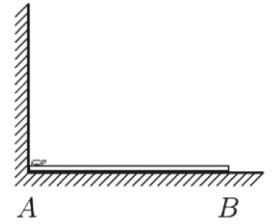


Задача 1 (А.И. Бычков)

Жесткий стержень AB длиной L лежит на горизонтальном полу, придвинутый одним из своих концов вплотную к вертикальной стене, как показано на рисунке. В точке A сидит букашка. В тот момент, когда конец A стержня начали двигать вверх вдоль стены с постоянной по модулю скоростью V , букашка поползла по стержню с постоянной относительно стержня скоростью u в направлении конца B , который скользит по полу, не отрываясь от него. Найдите максимальное расстояние S от стенки до букашки в процессе её движения по стержню.



Ответ: максимальное расстояние от стенки до букашки в процессе её движения по стержню будет равно $S = \frac{u}{V} \cdot \frac{L}{2}$ при $u < \sqrt{2} \cdot V$ или $L\sqrt{1 - \left(\frac{V}{u}\right)^2}$ при $u \geq \sqrt{2} \cdot V$.

Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.

Критерии

- | | |
|--|---------|
| 1. Правильно найдено отношение $\frac{CK}{DF}$ | 1 балл |
| 2. Доказано, что максимальное расстояние S достигается при $\alpha = 45^\circ$ | 1 балл |
| 3. Правильно найдено S (1-е решение) | 2 балла |
| 4. Правильно указан интервал значений скорости u для 1-го решения | 2 балла |
| 5. Правильно найдено S (2-е решение) | 2 балла |
| 6. Правильно указан интервал значений скорости u для 2-го решения | 2 балла |

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 2 (М.Ю. Замятнин)

По закрепленной наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом, скользил брусок массой $2m$, двигаясь с постоянной скоростью V . Сверху без начальной скорости отпустили кусок пластилина массой m . Пролетев расстояние H , пластилин упал на брусок и прилип к нему. Какое количество теплоты выделилось за время соударения? Соппротивление воздуха пренебрежимо мало.

Ответ: в системе за время соударения выделится количество теплоты $\Delta Q = m \left(gH + \frac{V^2}{3} \right)$.

Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.

Критерии

- | | |
|---|---------|
| 1. Обосновано сохранение проекции суммарного импульса системы на горизонтальное направление | 3 балла |
| 2. Правильно применен закон сохранения импульса для системы | 3 балла |
| 3. Правильно применен закон изменения энергии для системы | 3 балла |
| 4. Получен правильный окончательный ответ | 1 балл |

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 3 (С.Д. Варламов)

Деревянный брусок плотностью $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$ в форме прямоугольного параллелепипеда имеет длину $L = 1 \text{ м}$ и квадратное поперечное сечение со стороной $a = 10 \text{ см}$. Брусок опустили в воду большого озера и удерживали его в таком неустойчивом положении равновесия, что одна из длинных граней бруска была сухой и горизонтальной, при этом половина объема бруска была погружена в воду. Брусок отпустили, и он принял устойчивое положение, повернувшись вокруг своей оси симметрии на угол 45° . На сколько в результате этого уменьшилась потенциальная энергия системы «вода + брусок»? Плотность воды равна 2ρ .

Ответ: потенциальная энергия системы «вода + брусок» уменьшилась на

$$\Delta U = \frac{\rho g L a^3}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{2}}{3} \right) \approx 71,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж.}$$

Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.

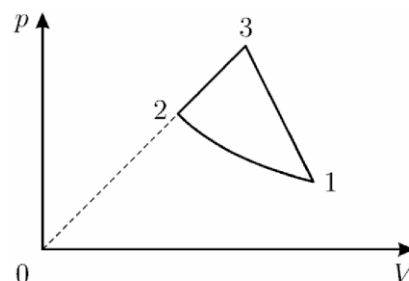
Критерии

- | | |
|--|---------|
| 1. Указано, что центр масс бруска в результате поворота не изменил положения | 1 балл |
| 2. Описан правильный алгоритм поиска изменения потенциальной энергии системы | 3 балла |
| 3. Правильно найдена работа сила тяжести при помещении воды в 1-ю «выемку» (появившуюся в результате «вынимания» тела из воды) | 2 балла |
| 4. Правильно найдена работа сила тяжести при «доставании» воды из 2-й «выемки» (в которую будут «помещать» тело) | 3 балла |
| 5. Правильно найдено изменение потенциальной энергии системы «вода + брусок» | 1 балл |

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 4 (А.И. Бычков)

Один моль идеального одноатомного газа совершает замкнутый цикл, состоящий из изотермы 1–2 и процессов 2–3 и 3–1, в которых давление является линейной функцией объема, как показано на рисунке. Известно, что в состояниях 1 и 2 давление газа равно p_1 и p_2 соответственно. При каких давлениях в состоянии 3 в нем достигается максимальная температура газа за весь цикл?



Ответ: в состоянии 3 достигается максимальная температура газа за весь цикл при условии, что давление в этом состоянии удовлетворяет условию $p_3 \geq \frac{p_1^2 + p_2^2}{2p_1}$.

Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.

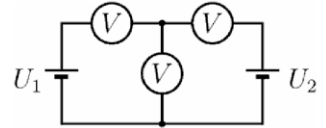
Критерии

- | | |
|--|---------|
| 1. Правильно записано уравнение процесса 3-1 | 1 балл |
| 2. Правильно установлено при каком объеме достигается максимальная температура в произвольном линейном процессе типа 3-1 | 3 балла |
| 3. Правильно записано уравнение изотермического процесса | 1 балл |
| 4. Правильно найдено отношение объемов $\frac{V_1}{V_4}$ | 2 балла |
| 5. Правильно найдено отношение объемов $\frac{V_3}{V_4}$ | 2 балла |
| 6. Правильно найдено давление $p_{3 \min}$ | 1 балл |

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 5 (П. Крюков, А.И. Бычков)

Электрическая цепь, схема которой изображена на рисунке, собрана из двух батарей с ЭДС $U_1 = 36$ В и $U_2 = 12$ В, а также трех вольтметров. Сопротивление у одного из этих приборов в два раза меньше, чем у каждого из двух других. При этом сопротивление у каждого из вольтметров всё равно значительно больше внутреннего сопротивления каждой батареи. Известно, что один из вольтметров показывает напряжение 24 В.



- 1) Какой именно вольтметр показывает 24 В?
- 2) Что показывают остальные вольтметры?
- 3) Определите, где включен вольтметр с малым сопротивлением, а где – вольтметры с большим сопротивлением.

Ответ: 1) Напряжение 24 В показывает первый вольтметр. 2) Два остальных вольтметра показывают напряжения 0 В и 12 В. 3) Малое сопротивление имеет третий вольтметр, а два других вольтметра имеют большие сопротивления.

Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.

Критерии (для любого возможного решения)

1. Правильно применены законы Кирхгофа, или закон Ома (необходимое число раз), или проведены необходимые устные рассуждения 0,5 балла
2. Правильно найдено показание 1-го вольтметра (по 1 баллу за рассмотрение каждого теоретически возможного случая) 3 балла
3. Правильно найдено показание 2-го вольтметра (по 1 баллу за рассмотрение каждого теоретически возможного случая) 3 балла
4. Правильно найдено показание 3-го вольтметра (по 1 баллу за рассмотрение каждого теоретически возможного случая) 3 балла
5. Правильно определено, где включен вольтметр с малым сопротивлением 0,5 балла.

ВСЕГО: 10 баллов.