Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»

ОЛИМПИАДА «Я – БАКАЛАВР»
ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ 5-11 КЛАССОВ
2025/2026 учебный год

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

ФИЗИКА

КЛАСС 8

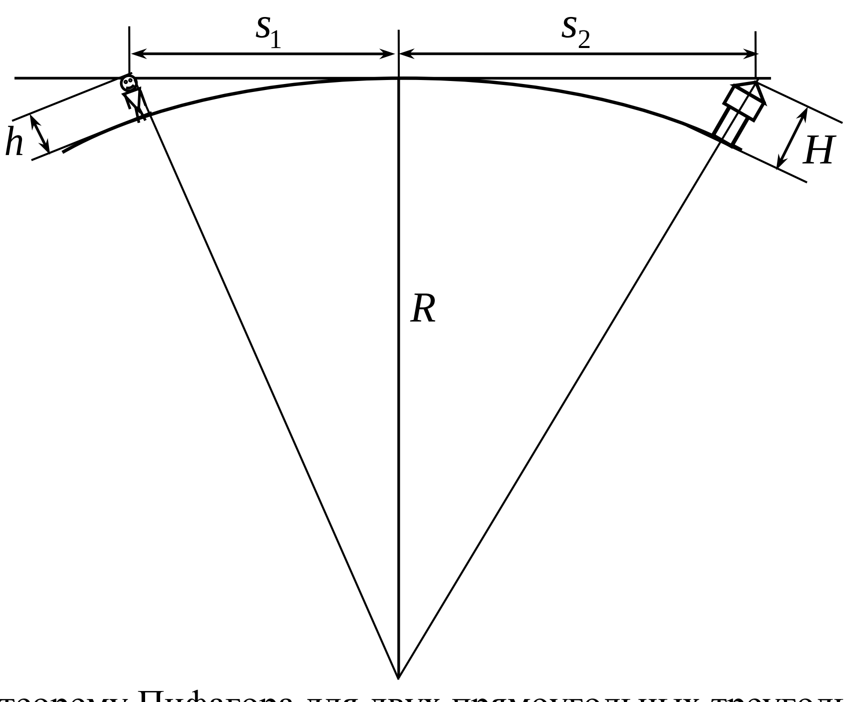
Вариант 1

Задача 1 (20 баллов)

Человек ростом 180 см наблюдает за верхушкой водонапорной башни, высота которой равна 20 м. Определите максимально возможное расстояние между человеком и башней, при котором наблюдатель всё ещё может увидеть верхнюю часть башни над горизонтом Земли на открытой равнине. Радиус Земли приближенно равен 6400 км.

<u>Решение:</u>

Обозначим радиус Земли R, высоту человека h, высоту башни – H, расстояния до линии горизонта: от наблюдателя – s_1, от верхушки водонапорной башни – s_2. Искомое расстояние: $s = s_1 + s_2$.



Используем теорему Пифагора для двух прямоугольных треугольников:

$$(R+h)^2 = s_1^2 + R^2 \;;$$

$$(R+H)^2 = s_2^2 + R^2 .$$

или

$$s_1^2 = (R+h)^2 - R^2 ;$$

$$s_2^2 = (R+H)^2 - R^2.$$

Откуда
$$s_1^2 = R^2 + 2Rh + h^2 - R^2;$$
$$s_2^2 = R^2 + 2RH + H^2 - R^2$$

Учитывая, что $h << R$ и $H << R$, слагаемыми h^2 и H^2 можно пренебречь по сравнению с $2Rh$ и $2RH$. Тогда уравнения примут вид:
$$s_1^2 \approx 2Rh\ ;$$
$$s_2^2 \approx 2RH^2.$$

