

## Возможные темы для задач олимпиады АГ СПбГУ по физике

*Задания олимпиады для разных классов составляются по принципу «накопленного итога», то есть возможные темы задач для какого-либо класса включают темы задач для всех более младших классов.*

### 7 класс

- Кинематика равномерного прямолинейного движения
- Объём. Масса. Плотность. Смеси и сплавы
- Силы в природе — тяжести, упругости (закон Гука), трения.
- Механическая работа, мощность, энергия.
- Простые механизмы, блок, рычаг. Момент силы. Правило моментов.
- Основы гидростатики (закон Паскаля, гидравлический пресс, сообщающиеся сосуды, закон Архимеда, плавание тел).

### 8 класс

- Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества. Удельная теплота сгорания. Плавление. Удельная теплота плавления. Испарение. Кипение. Удельная теплота парообразования. Уравнение теплового баланса.
- Законы постоянного тока (закон Ома для участка цепи, закон Джоуля-Ленца). Расчёт простых цепей постоянного тока.

### 9 класс

- Кинематика материальной точки (прямолинейное равнопеременное движение, криволинейное равноускоренное движение, движение по окружности).
- Динамика материальной точки. Силы. Векторное сложение сил. Законы Ньютона.
- Математический и пружинный маятники, формула для периода колебаний маятников.
- Импульс. Закон сохранения импульса. Центр масс. Работа. Мощность. Энергия (гравитационная, деформированной пружины). Закон сохранения энергии.
- Законы преломления и отражения света. Плоское зеркало. Линзы. Фокус и оптическая сила линзы.

### 10 класс

- Газовые законы. Изопроцессы. Основы МКТ. 1-й закон термодинамики.
- Насыщенные пары, влажность.
- Электростатика. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность. Теорема Гаусса. Потенциал. Проводники и диэлектрики в электростатических полях.
- Закон Ома для полной цепи, ЭДС, внутреннее сопротивление источника.
- Конденсаторы. Соединения конденсаторов. Энергия конденсатора.

## Список литературы

1. Перышкин И. М., Иванов А. И., Физика: 7-й класс: базовый уровень: учебник // АО "Издательство "Просвещение".
2. Кабардин О.Ф. Физика / учебник для 7 кл. //М., Просвещение, 2018.
3. Павленко Ю.Г. Физика. Избранные задачи. Кн.1 и 2. М.: 2008.
4. Кондратьев А.С., Уздин В.М. Физика. Сборник задач. М.: Физматлит, 2005.
5. Перышкин И. М., Иванов А. И., Физика: 8-й класс: базовый уровень: учебник // АО "Издательство "Просвещение".
6. Перышкин И. М., Гутник Е. М., Иванов А. И., Петрова М. А., Физика: 9-й класс: базовый уровень: учебник // АО "Издательство "Просвещение".
7. Кабардин О.Ф. Физика / учебник для 8 кл. //М., Просвещение, 2018;
8. Кабардин О.Ф. Физика / учебник для 9 кл. //М., Просвещение, 2019.
9. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М. / Под ред. Парфентьевой Н.А. Физика. 10 класс. Базовый и углублённый уровни. Электронная форма учебника. АО изд. «Просвящение»
10. Кабардин О.Ф., Орлов В.А., Эвенчик Э.Е. Физика (углублённый уровень) / под редакцией Пинского А.А., Кабардина О.Ф. – учебник для 10 кл. //М., Просвещение, 2011.
11. Воробьев И.И., Зубков П.И., Кутузова Г.А. и др. Задачи по физике /под ред. Савченко О.Я. // Новосибирск: Новосибирский государственный университет. 2008
12. Физика. Школа решения олимпиадных задач. Часть 1: Учебное пособие. – Спб.: Издательство «Университетская гимназия», 2008. 188 с.
13. Физика. Школа решения олимпиадных задач. Часть 2: Учебное пособие. – Спб.: Издательство «Университетская гимназия», 2009. 236 с.
14. Манида С.Н. Физика, решение задач повышенной сложности, по материалам городских олимпиад школьников, 2-е изд. - СПб.: 2004 - 440 с.
15. Задачи Московских городских олимпиад по физике. 1986 - 2005. Варламов С.Д. и др.
16. Кондратьев А.С., Ларченкова Л.А., Ляпцев А.В. Методы решения физических задач. М.: Физматлит, 2019, 320с.
17. Физика вокруг нас. Качественные задачи по физике. Около 1500 задач с подробными решениями. Учебное пособие, А. В. Аганов, Р. К. Сафиуллин, А. И. Скворцов, Д. А. Таюрский

