# 10 класс

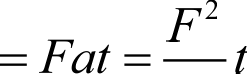
1. Время мощности

В результате проведенного эксперимента получена зависимость мощности *N* постоянной горизонтальной силы от времени t ее действия на изначально покоящийся на гладком горизонтальном столе брусок массы ш = 2 кг. Некоторые измерения могли оказаться не очень точными.

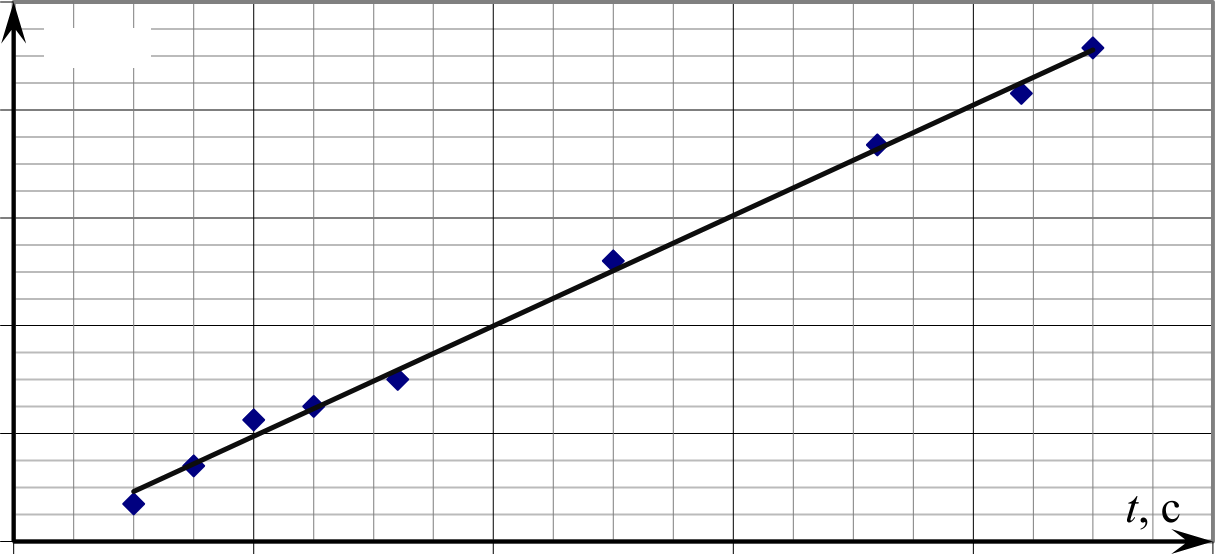
* + определите мощность силы в момент времени т = 6 с;
  + найдите значение силы N.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *N,* Вт | 1,4 | 2,8 | 4,5 | 5,0 | 6,0 | 10,4 | 14,7 | 16,6 | 18,3 |
| /, с | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,2 | 5,0 | 7,2 | 8,4 | 9,0 |

Возможное решение Гордеев 3.

При постоянной силе *F* мощность *N —— Fo* ,поэтому следует ожидать

линейную зависимость *N(t).* Построим график *N(t) по* табличным данным. Методом медиан проведем наилучшую прямую из начала координат.

20

*N,* Вт

16

12

# 8

4

0

0 2 4 6

8 10

# В момент времени т = 6 с мощность должна составлять 12 Вт. По угловому коэффициенту наклона графика t = ' = 2 Вт/с определяем значение силы = *km* =2 Н.

Критерии оценивания

1... Вывод теоретической зависимости мощности от времени..............................2 балла 2... Построение (культурного) графика ...................................................................2 балла

3... Интерполяция для т = 6 с ....................................................................................2 балла

4... Определение силы по угловому коэффициенту наклона.................................4 балла о Определение силы по любому однократному измерению ....... 0 баллов

