

10.1. Колебания, маятник:

Вариант 1:

- Космонавты высадились на поверхности планеты X для сбора геофизических сведений. Эксперимент с математическим маятником с длиной подвеса **50 см** дал значение частоты колебаний **0.5 Гц**. Чему равно ускорение свободного падения на поверхности исследуемой планеты? Ответ дайте в **м/с²**, округлив до ближайшего целого.

Вариант 2:

- Простейшим инструментом геологической разведки может служить обыкновенный математический маятник, поскольку известно, что ускорение свободного падения зависит от плотности земной породы в окрестности точки проведения измерения. При разведке в горной местности геологи провели измерение периода колебания математического маятника длиной **50 см** и получили значение **1.41 с**. Определите, сколько **процентов** от полученного геологами значения составляет среднее ускорение свободного падения вблизи поверхности Земли (**9.81 м/с²**). Ответ округлите до ближайшего целого.

Вариант 3:

- При продвижении к центру земли ускорение свободного падения приблизительно линейно убывает до нуля. Чему будет равно отношение частоты колебаний математического маятника при преодолении **1/3** расстояния до центра Земли к частоте его колебаний на поверхности Земли? Ответ выразите в **процентах**, округлив до ближайшего целого.

10.2 Движение по окружности

Вариант 1:

- Стэнфордский Тор – проект космической станции, которая могла бы стать одной из первых постоянных внеземных колоний человечества. Станция представляет собой форму тора, вращающегося вокруг своей оси и тем самым обеспечивающего искусственную гравитацию. Каким должен быть период вращения станции радиусом **1000 м**, чтобы обеспечить гравитационную силу, сходную с Землей? Ускорение свободного падения на Земле положите равным **10 м/с²**. Ответ выразите в секундах и округлите до ближайшего целого.

Вариант 2:

- Для воспроизведения в земных условиях перегрузок, испытываемых в полете космонавтами и пилотами военных истребителей, используются специальные центрифуги. На человека, помещенного в такую центрифугу, действует центробежная сила, возникающая в результате ее вращения. Каким должен быть период вращения тренировочной центрифуги ЦФ-18 с длиной плеча **18 метров**, чтобы на испытуемого действовала центробежная сила, в **4 раза** превосходящая силу тяжести на поверхности Земли? Ответ выразите в секундах и округлите до ближайшего целого.

Вариант 3:

- «Пенни-фартинг» – один из ранних типов велосипеда, характерной особенностью которого было большое переднее и малое заднее колесо. Высота переднего колеса могла достигать **1.6 метров**, в то время как высота заднего обыкновенно составляла **40 см**. Определите, во сколько раз чаще переднего колеса будет вращаться заднее колесо такого велосипеда при его движении со скоростью **15 м/с**. Ответ округлите до целого.

10.3. Термодинамика, изопроцессы в газах.

Вариант 1:

- Длинный цилиндрический сосуд, закрытый с одной стороны, расположен горизонтально и разделен невесомым поршнем на две части. Положение поршня зафиксировано. Объем закрытой части сосуда составляет 1300 см^3 , в ней находится воздух под давлением $2.1 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Давление воздуха снаружи – 10^5 Па . Определите, насколько сместится поршень относительно начального положения, если его отпустить? Температура воздуха остается неизменной. Ответ приведите в сантиметрах, округлив до ближайшего целого. Площадь сечения сосуда – 100 см^2 . Поршень движется без трения.

Вариант 2:

- Длинный цилиндрический сосуд с воздухом, закрытый с одной стороны, расположен горизонтально и разделен невесомым поршнем на две части. Поршень может свободно двигаться вдоль сосуда. В результате ночного падения температуры на 26 градусов поршень сместился на 2 см . Давление в ходе процесса оставалось неизменным. Определите установившуюся ночью температуру, если исходный объем закрытой поршнем части цилиндра равнялся 1500 см^3 . Площадь основания сосуда – 65 см^2 . Ответ приведите в градусах Цельсия.