### Структура варианта задания олимпиады СУНЦ «Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева» СПбГУ по физике

Каждый вариант задания олимпиады СУНЦ «Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева» СПбГУ по физике для любого класса состоит из 6 заданий, возможные темы которых приведены ниже.

#### Демонстрационные варианты

**Задания 1-4** представляют собой расчётные задачи, которые требуют развёрнутого решения. Решение должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, поясняющий рисунок (при необходимости), а также математические преобразования и расчёты с численным ответом. **Выполнение расчётов не предполагает использование калькулятора.** Условие может быть сформулировано без числовых данных. В этом случае ответ приводится в виде алгебраического выражения (формулы).

**В решении задания 5** требуется привести: описание идеи эксперимента (идей, если их несколько), вывод необходимых формул и описание последовательности измерений

(экспериментальных действий) и определяемых параметров, приводящих к требуемому результату.

Даже частичное решение может быть положительно оценено (например, только фрагмент идеи эксперимента, приводящего к нахождению искомой величины).

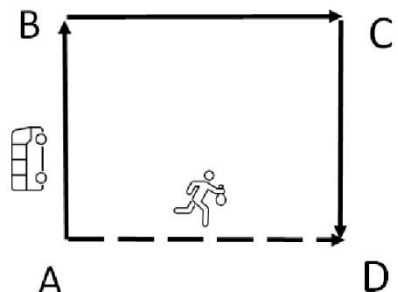
Предполагается использование только того оборудования и материалов, которые предложены в задаче. Фундаментальные константы и характеристики веществ (например, удельная теплоёмкость воды) считаются известными.

**Задание 6** представляет собой качественную задачу. Решением является объяснение/описание физического наблюдения или природного явления на основании известных физических законов. Выполнение точных вычислений не предполагается. Не исключено выполнение оценочных, приближительных вычислений.

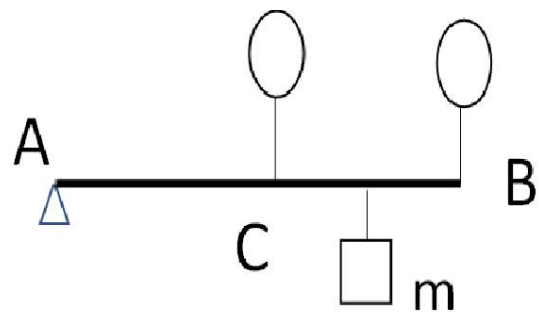
7 класс

1 Имеется две жидкости с плотностью  $800 \text{ кг/м}^3$  и  $200 \text{ кг/м}^3$  соответственно. При смешивании в любом отношении они образуют однородную жидкость (раствор), объем которой равен суммарному объему смешиваемых жидкостей. В некоторый сосуд налит 1 литр первой жидкости. В этой жидкости плавает, погрузившись на  $1/2$  своего объема однородный шарик. Какой объем второй жидкости надо добавить в этот сосуд, чтобы шарик утонул? Глубина жидкости всегда достаточна для этого, сосуд достаточно большой, чтобы налитые жидкости не выливались.

