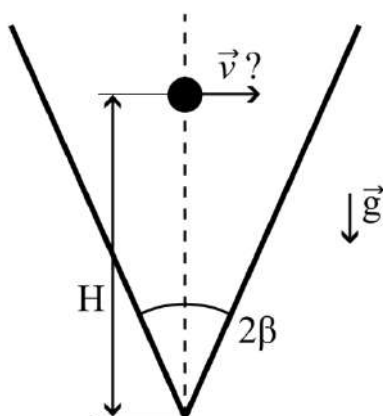


Задания заключительного этапа Олимпиады школьников СПбГУ по физике 2024-2025 гг.

Задача

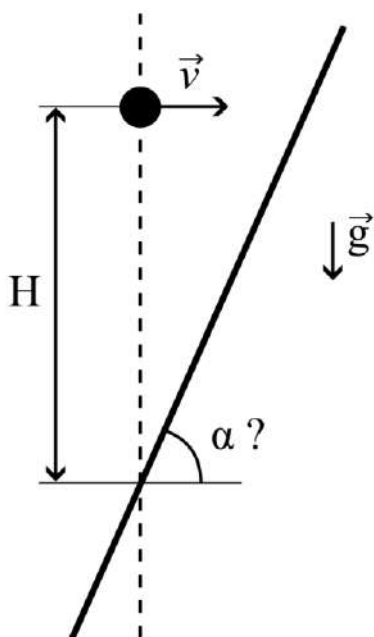
Вариант 1:

Две плоскости образуют V-образный клин с углом раствора 2β , внутри которого, между стенками клина, в поле сил тяжести упруго прыгает мячик (см. рисунок). При этом, мячик летает по одной и той же траектории от стенки до стенки. Чему равна скорость мячика в наивысшей точке траектории, если расстояние до ребра клина в этот момент равно H ? Ускорение свободного падения равно g , размерами и вращением мячика можно пренебречь.



Вариант 2:

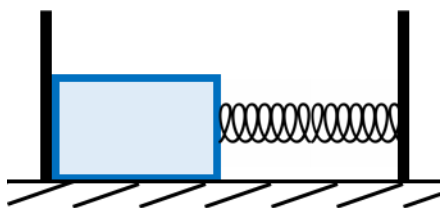
Мячик бросают в сторону наклонной плоскости из точки, расположенной на высоте H над точкой пересечения этой плоскости и горизонтальной поверхности (см. рисунок). Начальная скорость шарика равна v и направлена горизонтально. Упруго отскочив от плоскости, мячик по той же траектории вернулся в исходную точку. Определите угол наклона плоскости над горизонталью. Ускорение свободного падения равно g , размерами и вращением мячика можно пренебречь.



Задача

Вариант 1

Брусок массой m , лежащий на горизонтальной шероховатой поверхности, одной своей гранью касается вертикального бортика, а другой прикреплен к стене пружиной жесткостью k (см. рисунок). Изначально пружина не деформирована. Затем брусок отвели на некоторое расстояние вправо и отпустили. Определите первоначальное отклонение бруска, если брусок до полной остановки ударился о левый борт $n > 0$ раз, перед остановкой двигался по направлению от бортика, а в результате выделилось количество теплоты Q . Коэффициент трения бруска о поверхность равен μ , ускорение свободного падения g . Брусок ударяется о борт абсолютно упруго.



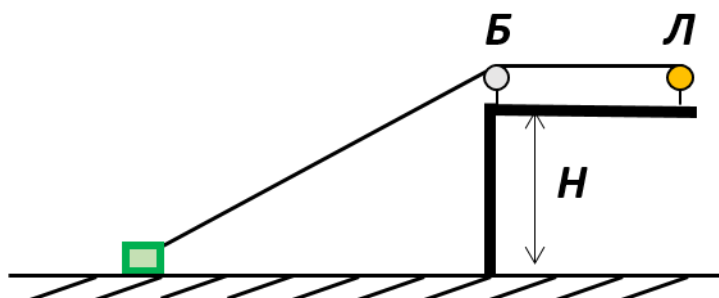
Вариант 2

Брусок массой m , лежащий на горизонтальной шероховатой поверхности, одной своей гранью касается вертикального бортика, а другой прикреплен к стене пружиной жесткостью k (см. рисунок). Изначально пружина не деформирована. Затем брусок отвели на некоторое расстояние вправо и отпустили. Определите первоначальное отклонение бруска, если брусок до полной остановки ударился о левый борт $n > 0$ раз, перед остановкой двигался по направлению к бортику, а в результате выделилось количество теплоты Q . Коэффициент трения бруска о поверхность равен μ , ускорение свободного падения g . Брусок ударяется о борт абсолютно упруго.

