

## Инструкция: Теоретический тур (30 баллов)

14 Июля 2016 г.

Теоретический тур длится 5 часов и оценивается в 30 баллов.

### Перед началом тура

- Вам запрещается открывать конверты с задачами до звукового сигнала, оповещающего о начале тура.
- О начале и конце тура участники оповещаются звуковым сигналом. Каждый час вас будут оповещать о времени, оставшемся до окончания тура. За 15 минут до окончания тура вас еще раз оповестят.

### Во время тура

- Для записи ваших ответов предусмотрены специальные листы ответов (answer sheets). Записывайте окончательные ответы в соответствующие ячейки нужного листа ответов (листы помечены буквой A). Для каждой задачи предусмотрены дополнительные рабочие листы (work sheets), на которых выполняется подробное решение (помечены буквой W). Всегда используйте рабочие листы, которые предназначены для решения данной задачи (сверьте номер задачи с номером сверху листа). Если вы сделали какую-либо запись на любом листе и не хотите, чтобы она оценивалась, зачеркните ее. Пишите только на передней стороне листа.
- Ответы должны быть максимально лаконичными: используйте формулы, логические операторы и поясняющие рисунки всюду, где возможно. Не пишите длинных предложений.
- Приводите правильное количество значащих цифр в своих числовых ответах.
- Зачастую вы можете решать последующие части задачи, не решая предшествующих частей.
- На следующей странице приведен список физических постоянных.
- Вам не разрешается покидать свое рабочее место без разрешения. Если вам нужна какая-то помощь (закончилась вода в бутылке, сломался калькулятор, необходимо выйти в туалет и т.п.), пожалуйста, дайте об этом знать дежурному, разместив в держателе прикрепленном к своей кабинке один из трех флажков ("Заполните водой мою бутылку" = "Refill my water bottle, please", "Мне нужно в туалет!" = "I need to go to the toilet, please" или во всех остальных случаях: "Мне нужна помощь!" = "I need help, please").

### В конце тура

- Как только будет дан сигнал об окончании тура, немедленно прекратите писать.
- Для каждой задачи рассортируйте листы в следующем порядке: обложка (cover sheet, C), вопросы (questions, Q), листы ответов (answer sheets, A), рабочие листы (work sheets, W).
- Листы, относящиеся к конкретной задаче, необходимо положить в отдельный конверт. Аналогично лист с инструкцией - general instructions (G) положите в отдельный конверт. Убедитесь, что ваш номер участника (student code) виден в соответствующих окошках конвертов. Пустые листы тоже нужно сдать. Вам не разрешается выносить какие-либо листы за пределы зоны проведения тура.

- Синий калькулятор, предоставленный вам организаторами, оставьте на столе.
- Письменные принадлежности (2 шариковые ручки, 1 фломастер, 1 карандаш, 1 ножницы, 1 линейка, 2 пары беруш), а также ваш личный калькулятор (если он был и использовался на туре), необходимо забрать с собой. Свою бутылку с водой также заберите с собой.
- Оставайтесь за своим столом и подождите, пока организаторы соберут ваши конверты. Когда все задания будут собраны, ваш гид проводит вас за пределы места проведения тура.

## Список физических постоянных

|  |                 |     |  |
|--|-----------------|-----|--|
| Скорость света в вакууме   | $c$             | $=$ | $299\,792\,458\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$   |
| Магнитная постоянная   | $\mu_0$         | $=$ | $4\pi \times 10^{-7}\text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-2} \cdot \text{s}^{-2}$                     |
| Электрическая постоянная   | $\varepsilon_0$ | $=$ | $8.854\,187\,817 \times 10^{-12}\text{ A}^2 \cdot \text{s}^4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$     |
| Элементарный заряд   | $e$             | $=$ | $1.602\,176\,620\,8(98) \times 10^{-19}\text{ A} \cdot \text{s}$   |
| Масса электрона  | $m_e$           | $=$ | $9.109\,383\,56(11) \times 10^{-31}\text{ kg}$<br>$= 0.510\,998\,946\,1(31) \frac{\text{MeV}}{c^2}$        |
| Масса протона  | $m_p$           | $=$ | $1.672\,621\,898(21) \times 10^{-27}\text{ kg}$<br>$= 938.272\,081\,3(58) \frac{\text{MeV}}{c^2}$          |
| Масса нейтрона   | $m_n$           | $=$ | $1.674\,927\,471(21) \times 10^{-27}\text{ kg}$<br>$= 939.565\,413\,3(58) \frac{\text{MeV}}{c^2}$          |
| Атомная единица массы  | $m_u$           | $=$ | $1.660\,539\,040(20) \times 10^{-27}\text{ kg}$  |
| Постоянная Ридберга  | $R_\infty$      | $=$ | $10\,973\,731.568\,508(65)\text{ m}^{-1}$  |
| Гравитационная постоянная  | $G$             | $=$ | $6.674\,08(31) \times 10^{-11}\text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$                        |
| Ускорение свободного падения (в Цюрихе)                              | $g$             | $=$ | $9.81\text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  |
| Постоянная Планка  | $h$             | $=$ | $6.626\,070\,040(81) \times 10^{-34}\text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$                       |
| Постоянная Авогадро  | $N_A$           | $=$ | $6.022\,140\,857(74) \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$   |
| Универсальная газовая постоянная                                     | $R$             | $=$ | $8.314\,4598(48)\text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ |
| Коэффициент перерасчета относительной атомной массы в молярную массу | $M_u$           | $=$ | $1 \times 10^{-3}\text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$   |
| Постоянная Больцмана   | $k_B$           | $=$ | $1.380\,648\,52(79) \times 10^{-23}\text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$    |
| Постоянная Стефана-Больцмана   | $\sigma$        | $=$ | $5.670\,367(13) \times 10^{-8}\text{ kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{K}^{-4}$                          |