использовать `++ (20:1)` – сдвиг от текущего положения на 1 cm в направлении составляющем 20° с осью x .

1.5 Общий принцип

Рекомендуется использовать такой принцип работы с жирными линиями: какие-то виртуально существующие линии рисовать толщиной `ultrathin`, а физически существующие объекты линиями стандартной толщины либо `thick`. Исключением являются оси систем координат и векторы — они рисуются линиями стандартной толщины.

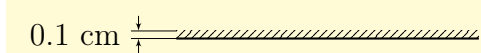
2 Механика

2.1 Подвижные тела



```
\draw (0,0) rectangle (2,1);
\draw[fill=black!25] (3,0) rectangle (5,1);
```

2.2 Недвижимость



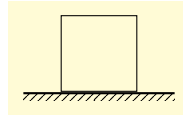
```
\draw[thick] (0,0) -- (4,0);
\draw[ground] (0,0) rectangle (4,0.1);
```



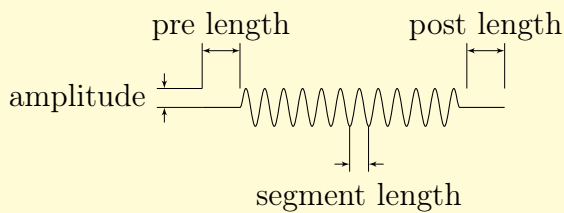
```
\draw[thick] (0,0) rectangle (4,1);
\draw[ground] (0,0) rectangle (4,1);
```

2.3 Подвижное тело на неподвижности

Чтобы подчеркнуть подвижность тела, можно добавить расстояние 0.025 cm, чтобы оно «парило» над поверхностью:



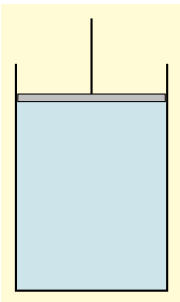
2.4 Пружины



```
\draw[decorate,decoration={snake,
pre length=0.5cm, post length=0.5cm,
segment length=0.5cm,
amplitude=0.25cm}]
(0,0) -- (4,0);
```

2.5 Жидкости, сосуды и поршни

1. Сосуды рисуются **thick** линиями.
2. Для отрисовки воды используется аргумент **water**, которые автоматически заливает фигуру голубым полупрозрачным цветом.
3. Поршни выделяются серым **black!25** цветом.
4. Зазор между поршнем и стенками сосуда 0.025 cm



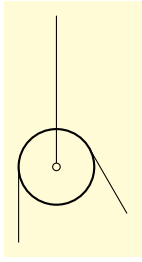
```
\fill[water] (0,-.5) rectangle ++(2,-2.5);

\draw[fill=black!25] (0.025,-0.5) rectangle ++(2-0.05,0.1);
\draw[thick] (1,-0.4) -- ++(0,1);

\draw[thick] (0,0) ---++(0,-3) ---++(2,0) ---++(0,3);
```

2.6 Блоки и нити

Центр блока обозначается белым кругом радиуса 0.05 cm. Нити рисуются линиями стандартной толщины, для блоков используется **thick**.



```
\draw[thick] (0,0) circle (0.5);
\draw (0,0) circle (0.05);

\draw (0,0.05) -- (0,2); %нить, на которой подвешен блок

\path[rotate=30] (0.5,0) coordinate (a);
\draw[shift=(a),rotate=30] (0,0) -- (0,-1); %правая нить

\draw (-0.5,0) -- ++(0,-1); %левая нить
```

2.7 Гирька

Если в Вашем рисунке присутствует гирька, то Вы можете воспользоваться этим паттерном:

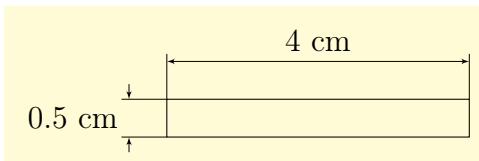


```
\draw[fill=black!25](-.2,0) -- (-.2,.3) .. controls (0,.4) and (-.1,.4)..
(-.1,.5) arc (180:0:.1) .. controls (.1,.4) and (0,.4) .. (.2,.3) --
(.2,0) -- cycle;
```

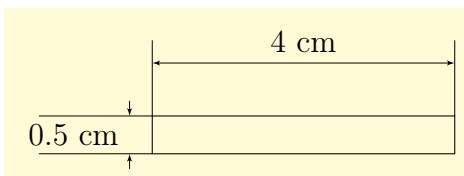
3 Выносные размеры

3.1 Линейные размеры

В стандартных случаях, как например подпись длины прямоугольника, можно использовать команды `\dist` и `\sdist`:



```
\dist{(0, 0.5)}{(4, 0.5)}{90}{above}{4 cm}
\sdist{(0,0)}{(0,0.5)}{180}{left}{0.5 cm}
```



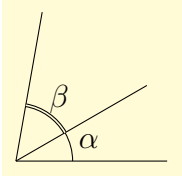
```
\dist [1] [0.7] {(0,0.5)}{(4,0.5)}{90}{above}{4 cm}
\sdist [1.5] [0.3] {(0,0)}{(0,0.5)}{180}{left}
{0.5 cm}
```

Команды `\dist` и `\sdist` имеют 5 обязательных (указываются в фигурных скобках `{}`) и 2 опциональных аргумента (указываются в квадратных скобках `[]` **перед обязательными**).