Вариант 3:

- Длинный цилиндрический сосуд с воздухом при температуре 5°C , закрытый с одной стороны, расположен горизонтально и разделен невесомым поршнем на две части. Поршень может свободно двигаться вдоль сосуда. Воздух в сосуде начинают нагревать и наблюдать за перемещением поршня. Какую работу совершит газ при нагреве до 21°C , если начальный объем с воздухом, ограниченный поршнем, составлял 900 см^3 ? Давление в ходе процесса оставалось неизменным и равнялось 10^5 Па . Ответ приведите в джоулях, округлив до ближайшего целого.

11.1. Рельсотрон

Вариант 1:

- Рельсотрон – электромагнитный ускоритель, состоящий из источника питания, двух параллельно расположенных металлических рельсов и проводящего снаряда, который замыкает всю цепь и движется вдоль рельсов под действием силы Лоренца. Рассчитайте, до какой скорости рельсотрон может разогнать снаряд массы 1 кг , если движущий импульс тока создается путем быстрой полной разрядки конденсатора емкостью 16.2 мкФ , изначально заряженного до напряжения 30 кВ , а коэффициент полезного действия равен 20% ? Ответ приведите в м/с, округлив до ближайшего целого.

Вариант 2:

- Рельсотрон – электромагнитный ускоритель, состоящий из источника питания, двух параллельно расположенных металлических рельсов и проводящего снаряда, который замыкает всю цепь и движется вдоль рельсов под действием силы Лоренца. Движущий импульс тока обычно создается при помощи быстрой полной разрядки конденсатора. Рассчитайте, до какого напряжения должен быть изначально заряжен конденсатор емкостью 16.2 мкФ в электрической цепи рельсотрона, чтобы разогнать снаряд массой 1 кг до скорости 270 м/с , если коэффициент полезного действия равен 20% ? Ответ приведите в киловольтах, округлив до ближайшего целого.

Вариант 3:

- Рельсотрон – электромагнитный ускоритель, состоящий из источника питания, двух параллельно расположенных металлических рельсов и проводящего снаряда, который замыкает всю цепь и движется вдоль рельсов под действием силы Лоренца. При тестовых испытаниях собранного любителями рельсотрона снаряд был запущен со скоростью 270 м/с . Определите массу снаряда m , если движущий импульс тока создавался путем быстрой полной разрядки конденсатора емкостью 16.2 мкФ , изначально заряженного до напряжения 30 кВ , а коэффициент полезного действия равен 20% . Ответ приведите в граммах, округлив до ближайшего целого.

11.2. Звук, волны:

Вариант 1:

- В демонстрационную лабораторию университета города N установили «трубку Кундта» – экспериментальный прибор, представляющий собой прозрачную трубу, один конец которой запаян, а в другом закреплен динамик, подключенный к генератору гармонических сигналов. В трубке находится небольшое количество легкого порошка. При тестовом запуске прибора на динамик подали гармонический сигнал с частотой **1715 Гц**. Порошок в трубке под действием акустических вибраций скопился в узлах установившейся стоячей звуковой волны, а на всей длине трубы поместилось **10** скоплений. Определите длину трубки. Ответ приведите в **метрах**. Скорость звука в воздухе считать равной **343 м/с**.

Вариант 2:

- В демонстрационную лабораторию университета города N установили «трубку Кундта» – экспериментальный прибор, представляющий собой прозрачную трубу, один конец которой запаян, а в другом закреплен динамик, подключенный к генератору гармонических сигналов. В трубке находится небольшое количество легкого порошка. При тестовом запуске прибора порошок в трубке под действием акустических вибраций скопился в узлах установившейся стоячей звуковой волны, а на всей длине трубы **1.5 м** поместилось **30** скоплений. Определите частоту звука. Ответ приведите в **герцах**. Скорость звука в воздухе считать равной **343 м/с**.

