

Вариант № 1

1. Дайте определение упругих деформаций и сформулируйте закон Гука.

**Задача.** Колесо состоит из тонкого обода массой  $M$  и радиусом  $R$  и радиально расположенных спиц, соединяющих обод с втулкой, в которую вставлена ось. На одну из спиц надета легкая пружина жесткостью  $k$ , один конец которой закреплен на втулке. К другому концу пружины прикреплен маленький грузик массой  $m$ , также надетый на спицу. В недеформированном состоянии длина пружины равна  $l$  ( $l < R$ ). Колесо располагают горизонтально и закрепляют ось вращения. Какую работу  $A$  нужно совершить, чтобы раскрутить колесо до такой угловой скорости, при которой груз коснется обода? Считать спицы гладкими и невесомыми, трением в оси и диаметром втулки пренебречь.

2. Дайте определение влажности и относительной влажности воздуха.

**Задача.** стакан объемом  $V_0 = 290 \text{ см}^3$  перевернули вверх дном и медленно погрузили в воду на глубину  $h = 5 \text{ м}$ . При этом объем воздуха в стакане оказался равным  $V_1 = 194 \text{ см}^3$ . Найти парциальное давление  $p$  водяного пара, находящегося в стакане, считая его насыщенным. Относительная влажность атмосферного воздуха  $f = 60\%$ , атмосферное давление  $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ , плотность воды  $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ , ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Температуру воздуха в стакане считать постоянной. Размером стакана по сравнению с глубиной его погружения пренебречь.

3. Как определяется модуль и направление вектора магнитной индукции?

**Задача.** Металлический стержень массой  $m = 7,5 \text{ г}$  и длиной  $L = 30 \text{ см}$  подвешен горизонтально на двух невесомых гибких проводниках длиной  $l = 15 \text{ см}$  каждый. Стержень находится в однородном магнитном поле, индукция  $B = 57 \text{ мТл}$  которого направлена вертикально. По стержню пропускают кратковременный прямоугольный импульс постоянного тока силой  $I_0$  и длительностью  $\tau = 0,1 \text{ с}$ . При каком минимальном значении  $I_0$  стержень совершит полный оборот, двигаясь по окружности вокруг оси, проходящей через точки подвеса гибких проводников? Считать, что смещение стержня за время  $\tau$  ничтожно мало. Ускорение свободного падения принять равным  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

4. Сформулируйте условия образования максимумов и минимумов в интерференционной картине.

**Задача.** Интерференционная картина "кольца Ньютона" наблюдается в отраженном монохроматическом свете с длиной волны  $\lambda = 0,63 \text{ мкм}$ . Интерференция возникает в заполненном бензолом тонком зазоре между выпуклой поверхностью плосковыпуклой линзы и плоской стеклянной пластинкой, причем плоская поверхность линзы и пластинка параллельны друг другу. Найдите радиус первого (внутреннего) темного кольца, если радиус кривизны поверхности линзы  $R = 10 \text{ м}$ , а показатели преломления линзы и пластинки одинаковы и превышают показатель преломления бензола, равный  $n = 1,5$ . Свет падает по нормали к пластинке.

Вариант № 2

1. Приведите выражение для потенциальной энергии упруго деформированной пружины.

**Задача.** Горизонтально расположенное колесо может свободно вращаться вокруг неподвижной вертикальной оси. Колесо состоит из тонкого обода массой  $M$  и радиусом  $R$  и радиально расположенных спиц, соединяющих обод с втулкой, в которую вставлена ось вращения колеса. На одну из спиц надета легкая пружина, один конец которой закреплен на втулке. К другому концу пружины прикреплен маленький грузик массой  $m$ , также надетый на спицу. В недеформированном состоянии длина пружины равна  $l$  ( $l < R$ ). Колесо раскручивают вокруг оси до угловой скорости, при которой грузик касается обода. Совершенная при этом работа равна  $A$ . Определить жёсткость  $k$  пружины. Считать спицы гладкими и невесомыми, трением в оси и диаметром втулки пренебречь.

2. Дайте определение удельной теплоты парообразования.

**Задача.** Цилиндрический сосуд перевернули вверх дном и медленно погрузили в воду на глубину  $h = 5$  м. При этом объем воздуха в сосуде уменьшился от начального  $V_0 = 290$  см<sup>3</sup> до конечного  $V_1 = 194$  см<sup>3</sup>, а водяной пар в сосуде стал насыщенным. Найти относительную влажность атмосферного воздуха  $f$ . Атмосферное давление  $p_0 = 10^5$  Па, плотность воды  $\rho = 1$  г/см<sup>3</sup>, ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Температуру воздуха в сосуде считать постоянной. Давление насыщенного водяного пара при этой температуре  $p_n = 5 \cdot 10^3$  Па. Размером сосуда по сравнению с глубиной его погружения пренебречь.

3. Изобразите линии магнитной индукции однородного магнитного поля, а также магнитного поля, создаваемого прямым проводником с током и соленоидом.