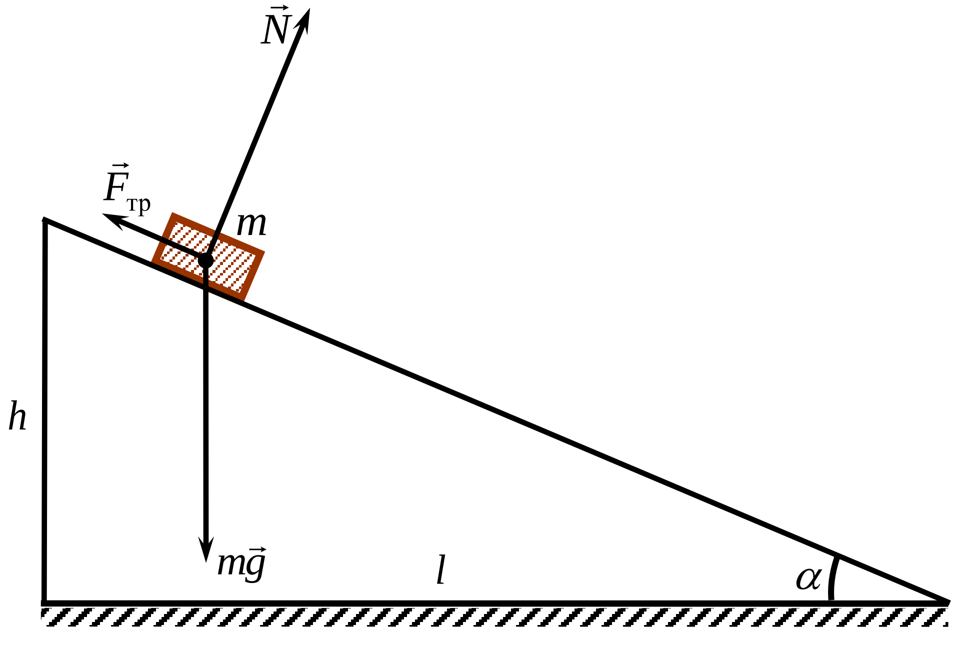
Следовательно,
$$s = s_1 + s_2 = \sqrt{2Rh} + \sqrt{2RH}.$$

Подставим числовые значения:
$$s = \sqrt{2 \cdot 6{,}4 \cdot 10^6 \text{м} \cdot 1{,}8 \text{м}} + \sqrt{2 \cdot 6{,}4 \cdot 10^6 \text{м} \cdot 20 \text{м}} = 20{,}8 \cdot 10^3 \text{м} = 20{,}8 \text{км}$$

Ответ: $20{,}8 \cdot 10^3$ *м* или $20{,}8$ *км*.

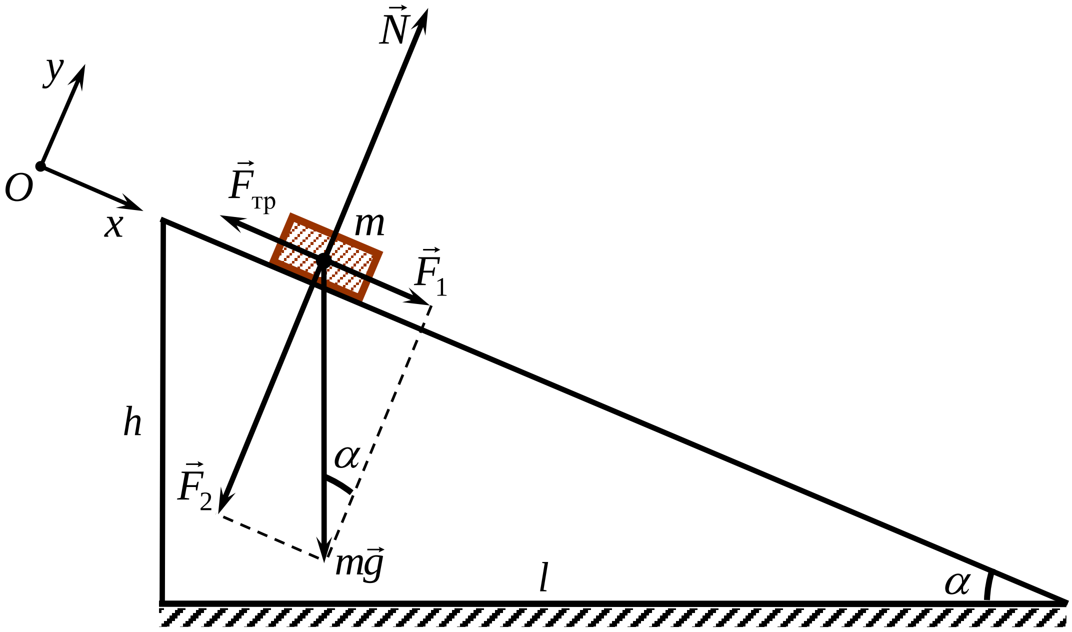
Задача 2 (20 баллов)