Вариант 3:

- Старший помощник капитана "Метеора" – туристического судна, курсирующего по Финскому заливу между Петергофом и Васильевским островом – заскучав, стал считать удары волн о борт. За **1 мин** при движении судна навстречу волнам он насчитал **120** ударов, в обратную сторону – **72**. Зная, что скорость «Метеора» составляла **16 м/с**, определите расстояние между гребнями волн. Ответ приведите в **метрах**.

11.3. Электростатика:

Вариант 1:

- В вершинах равностороннего треугольника расположены положительные заряды одинаковой величины. Один из зарядов затем заменили на вдвое больший заряд того же знака. Найдите отношение напряженностей электрического поля в центре треугольника до и после замены заряда.

Вариант 2:

- В вершинах квадрата расположены одинаковые по величине положительные заряды. Один из зарядов убирают. Найдите отношение напряженностей электрического поля в точке пересечения диагоналей квадрата до и после того, как убрали заряд.

Вариант 3:

- В вершинах правильного шестиугольника расположены одинаковые по величине положительные заряды. Один из зарядов убирают. Найдите отношение напряженностей электрического поля в точке пересечения больших диагоналей шестиугольника до и после того, как убрали заряд.

10-11.4 Кинематика, равноускоренное движение

Вариант 1:

- На краю вертикального обрыва высотой **8.8 м** от поверхности земли находится мяч для гольфа. После удара клюшкой мяч приобрел начальную вертикальную скорость **20 м/с**, направленную вверх. Какой была горизонтальная скорость мяча, если мяч пролетел **110 м** по горизонтали до соприкосновения с поверхностью земли? Трением мяча о воздух и размером мяча пренебречь. Ответ приведите в **м/с**, округлив до ближайшего целого. Ускорение свободного падения примите равным **10 м/с²**.

Вариант 2:

- Рабочие с пирса забрасывают мешки с грузом на палубу судна. Высота палубы составляет **2 м**. С какого наибольшего расстояния до судна рабочие смогут забрасывать мешки на палубу, если будут бросать их под углом **70°** к горизонту с начальной скоростью **7 м/с**? Трением мешков о воздух и их размерами пренебречь. Ускорение свободного падения примите равным **10 м/с²**. Ответ приведите в **метрах**, округлив до ближайшего целого значения.

Вариант 3:

- Теннисный мяч отбивают ракеткой на высоте **45 см** от земли с вертикальной составляющей скорости **6 м/с**, направленной вверх. Какой минимальной горизонтальной составляющей скорости должен обладать теннисный мяч, чтобы перелететь сетку высотой **1 м**, расположенную в **11 м** по горизонтали от положения мяча в момент удара ракеткой? Трением мяча о воздух и его размером пренебречь. Ускорение свободного падения примите равным **10 м/с²**. Ответ приведите в **м/с** и округлите до ближайшего целого.

10-11.5 Динамика, законы сохранения:

Вариант 1:

- Груз массой **1.1 кг** закреплен на жестких невесомых качелях длиной **1 м**. Качели толкают в течение времени **0.4 с** с силой **8.7 Н**. На какой максимальный угол отклонятся качели от вертикали после этого толчка? Ответ приведите в **градусах** и округлите до ближайшего целого. Размерами груза по сравнению с длиной качелей и смещением груза за время действия силы пренебречь. Считать ускорение свободного падения равным **10 м/с²**.

Вариант 2:

- Пластиновый шарик массой **100 г** подвешен вблизи поверхности стола на невесомой нерастяжимой нити длиной **2 м**. Шарик отклоняют от положения равновесия на угол **60°** так, что нить остается прямой, а на его место помещают брус массой в **десять раз** большей массы шарика. Шарик отпускают. В нижней точке своего движения шарик прилипает к брусу, а нить слетает с крепления. После этого брус вместе с шариком скользят по столу, замедляясь силой трения **1.1 Н**. Определите, какое расстояние пройдет брус с шариком до полной остановки. Ответ приведите в **сантиметрах** и округлите до ближайшего целого. Размерами шарика и бруса по сравнению с длиной нити пренебречь. Считать ускорение свободного падения равным **10 м/с²**.