o Определение силы усреднением нескольких измерений.......... 1 балл

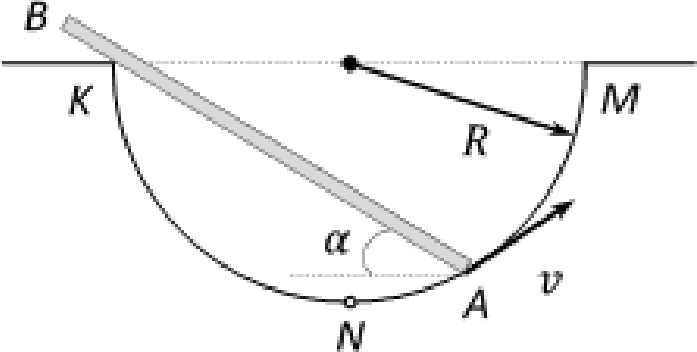
1. В **лунке**

Стержень *AB* касается уступа *К* полусферической лунки радиуса Л. Точка *А* движется равномерно со скоростью u по поверхности лунки, начиная из нижней точки *N, к* точке *М.* Найти зависимость модуля скорости *и* конца стержня *В* от угла *а,* который стержень составляет с горизонтом. Длина стержня *AB* равна 2Л.

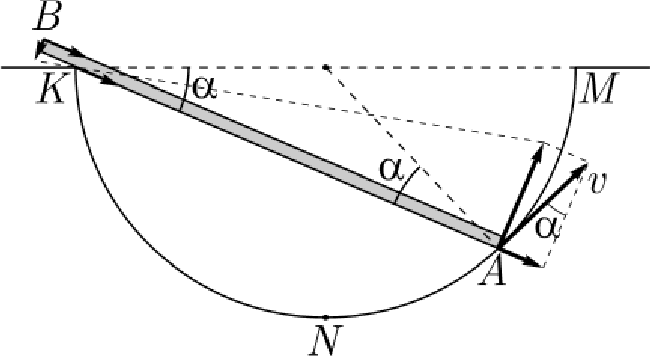
## Возможное решение 1

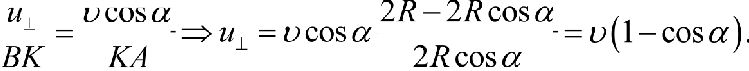
Скорость точки стержня, касающейся уступа *К,* направлена вдоль стержня и, следовательно, она равна nsinir . Так как стержень жёсткий, то проекции скоростей остальных точек стержня на направление вдоль стержня также равны ыsin о , значит, п = nsin ‹г .

Перпендикулярные составляющие скоростей линейно возрастают с расстоянием от точки *К.* Тогда

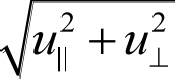


**Бычков** А.





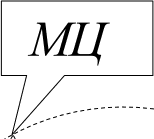
Скорость точки *В* стержня равна:

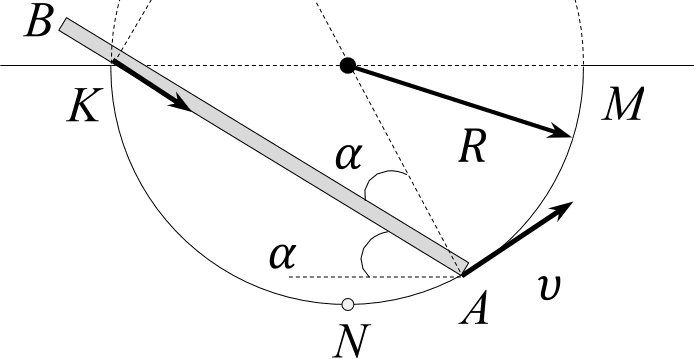
Ï—GOSV

= 2s sin

2

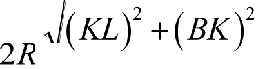
Возможное решение 2.

Мгновенный центр вращения (точка *L)* стержня

находится на верхней полуокружности *KLM,* как *L* показано на рисунке. При движении стержня точка *L* перемещается по дуге этой полуокружности.

Угловая скорость вращения стержня равна:

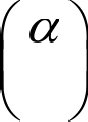
‹z› = п / (2Л) . Тогда скорость конца стержня *В* равна:

= *BL* =

(2Л siп 3) 2 + (2Л — 2Л cos 3) 2 =

22(ll—— ccooss пп)

