

**«ГОТОВИМСЯ К ЕГЭ:
УЧИМ РЕШАТЬ
ЗАДАЧИ»**

Задача

Предложить эффективную методику обучения решению задач, пригодную, в том числе, **при подготовке к ЕГЭ по физике.**

Программа

1. «Золотое правило» решения задач и метод исследования ключевых ситуаций МИКС (с примерами)

2-7. Примеры применения «золотого правила» решения задач и исследования ключевых ситуаций ко всем темам школьного курса физики

Лекция 1.

«Золотое правило» решения

задач План

1. Задача — психологическая ловушка
2. «Золотое правило» решения задач
3. Метод исследования ключевых ситуаций (МИКС)

ЗАДАЧА – ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ЛОВУШКА

Что общего у решения задачи с ездой на велосипеде?



Посмотрим на условие задачи глазами ученика.

Лодочник переправляется через реку на моторной лодке. Скорость течения реки 3 км/ч, скорость лодки относительно воды постоянна. Переправа по кратчайшему пути занимает 15 мин, а переправа за кратчайшее время — 12 мин.

Чему равна ширина реки?

На что направлено внимание ученика?

На вопрос, потому что цель — найти ответ!

Из-за чего возникает затруднение?

Из-за недостатка информации.

Где её можно найти?

Только в условии!

Но фокусируясь на вопросе, ученик не уделяет должного внимания условию: это обычная картина

Почему задачи составлены как логические ловушки?

Потому что задача с условием и вопросом — очень удобное средство **контроля!**

Контроль доминирует над обучением.

Вывод: традиционная задача с условием и поставленным вопросом — далеко не самое лучшее средство для **обучения**, в том числе — для обучения решению задач!

Однако решению задач очень часто учат, разбирая **примеры решений задач.**

Так, при подготовке к ЕГЭ разбирают задания предыдущих лет и задания из открытого банка.

В результате ученик часто запоминает решение задачи вместе с условием: **«Эту задачу я знаю!».**

Это ненадёжно: различных задач тысячи, поэтому запомнить их все невозможно.

Результат традиционного обучения решению задач: умеют решать задачи 5 % выпускников!

ЕСТЬ ЛИ ВЫХОД?

Есть!

Примеры применения «золотого правила» решения задач

Лодочник переправляется через реку на моторной лодке. Скорость течения реки 3 км/ч, скорость лодки относительно воды постоянна. Переправа по кратчайшему пути занимает 15 мин, а переправа за кратчайшее время — 12 мин.

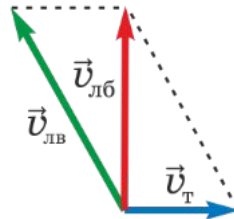
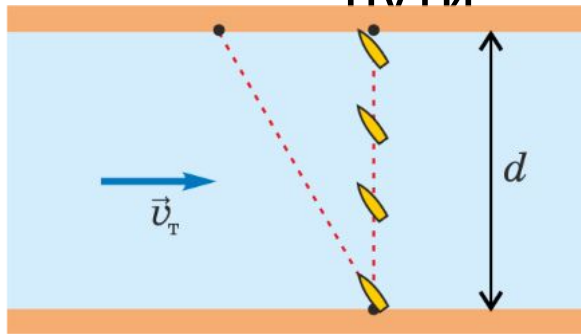
Чему равна ширина реки?

- 1. Закройте поставленный в задаче вопрос и сосредоточьтесь на ситуации, описанной в условии задачи: какие закономерности справедливы для этой ситуации?*
- 2. Запишите эти закономерности в виде системы уравнений. При этом не бойтесь использовать величины, не упомянутые в условии задачи.*
- 3. Откройте вопрос задачи и решите полученную систему уравнений относительно искомых величин.*

Лодочник переправляется через реку на моторной лодке. Скорость течения реки 3 км/ч, скорость лодки относительно воды постоянна. Переправа по кратчайшему пути занимает 15 мин, а переправа за кратчайшее время — 12 мин.