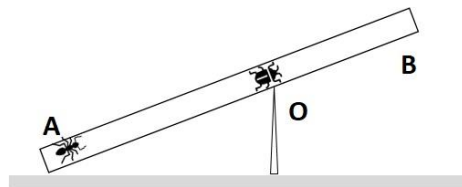
2 Квартал в городе, где живет Олег имеет форму квадрата (ABCD на рисунке). Дом, где живет Олег и школа, где он учится расположены на смежных углах квартала (точки A и D соответственно). Но на улице соединяющей эти точки одностороннее движение, поэтому автобус, на котором Олег обычно ездит в школу, следует по маршруту A-B-C-D. Однажды Олег пришел на остановку в точке A на 9 минут раньше времени отправления автобуса и решил пойти в школу пешком напрямую (A-D), при этом к остановке у школы в точке D он пришел одновременно с автобусом. В другой день Олег опоздал на автобус на 3 минуты и был вынужден добираться до школы бегом, при этом ему удалось опять прибыть в точку D одновременно с автобусом. Скорость, с которой шагает Олег, в 6 раз меньше, чем средняя скорость автобуса. Определить во сколько раз Олег быстрее бежит, чем ходит. Среднюю скорость автобуса на данном участке маршрута считать всегда одинаковой.



3. Невесомый рычаг АВ шарнирно закреплен в точке А и может вращаться в вертикальной плоскости. К другому концу рычага (В) и к середине рычага (С) привязаны два одинаковых воздушных шарика наполненных гелием. Если к середине отрезка ВС прикрепить груз массы  $m$ , то рычаг находится в равновесии в горизонтальном положении. Левый (С) шарик оторвался от рычага, куда надо сместить груз  $m$ , чтобы рычаг остался в равновесии в горизонтальном положении? Длина рычага АВ равна 50 см.



4. Однородная соломинка длины  $|AB|=12$  см и массы 600 мг лежит, опираясь на поверхность в точке А и острый камешек в точке О (см. рисунок) так, что может поворачиваться относительно точки О. Расстояние  $|OA|=8$  см. На левом конце соломинки (А) сидит муравей массы 200 мг, а в точке О на соломинке находится жук массы 400 мг. Одновременно жук и муравей начинают ползти по соломинке в направлении точки В со скоростями 5 мм/с и 10 мм/с соответственно. Определить через какое время после начала движения насекомых левый край соломинки оторвется от поверхности.



5. Определить плотность проволоки.

*Оборудование:* Кусок жесткой проволоки, миллиметровая бумага, нить, высокий сосуд с водой.

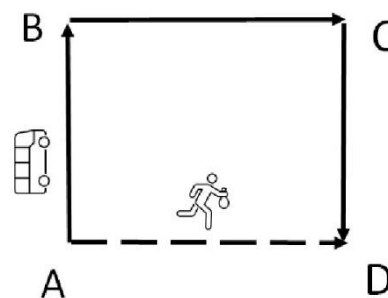
*Примечание 1:* Ломать и резать проволоку нельзя, можно изгибать проволоку. Плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ .

*Примечание 2:* Высота сосуда больше половины длины проволоки.

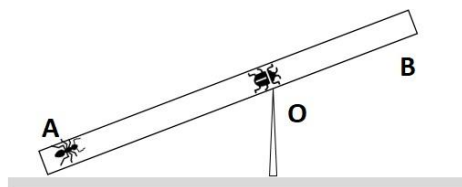
6. Часто для перемещения тяжелых предметов в форме параллелепипеда по шероховатой поверхности, высота которых больше размеров основания (шкафов, высоких ящиков) используют метод, при котором предмет отклоняют от вертикального положения, опирая на один из углов, и разворачивают вокруг вертикальной оси, проходящей через этот угол. Повторяя эту процедуру несколько раз, опирая груз на разные углы, его перемещают в нужном направлении. Почему такая процедура позволяет перемещать груз с меньшим усилием, чем при сдвигании груза по полу?