= 2s sin

2

# Критерии оценивания

1. Указано, что в силу недеформируемости стержня проекции скоростей u и г на

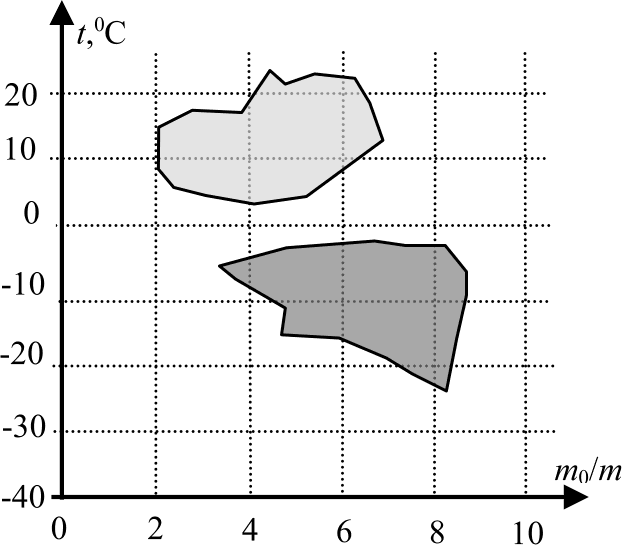
# направление вдоль стержня одинаковы $u г )

или найдено положение мгновенного центра вращения.............................................3 балла 2. Указано, что угол *BAL* равен *а* .....................................................................................1 балл

3. Найдена связь между проекциями скоростей п и u на направление перпендикулярно стержню (ng / *BK —— о АК)* или найдена угловая скорость ю ....................................2 балла

4. Выражены длины *АК п KB* через угол п и радиус **............................................(1+1)** балла 5. Получен ответ...............................................................................................................2 балла

# Вода со льдом.

В калориметре смешали некоторое количество воды и льда. Их точные массы и начальные температуры неизвестны, но эти значения лежат в выделенных на

диаграмме заштрихованных областях. Наидите максимальное количество теплоты, которое могло быть передано водои льду, если после установления теплового равновесия масса льда не изменилась. Определите возможную массу содержимого калориметра в этом случае. Удельная теплота плавления льда 2 — 340 кДж/кг, удельная теплоемкость воды с — 4200 Дж/(кг 0С), удельная теплоемкость льда ci — 2100 Дж/(кг 0С). Массы воды и льда на диаграмме приведены в условных единицах,

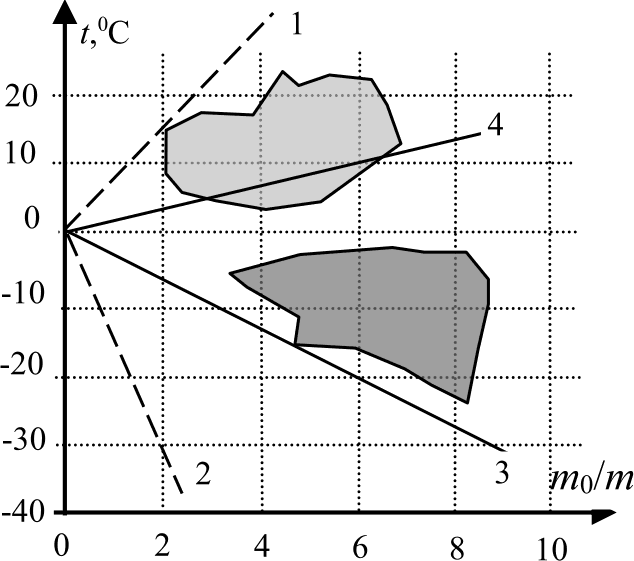
показывающих во сколько раз их массы меньше чем no = 1 кг. Теплоемкостью калориметра и потерями теплоты пренебречь.

Возможное решение Замятнин М.

По условию масса льда в результате теплообмена не изменилась, следовательно, количество теплоты, переданное льду остывающей водой, пошло на нагревание льда (по условию процессов плавления/кристаллизации льда не происходило).

Количество теплоты, которое может отдать остывающая вода, *Q ——mc(t —* I ) = шс/

!0' 0 С). *Q Qмaкc* >Ј1и максимальном по модулю значении произведения ml. Одинаковым значениям произведения *mt* соответствуют точки, лежащие на прямых, проведенных из начала координат. Действительно, для них выполняется условие / = ‹г(mc / m) , или

ш/ = ти п = consf , где п - угловой коэффициент наклона прямой. Чем больше угол наклона прямой, тем больше модуль произведения *mt.* Это условие

выполняется для прямой 1, проведенной из начала

координат и касающейся области возможных параметров воды. Но такое выделенное водой количество теплоты приведет к плавлению льда, т.к. с учетом теплоемкости льда, которая в два раза меньше удельной теплоемкость воды, прямой 1 будет соответствовать прямая 2, имеющая в два раза больший угловой коэффициент наклона и не касающаяся области возможных параметров льда. Следовательно, максимальное количество теплоты *Q «*