Вариант 3:

- Пластиновый шарик массой **200 г** подвешен вблизи поверхности стола на нерастяжимой нити длиной **1.6 м**. Шарик отклоняют от положения равновесия на угол **60°** так, что нить остается прямой, а на его место помещают такой же пластиновый шарик. Первый шарик отпускают. В нижней точке движения своего движения первый шарик слипается со вторым, и они вместе продолжают движение на нити. Определите максимальную высоту, на которую они поднимутся. Трением и размерами шариков по сравнению с длиной нити пренебречь. Считать ускорение свободного падения равным **10 м/с²**.

10-11.6. Гидростатика

Вариант 1:

- В сосуд последовательно наливают жидкости трех типов с плотностями **1300, 1050 и 900 кг/м³**. Жидкости при этом не перемешиваются и образуют три слоя. Толщина среднего слоя жидкости составила **8 см**. В сосуд затем помещают сплошной прямоугольный параллелепипед высотой **15 см** таким образом, что его основание параллельно границам раздела жидкостей. Определите минимальную плотность помещенного в жидкость тела, при котором оно будет плавать, пересекая обе границы раздела жидкостей. Объем параллелепипеда много меньше объема каждой жидкости, а толщина верхнего и нижнего слоев превышает высоту параллелепипеда.

Вариант 2:

- В сосуд последовательно наливают жидкости трех типов с плотностями **1600, 1100 и 800 кг/м³**. Жидкости при этом не перемешиваются и образуют три слоя. Толщина среднего слоя жидкости составила **16 см**. В сосуд затем помещают сплошной прямоугольный параллелепипед высотой **20 см** таким образом, что его основание параллельно границам раздела жидкостей. Определите максимальную плотность помещенного в жидкость тела, при котором оно будет плавать, пересекая обе границы раздела жидкостей. Объем параллелепипеда много меньше объема каждой жидкости, а толщина верхнего и нижнего слоев превышает высоту параллелепипеда.

Вариант 3:

- В сосуд последовательно наливают жидкости трех типов с плотностями **1500, 1045 и 950 кг/м³**. Жидкости при этом не перемешиваются и образуют три слоя. Толщина среднего слоя жидкости составила **10 см**. В сосуд затем помещают сплошной прямоугольный параллелепипед высотой **18 см** таким образом, что его основание параллельно границам раздела жидкостей. Определите плотность помещенного в жидкость тела, при котором оно будет плавать так, что в верхнем и нижнем слое будут находиться равные части его объема. Весь объем параллелепипеда много меньше объема каждой жидкости, а толщина верхнего и нижнего слоев превышает высоту параллелепипеда.

10.7 Постоянный ток:

Вариант 1:

- У Вани есть старый амперметр постоянного тока с пределом измерения тока **1 А**. Для увеличения этого предела Ваня решил использовать имеющийся у него набор современных резисторов с малым сопротивлением. Подключив один такой резистор **R1** параллельно амперметру, Ваня заметил, что предел измерения амперметра увеличился в **2 раза**. При подключении вместо него резистора **R2** предел измерения увеличился в **3 раза**. Во сколько раз увеличится предел измерения, если к амперметру параллельно подключить батарею из двух резисторов **R1**, соединенных параллельно, и последовательно соединенного с ними резистора **R2**? Ответ округлите до ближайшего целого.

Вариант 2:

- У Вани есть старый амперметр с пределом измерения постоянного тока 1 А. Для увеличения этого предела Ваня решил использовать имеющийся у него набор современных резисторов с малым сопротивлением. Подключив один такой резистор R1 параллельно амперметру, Ваня заметил, что предел измерения амперметра увеличился в **11** раз. При подключении вместо него резистора R2 предел измерения увеличился в **21** раз, а резистора R3 – в **61** раз. Во сколько раз увеличится предел измерения, если к амперметру параллельно подключить батарею из последовательно соединенных резисторов R1, R2 и R3. Ответ округлите до целого.