## 8 класс

1. Квартал в городе, где живет Олег имеет форму квадрата (ABCD на рисунке). Дом, где живет Олег и школа, где он учится расположены на смежных углах квартала (точки A и D соответственно). Но на улице соединяющей эти точки одностороннее движение, поэтому автобус, на котором Олег обычно ездит в школу, следует по маршруту A-B-C-D. Однажды Олег пришел на остановку в точке A на 9 минут раньше времени отправления автобуса и решил пойти в школу пешком напрямую (A-D), при этом к остановке у школы в точке D он пришел одновременно с автобусом. В другой день Олег опоздал на автобус на 3 минуты и был вынужден добираться до школы бегом, при этом ему удалось опять прибыть в точку D одновременно с автобусом. Скорость, с которой шагает Олег, в 6 раз меньше, чем средняя скорость автобуса. Определить во сколько раз Олег быстрее бежит, чем ходит. Среднюю скорость автобуса на данном участке маршрута считать всегда одинаковой.

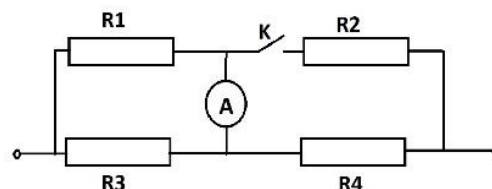


2. Однородная соломинка длины  $|AB|=12$  см и массы 600 мг лежит, опираясь на поверхность в точке A и острый камешек в точке O (см.рисунок) так, что может поворачиваться относительно точки O. Расстояние  $|OA|=8$  см. На левом конце соломинки (A) сидит муравей массы 200 мг, а в точке O на соломинке находится жук массы 400 мг. Одновременно жук и муравей начинают ползти по соломинке в направлении точки B со скоростями 5 мм/с и 10 мм/с соответственно. Определить через какое время после начала движения насекомых левый край соломинки оторвется от поверхности.



3. Котелок с 2 л воды закипает на костре за 20 мин. Если же по примеру американских индейцев в процессе нагревания воды положить в котелок нагретый в костре камень, то вода закипает за 15 мин. До какой температуры был нагрет в костре камень? Считать, что в процессе нагревания от костра к воде ежеминутно передается одно и то же количество теплоты, камень быстро приходит в состояние теплового равновесия с водой, количеством испарившейся воды при контакте с нагретым камнем и теплоемкостью котелка можно пренебречь. Начальная температура воды  $+20^{\circ}\text{C}$ , ее удельная теплоемкость  $4200$  Дж/(кг\*град), теплоемкость камня  $840$  Дж/град.

4. Схема, изображенная на рисунке подключена к источнику постоянного напряжения. Сопротивления  $R_1=R_4=100$  Ом,  $R_2=R_3=200$  Ом. Когда ключ K разомкнут, идеальный амперметр показывает 800 мА. Сколько покажет амперметр, если ключ замкнуть?



5. Определить массовую долю льда в смеси льда и воды на момент выдачи.

*Оборудование:* смесь воды со льдом, термометр, часы.

*Примечание 1:* Удельная теплоёмкость воды  $c=4200$  Дж/кг  $^{\circ}\text{C}$ , удельная теплота плавления льда  $\lambda=335$  кДж/кг.

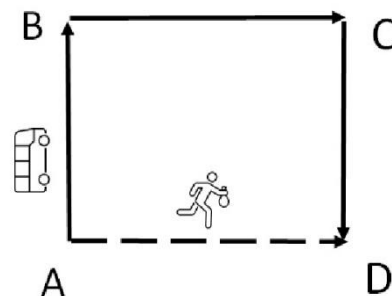
*Примечание 2:* Мощность теплопередачи между смесью и окружающей средой считать пропорциональной разности их температур.

6. Объясните, почему в морозную погоду лепить снежки сложнее, чем при температуре вблизи  $0^{\circ}\text{C}$ ?