будет определяться прямой 3, и соответствующей ей прямой 4, проходящей через область возможных параметров воды, для которой значение ml = 10/6 1,67 кг0С. Откуда *Quaкc —* 7,0 кДж. Крайние точки пересечения прямой 4 с областью возможных параметров воды определяют диапазон масс добавленной в калориметр воды $mо / 6, 2; т о / 3, 0] или [0,16; 0,33] кг. Точка касания прямой 3 области возможных параметров льда позволяет найти массу льда в калориметре *то* / 4, 6) = 0,22 кг. Откуда возможная масса содержимого

лежит в диапазоне [0,38; 0,55] кг.

*Сегодня, 20 января, на портале* online.mipt.ru *составители данного комплекта проведут онлайн-разбор решений задач. Начало разбора (по московскому времени). 7 класс — 16.00; 8 класс — 17.00; 9 класс — 18.30; 10 класс — 20.00, 11 класс — 19.00.*

Иритерии **оценивания**

# Учет отсутствия процессов плавления/кристаллизации

* 1. Уравнение для расчета количества теплоты
  2. Идея, что равным количествам теплоты соответствуют точки, лежащие на прямой, проходящей через to=00C
  3. Идея нахождения максимального *Q по* угловому коэффициенту

1 балл

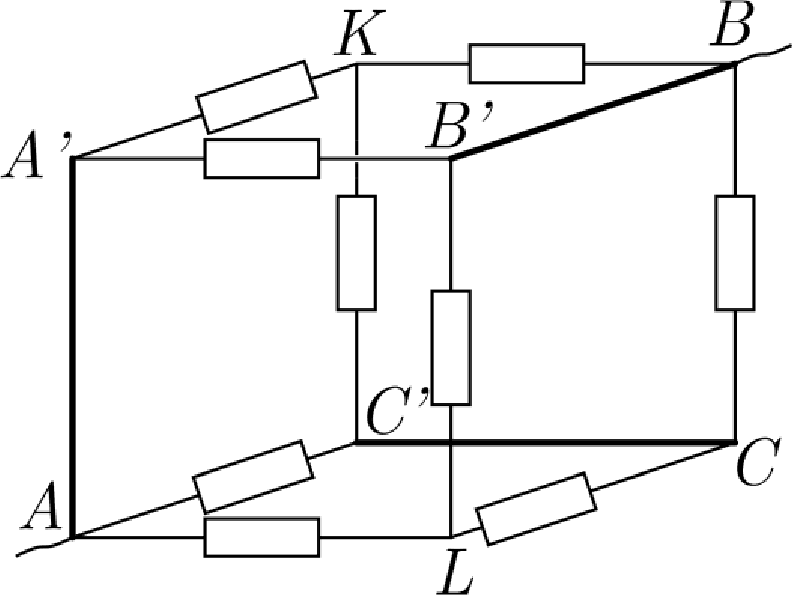
1 балл

1 балл

наклона прямой, касающейся области возможных параметров 1 балл

* 1. Явное указание, что максимальное количество теплоты определяет лед 1 балл
  2. Найдено значение *Q «* 2 балла
  3. Обоснование существования диапазона возможных масс воды 1 балл
  4. Найден диапазон масс содержимого 2 балла В п.п. 6 и 8 имеет смысл ввести широкие 10% (1 балл) и узкие 5% (2 балла) «ворота», так как при решении обрабатывается графическая информация. Но, за ответы, попавшие в эти ворота при неверных исходных предположениях (п.п. 3-5, 7) баллы ставиться не должны!