**Какие закономерности справедливы для этой ситуации?
Как их записать в виде уравнений?**

Переправа по кратчайшему пути

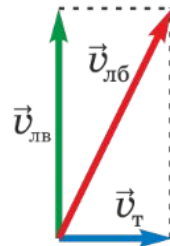
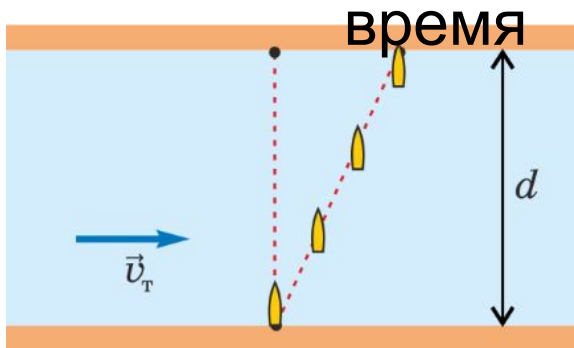


$$v_{\text{ЛБ}} = \sqrt{v_{\text{ЛВ}}^2 - v_{\text{T}}^2}$$

$$t_{\text{КП}} = \frac{d}{v_{\text{ЛБ}}}$$



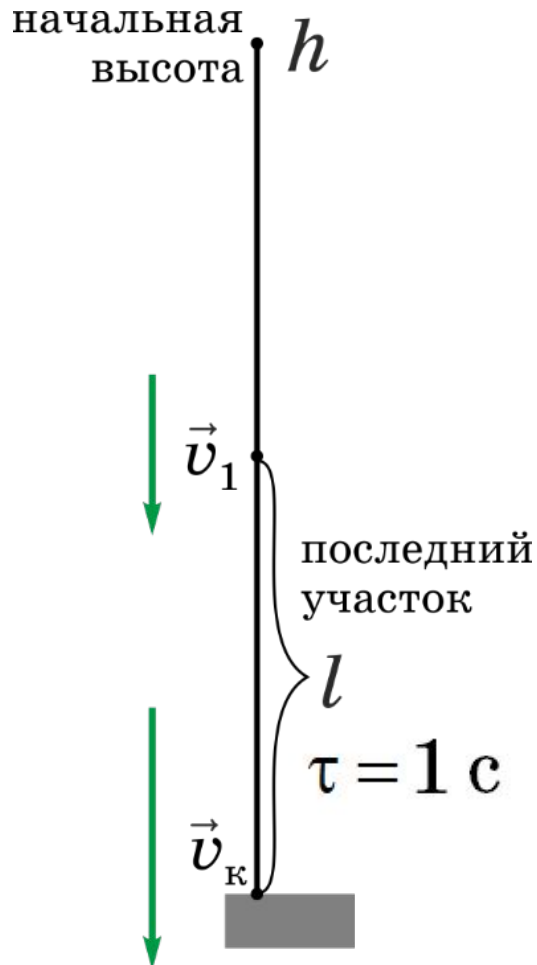
Переправа за кратчайшее время



Система двух уравнений с двумя неизвестными

$$t_{\text{КВ}} = \frac{d}{v_{\text{ЛВ}}} \quad t_{\text{КП}} = \frac{d}{\sqrt{v_{\text{ЛВ}}^2 - v_{\text{T}}^2}}$$

За последнюю секунду свободного падения тело пролетело 30 м.
Какие закономерности справедливы для этой ситуации?
Как их записать в виде уравнений?



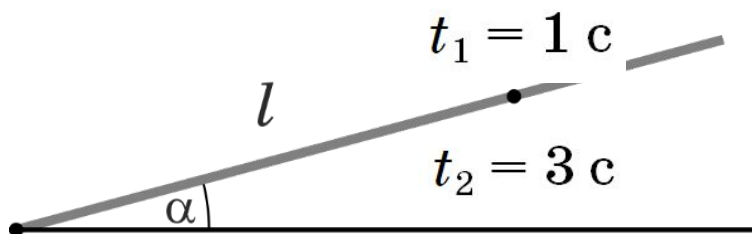
$$l = v_1 \tau + \frac{g\tau^2}{2}$$

$$v_k = v_1 + g\tau$$

$$h = \frac{v_k^2}{2g}$$

Небольшой брусок толкнули снизу вверх по гладкой наклонной плоскости. Мимо флажка, установленного на расстоянии 30 см от начального положения бруска, он прошёл через 1 с и через 3 с после толчка.