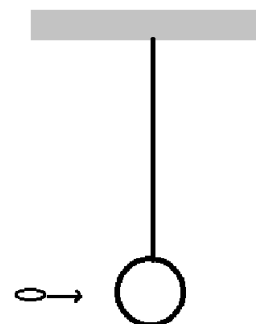
## 9 класс

1. Имеется две жидкости с плотностью  $800 \text{ кг/м}^3$  и  $200 \text{ кг/м}^3$  соответственно. При смешивании в любом отношении они образуют однородную жидкость (раствор), объем которой равен суммарному объему смешиваемых жидкостей. В некоторый сосуд налит 1 литр первой жидкости. В этой жидкости плавает, погрузившись на  $1/2$  своего объема однородный шарик. Какой объем второй жидкости надо добавить в этот сосуд, чтобы шарик утонул? Глубина жидкости всегда достаточна для этого, сосуд достаточно большой, чтобы налитые жидкости не выливались.

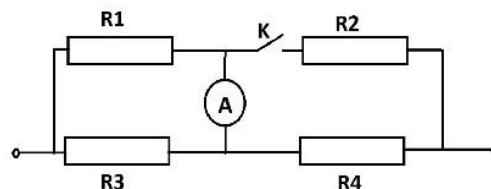
2. Квартал в городе, где живет Олег имеет форму квадрата (ABCD на рисунке). Дом, где живет Олег и школа, где он учится расположены на смежных углах квартала (точки A и D соответственно). Но на улице соединяющей эти точки одностороннее движение, поэтому автобус, на котором Олег обычно ездит в школу, следует по маршруту A-B-C-D. Однажды Олег пришел на остановку в точке A на 9 минут раньше времени отправления автобуса и решил пойти в школу пешком напрямую (A-D), при этом к остановке у школы в точке D он пришел одновременно с автобусом. В другой день Олег опоздал на автобус на 3 минуты и был вынужден добираться до школы бегом, при этом ему удалось опять прибыть в точку D одновременно с автобусом. Скорость, с которой шагает Олег, в 6 раз меньше, чем средняя скорость автобуса. Определить во сколько раз Олег быстрее бежит, чем ходит. Среднюю скорость автобуса на данном участке маршрута считать всегда одинаковой.



3. На длинной невесомой не проводящей тепло нити подвешен свинцовый шар, который в исходном состоянии покоился. В шар попадает и застревает в нем стальная пуля, скорость пули перед столкновением была горизонтальна и равнялась  $160 \text{ м/с}$ . Масса пули  $m = 10 \text{ г}$ . Масса шара  $m_{\text{Pb}} = 3m = 30 \text{ г}$ . Удельную теплоемкость свинца принять равной  $c_{\text{Pb}} = 160 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{град)}$ , удельная теплоемкость стали  $c_{\text{Fe}} = 3c_{\text{Pb}} = 480 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{град)}$ . Определить температуру шарика после столкновения, если его температура перед столкновением была  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , а температура пули перед столкновением была  $t_2 = 180^\circ\text{C}$ . Считать, что все тепло, выделяющееся при столкновении, идет металлам, теплопроводность металлов считать очень высокой, теплоотдачей в воздух пренебречь.



4. Схема, изображенная на рисунке подключена к источнику постоянного напряжения. Сопротивления  $R_1 = R_4 = 100 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = R_3 = 200 \text{ Ом}$ . Когда ключ K разомкнут, идеальный амперметр показывает  $800 \text{ мА}$ . Сколько покажет амперметр, если ключ замкнуть?



5. Определить коэффициент трения между бруском и листом бумаги

*Оборудование:* брусок в форме прямоугольного параллелепипеда (длины каких-либо двух рёбер достаточно различаются), масштабная линейка, лист бумаги.

6. Если перегреть растительное масло на сковороде, оно может загореться. Почему нельзя пытаться погасить пламя с помощью воды, а лучше накрыть сковороду крышкой?

