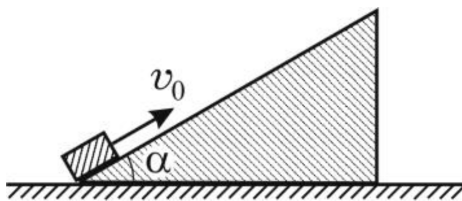


## Олимпиада «Ломоносов» по физике

10–11 классы, 2021 год

1. Клин массой  $M = 1$  кг с углом  $\alpha = 30^\circ$  при основании покоится на гладкой горизонтальной поверхности. На клин положили брусок массой  $m = 0,1$  кг и ударом сообщили ему некоторую скорость, направленную вверх по клину. Найдите, какое количество теплоты  $Q$  выделилось в результате трения бруска о клин, если известно, что максимальная высота, на которую поднялся брусок от своего начального положения,  $h = 20$  см. Коэффициент трения бруска о наклонную поверхность клина  $\mu = 0,6$ . Модуль ускорения свободного падения примите равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



ВОПРОС. Чему равны сила трения покоя и сила трения скольжения? Дайте определение коэффициента трения.

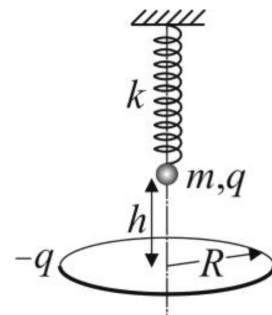
$$F_{\text{тр}} \approx \frac{(M + m)g \sin \alpha}{\cos \alpha} = 0$$

2. В вертикально расположенном цилиндрическом сосуде с площадью сечения  $S = 20$  см<sup>2</sup> под поршнем массой  $M = 4$  кг содержится идеальный одноатомный газ. Расстояние между поршнем и дном сосуда  $h = 1$  м. Газу сообщили количество теплоты  $\Delta Q = 126$  Дж. Во сколько раз изменится среднеквадратичная скорость молекул газа? Атмосферное давление  $p_0 = 100$  кПа, ускорение свободного падения примите равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Трение поршня о стенки сосуда считайте пренебрежимо малым.

ВОПРОС. Что такое внутренняя энергия термодинамической системы? Какими способами можно изменить внутреннюю энергию?

$$\Delta U = \frac{p_0 S h}{\gamma - 1} + p_0 S h = \Delta Q$$

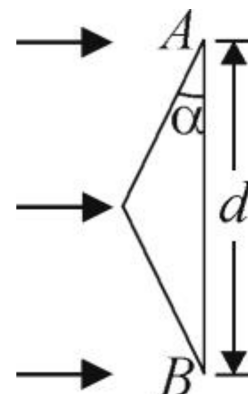
3. Над закреплённым проволочным кольцом радиуса  $R$ , расположенным горизонтально, на пружине подвешена маленькая заряженная бусинка (см. рисунок). Заряд бусинки  $q = 1$  мкКл равен по модулю и противоположен по знаку заряду кольца. Бусинка располагается точно над центром кольца на высоте  $h = R = 20$  см. Определите максимальную скорость  $v_{\max}$  бусинки в процессе её малых свободных колебаний, которые возникают после мгновенной нейтрализации заряда кольца. Масса бусинки  $m = 9$  г, жёсткость пружины  $k = 10$  Н/м. Электрическую постоянную примите равной  $\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12}$  Ф/м. *Указание:* для упрощения записи ответа в общем виде используйте равенство  $h = R$ .



ВОПРОС. Какие колебания называют гармоническими? Что такое амплитуда и фаза гармонических колебаний?

$$v_{\max} = \frac{8\sqrt{2}\pi\epsilon_0 q^2 R^2}{2b} \approx 0,26 \text{ м/с}$$

4. На равнобедренную стеклянную призму падает широкий параллельный пучок света, перпендикулярный грани  $AB$ , ширина которой  $d = 5$  см. На каком расстоянии  $L$  от грани  $AB$  преломленный призмой свет разделится на два не перекрывающихся пучка? Показатель преломления стекла  $n = 1,5$ , угол при основании призмы  $\alpha = 0,1$  рад. При расчётах учтите, что для малых углов, заданных в радианах,  $\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$ .



ВОПРОС. Сформулируйте закон отражения света. Приведите пример построения изображения предмета в плоском зеркале.

$$n \sin \theta = \frac{(1-u)v\tau}{p} \approx \tau$$