- Первый опциональный аргумент – это длина выносной линии в сантиметрах (`default = 0.6 cm`)
- Второй – расстояние от стрелок до точек, куда подносится выносной размер (`default = 0.5 cm`)
- Первые два обязательных аргумента – это точки, к которым мы хотим поднести наш выносной размер (указываются обе координаты в круглых скобках `(x, y)`)
- Третий обязательный аргумент – это угол в градусах, на который повернуты габаритные линии
- Четвертый обязательный аргумент – это расположение подписи, относительно центра линии, соединяющей стрелочки (`above, below, right, left`)
- Пятый обязательный аргумент – это текст подписи

3.2 Угловые размеры

Для указания угловых размеров обычно удобно использовать следующие параметры: радиус дуги 0.75 cm, расстояние до подписи 1.0 cm.



```
\draw (0,0) -- (2,0);
\draw[rotate=30] (0,0) -- (2,0);
\draw[rotate=80] (0,0) -- (2,0);

%дуга 0-30
\draw(0.75,0) arc (0:30:0.75);
\path[rotate=30/2] (1,0) node {\alpha};

%двойная дуга 30-80
\draw[rotate=30,double=yellow!20](0.75,0) arc (0:50:0.75);
\path[rotate=30+50/2] (1,0) node {\beta};
```

4 Оптика

4.1 Источники света

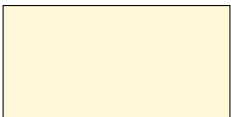
Команда `lightsource` рисует источник света и в качестве аргумента принимает его координаты. Подписи к источникам света удаляются на 0.2 cm.



```
\lightsource{(0,0)};
\draw (0,0) node [above=0.2cm] {$S$};
```

4.2 Стекланные объекты

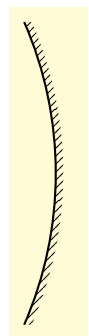
Аналогично с водой, аргумент `glass` приводит к автоматической полупрозрачной заливки объекта.



```
\draw[glass] (0,0) rectangle (3,1.5);
```

4.3 Зеркала и экраны

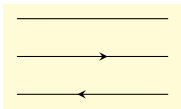
Отрисовка этих объектов абсолютно аналогична неподвижности.



```
\draw[thick] (0,2) arc (23.6:-23.6:5);
\fill[ground] (0,2) arc (23.6:-23.6:5) --++ (0.1,0) arc (-23.6:23.6:5);
```

4.4 Лучи

Лучи рисуются линиями стандартной толщины.



```
\draw (0,0) -- ++ (2,0)
\draw[directed] (0,-0.5) -- ++ (2,0)
\draw[reverse directed] (0,-1) -- ++ (2,0)
```

5 Электрические схемы

Для отрисовки электрических схем используется пакет `circuitikz`. Рекомендуется использовать аргументы `european resistors` и `american inductors` у всего рисунка

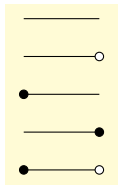
```
% in preamble:
\usepackage{circuitikz}
% in document:
\begin{tikzpicture}[european resistors, american inductors]
\end{tikzpicture}
```

Или можно задать это для всего документа в преамбуле:

```
% in preamble:
\usepackage{circuitikz}
\ctikzset{resistor = european, inductor = american}
```

5.1 Общая логика, провода

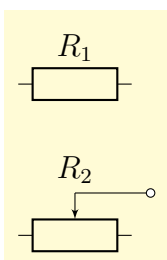
Общая логика пакета `circuitikz` строится вокруг декорирования пути между двумя точками. Для этого используются дополнительные аргументы у команды `to[]`. Для работы с проводами используется аргумент `short`.



```
\draw (0,0) to[short,-] ++(1,0);
\draw (0,-1) to[short,-o] ++(1,0);
\draw (0,-2) to[short,*-] ++(1,0);
\draw (0,-3) to[short,-*] ++(1,0);
\draw (0,-4) to[short,*-o] ++(1,0);
```

5.2 Резисторы

Резистору соответствует аргумент `R`. Потенциометру соответствует аргумент `pR`, длина его среднего выхода равна 0.56 см.



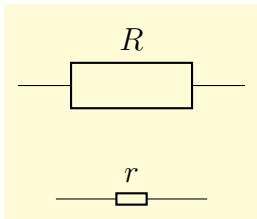
```
\draw (0,0)
to[R=$R_1$] ++ (1.5,0);

\draw (0,-1.56)
to[pR=$R_2$,name=pR] ++ (1.5,0);

\draw(pR.wiper) to[short,-o] ++(1,0);
```

Для работы с третьим выходом потенциометра даем уникальное название папе потенциометру, а далее обращаемся к этой координате, как к папе.wiper (в примере выше это `pR.wiper`).