**Какие закономерности справедливы для этой ситуации?
Как их записать в виде уравнений?**



$$l = v_0 t_1 + \frac{at_1^2}{2}$$
$$l = v_0 t_2 + \frac{at_2^2}{2}$$

$$a = g \sin \alpha$$

Вывод: чтобы приучить школьников фокусировать внимание на условии, надо предлагать

ИСПОЛНЯТЬ УСЛОВИЕ

Лодочник переправляется через реку на моторной лодке. Скорость течения реки 3 км/ч, скорость лодки относительно воды постоянна. Переправа по кратчайшему пути занимает 15 мин, а переправа за кратчайшее время — 12 мин.

Какие закономерности справедливы для этой ситуации?

Как их записать в виде уравнений?

За последнюю секунду свободного падения тело пролетело 30 м.

Какие закономерности справедливы для этой ситуации?

Как их записать в виде уравнений?

Небольшой брусок толкнули снизу вверх по гладкой наклонной плоскости. Мимо флажка, установленного на расстоянии 30 см от начального положения бруска, он прошёл через 1 с и через 3 с после толчка.

Какие закономерности справедливы для этой ситуации?

Как их записать в виде уравнений?

«Золотое правило» решения задач оказывает
решающую помощь.

Но задач всё-таки слишком **много**, чтобы успеть
разобрать достаточное их число в доступное
время.

**Зато ситуаций, вокруг которых
группируются задачи, мало!**

**Мы называем эти ситуации
ключевыми.**

**Например, во всей школьной механике
их около дюжины.**

Поэтому сделаем следующий шаг в повышении
эффективности обучения решению задач.

КЛЮЧЕВЫЕ СИТУАЦИИ В МЕХАНИКЕ

1. Сложение скоростей при движении на плоскости
2. Свободное падение
3. Движение тела, брошенного под углом к горизонту
4. Движение тела по наклонной плоскости
5. Движение планеты по круговой орбите
6. Поворот транспорта по дуге окружности
7. Конический маятник
8. Движение двух грузов, переброшенных через блок
9. Разрыв снаряда в полёте
10. Неравномерное движение по окружности в вертикальной плоскости

21. Рыбак на моторной лодке переправляется через реку. При этом скорость лодки *относительно воды* перпендикулярна скорости течения и равна 2 м/с. Ширина реки 60 м, скорость течения 1 м/с. На рисунке 2.6 схематически показаны некоторые положения лодки во время переправы.

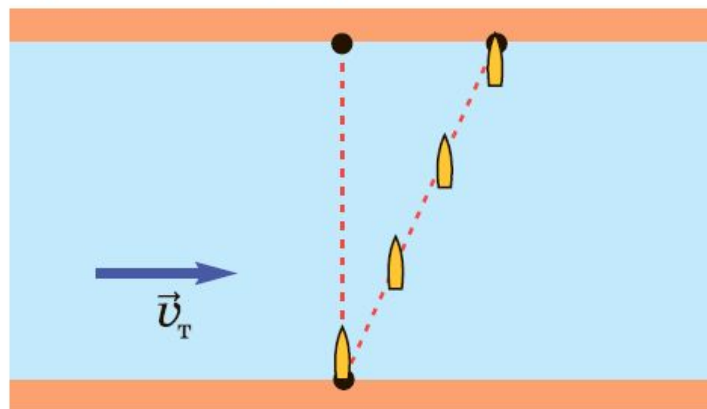


Рис. 2.6

- а) Чему равен модуль скорости лодки относительно берега?
- б) За какое время рыбак переправится через реку?
- в) На какое расстояние вдоль берега снесёт лодку за время переправы?
- г) Чему равен угол между направлением скорости лодки относительно берега и перпендикуляром к берегу?
- д) Чему равен модуль перемещения лодки относительно берега за время переправы?

Похожая задача

22. Лодочнику надо переправиться на моторной лодке через реку шириной 60 м в точку Б, расположенную *точно напротив* начальной точки А (рис. 2.7). Скорость лодки относительно воды 2 м/с, а скорость течения 1 м/с. На рисунке показаны промежуточные положения лодки, чтобы обратить внимание на то, что для переправы в точку Б лодка должна держать курс на точку Г, расположенную *выше* по течению. Поставьте три вопроса по этой ситуации и найдите ответы на них.