Задача

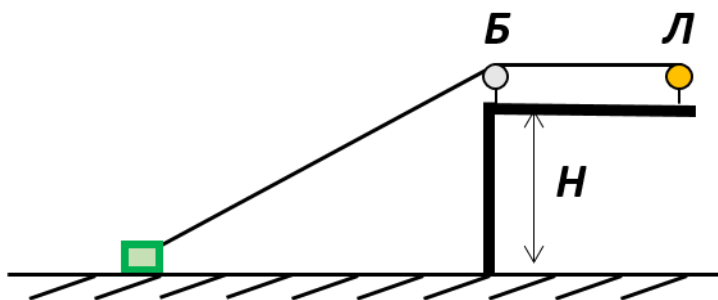
Вариант 1

Груз массой M тянут по дну карьера глубиной H при помощи лебедки (Л) и троса, перекинутого через блок (Б) (см. рисунок). Лебедка радиусом $r_0 \ll H$ вращается с постоянной угловой скоростью ω . Определите длину участка троса от груза до блока в момент отрыва груза от земли. Коэффициент трения груза о дно карьера μ , трос не провисает, начальная длина участка троса от груза до блока L_0 . Трением в лебедке и блоке, а также размерами груза и блока пренебрегите.



Вариант 2

Груз массой M тянут по дну карьера глубиной H при помощи лебедки (Л) и троса, перекинутого через блок (Б) (см. рисунок). Лебедка радиусом $r_0 \ll H$ вращается с некоторой постоянной угловой скоростью. В момент, когда груз находился на расстоянии $2H$ от края карьера, он оторвался от земли. Определите частоту вращения лебедки. Коэффициент трения груза о дно карьера μ , трос не провисает, начальная длина участка троса от груза до блока L_0 . Трением в лебедке и блоке, а также размерами груза и блока пренебрегите.



Задача

Вариант 1:

В открытый космос под солнечные лучи поместили шарик – тонкую сферическую оболочку из специфического материала, заполненную идеальным газом. В начальный момент времени радиус шарика был R_0 , а температура T_0 . До какого радиуса R надуется шарик под действием солнечных лучей, если шарик расположен на расстоянии $L \gg R_c$ от Солнца, где R_c – радиус Солнца. Мощность излучения солнца равна W_0 . Другими источниками излучения можно пренебречь.

Информация о материале оболочки:

- * Коэффициент серости равен единице (поглощается всё падающее излучение).
- * Теплопроводность достаточно большая, что можно считать, что температура на всей поверхности одинакова.
- * Если растягивать круглый лоскут из этого материала равномерно во все стороны (только в плоскости этого лоскута), то, в определенном диапазоне растяжений, линейная плотность упругой силы будет пропорциональна радиусу лоскута: $f = k r/r_0$, где k - неизвестный коэффициент, r_0 - радиус лоскута в нерастянутом состоянии. Считайте, что растяжение сферической оболочки попадает в этот диапазон как в начальном, так и в нагретом состоянии.

Примечание:

- * Мощность (в Вт), излучаемая с поверхности оболочки с единичным коэффициентом серости определяется законом Стефана-Больцмана:

$$W_{\text{изл}} = S\sigma T^4$$

где $S = 4\pi R^2$ - площадь поверхности оболочки, σ - постоянная Стефана-Больцмана.

Вариант 2:

В открытом космосе под солнечными лучами находится шарик - тонкая сферическая оболочка из специфического материала, заполненная идеальным газом. Шарик находится в тепловом равновесии и имеет радиус R_1 . Определите, какую часть видимого диска Солнца должно закрыть другое небесное тело (на какую часть должен уменьшиться видимый телесный угол), чтобы радиус шарика уменьшился до R_2 ? Другими источниками излучения можно пренебречь.

Информация о материале оболочки: * Коэффициент серости равен единице (поглощается всё падающее излучение). * Теплопроводность достаточно большая, что можно считать, что температура на всей поверхности одинакова. * Если растягивать круглый лоскут из этого материала равномерно во все стороны (только в плоскости этого лоскута), то, в определённом диапазоне растяжений, линейная плотность упругой силы будет пропорциональна радиусу лоскута: $f = k r/r_0$, где k - неизвестный коэффициент, r_0 - радиус лоскута в нерастянутом состоянии. Считайте, что растяжение сферической оболочки попадает в этот диапазон как в начальном, так и в нагретом состоянии.

Задача Прочность опоры

Вариант 1

Тяжёлый груз массой M устанавливается на опору высотой H , изготовленную из специального хрупкого слоистого материала. Слои очень тонкие и абсолютно жесткие, расположены горизонтально. Трение между слоями отсутствует. Какой минимальной массы можно сделать эту опору? Плотность материала опоры ρ , и он разрушается при давлении между слоями больше p_0 ; ускорение свободного падения равно g .

Вариант 2

Тяжёлый груз массой M устанавливается на опору такой же массы, изготовленную из специального хрупкого слоистого материала. Слои очень тонкие и абсолютно жесткие, расположены горизонтально. Трение между слоями отсутствует. Какой минимальной/максимальной высоты может быть эта опора? Плотность материала опоры ρ , и он разрушается при давлении между слоями больше p_0 ; ускорение свободного падения равно g .