Параметр `/tikz/circuitikz/bipoles/length=` изменит размер элементов с двумя выводами

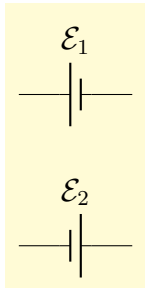


```
\draw (0,0)
to [R=$R$, /tikz/circuitikz/bipoles/length=2cm] ++(3,0);

\draw (0.5,-1.5)
to [R=$r$, /tikz/circuitikz/bipoles/length=0.5cm] ++(2,0);
```

5.3 Источник напряжения и источник тока

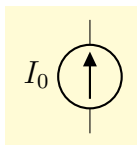
Источнику постоянного напряжения соответствует аргумент `battery1`.



```
\draw (0,0)
to[battery1,l=$\mathcal{E}_1$] ++ (1.5,0);

\draw (0,-2)
to[battery1,l=$\mathcal{E}_2$,invert] ++ (1.5,0);
```

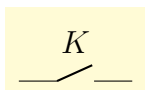
Чтобы развернуть батарею используйте аргумент `invert`. Наименования батареек следует добавлять с помощью дополнительного аргумента `l=label`.



```
\draw (0,0) to[american current source, l=$I_0$] (0,1.5);
% or
\draw (0,0) to[american, isource, l=$I_0$] (0,1.5);
```

5.4 Ключи

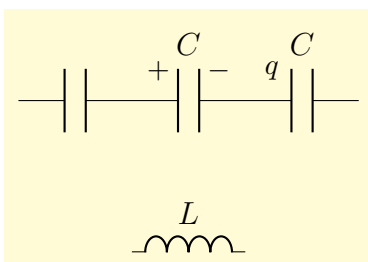
Обычному ключу соответствует аргумент `nos`.



```
\draw (0,0)
to[nos=$K$] ++ (1.5,0);
```

5.5 Конденсаторы, катушки

Конденсатору соответствует аргумент `C`. Катушке соответствует аргумент `L`.



```
\draw (-2.25,0)
to[C] ++ (1.5,0)
to[C=$C$] ++ (1.5,0)
to[C=$qC$] ++ (1.5,0);

\draw(0,0) ++ (-.4,.4) node {\small $+$};
\draw(0,0) ++ (.4,.4) node {\small $-$};

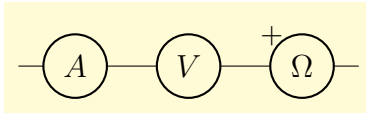
\draw(1.5,0) ++ (-.4,.4) node {\small $q$};

\draw (-.75,-2)
to[L=$L$] ++ (1.5,0);
```

Иногда в задаче нужно указать знаки либо величины зарядов на пластинах конденсатора. В таком случае используются удаленные от центра конденсатора на 0.4 см метки, сделанные шрифтом `small`.

5.6 Вольтметры, амперметры, омметры

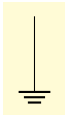
Измерительные приборы создаются с помощью аргумента `rmeter`



```
\draw (0,0)
to[rmeter,t=$A$] (1.5,0)
to[rmeter,t=$V$] (3,0)
to[rmeter,t=$\Omega$] (4.5,0);

\draw(3.75,0) ++ (-.4,.4) node {\small $+$};
```

5.7 Заземление



```
\draw (0,0)
to (0,-1) node[tlground]{};
```

6 Лайфхаки

6.1 Вертикальные подписи для электроники

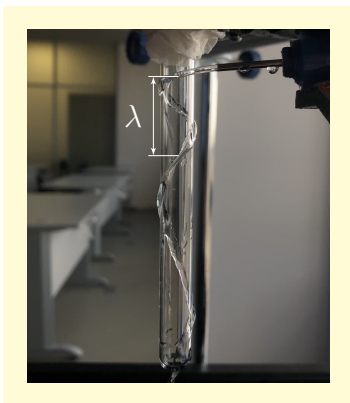
1. Чтобы подписи для повернутых элементов были тоже вертикальными пользуйтесь командой

```
\ctikzset{label/align = straight}
```

в самом начале кода рисунка.

6.2 Вставка растрового рисунка внутрь tikz

Если вам, например, понадобилось нарисовать обозначения поверх фотографии, то вы можете вставить изображение внутрь `tikzpicture` с помощью команды `\includegraphics`, как текст `node` выбранная точка будет центром вставленного изображения.



```
\begin{tikzpicture}[example,>=latex',scale=4.0/6.0]
\path (0,0) node {\includegraphics[width=4cm]{pic.jpg}};

\begin{scope}[draw=white]
\dist{(0,2.57)}{(0,1.0)}{180}{left}{}
\path(0,{(2.57+1.0)/2}) ++ (180:.5) node [left,
white] {$\lambda$};
\end{scope}

\end{tikzpicture}
```