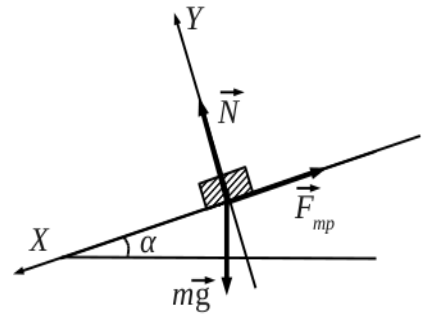


### Задача №2 (11 класс 2011 год).

Вначале рассмотрим состояние бруска когда нет ветра и он покоится (см. рис. – вид сбоку). Условие покоя бруска:  $m\vec{g} + \vec{F}_{тр} + \vec{N} = 0$ . В проекции на оси:

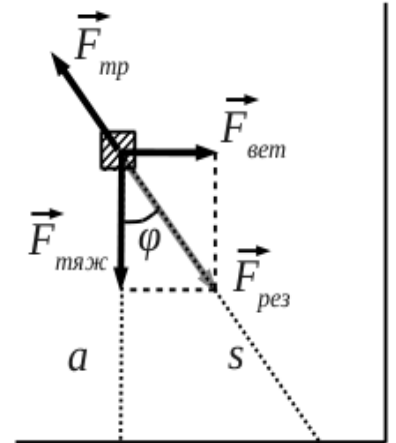
$$\begin{cases} mg \sin(\alpha) - F_{тр} = 0 \\ N - mg \cos(\alpha) = 0 \end{cases} \quad \text{Так как сила трения } F_{тр} \leq \mu N, \quad \text{то} \\ mg \sin(\alpha) \leq \mu mg \cos(\alpha). \text{ Следовательно, } \mu \geq \operatorname{tg}(\alpha) \approx 0,58.$$



Пусть теперь дует ветер. По условию задачи возможны две траектории соскальзывания бруска. В первом случае брусок упадёт с нижнего края крыши (см. рис. – вид перпендикулярно крыше). Условие начала движения бруска:  $F_{рез} > F_{тр}$ , где  $\vec{F}_{рез} = \vec{F}_{тяж} + \vec{F}_{вет}$ . При этом,  $\vec{F}_{тяж}$  – это составляющая силы тяжести, направленная вдоль крыши,  $\vec{F}_{вет}$  – сила со стороны ветра. Из рисунка

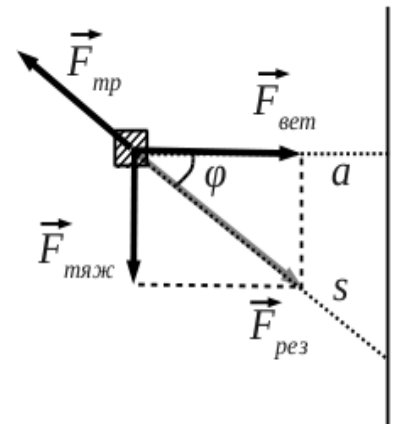
$$F_{рез} = \frac{F_{тяж}}{\cos(\varphi)}. \quad \text{Кроме того, } F_{тяж} = mg \sin(\alpha), \quad \cos(\varphi) = \frac{a}{s} = \frac{4}{5}. \quad \text{То есть,}$$

$$F_{рез} = \frac{5}{4} mg \sin(\alpha). \quad \text{Как и в первом случае } N = mg \cos(\alpha). \quad \text{Но теперь } F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos(\alpha), \quad \text{так как брусок скользит. Подставляя в условие начала движения, получим } \frac{5}{4} mg \sin(\alpha) > \mu mg \cos(\alpha).$$



$$\text{Следовательно, } \mu < \frac{5 mg \sin(\alpha)}{4 mg \cos(\alpha)} = \frac{5}{4} \operatorname{tg}(\alpha) \approx 0,72.$$

Если же брусок соскальзывает с правой стороны крыши, то все уравнения получаются такими же, за исключением выражения для суммарной силы ветра и составляющей силы тяжести:  $F_{рез} = \frac{F_{тяж}}{\sin(\alpha)}$ , где  $\sin(\alpha) = \frac{\sqrt{s^2 - a^2}}{s} = \frac{3}{5}$ . В итоге получим следующее условие для коэффициента трения:  $\mu < \frac{5}{3} \operatorname{tg}(\alpha) \approx 0,96$ .



Объединяя ответы во всех трёх случаях, получаем, что движение бруска по данным траекториям возможно при условии:  $0,58 \leq \mu < 0,96$ .

P.S. На форуме сайта поддержки олимпиады я столкнулся с мнением, что фраза "плавно соскользнул" означает равномерное движение. В этом случае ответ будет не в виде интервала, а в виде двух значений:  $\mu \approx 0,72$  и  $\mu \approx 0,96$ . Но лично я с этой точкой зрения не согласен. Очень часто и в жизни и в физических задачах мы сталкиваемся с фразами типа "автомобиль плавно набрал ход" или "тело плавно движется по окружности" (и т. п.) Во всех таких случаях движение тела является ускоренным и слово "плавно" лишь как-то характеризует изменение ускорения. Кроме того, по условию первоначально брусок покоился. Следовательно, чтобы потом двигаться равномерно, он должен был набрать эту скорость, то есть некоторое время двигаться ускоренно. А так как опять же по условию сила со стороны ветра неизменная, то почему скорость стала постоянной? Если же считать ускорение малым, то каков критерий этой малости? К тому же, сила сухого трения хоть слабо, но всё же зависит от скорости и при малых скоростях уменьшается с ростом скорости, что автоматически приводит не просто к наличию ускорения, а ещё и к его увеличению. Таким образом, я считаю, что в данной задаче ответ должен быть в виде интервала значений  $0,58 \leq \mu < 0,96$ .