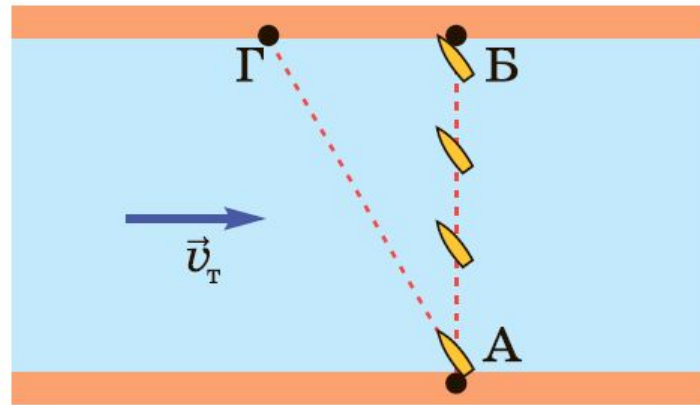


Рис. 2.7

*5. Последний этап падения тела

В условиях некоторых задач о свободном падении тел приводятся иногда сведения только о *последнем* этапе падения.

Например, дано расстояние, которое пролетело тело за *последнюю* секунду падения. Или дано время, в течение которого тело пролетело *последний* метр своего пути.

Рассмотрим эту ситуацию в *общем* виде.

51. Тело, свободно падающее с некоторой высоты без начальной скорости, пролетело последний участок пути длиной l за промежуток времени τ .

- а) Что *ещё* известно о движении тела на последнем этапе?
- б) Запишите систему уравнений, справедливую для последнего этапа падения. Обозначьте v_k конечную скорость тела (непосредственно перед касанием земли), а v_1 — скорость тела в момент, когда ему осталось пролететь до земли расстояние l .
- в) Используя записанную систему уравнений, получите одно уравнение с *одним* неизвестным — конечной скоростью v_k .
- г) Выразите конечную скорость тела v_k через величины, данные в описании ситуации.
- д) Выразите начальную высоту тела h через величины, данные в описании ситуации.

2. Движение планет вокруг Солнца

Орбиты планет мало отличаются от окружностей¹⁾, причём с хорошей точностью можно считать, что скорость каждой планеты постоянна *по модулю*.

- ° 7. Можно ли при рассмотрении движения планет вокруг Солнца считать Солнце и планеты материальными точками?
- ° 8. Обозначим M_C массу Солнца, m — массу планеты, R — радиус её орбиты, v — модуль скорости планеты.
 - а) Выразите ускорение a планеты через заданные величины.
 - б) Выразите модуль F силы притяжения планеты Солнцем через заданные величины и гравитационную постоянную.
 - в) Выразите скорость планеты через гравитационную постоянную, массу Солнца и радиус орбиты планеты.

Ответ этой задачи показывает: *чем больше радиус орбиты, тем меньше скорость планеты*. Обратите внимание: скорость движения планеты не зависит от её массы.

- ° 9. Используя полученную при решении предыдущей задачи формулу, вычислите скорость движения самой близкой к Солнцу планеты. Правильность расчёта проверьте, используя Интернет.

- °10. Чему равна скорость движения Земли по орбите?
11. Радиус орбиты Сатурна в 9,6 раз больше радиуса орбиты Земли. Используя результат предыдущей задачи, вычислите скорость Сатурна при его движении по орбите.
12. Выразите период T обращения планеты через гравитационную постоянную, массу Солнца и радиус орбиты планеты.
13. Используя данные и результаты предыдущих задач, найдите период обращения Сатурна вокруг Солнца в «земных годах» (то есть определите, во сколько раз он больше периода обращения Земли вокруг Солнца).

8. На рисунке 10.4 изображены силы, действующие на брусок массой m , покоящийся на наклонной плоскости с углом наклона α .

