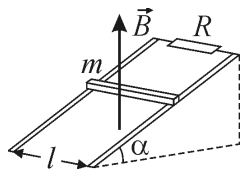


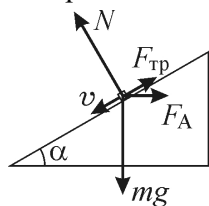
Вопрос 3, вариант 1

3.1.1. 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.



Вопросы. Сформулируйте закон электромагнитной индукции и правило Ленца.

3.1.1. Решение. Брусок движется по шинам под действием сил, модули и направления которых изображены на рисунке, где mg – модуль силы тяжести, N – модуль нормальной составляющей силы реакции шин, F_A – модуль силы Ампера, $F_{тр}$ – модуль силы трения скольжения. На концах бруска возникает ЭДС индукции, обусловленная действием силы Лоренца на свободные заряды в движущемся проводнике, и по модулю равная $\mathbf{E} = Blv \cos \alpha$. По контуру, образованному шинами, бруском и резистором, начинает течь ток силой $I = \frac{\mathbf{E}}{R}$.



Ампера, действующая на брусок, и по модулю равная $F_A = Ibl$. Она нарастает до тех пор, пока скорость движения бруска не перестает увеличиваться, достигая значения $v_{уст}$. Соответствующее уравнение движения имеет вид $0 = mg \sin \alpha - \mu(mg \cos \alpha + F_A \sin \alpha) - F_A \cos \alpha$. Сила протекающего

в контуре тока равна при этом $I = \frac{Blv_{уст} \cos \alpha}{R}$, а сила Ампера: $F_A = \frac{B^2 l^2 v_{уст} \cos \alpha}{R}$. Подставляя полученное выражение для силы Ампера в уравнение движения, найдем установившуюся скорость движения бруска: $v_{уст} = \frac{mgR}{B^2 l^2 \cos \alpha} \cdot \frac{(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)}$. Используя это выражение, находим,

что сила тока в контуре $I = \frac{mg}{Bl} \cdot \frac{(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)}$. Тепловая мощность, выделяющаяся в резисторе,

по закону Джоуля–Ленца равна $N = I^2 R = \left[\frac{mg}{Bl} \cdot \frac{(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)} \right]^2 R$.

Ответ: $N = \left[\frac{mg}{Bl} \cdot \frac{(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)} \right]^2 R \approx 0,039$ Вт ≈ 39 мВт.

Критерии оценки

Задачи (каждая задача оценивается максимально в 15 баллов)

1. Задача вовсе 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**.

Теоретические вопросы (каждый вопрос оценивается максимально в 10 баллов)

1. Ответ по существу обеих частей вопроса полностью отсутствует – **0 баллов**.
2. 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**.
3. Ответ является полным (содержит по обеим частям вопроса необходимые физические понятия и величины с пояснением их смысла) – **10 баллов**.