**МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**"БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ"**

**2022-2023 УЧЕБНЫЙ ГОД**

*г. Саров, Нижегородская обл.*

**ФИЗИКА**

**ФИНАЛЬНЫЙ ТУР**

**9 – 11 классы**

****1. Однородный стержень с линейной плотностью *ρ* (масса единицы длины) покоится на круге радиуса *R*. Стержень образует угол θ с горизонтом и касается круга в своей крайней верхней точке. Во всех точках контактов имеется трение достаточное, чтобы система находилась в покое. Найдите силу трения между горизонтальной поверхностью и кругом. **(25 баллов)**

2. Имеется наклонная плоскость с углом наклона *α* и коэффициентом трения *μ*. Телу сообщают начальную скорость *V*0, направленную вдоль плоскости вверх. Найти время τ, за которое тело вернётся в исходную точку. При каких условиях это возможно? При каком коэффициенте трения μ время возврата равно времени возврата в отсутствие трения? **(25 баллов)**.

3. Давление одноатомного идеального газа *P* зависит в широких пределах от его объёма *V* по формуле . Здесь *P*0 и *V*0 – известны. Число молей *ν*. Найдите максимальную температуру в этом процессе и точку, в которой Δ*Q* = 0 (*Q* – подводимое к газу тепло), а также молярную теплоёмкость газа на отрезке между указанными точками (в зависимости от *V*). Постройте соответствующий график. **(25 баллов)**

4. Тонкий однородный незаряженный металлический диск падает в вертикальном положении (плоскость диска вертикальна) в гравитационном поле *g* при наличии горизонтального магнитного поля с индукцией *B*. Индукция магнитного поля параллельна плоскости диска. Масса диска *M*, его радиус *R*, толщина *d*<<*R*. Найти ускорение диска. **(25 баллов)**

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ**

**Каждая задача оценивается максимум в 25 баллов**

**1 Решение**

Сила трения *F*f между стержнем и цилиндром равна силе трения между цилиндром и горизонтальной поверхностью, т.к. моменты этих сил относительно центра цилиндра должны быть равны (**3 балла**).

Равенство моментов сил относительно нижнего конца стержня:

или . Здесь *M* – масса стержня и *L* – его длина (3 **балла**).

Равенство сил в проекции на горизонталь: (3 **балла**).

Отсюда: (**3 балла**). (**3 балла**). Используя и *M* = *ρL*, получаем ответ: (**10 баллов**).

2 **Решение**

Ускорение при движении вверх: .

Время подъёма:   .

Путь, пройденный вверх: (**5 баллов**).

Ускорение при движении вниз: .

Время спуска: ():  (**5 баллов**).

Полное время движения: (**5 баллов**).

Это возможно при *μ* < *tgα*.

Время движения без трения: .

Обозначая  и приравнивая , получим уравнение:

 (**5 баллов**). Его положительный корень .

Ответ:  (**5 баллов**).

**3 Решение**

Уравнение Менделеева - Клапейрона: . Отсюда видно, что *T*(*V*) = квадратная парабола с максимумом в её вершине, т.е. при *V*0/2. (**5 баллов**).

Точка, в которой Δ*q* = 0: . Подставляя и , получаем (**5 баллов**). Молярная теплоёмкость на отрезке между точками и – отрицательная (тепло подводится, а температура падает) (**3 балла**). При теплоёмкость равна - ∞ (касание изотермы), а при теплоёмкость равна нулю (касание адиабаты). (**по 2 балла**). Между этими точками: (**5 баллов**). График – гипербола (**3 балла**).

4 **Решение**

На свободные заряды (электроны) в диске при его падении действует сила Лоренца, которая уравновешивается силой со стороны возникшего электрического поля: *F*л = *qVB* = *eE*. Отсюда *E* = *VB* (**5 баллов**).

Диск становится «конденсатором» с энергией *W* = *ε*0*E*2/2⋅π*R*2*d* = *k*⋅*V*2/2. (**10 баллов**). Здесь *k* = *ε*0⋅π*R*2*d⋅B*2 измеряется в кг и является «присоединённой» массой.

Ответ: (**10 баллов**).