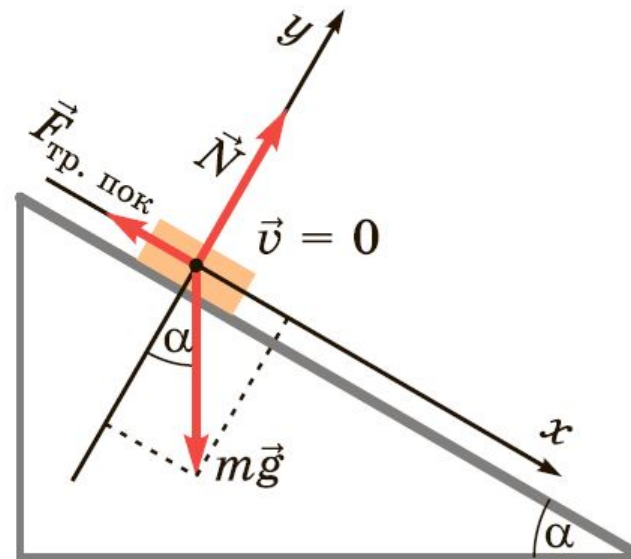


Рис. 10.4

- а) Назовите действующие на брусок силы.
- б) Почему сила трения покоя направлена вдоль наклонной плоскости *вверх*?
- в) Запишите второй закон Ньютона для покоящегося бруска в векторной форме.
- г) Запишите выражения для проекций сил, действующих на брусок, на показанные на рисунке 10.4 оси координат.
- д) Запишите второй закон Ньютона для бруска в проекциях на оси координат в виде системы уравнений.
- е) Получите из этой системы уравнений выражения для силы трения покоя и силы нормальной реакции.
- ж) Запишите неравенство, справедливое для силы трения покоя.
- з) Подставив в написанное неравенство полученные выражения для силы трения покоя и силы нормальной реакции, получите неравенство, которое связывает угол наклона плоскости α с коэффициентом трения μ .

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ КЛЮЧЕВОЙ СИТУАЦИИ

Какие закономерности справедливы для данной ситуации?

Как записать их в виде уравнений (или неравенств)?

Какие задачи можно поставить, используя эти уравнения (неравенства)?

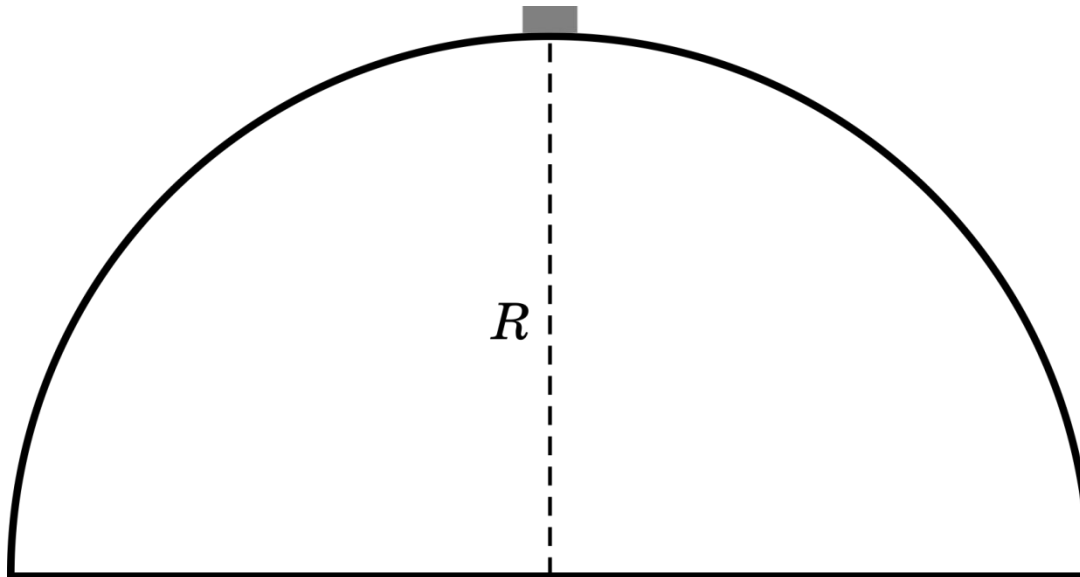
Может ли произойти в данной ситуации качественное изменение (отрыв тела от поверхности, остановка, разрыв троса, заклинивание, конденсация пара и т.п.)?