Кирпич массой m = 3,5 кг покоится на неподвижной наклонной плоскости в форме клина с углом наклона α (см. рисунок). Отношение высоты h клина к длине l его основания равно $\frac{1}{3}$. Коэффициент трения скольжения кирпича о поверхность клина составляет μ = 0,5. Найти силу трения, удерживающую кирпич на наклонной плоскости. Ускорение свободного падения принять равным 9,8 *м/с²*. Ответ округлите до десятых.



Решение:

Сила трения, удерживающая кирпич на наклонной плоскости, является силой трения покоя.



Такая сила равна по величине силе $\vec{F}_1$, являющейся проекцией силы тяжести на ось Ox:

$$F_{тр} = F_1.$$

Из рисунка видно, что $F_1 = mg\sin\alpha$.

Найдем $\sin\alpha$. По условию задачи $\dfrac{h}{l} = tg\alpha = \dfrac{1}{3}$.

Так как $tg\alpha = \dfrac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \dfrac{\sin\alpha}{\sqrt{1-\sin^2\alpha}}$, то $\sin\alpha = \dfrac{tg\alpha}{\sqrt{1+tg^2\alpha}}$.

Тогда $F_{тр} = \dfrac{tg\alpha}{\sqrt{1+tg^2\alpha}}mg$.

Подставим числовые значения:

$$F_{тр} = \frac{\frac{1}{3}}{\sqrt{1+\frac{1}{9}}} \cdot 3{,}5\,кг \cdot 9{,}8\,\frac{м}{c^2} = 10{,}8\ H.$$

Ответ: $10{,}8\ H$

Задача 3 (20 баллов)

Два поезда движутся по параллельным железнодорожным путям. Первый поезд движется со скоростью 54 *км/ч*, а второй – со скоростью 20 *м/с*. Длина первого поезда составляет 150 *м*, а второго – 250 *м*. На пути следования поездов находится мост длиной 300 метров. Оба поезда входят на мост одновременно, причем первый поезд входит с восточного края моста, а второй – с западного. Определите, через какое время после входа на мост оба поезда полностью покинут мост.

<u>Решение:</u>

Переведем скорость первого поезда в м/с:

$$54\frac{км}{ч} = 54 \cdot \frac{1000}{3600}\frac{м}{с} = 15\frac{м}{с}.$$

Определим общий путь, который каждый поезд должен пройти, чтобы покинуть мост. Поезд должен преодолеть расстояние, равное длине моста плюс своя собственная длина.

Для первого поезда: $300м + 150м = 450м$.

Для второго поезда: $300м + 250м = 550м$.

Время, за которое каждый поезд покинет мост, определим по формуле:

$$t = \frac{s}{\upsilon}.$$

Для первого поезда: $t_1 = \dfrac{450м}{15\,м/с} = 30\,с$.

Для второго поезда: $t_2 = \dfrac{550м}{20\,м/с} = 27{,}5с$.

Так как мы ищем время, когда последний поезд покинет мост, нам нужно выбрать большее из двух времен. Следовательно, время, за которое оба поезда покинут мост: $t = t_1 = 30\,с$.

Ответ: $30\,с$.

