

**IX Всероссийская летняя школа учителей физики
«Предметная компетентность учителя физики»
Красновидово, 26-29.06.2019**

Мастер-класс Олимпиада «Ломоносов»: решение задач

**К.ф.-м.н., доцент П. Ю. Боков,
к.п.н., ст.преподаватель А. В. Селиверстов**

Формат задания олимпиады «Ломоносов»

Письменное задание состоит из 4 вопросов.

Каждый вопрос содержит теоретическую часть и задачу.

Тематика вопросов:

1. Механика.
2. Молекулярная физика и термодинамика.
3. Электричество и магнетизм.
4. Оптика.

Критерии оценки: теория (максимум 10 баллов)

Ответ по существу обеих частей вопроса **полностью отсутствует: 0 баллов.**

Ответ является **неполным** (даны формальные ответы, но отсутствуют или не полностью приведены необходимые пояснения) — ответы по каждой из частей вопроса оцениваются **независимо** от 1 до 5 баллов, далее баллы суммируются: **1–9 баллов.**

Ответ является **полным** (содержит по обеим частям вопроса необходимые физические понятия и величины с пояснением их смысла): **10 баллов.**

Критерии оценки: задачи (максимум 15 баллов)

- 1. Задача не решалась: 0 баллов.**
- 2. Задача не решена, но сделан поясняющий рисунок (если требуется), частично сформулированы необходимые физические законы: 1–5 баллов.**
- 3. Задача не решена, но правильно сформулированы физические законы и правильно записаны основные уравнения, необходимые для решения задачи: 6–11 баллов.**
- 4. Задача решена, но допущены незначительные погрешности: 12–14 баллов.**
- 5. Задача решена полностью и получен правильный ответ: 15 баллов.**

1 вопрос. Механика

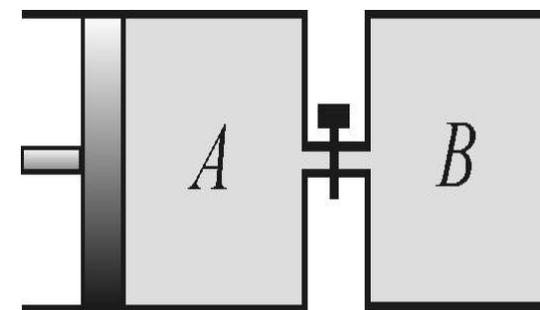
(1.1) Сформулируйте второй и третий законы Ньютона.

Задача. Вертолёт Ми-171 массой $m = 7 \cdot 10^3$ кг неподвижно висит над поверхностью Земли. Какую мощность N развивает при этом его двигатель, если диаметр винта вертолёта $d = 20$ м? Считайте, что доля мощности двигателя, расходуемая на образование вертикальной струи воздуха, составляет $\eta = 80\%$ от его полной мощности, а скорость воздуха в этой струе примерно одинакова по всему ее сечению. Плотность воздуха $\rho = 1,3$ кг/м³. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с².

2 вопрос. Молекулярная физика и термодинамика

(2.2) Дайте определение идеального газа.

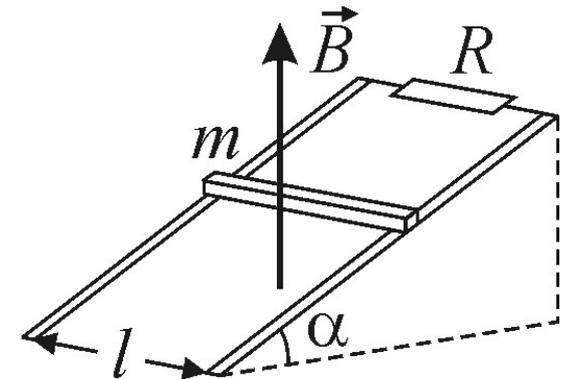
Запишите основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.



Задача. Цилиндр А соединён с сосудом В короткой трубкой с краном. В исходном состоянии в сосуде и в цилиндре справа от поршня находились равные количества гелия при одинаковой температуре и давлении. Закрыв кран, объём гелия в цилиндре изобарно уменьшили в $n = 3$ раза, а гелий в сосуде нагрели так, что его давление возросло в $k = 3$ раза. Затем, зафиксировав положение поршня, открыли кран, после чего установившееся давление стало равным $p = 2,5$ атм. Пренебрегая объёмом трубки и теплообменом гелия с окружающими телами, определите первоначальное давление p_0 в сосуде. Ответ выразите в атмосферах.

3 вопрос. Электричество и магнетизм

(3.1) Сформулируйте закон электромагнитной индукции и правило Ленца.



Задача. По двум проводящим длинным шинам, установленным под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, поступательно соскальзывает расположенный перпендикулярно шинам медный брусок массой $m = 100$ г (см. рисунок). Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле, модуль индукции которого равен $B = 0,1$ Тл. Сверху шины замкнуты на резистор сопротивлением $R = 0,1$ Ом. Коэффициент трения между поверхностями шин и бруска равен $\mu = 0,5$, а расстояние между шинами $l = 1$ м. Пренебрегая сопротивлением шин, бруска и мест контакта между ними, найдите тепловую мощность N , выделяющуюся в резисторе при движении бруска с установившейся скоростью. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с².

4 вопрос. Оптика

(4.2) Запишите формулу тонкой линзы. Что такое увеличение, даваемое линзой?

Задача. Тонкая собирающая линза плотно вставлена в круглое отверстие в непрозрачной ширме. Точечный источник света располагается на главной оптической оси линзы на удвоенном фокусном расстоянии от нее. При этом на экране, установленном на утроенном фокусном расстоянии по другую сторону от линзы перпендикулярно ее главной оптической оси, наблюдается светлое пятно диаметра $d = 1$ см. Каким станет диаметр d_1 светлого пятна на экране, если между ним и линзой поместить плоскопараллельную стеклянную пластинку толщиной $h = 2$ см с показателем преломления $n = 2$? Фокусное расстояние линзы $F = 10$ см. Учтите, что для малых значений аргумента x , заданного в радианах, справедливы приближенные формулы $\sin x \approx \operatorname{tg} x \approx x$.