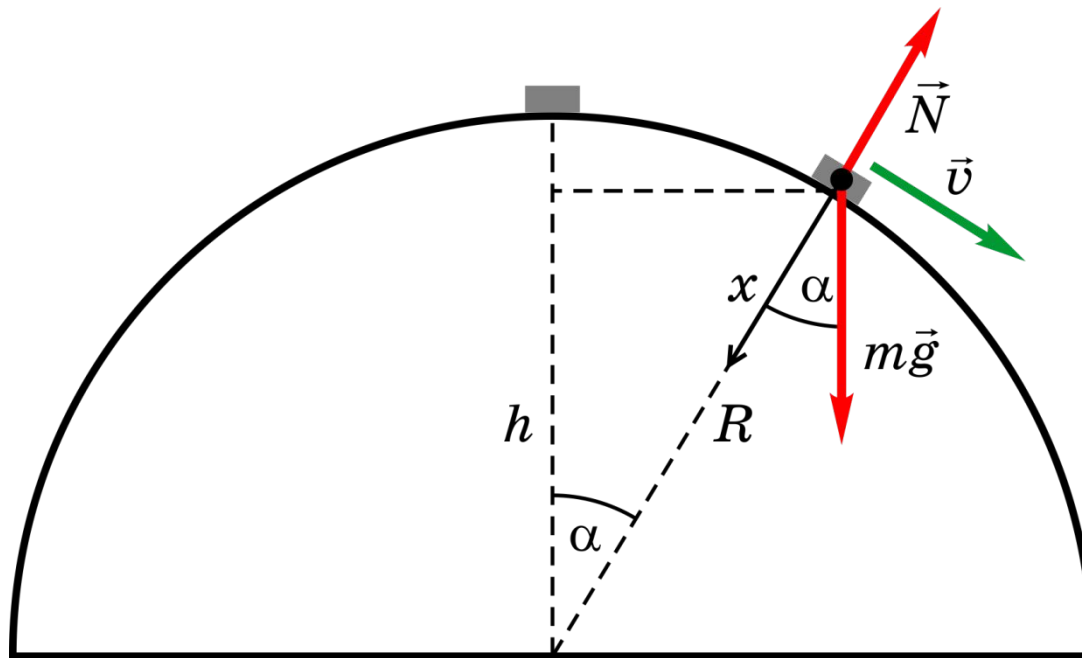
Как можно видоизменить данную ситуацию, расширив область исследования?

ПРИМЕР ИССЛЕДОВАНИЯ КЛЮЧЕВОЙ СИТУАЦИИ

С вершины гладкой полусферы радиуса R после очень слабого толчка начинает соскальзывать небольшая шайба.

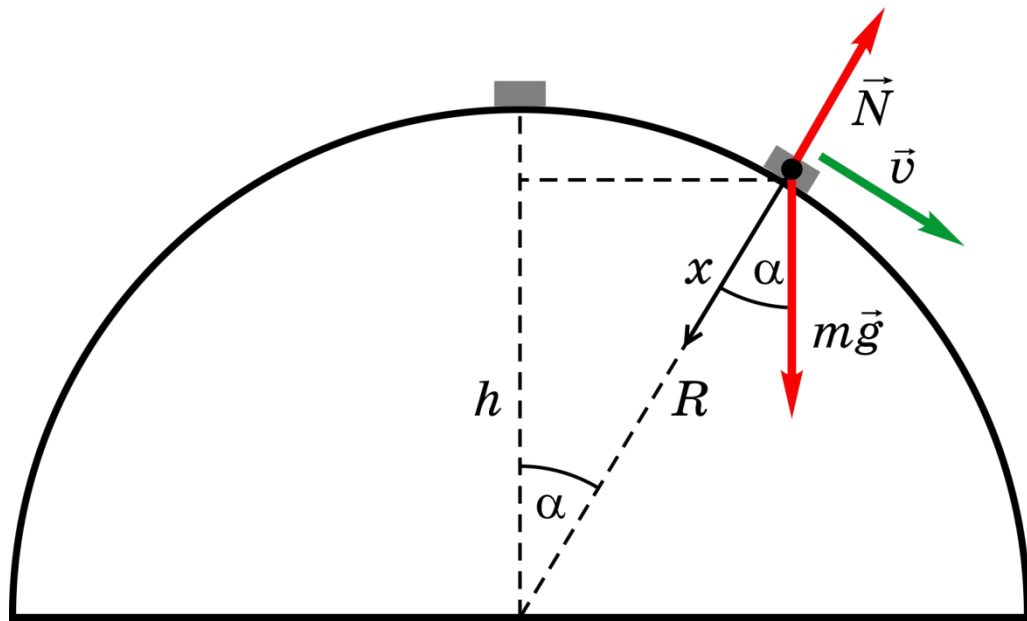
Какие соотношения можно записать для этой ситуации?