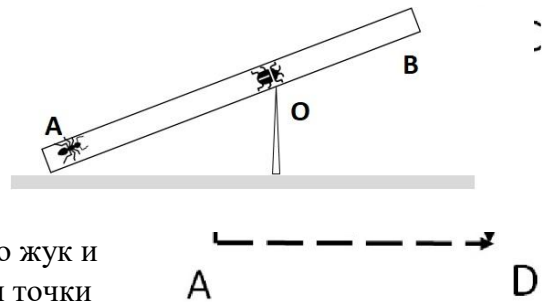
## 10 класс

1. Имеется две жидкости с плотностью  $800 \text{ кг/м}^3$  и  $200 \text{ кг/м}^3$  соответственно. При смешивании в любом отношении они образуют однородную жидкость (раствор), объем которой равен суммарному объему смешиваемых жидкостей. В некоторый сосуд налит 1 литр первой жидкости. В этой жидкости плавает, погрузившись на  $1/2$  своего объема однородный шарик. Какой объем второй жидкости надо добавить в этот сосуд, чтобы шарик утонул? Глубина жидкости всегда достаточна для этого, сосуд достаточно большой, чтобы налитые жидкости не выливались.

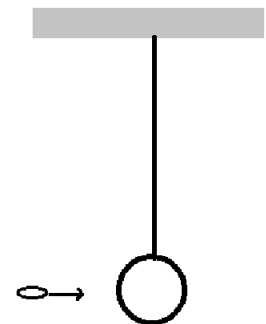
2. Однородная соломинка длины  $|AB|=12 \text{ см}$  и массы  $600 \text{ мг}$  лежит, опираясь на поверхность в точке А и острый камешек в точке О (см.рисунок) так, что может поворачиваться относительно точки О.

Расстояние  $|OA| = 8 \text{ см}$ . На левом конце соломинки

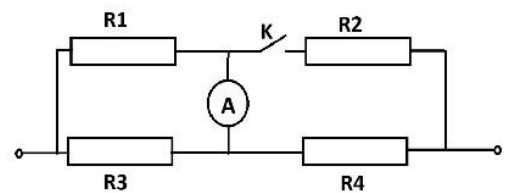
(А) сидит муравей массы  $200 \text{ мг}$ , а в точке О на соломинке находится жук массы  $400 \text{ мг}$ . Одновременно жук и муравей начинают ползти по соломинке в направлении точки В со скоростями  $5 \text{ мм/с}$  и  $10 \text{ мм/с}$  соответственно. Определить через какое время после начала движения насекомых левый край соломинки оторвется от поверхности.



3. На длинной невесомой не проводящей тепло нити подвешен свинцовый шар, который в исходном состоянии покоился. В шар попадает и застревает в нем стальная пуля, скорость пули перед столкновением была горизонтальна и равнялась  $160 \text{ м/с}$ . Масса пули  $m = 10 \text{ г}$ . Масса шара  $m_{\text{Pb}} = 3m = 30 \text{ г}$ . Удельную теплоемкость свинца принять равной  $c_{\text{Pb}} = 160 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{град)}$ , удельная теплоемкость стали  $c_{\text{Fe}} = 3c_{\text{Pb}} = 480 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{град)}$ . Определить температуру шарика после столкновения, если его температура перед столкновением была  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , а температура пули перед столкновением была  $t_2 = 180^\circ\text{C}$ . Считать, что все тепло, выделяющееся при столкновении, идет металлам, теплопроводность металлов считать очень высокой, теплоотдачей в воздух пренебречь.



4. Схема, изображенная на рисунке подключена к источнику постоянного напряжения. Сопротивления  $R_1=R_4=100 \text{ Ом}$ ,  $R_2=R_3=200 \text{ Ом}$ . Когда ключ К разомкнут, идеальный амперметр показывает  $800 \text{ мА}$ . Сколько покажет амперметр, если ключ замкнуть?



5. Определить период вертикальных колебаний маятника, состоящего из резинки и груза.

*Оборудование:* линейка, груз известной массы, резинка, штатив.

*Примечание:* секундомер не дан.

6. Листовое стекло на производстве хранят в виде стопок, а перемещают отдельные листы с помощью специальных присосок. При этом между листами в стопках обязательно прокладывают бумагу или другой пористый материал. Зачем это делают?