

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 τ 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.

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

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 $V_0 = 290$ см³ до конечного $V_1 = 194$ см³, 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/см³, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². 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 τ ничтожно мало. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с².

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.

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 τ_{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 τ_{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 λ падающего света. Свет падает по нормали к плоской поверхности линзы.