Задача 4 (20 баллов)

Группа ребят решила проверить влияние ветра на полёт легкого бумажного самолёта. Они запускают самолёт с начальной скоростью 10 *м/с* вертикально вверх. Самолёт пролетел три метра, испытывая сопротивление воздуха, пропорциональное расстоянию полёта. Оказалось, что на каждом следующем метре воздух тормозит самолет сильнее предыдущего: на первом метре он потерял 10% своей изначальной энергии, на втором – 12% от оставшейся энергии после первого метра, а на третьем – 15% от энергии после второго метра. Чему равна оставшаяся энергия самолета на высоте 3 *м*?

<u>Решение:</u>

Масса самолетика незначительна, поэтому будем ею пренебрегать. Тогда начальную кинетическую энергию самолетика можно найти следующим образом:

$$E_0 = \frac{m\upsilon_0^2}{2} = \frac{\upsilon_0^2}{2} = \frac{(10\,м/с)^2}{2} = 50\,Дж.$$

В конце первого метра кинетическая энергия самолетика составила:
$E_1 = 0{,}9E_0 = 0{,}9 \cdot 50\,Дж = 45\,Дж$.
На втором метре теряется 12% оставшейся энергии:
$E_2 = 0{,}88E_1 = 0{,}88 \cdot 45\,Дж = 39{,}6\,Дж$.
В конце третьего метра кинетическая энергия составит 15 % от E_2:
$E_3 = 0{,}85E_2 = 0{,}85 \cdot 39{,}6\,Дж = 33{,}66\,Дж$.
Так как масса самолёта очень мала, будем полагать потенциальную энергию близкой к нулю. Тогда оставшуюся энергию считаем кинетической энергией на высоте 3 *м*:
$E = E_3 = 33{,}66\,Дж$.

Ответ: $33{,}66\,Дж$.

Задача 5 (20 баллов)

Девочка готовит напиток, смешивая горячий шоколад и прохладное молоко. Она наполняет чашку горячим шоколадом при температуре 80 °*C* до внутренней отметки ("ободка"), а затем добавляет свежее холодное молоко, имеющее температуру 10 °*C*, до краев чашки. Затем она решает выпить половину напитка, и повторно дополняет чашку такой же порцией молока, как и в первый раз, но уже подогретой до температуры 30 °*C*. На сколько градусов изменилась температура напитка после добавления теплого молока по сравнению с температурой непосредственно после первого перемешивания, если объем ниже линии «обода» составлял 70% от общего объема кружки? (Считайте удельные теплоемкости смешиваемых жидкостей равными). Ответ округлите до десятых.

__Решение:__

Обозначим $t_г$ – температура горячего шоколада, t_x – температура холодного молока, t_m – температура теплого молока, t_1 – температура смеси жидкостей после первого разбавления молоком и t_2 – установившаяся температура смеси жидкостей после второго разбавления молоком.
Составим уравнение теплового баланса для первого равновесия:

$$0{,}7cm(t_г - t_1) = 0{,}3cm(t_1 - t_x).$$

Выразим из уравнения установившуюся температуру t_1: $t_1 = 0{,}7t_г + 0{,}3t_x$
и вычислим ее: $t_1 = 0{,}7 \cdot 80\,^\circ C + 0{,}3 \cdot 10\,^\circ C = 59\,^\circ C$.

После того, как девочка выпила половину напитка, осталась половина жидкости при температуре 59 °*C*. Затем она добавляет такую же порцию молока, как и в первый раз ($0{,}3m$), но при температуре 30 °*C*.

Составим уравнение теплового баланса для второго равновесия:

$$0{,}5cm(t_1 - t_2) = 0{,}3cm(t_2 - t_m).$$

Выразим из уравнения установившуюся температуру t_2: $t_2 = \dfrac{0{,}5t_1 + 0{,}3t_m}{0{,}8}$

и вычислим ее: $t_2 = \dfrac{0{,}5 \cdot 59\,^\circ C + 0{,}3 \cdot 30\,^\circ C}{0{,}8} = 48{,}125\,^\circ C$.

Изменение температуры напитка равно:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 48{,}125\,^\circ C - 59\,^\circ C = -10{,}875\,^\circ C \approx -10{,}9\,^\circ C.$$

Ответ: уменьшилась на $10{,}9\,^\circ C$.