$$\left\{ \begin{array}{l} mgR = mgh + \frac{mv^2}{2} \\ mg \frac{h}{R} - N = \frac{mv^2}{R} \end{array} \right. \quad h, v, N$$

Какие задачи можно поставить и решить, используя полученные соотношения?



$$\begin{cases} mgR = mgh + \frac{mv^2}{2} \\ mg \frac{h}{R} - N = \frac{mv^2}{R} \end{cases}$$

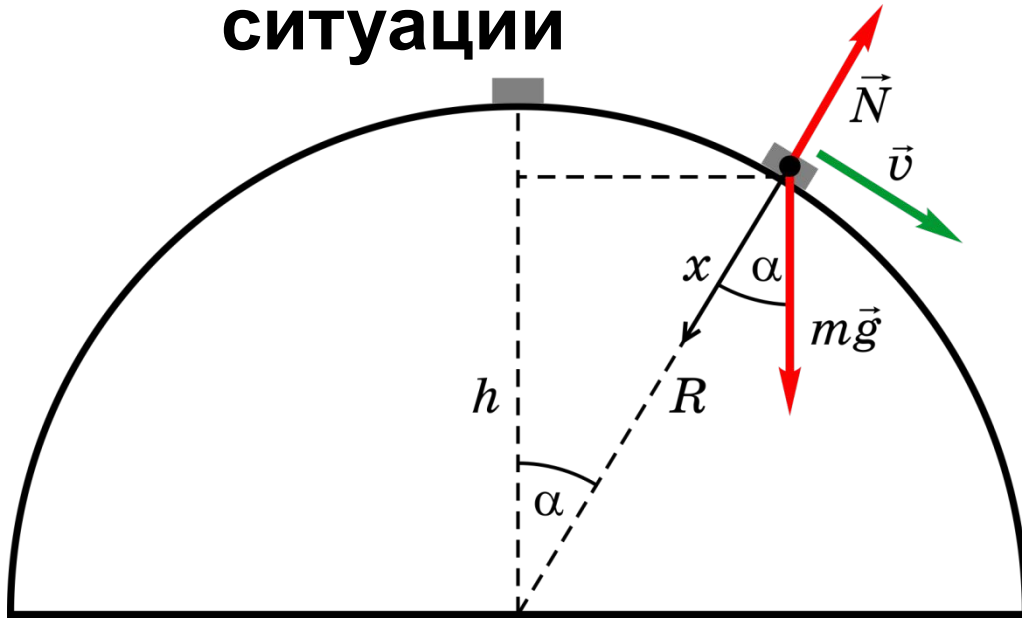
Каковы будут скорость шайбы и сила нормальной реакции, когда шайба находится на высоте h ?

$$v = \sqrt{2g(R - h)}$$

$$N = \frac{3mg}{R} \left(h - \frac{2R}{3} \right) \longrightarrow N = 0 \text{ при } h = \frac{2R}{3}!$$

На какой высоте шайба оторвётся от полусферы?