# Три в кубе

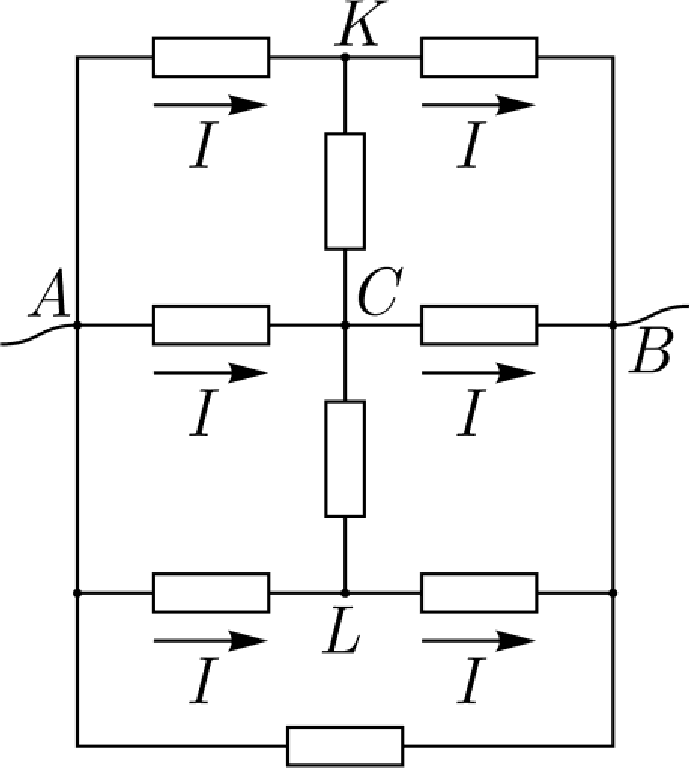
Куб собран из одинаковых резисторов сопротивлением Л. Три резистора заменили на идеальные перемычки, как указано на рисунке.

* Найдите общее сопротивление получившейся системы между контактами *А н В.*
* Какие резисторы из оставшихся можно убрать так, что это не изменит общее сопротивление системы?
* Если известно, что сила тока, текущего через

большинство резисторов электрической цепи, равна *I ——*2A , вычислите силу тока в проводе, подсоединенном к узлу А (или В)?

* Вычислите силу тока, текущего через идеальную перемычку *АА’?*

Возможное **решение**

Изобразим эквивалентную схему и расставим токи в ветвях с учетом закона сохранения заряда и закона Ома (сила тока обратно пропорционально сопротивлениям параллельных ветвей).

Теперь легко дать ответы на вопросы задачи. В силу симметрии схемы токи через резисторы в ветвях *KC* и *CL* не идут. Следовательно, эти резисторы можно убрать, и это не приведет к перераспределению токов в цепи и изменению общего сопротивления, которое равно

р Uo 2/Л 2Л

/ o 5/ 5

# По условию / ——2A. Следовательно, сила тока, 2/

**Иванов** М.

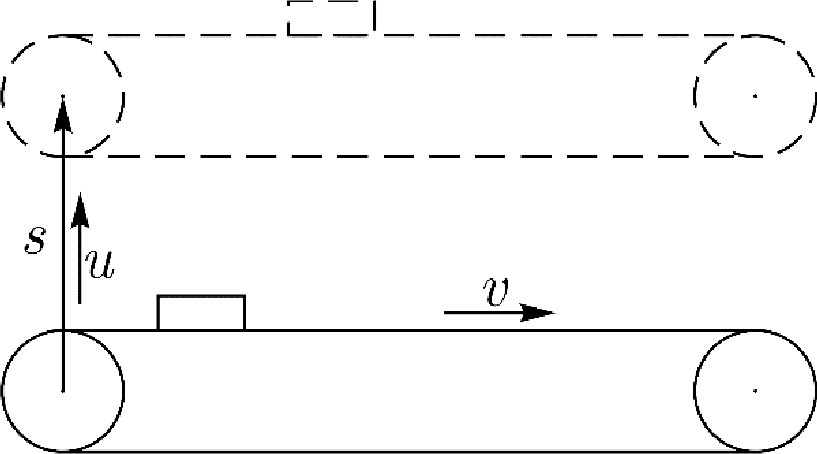
входящего в узел А, равна 5/ = 10А. Сила тока через идеальную перемычку *АА* равна сумме сил токов через резисторы в ветвях *А’К п А’В’:* ЗА = 6A.

## Критерии оценивания

1. Правильная эквивалентная схема.......................................................................2 балла

2. Обосновано отсутствие токов через два резистора ..........................................2 балла 3. Найдено общее сопротивление...........................................................................2 балла 4. Определен общий ток..........................................................................................2 балла 5. Найден ток через перемычку ..............................................................................2 балла

1. Транспортёр на боку

По шероховатому горизонтальному полу движется лежащий на боку ленточный транспортёр так, что плоскость ленты вертикальна. Скорость ленты транспортёра равна u. Транспортёр перемещается по полу с постоянной скоростью *и* перпендикулярно основным участкам его ленты. За некоторое

время транспортёр сместился на расстояние *s.* Его новое положение показано на рисунке. Транспортёр толкает по полу брусок массы *т,* имеющий форму прямоугольного параллелепипеда. На **рисунке дан вид сверху на** эту систему.