Вариант 3:

- У Вани есть старый амперметр с пределом измерения постоянного тока 1 А. Для увеличения этого предела Ваня решил использовать имеющийся у него набор современных резисторов с малым сопротивлением. Подключив один такой резистор R1 параллельно амперметру, Ваня заметил, что предел измерения амперметра увеличился в **5** раз. При подключении вместо него резистора R2 предел измерения увеличился в **7** раз, а резистора R3 – в **13** раз. Во сколько раз увеличится предел измерения, если к амперметру параллельно подключить батарею из параллельно соединенных резисторов R1, R2 и R3. Ответ округлите до целого.

11.7 Переменный ток, нагрев воды:

Вариант 1

- Нагревательный элемент с неизвестным сопротивлением подключен в цепь переменного тока с амплитудой напряжения **50 В** и частотой **50 Гц**. Элемент помещают в сосуд со смесью воды и льда общей массой **1100 г** при температуре **0 °С**. Через **16 минут** температура воды в сосуде стала равной **10 °С**. Определите величину сопротивления нагревательного элемента. Ответ приведите в **омах**, округлив до ближайшего целого. Начальное массовое соотношение воды и льда в сосуде было **10:1**. Удельная теплота плавления льда равна **334 кДж/кг**, теплоемкость воды равна **4200 Дж/кг*°С**. Теплообменом с окружающей средой и стенками сосуда пренебречь.

Вариант 2:

- Нагревательный элемент с неизвестным сопротивлением подключен в цепь переменного тока с амплитудой тока **5 А** и частотой **50 Гц**. Элемент помещают в сосуд со смесью воды и льда общей массой **2100 г** при температуре **0 °С**. Через **2 минуты** температура воды в сосуде стала равной **10 °С**. Определите величину сопротивления нагревательного элемента. Ответ приведите в **омах**, округлив до ближайшего целого. Начальное массовое соотношение воды и льда в сосуде было **20:1**. Удельная теплота плавления льда равна **334 кДж/кг**, теплоемкость воды равна **4200 Дж/кг*°С**. Теплообменом с окружающей средой и стенками сосуда пренебречь.

10-11.8 Динамика

Вариант 1:

- К вертикальному шесту прикрепляют металлический шарик массой **400 г** на идеальном резиновом жгуте жёсткостью **50 Н/м** с начальной длиной **4 см**. Шарик на жгуте начинают вращать с постоянной угловой скоростью ω вокруг линии шеста. При какой минимальной угловой скорости вращения ω шарик оторвется от поверхности шеста? Радиус шарика много меньше длины жгута. Ускорение свободного падения считать равным **10 м/с²**. Ответ приведите в **рад/с**, округлив до ближайшего целого.

Подсказка (будет приведена в условии для 10го класса): косинус малого угла приближенно равен 1, синус малого угла – самому углу.

Вариант 2:

- К вертикальному шесту прикрепляют металлический шарик массой **250 г** на идеальном резиновом жгуте жёсткостью **16 Н/м** с начальной длиной **8 см**. Шарик на жгуте начинают вращать с постоянной угловой скоростью ω вокруг линии шеста. При какой минимальной угловой скорости вращения ω жгут порвется? Размерами шарика пренебречь. Ускорение свободного падения считать равным **10 м/с²**. Ответ приведите в **рад/с**, округлив до ближайшего целого. **NB:** жгут рвется, когда его длина стремится к бесконечности.

Вариант 3:

- К вертикальному шесту прикрепляют металлический шарик массой **200 г** на пружинке жёсткостью **25 Н/м**. Когда шарик покоится, длина пружинки равна **8.1 см**. Пружинку вращают так, что шарик движется с постоянной линейной скоростью **1 м/с**. Чему при этом будет равна длина пружинки? Размерами шарика пренебречь. Ускорение свободного падения считать равным **10 м/с²**. Ответ приведите в **сантиметрах**, округлив до ближайшего целого. **NB:** оцените начальную длину пружинки.