Ставим **новые** задачи по той же ситуации



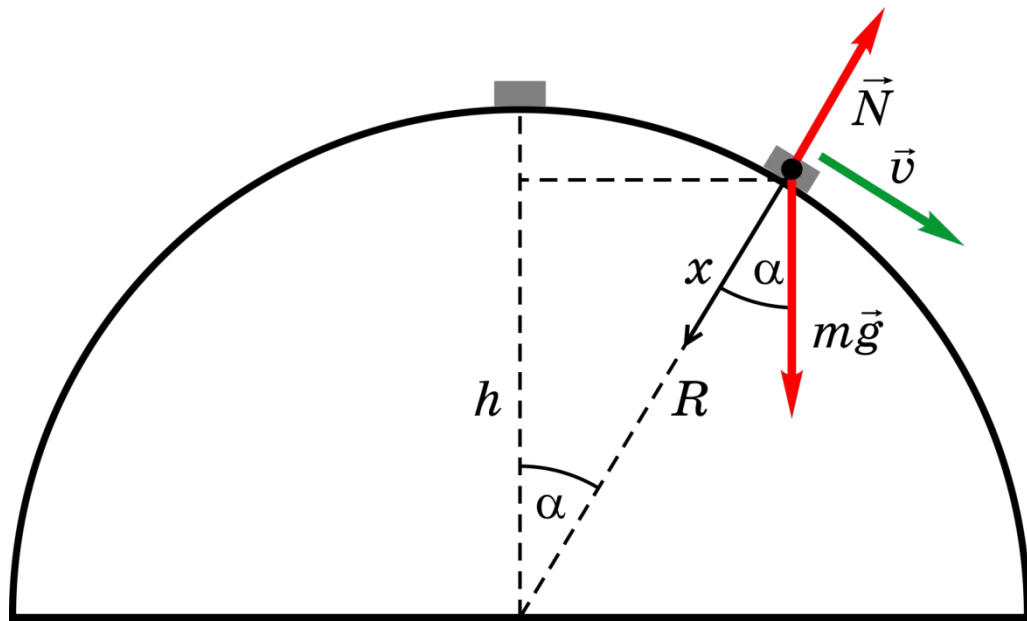
$$\begin{cases} mgR = mgh + \frac{mv^2}{2} \\ mg \frac{h}{R} - N = \frac{mv^2}{R} \end{cases}$$

Какова максимальная скорость шайбы при её скольжении по полусфере?

$$v = \sqrt{2g(R - h)}$$

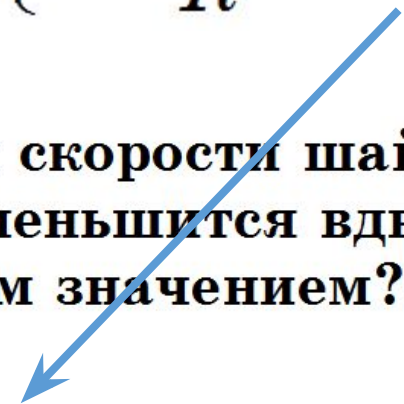
$$h = \frac{2R}{3}$$

$$v = \sqrt{\frac{2gR}{3}}$$



$$\begin{cases} mgR = mgh + \frac{mv^2}{2} \\ mg \frac{h}{R} - N = \frac{mv^2}{R} \end{cases}$$

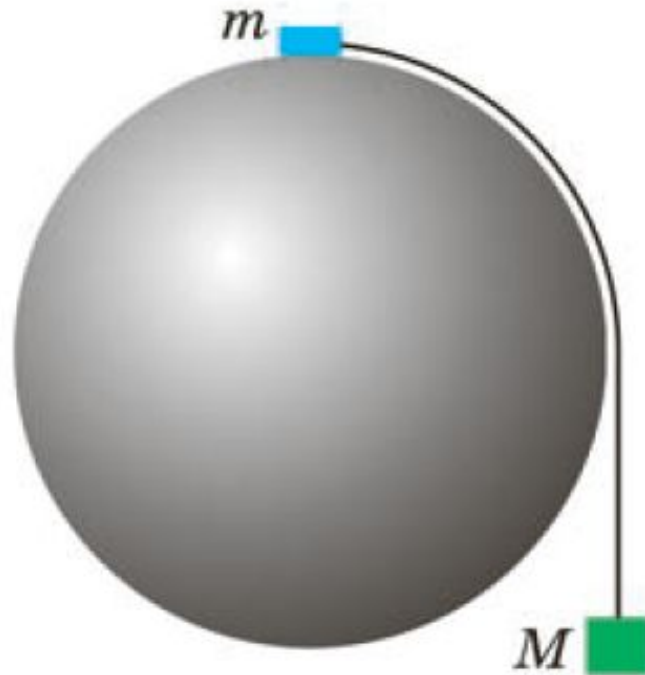
На какой высоте и при какой скорости шайбы сила нормальной реакции уменьшится вдвое по сравнению с начальным значением?



$$N = \frac{mg}{2} \longrightarrow h = \frac{5R}{6}; \quad v = \sqrt{\frac{gR}{3}}$$

«Чистый эксперимент» на ЕГЭ

Подвесили к шайбе груз: и почти никто не решил!



А если бы задачу про соскальзывание шайбы действительно **РЕШАЛИ**, а не заучивали решение, то решили бы и эту: она ненамного сложнее