**Задача.** В некоторой области пространства создано однородное магнитное поле, индукция которого направлена вертикально. В этой области на двух невесомых гибких проводниках длиной  $l = 15$  см каждый подвешен горизонтально металлический стержень массой  $m = 7,5$  г и длиной  $L = 30$  см. По стержню пропускают кратковременный прямоугольный импульс постоянного тока силой  $I_0 = 12$  А и длительностью  $\tau = 0,1$  с. При каком минимальном значении  $B_{\min}$  модуля магнитной индукции стержень совершит полный оборот, двигаясь по окружности вокруг оси, проходящей через точки подвеса гибких проводников? Считать, что смещение стержня за время  $\tau$  ничтожно мало. Ускорение свободного падения принять равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

4. Что такое интерференция света? Какие источники света называются когерентными?

**Задача.** Плосковыпуклая линза лежит на плоской стеклянной пластинке выпуклой поверхностью вниз, причем плоская поверхность линзы и пластинка параллельны друг другу. Радиус кривизны поверхности линзы  $R = 10$  м, показатели преломления линзы и пластинки одинаковы. На плоскую поверхность линзы по нормали к ней падает монохроматическая плоская световая волна с длиной  $\lambda = 0,63$  мкм. В отраженном свете наблюдается интерференционная картина "кольца Ньютона". Интерференция возникает в заполненном бензолом тонком зазоре между выпуклой поверхностью линзы и стеклянной пластинкой, причем радиус первого (внутреннего) темного кольца  $r = 2,05$  мм. Найти показатель преломления бензола  $n$ , если известно, что он меньше, чем показатель преломления стекла.

**Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова**  
**Олимпиада Ломоносов – 2010**  
**Физика**

---

Вариант № 3

1. Дайте определение кинетической энергии тела. Приведите формулу, связывающую приращение кинетической энергии тела и работу приложенных к телу сил.

**Задача.** Тонкий обод колеса массой  $M$  и радиусом  $R$  связан радиально расположенными спицами с втулкой, в которую вставлена ось. На одну из спиц надета легкая пружина жесткостью  $k$ , один конец которой закреплен на втулке. К другому концу пружины прикреплен маленький грузик массой  $m$ , также надетый на спицу. В недеформированном состоянии длина пружины равна  $l$  ( $l < R$ ). Колесо располагают горизонтально и закрепляют ось вращения. Затем раскручивают колесо вокруг оси до угловой скорости, при которой грузик касается обода. Совершенная при этом работа равна  $A$ . Определить массу  $m$  грузика. Считать спицы гладкими и невесомыми, трением в оси и диаметром втулки пренебречь

2. Дайте определение температуры кипения жидкости. Как зависит температура кипения от давления?

**Задача.** Стакан, перевернутый вверх дном, погрузили в воду на некоторую глубину, значительно превышающую размер стакана. При этом объем воздуха в стакане уменьшился от начального  $V_0 = 290 \text{ см}^3$  до конечного  $V_1 = 194 \text{ см}^3$ , а водяной пар в стакане стал насыщенным. Найти глубину  $h$ , на которую погрузили стакан. Относительная влажность атмосферного воздуха  $f = 60\%$ , атмосферное давление  $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ , плотность воды  $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ , ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Температуру воздуха в стакане считать постоянной. Давление насыщенного водяного пара при этой температуре  $p_{\text{н}} = 5 \cdot 10^3 \text{ Па}$ . Размером стакана по сравнению с глубиной его погружения пренебречь. Погружение считать медленным.

3. Какова по модулю и направлению сила, действующая на проводник с током в магнитном поле (сила Ампера)?

**Задача.** В однородном магнитном поле, индукция  $B = 57 \text{ мТл}$  которого направлена вертикально, на двух невесомых гибких проводниках длиной  $l = 15 \text{ см}$  каждый, подвешен горизонтально металлический стержень массой  $m = 7,5 \text{ г}$  и длиной  $L = 30 \text{ см}$ . По стержню пропускают кратковременный прямоугольный импульс постоянного тока силой  $I_0 = 12 \text{ А}$ . При каком минимальном значении  $\tau_{\text{min}}$  длительности импульса тока стержень совершит полный оборот, двигаясь по окружности вокруг оси, проходящей через точки подвеса гибких проводников? Считать, что смещение стержня за время  $\tau_{\text{min}}$  ничтожно мало. Ускорение свободного падения принять равным  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

4. Укажите, в каких физических явлениях проявляются волновые свойства света, а в каких – корпускулярные.

**Задача.** Монохроматическая плоская световая волна падает на плоскую поверхность плосковыпуклой линзы, лежащей на плоской стеклянной пластинке выпуклой поверхностью вниз, причем плоская поверхность линзы и пластинка параллельны друг другу. В отраженном свете наблюдается интерференционная картина "кольца Ньютона". Интерференция возникает в заполненном бензолом тонком зазоре между выпуклой поверхностью линзы и стеклянной пластинкой, причем радиус первого (внутреннего) темного кольца  $r = 2,05 \text{ мм}$ . Радиус кривизны поверхности линзы  $R = 10 \text{ м}$ , показатели преломления линзы и пластинки одинаковы и превышают показатель преломления бензола, равный  $n = 1,5$ . Найти длину волны  $\lambda$  падающего света. Свет падает по нормали к плоской поверхности линзы.