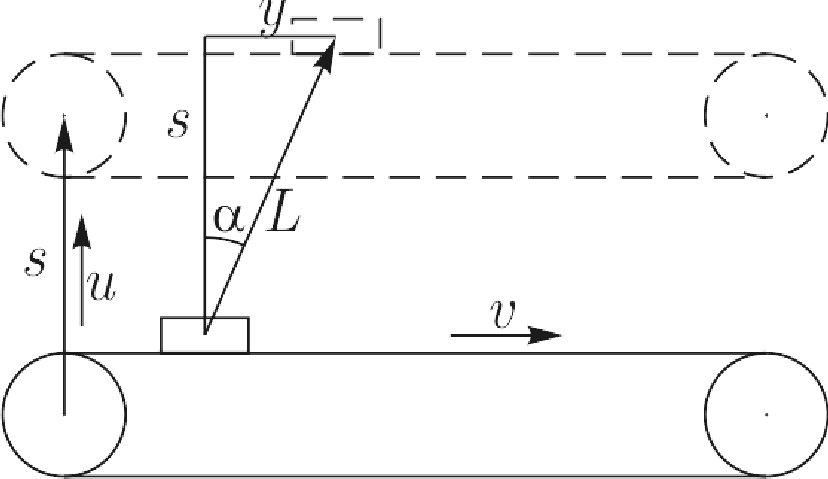
Пренебрегая прогибом ленты и считая движение бруска установившимся, найдите смещение бруска за время *s/u.*

Определите работу по перемещению бруска совершаемую транспортёром за это время. Коэффициент трения между бруском и полом равен u, а между бруском и лентой цз.

Возможное решение

Сила трения, действующая со стороны пола на брусок, направлена против вектора скорости бруска и равна тр i lo ng . Сила трения, действующая на брусок со стороны транспортёра, *Fтp.2* 32 *N,* где *N —* тр cosо . С другой стороны

Фролов А.

\*тp 2 уравновешивается силой Npт .

Tp.2' тр sin о . Здесь возможны два случая.

1-й случай (есть проскальзывание между бруском и лентой):

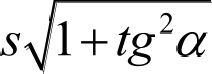
*Fтp.2* 32 *N* 2 *FT p* ф COS О Г-тр. S П If.

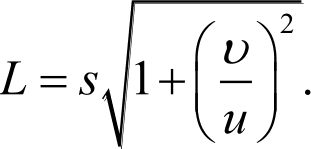
Отсюда получаем: tg п = ц2 . Этот случай возможен когда — й /г,. При этом скорость бруска вдоль ленты меньше скорости ленты, т.е. происходит проскальзывание.

2-ой случай (между бруском и лентой нет проскальзывания). Тогда ы / u = /gn. Этот

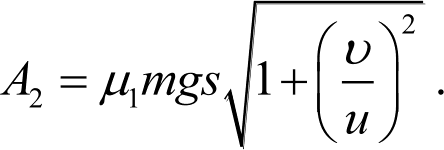
# случай возможен при ы / u **/г,.**

Смещение бруска вдоль оси *У* найдём из геометрических соображений: у = *s* tg п.

Путь, пройденный бруском в первом случае равен *L ——* = 331+ /r2 , а во втором —



Работа по перемещению бруска в обоих случаях равна *А — £*'*Fтp.1* Йі*•\* gL,* так как сила,

действующая на брусок со стороны транспортера, уравновешивается силой трения со стороны пола (брусок движется с постоянной скоростью). Конкретно:

*А, —— gmgs* 1+ /г, ,

Иритерии **оценивания**

Указано направление действия силы pт

бал

Найдена реакция опоры *N I* балл

Найдена сила трениЯ тp.2 1 балл

Указаны два случая 1 балл

Найдено направление смещения бруска (по 1 баллу за каждый случай) 2 балла Найдено смещение бруска (по 1 баллу за каждый случай) 2 балла Найдена работа по перемещению бруска (по 1 баллу за каждый случай) 2 балла